

⑥ 埋込金物

許容応力 状態 (供用状態)	ベース プレート ¹⁾	スタッドジベル ¹⁾		コンクリート ¹⁾		
	曲げ応力 (MPa)	引張応力 ²⁾ (MPa)	せん断応力 (MPa)	引張荷重 ²⁾ (N)	せん断荷重 (N)	圧縮 応力 (MPa)
(A, B)	f_b	f_t	f_s	$0.3 \times 0.31 \times A_c \sqrt{F_c}$	$0.4 \times 0.5_{sc} A \sqrt{E_c \cdot F_c}$	$\frac{F_c}{3}$
Ⅲ _A Ⅲ _A S	$1.5f_b$	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$0.45 \times 0.31 \times A_c \sqrt{F_c}$	$0.6 \times 0.5_{sc} A \sqrt{E_c \cdot F_c}$	$2 \times \frac{F_c}{3}$
Ⅳ _A Ⅳ _A S	$1.5f_b^*$	$1.5f_t^*$	$1.5f_s^*$	$0.6 \times 0.31 \times A_c \sqrt{F_c}$	$0.8 \times 0.5_{sc} A \sqrt{E_c \cdot F_c}$	$0.75 \times F_c$

1) : 許容限界(許容値)は, 常温における物性値を用いて算出する。

2) : 埋込板の評価では, コンクリート支圧による許容荷重が引張荷重による許容荷重より大きいことから, 引張荷重を許容荷重として設定する。

記号の説明

A_c : コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積

F_c : コンクリートの設計基準強度

$_{sc}A$: スタッドジベル1本当たりの断面積

E_c : コンクリートの縦弾性係数

第 3.-2 表 重大事故等対処施設 荷重の組合せ及び許容限界

(1) 建物・構築物

設備分類 ¹⁾	荷重の組合せ ²⁾	許 容 限 界
選定において基準地震動を 1.2 倍した地震力を考慮する設備が設置される重大事故等対処施設	$D + L + L_s + 1.2 S_s$	要求機能が維持されることとする。
地震を要因として発生する重大事故等に対処する重大事故等対処設備が設置される重大事故等対処施設	$D + L + L_s + 1.2 S_s$	要求機能が維持されることとする。

1) : 選定において基準地震動を 1.2 倍した地震力を考慮する設備又は地震を要因として発生する重大事故等に対処する重大事故等対処設備に該当する部位を示す。

2) : 地震力と組み合わせる荷重には、このほか、建物・構築物の実況に応じて、土圧、水圧等を考慮するものとする。なお、重大事故等時の状態で施設に作用する荷重については、前述の基準地震動との組合せに対する評価によるものとする。

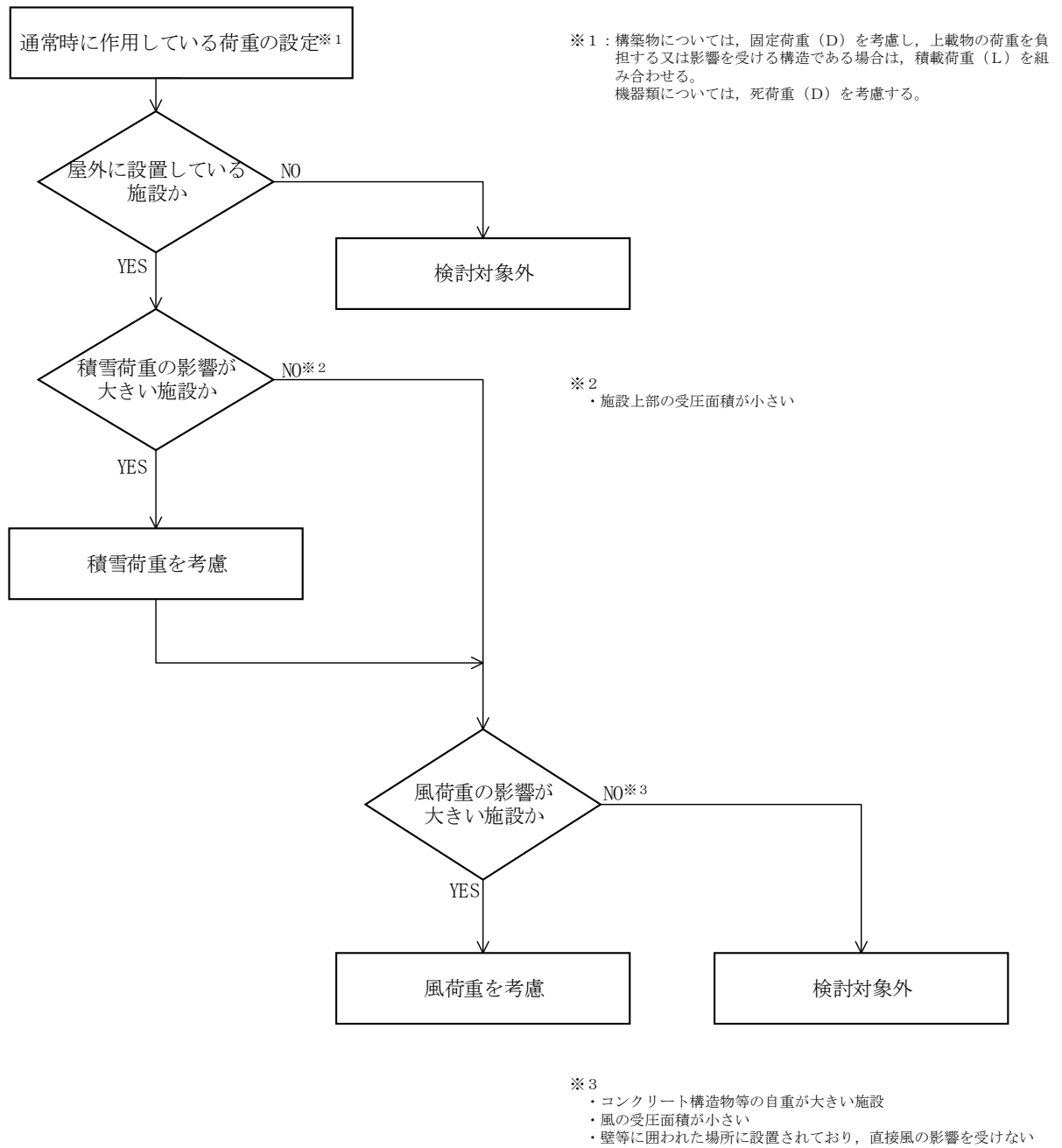
記号の説明

- D : 固定荷重
 L : 積載荷重
 L_s : 積雪荷重(短期事象との組合せ用)
 $1.2 S_s$: 基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力

第 3.-3 表 地震力と積雪荷重, 風荷重の組合せ

項目	施設の配置	荷重の種類	
		積雪 ¹⁾	風 ¹⁾
建物・構築物	屋外 ²⁾	○ ³⁾	○ ⁴⁾
機器・配管系	屋外 ²⁾	○ ³⁾	○ ⁴⁾
	屋内	—	—

- 1) : 組み合わせる荷重は, 添付書類「V-1-1-1 加工施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」に基づくものとし, 積雪荷重については, 六ヶ所村統計書における観測記録上の極値 190cm に, 「建築基準法施行令」第八十二条に定めるところの建築基準法の多雪区域における積雪荷重と地震荷重の組合せを適用して, 平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。また, 風荷重については, 「E の数値を算出する方法並びに V D 及び風力係数を定める件」(平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1454 号)に定められた六ヶ所村の基準風速 34m/s とする。なお, 風荷重は平均的な風荷重とするため, ガスト係数 G_f は 1 とする。
- 2) : 風荷重の影響が大きいと考えられる鉄骨架構及びそれに類する構造物について, 組合せ考慮する。
- 3) : 積雪による受圧面積が小さい施設, 又は埋設構造物等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く。
- 4) : 屋外に設置されている施設のうち, コンクリート構造物等の自重が大きい施設を除く。



第 3.-1 図 積雪荷重及び風荷重設定フロー

4. 変位，変形の制限

MOX燃料加工施設として設置される建物・構築物，機器・配管系の設計に当たっては，剛構造とすることを原則としており，地震時にこれらに生じる応力を許容応力値以内に抑えることにより，変位，変形に対しては特に制限を設けなくても機能は十分維持される。

しかしながら，地震により生起される変位，変形に対し設計上の注意を要する部分については以下のような配慮を行い，設備の機能維持が十分果たされる設計とする。

4.1 建物・構築物間相対変位に対する配慮

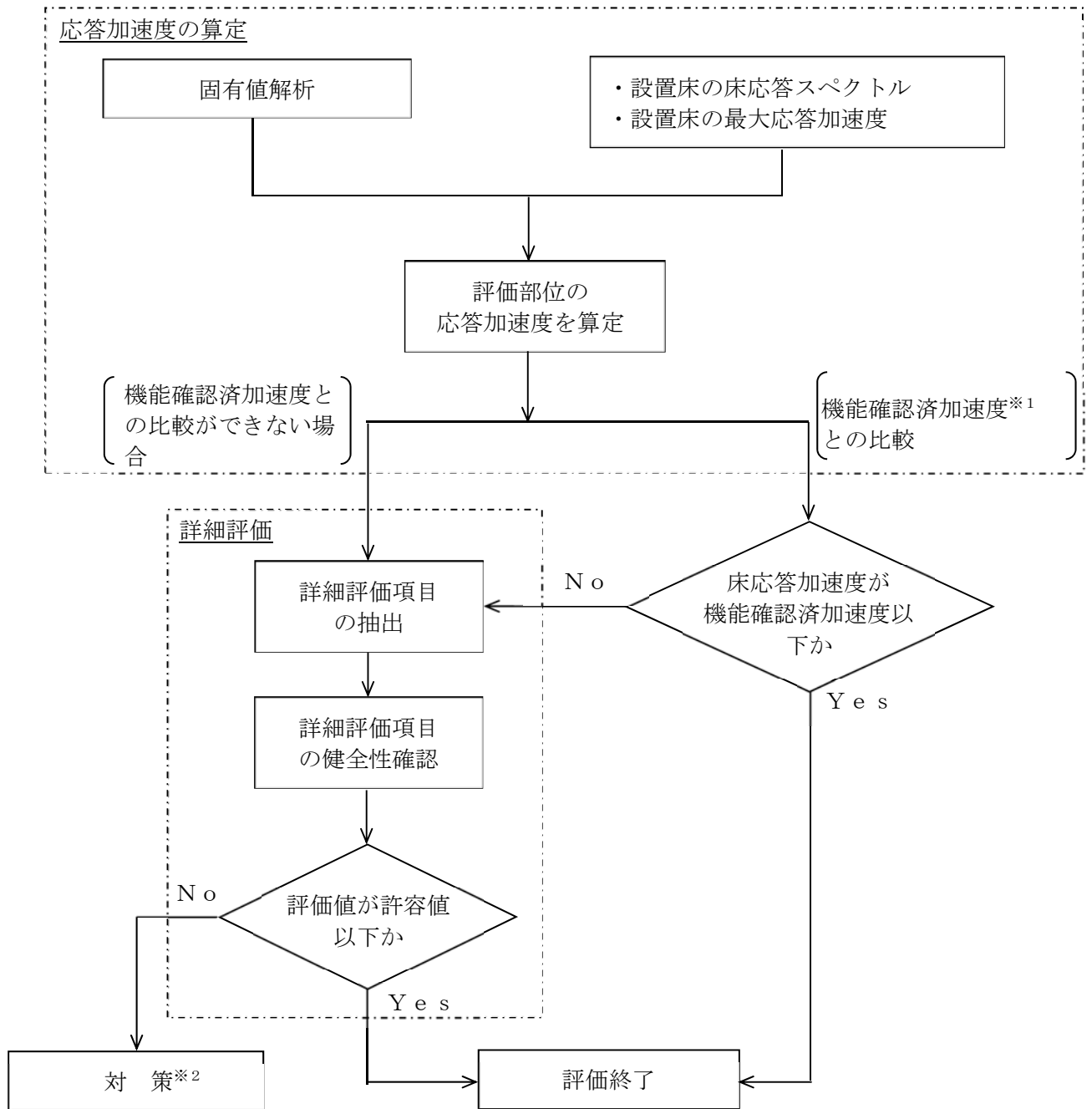
異なった建物・構築物間の取合部については，十分安全側に算定された建物・構築物間相対変位に対し適切な間隔を設けることとし，異なった建物・構築物間を渡る配管系の設計においては，十分安全側に算定された建物・構築物間相対変位に対し配管ルート，支持方法又は伸縮継手の採用等でこれを吸収できるように考慮する。

5. 機能維持

5.1 動的機能維持

動的機能が要求される機器は、添付書類「Ⅲ-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(1) 動的機能維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、その機器が要求される安全機能を維持するため、回転機器及び弁の機種別に分類し、MOX燃料加工施設の耐震重要度に応じた応答加速度が、加振試験等の既往の研究によって機能維持を確認した加速度(以下「動的機能確認済加速度」という。)以下とする設計とするか、又は応答加速度による解析等により機能維持を満足する設計とする。

具体的な評価手順については第 5.-1 図に示す。



※1 加振試験より得た機能確認済加速度等を含む

※2 補強・交換等による対策

第5.-1図 評価手順

5.2 電氣的機能維持

電氣的機能が要求される機器は、添付書類「Ⅲ－１－１ 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(2) 電氣的機能維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、その機器に要求される安全機能を維持するため、安全機能を有する施設の耐震重要度に応じた地震動に対して、要求される電氣的機能が維持できることを試験又は解析により確認し、当該機能を維持する設計とする。

上記加振試験では、掃引試験により固有振動数を確認後、加振試験を実施し、当該機器が設置される床における加速度以上での動作確認を実施する。または、実機を模擬した機器を当該機器が設置される床における模擬地震波により加振して、動作確認を実施する。

5.3 気密性の維持

気密性の維持が要求される施設は、添付書類「Ⅲ－１－１ 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(3) 気密性の維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、放射線業務従事者の放射線障害防止、MOX燃料加工施設周辺の空間線量率の低減、居住性の確保及び放射線障害から公衆を守るため、事故時に放射性気体の放出、流入を防ぐことを目的として、安全機能を有する施設の耐震重要度に応じた地震動に対して、構造強度を確保する設計とする。

気密性の維持が要求される施設のうち、鉄筋コンクリート造の施設は、施設区分に応じた地震動に対して、地震時及び地震後において、耐震壁のせん断ひずみがおおむね弾性状態にとどまることを基本とする。その状態に留まらない場合は、地震応答解析による耐震壁のせん断ひずみから算定した空気漏えい量が、設置する換気設備の性能を下回ることによって必要な気密性を維持する設計とする。

5.4 遮蔽性の維持

遮蔽性の維持が要求される施設は、添付書類「Ⅲ－１－１ 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(4) 遮蔽性の維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、放射線業務従事者の放射線障害防止、MOX燃料加工施設周辺の空間線量率の低減、居住性の確保及び放射線障害から公衆を守るため、鉄筋コンクリート造として設計することを基本とし、耐震重要度に応じた地震動に対して構造強度を確保し、遮蔽体の形状及び厚さを確保することで地震後における残留ひずみを小さくし、ひび割れがほぼ閉塞し、貫通するひび割れが直線的に残留しないこととすることで遮蔽性を維持する設計とする。

5.5 支持機能の維持

機器・配管系等の設備を間接的に支持する機能の維持が要求される施設は、添付書類「Ⅲ－１－１ 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(6) 支持機能の維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、被支持設備の機能を維持するため、被支持設備の耐震重要度、重大事故等対処施設の設備分類に応じた地震動に対して、構造強度を確保することで、支持機能が維持できる設計とする。

(1) 建物・構築物の支持機能の維持

建物・構築物が鉄筋コンクリート造の場合は、基礎については終局耐力又は終局耐力時の変形を許容限界とし、耐震壁については最大せん断ひずみ度が「3. 構造強度の制限」による許容限界を超えない設計とすることで、第2.-1表に示す設計用地震力に対するSクラス設備等に対する支持機能が維持できる設計とする。鉄骨造の場合は、基準地震動 S_s に対して、部材に発生する応力が「3. 構造強度の制限」による許容限界を超えない設計とすることでSクラス設備等の支持機能が維持できる設計とする。

耐震壁以外の建物・構築物の部位に関しても、耐震壁がせん断ひずみの許容限界を満足している場合は、耐震壁の変形に追従する建物・構築物の部位の健全性も確保されており、支持機能を確保していると考えられる。

また、各建物間に生じる地震時相対変位について、各建物が相互に干渉しないよう適切な間隔を設けると同時に、各建物に渡る設備からの反力に対しても十分な構造強度を確保する設計とする。

(2) 構築物(洞道)の支持機能の維持

構築物(洞道)については、地震力が作用した場合において、構造部材の曲げについては限界層間変形角又は曲げ耐力、せん断についてはせん断耐力に対して妥当な安全余裕をもたせることで機器・配管系の支持機能が維持できる設計とする。

5.6 耐震重要施設のその他の機能維持

閉じ込め機能、耐震重要施設と一体構造である設備等は、添付書類「III-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2 (5) 耐震重要施設のその他の機能維持」の考え方に基づき、耐震重要施設の性能、機能の維持又は当該機能を阻害することを防止するために、耐震重要施設に適用される基準地震動 S_s による地震力により構造強度を確保する設計とする。

5.7 重大事故等対処施設のその他の機能維持

(1) 建物・構築物

以下a.及びb.に示す設備を設置する建物・構築物については、基準地震動を1.2倍した地震力に対する建物・構築物全体としての変形能力について、質点系モデルによる地震応答解析の最大せん断ひずみ度が 2.0×10^{-3} を超えないこととする。

a. 選定において基準地震動を1.2倍した地震力を考慮する設備

b. 地震を要因として発生する重大事故等に対処する重大事故等対処設備

(2) 機器・配管系

重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれないように、設備のき裂、損壊等により放出経路の維持等、重大事故等の対処に必要な機能が維持できるように設計する。

a. 露出したMOX粉末を取り扱い、さらに火災源を有するグローブボックスについては、パネルにき裂や破損が生じないこと及び転倒しないことを確認する。

b. 上記a.のグローブボックスの内装機器については、放射性物質(固体)の閉じ込めバウンダリを構成する容器等を保持する設備の破損により、容器等が落下又は転倒

しないこと。

- c. 可搬型重大事故等対処設備については、各保管場所における地震力に対して、転倒しないよう固縛等の措置を講ずるとともに、動的機器については加振試験等により重大事故等の対処に必要な機能が損なわれないことを確認する。

なお、これら重大事故等に対処するための機能維持の確認に当たっては、塑性変形する場合であっても破断延性限界に至らず、その施設の必要な機能が損なわれないことを確認することとし、評価条件については液体比重、温度等の実運転条件、実構造に則した減衰定数の適用、弾塑性解析等を用いてもよい。

Ⅲ－1－1－9

構造計画，材料選択上の留意点

目 次

1. 概要	1
2. 構造計画上の配慮	1
2.1 建物・構築物	1
2.2 機器・配管系	1
3. 材料の選択	2
3.1 建物・構築物	2
3.2 機器・配管系	2
4. 耐力・強度等に対する制限	2
4.1 建物・構築物	2
4.2 機器・配管系	3
5. 品質管理上の配慮	3
5.1 建物・構築物	3
5.2 機器・配管系	3

1. 概要

MOX燃料加工施設は、安全性及び信頼性の見地から、通常運転時荷重に対してのみならず、地震時荷重等の短期間に作用する設計荷重に対して耐えるように設計する必要がある。

これらの設計荷重は、強度設計の立場から、安全側の値として定められているが、重要施設の構造安全性を一層高めるためには、その構造体のダクティリティを高めるように設計することが重要である。

本資料は、添付書類「Ⅲ-1-1 耐震設計の基本方針」のうち、「8. ダクティリティに関する考慮」に基づき、ダクティリティを維持するために必要と考えられる構造計画、材料の選択、耐力・強度等に対する制限及び品質管理上の配慮を各項目別に説明するものである。

なお、構造特性等の違いから施設を建物・構築物と機器・配管系に分けて示す。

2. 構造計画上の配慮

2.1 建物・構築物

MOX燃料加工施設の主要な建物・構築物の構造は、原則として鉄筋コンクリート造（一部を鉄骨鉄筋コンクリート造、鉄骨造又は鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造としたものを含む。）とする。

構造方式としては、壁構造とし、その床及び壁体は機器の配置を考慮しながらつとめて剛構造体になるよう配慮し、鉛直荷重がスムーズに基礎に伝達されるよう配慮し構造壁の有効性を高める。

内外壁は放射線遮蔽壁としての機能を要求されることが多く、そのために壁厚も厚く、地震時水平力はこの壁で分担する。

また、床スラブも壁同様、放射線遮蔽上の考慮と建屋の耐震一体構造化の配慮から厚くするため、このスラブの剛性は大きくなっている。

構造全体としての剛心と重心の偏心によるねじれモーメントができる限り小さくなるように壁の配置及び壁厚を定め、ダクティリティを確保するために最も重要なせん断に対する耐力を増加させるよう十分な配筋を行う。

基礎はべた基礎で上部構造に生じる応力を支持地盤に伝達させるに十分な剛性を持ち、原則として岩盤に支持させる。

2.2 機器・配管系

機器・配管系は構造上、切欠き等、応力集中が生じるような設計はできるだけ避けるよう留意する。さらに、製作、施工面からも、このような脆弱な部分を作らないため、溶接及び加工しやすい構造、配置とするとともに、熱処理等によりできる限り残留応力を除去する製作法を採用する。

また、必要な場合には疲労解析を行い、疲労破壊に対して十分な余裕を持つことを確認する。

配管系に関しては、同一経路内で著しく剛性が異なることなく、応力集中が生じないような全体のバランスのとれた配管経路及び支持構造計画を立て、系全体の強度設計の

余裕を向上させるものとする。

3. 材料の選択

3.1 建物・構築物

建物・構築物に使用される材料は、「建築基準法・同施行令」等に準拠し、鉄筋コンクリート材料については「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(2013 改定)」(以下「JASS 5N」という。),「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－(1999 改定)」等、鉄骨材料は「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－」(2005 改定)等により選定する。

3.2 機器・配管系

機器・配管系に使用される構造材料は、安全運転の見地から信頼性の高いものが必要である。

したがって、「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」(昭和 55 年通商産業省告示 501 号, 最終改正平成 15 年 7 月 29 日経済産業省告示第 277 号),「発電用原子力設備規格設計・建設規格(2005 年版(2007 年追補版を含む))〈第 I 編 軽水炉規格〉JSME S NC1」等に示されるもの及び MOX 燃料加工施設の使用環境等を考慮し, 化学プラント, 火力プラントや国内外の原子力プラントにおいて使用実績があるものや, その材料特性が十分把握されているものを使用する。

機器・配管系に使用される材料の鋼種は, 原則として規格, 基準に示される炭素鋼, オーステナイト系ステンレス鋼及び非鉄金属を用いる。

特に考慮すべき事項を以下に示す。

- (1) 均質な組成と機械的性質を持ち, 強度上有意な影響を及ぼす可能性のある欠陥がない材料を使用する。
- (2) 使用温度及び供用期間中に対し, 著しい材料強度特性, 破壊靱性の低下が生じにくい材料を使用する。
- (3) 素材として優れた特性を有するとともに, 溶接施工, 成形加工においても, その優れた特性を持つ材料を使用する。
- (4) 溶接材料は, 溶接継手部が母材と同等の性能が得られるよう選定する。
- (5) 閉じ込め部又は耐圧部に使用する材料は, 取り扱う放射性物質の濃度, 腐食環境(使用温度)等の条件を考慮して定めた指定材料又はこれと同等以上の特性を有する材料を選定する。

4. 耐力・強度等に対する制限

4.1 建物・構築物

建物・構築物の強度設計に関する規格, 基準としては, 「建築基準法・同施行令」, 「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－」(1999 改定), 「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2005 制定)」, 「鋼構造設計規準－許容応力度設計法(2005 改定)」等があり, これらの規格, 基準を適用する。

4.2 機器・配管系

機器・配管系の構造強度設計においては、適切な基準等を適用し、延性破壊、疲労破壊等に関して材料選定に対する配慮に加え応力を制限する。

以下に機器・配管系のダクティリティを維持するために必要な破壊防止の基本的考え方を示す。

- (1) 疲労破壊が生じないように添付書類「Ⅲ-1-1-8 機能維持の基本方針」に基づき応力制限を行うとともに、必要に応じて疲労解析を行う。
- (2) 座屈現象が生じないように、発生荷重を許容座屈荷重以下に制限する。
- (3) クリープに関しては、使用温度において供用期間中に支障が生じないように材料を選定する。
- (4) 応力腐食割れが生じないように、材料選定及び残留応力の低減等の配慮を行う。

5. 品質管理上の配慮

建物・構築物及び機器・配管系のダクティリティを維持するためには前項で示したように構造計画上の配慮、材料の選択及び耐力・強度等に対する制限に留意するとともに、計画、設計した耐力・強度等が得られるように品質管理の上でも十分な配慮を行う。

以下に建物・構築物及び機器・配管系について、計画、設計した耐力・強度等が得られるように、品質管理上特に留意すべき事項を示す。

5.1 建物・構築物

建物・構築物に対する品質管理は、別添Ⅳ「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に基づき行うが、ダクティリティを保証する意味で特に留意する項目を以下に示す。

(1) 材料管理

コンクリート(遮蔽要求部分の密度)、鉄筋、鋼材について、規定の仕様を満たしていることを確認する。

(2) 構造管理

鉄筋の組み立てについては、鉄筋量、かぶり厚さ、定着長さ及び継手長さについて、コンクリートの打上がりについては、主要寸法及び断面寸法が、所定の許容差内に納まっていることを確認する。

(3) 強度管理

コンクリートの圧縮強度が所定の値以上であることを確認する。

5.2 機器・配管系

機器・配管系に対する品質管理は、別添Ⅳ「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に基づき行うが、ダクティリティを保証する意味で特に留意する項目を以下に示す。

(1) 材料管理

素材、溶接材料について設計仕様書等に示すものが使用されていることを確認する。

(2) 製作・据付管理

設計仕様書，設計図書等に示すとおり製作，据付けが行われていることを確認する。

(3) 保守・点検

据付け後も巡視点検，自主検査等及び保全等必要な管理を行う。

Ⅲ－3

加工施設の耐震性に関する計算書

Ⅲ－3－1

加工設備等に係る耐震性に関する計算書

Ⅲ－3－1－1

建物・構築物

Ⅲ－3－1－1－1

燃料加工建屋の地震応答計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 解析方針	11
2.4 適用規格・基準等	13
3. 解析方法	14
3.1 地震応答解析に用いる地震動	14
3.2 地震応答解析モデル	45
3.3 建物・構築物の入力地震動	89
3.4 解析方法	99
3.5 解析条件	103
3.6 材料物性のばらつき	110
4. 解析結果	114
4.1 動的解析	114
4.2 静的解析	183
4.3 必要保有水平耐力	184

1. 概要

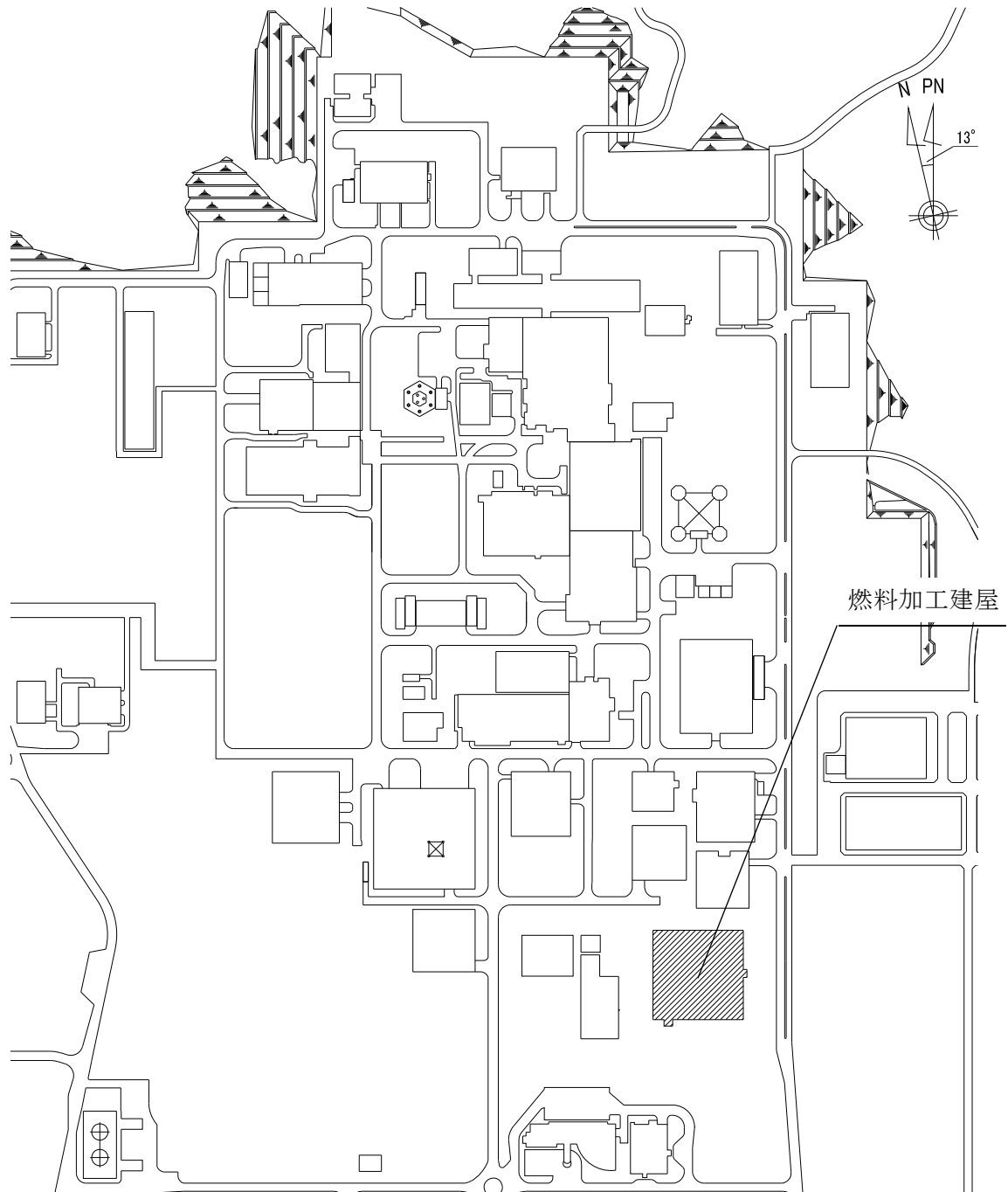
本資料は、添付書類「耐震設計の基本方針」，「地盤の支持性能に係る基本方針」及び「地震応答解析の基本方針」に基づく燃料加工建屋の地震応答解析について説明するものである。

地震応答解析により算出した各種応答値及び静的地震力は、添付書類「機能維持の基本方針」に示す建物・構築物及び機器・配管系の設計用地震力として用いる。また、必要保有水平耐力については建物・構築物の構造強度の確認に用いる。

2. 基本方針

2.1 位置

燃料加工建屋の設置位置を第 2.1-1 図に示す。



MOX① III (2)-0007 G

第 2.1-1 図 燃料加工建屋の設置位置

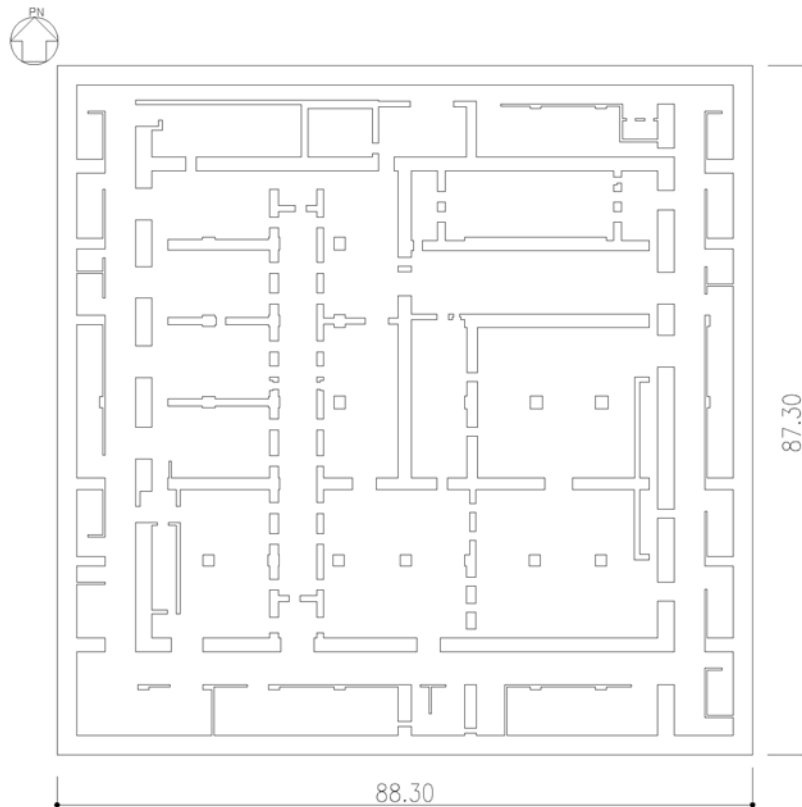
2.2 構造概要

本建屋は、地下3階、地上2階建てで、主体構造は鉄筋コンクリート造である。平面規模は主要部分で87.30m(NS)×88.30m(EW)であり、建屋の高さは基礎スラブ下端から45.97mである。

本建屋の主要耐震要素は、鉄筋コンクリート造の外壁及び一部の内壁である。また、基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。

燃料加工建屋の概略平面図を第2.2-1図に、概略断面図を第2.2-2図に示す。

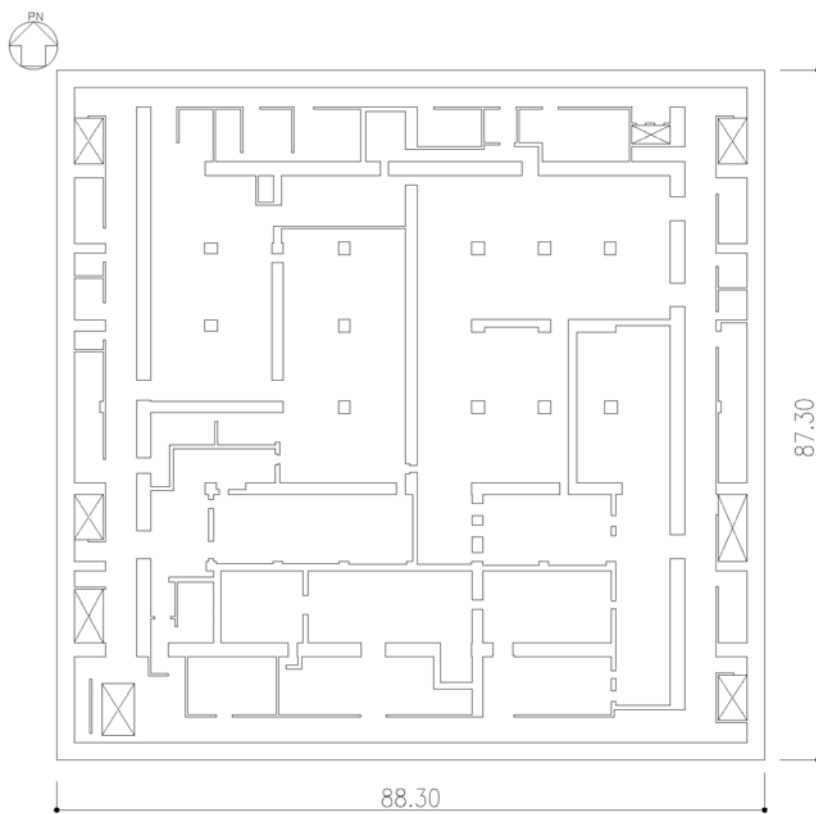
MOX① III(2)-0008 G



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

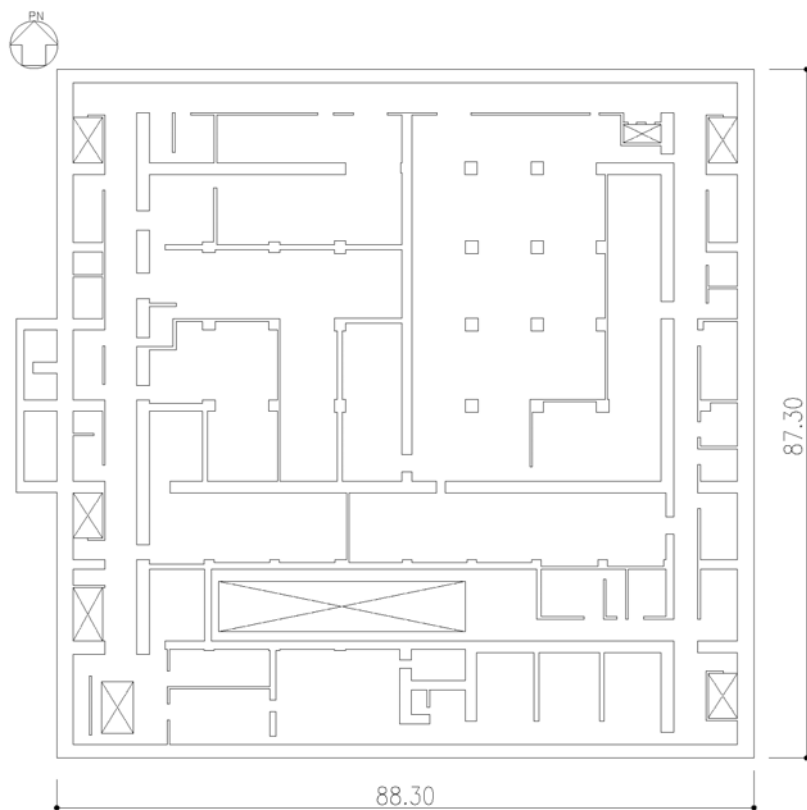
第2.2-1図 概略平面図 (T.M.S.L. 35.00m) (1/7)



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

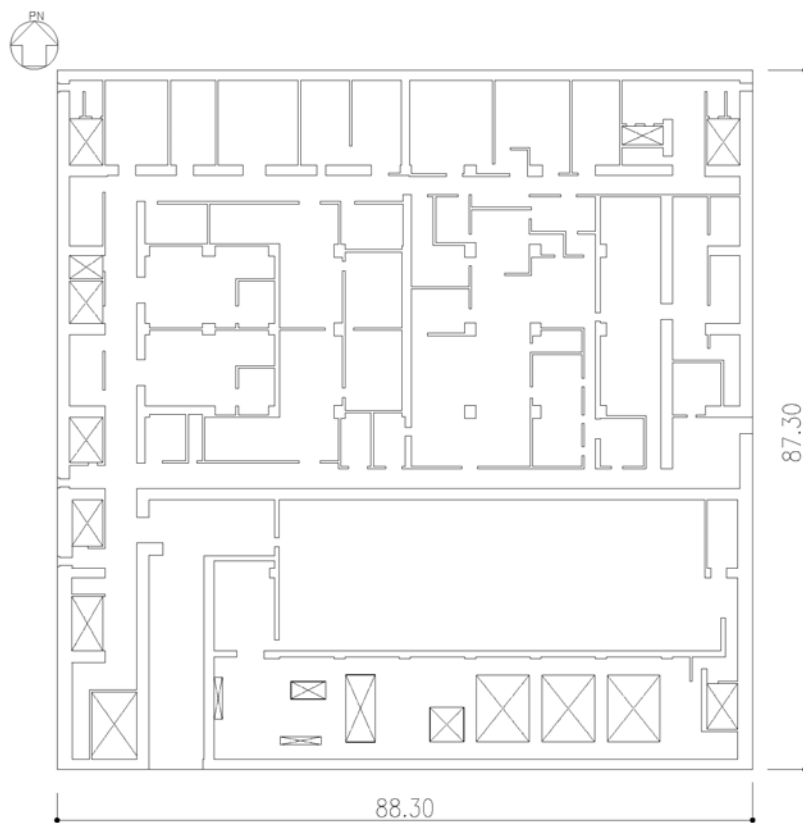
第 2.2-1 図 概略平面図 (T. M. S. L. 43.20m) (2/7)



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

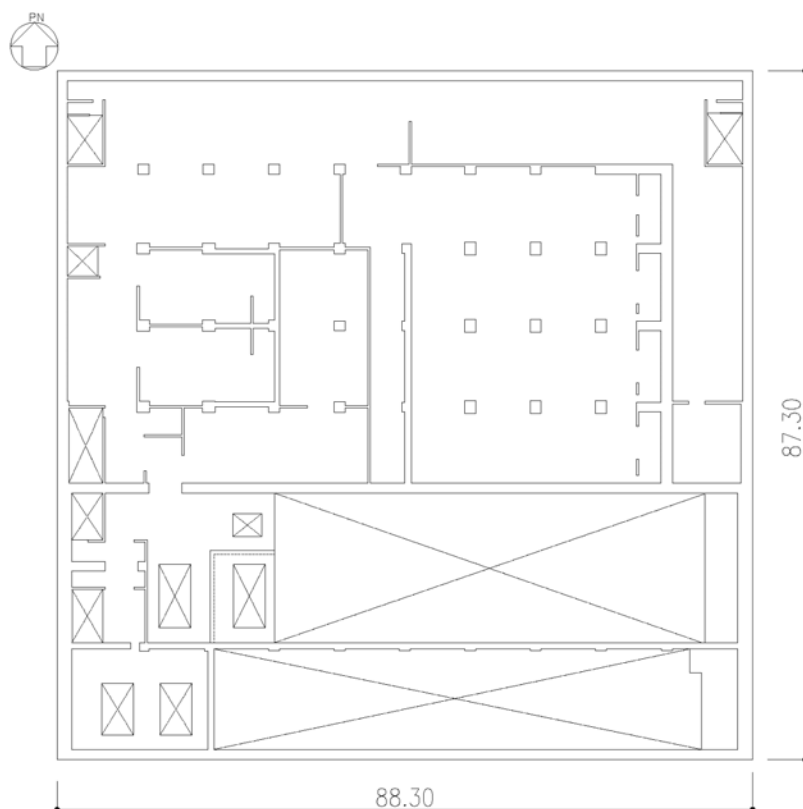
第 2.2-1 図 概略平面図 (T. M. S. L. 50.30m) (3/7)



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

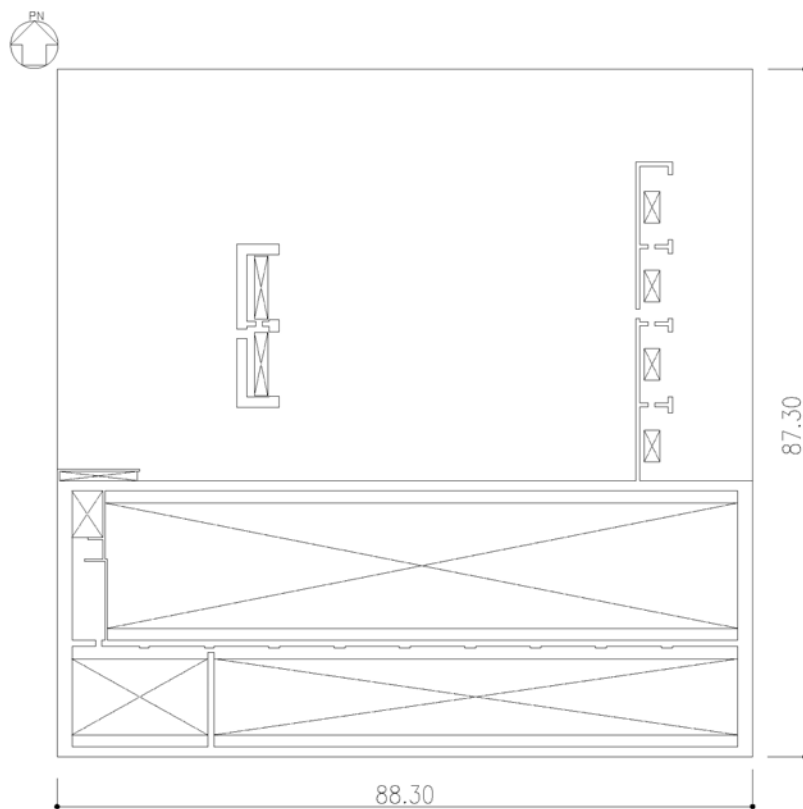
第 2.2-1 図 概略平面図 (T. M. S. L. 56.80m) (4/7)



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第 2.2-1 図 概略平面図 (T. M. S. L. 62.80m) (5/7)



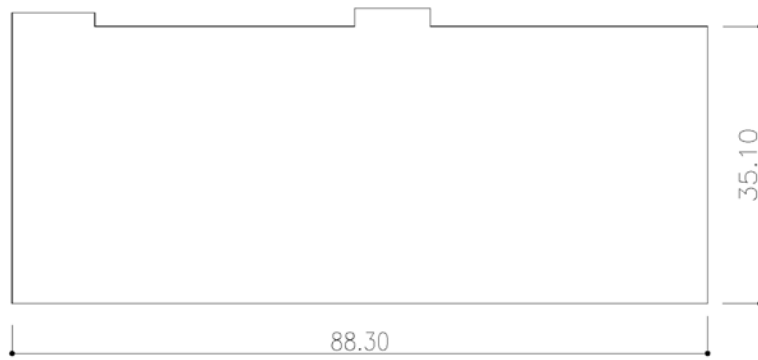
(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第 2.2-1 図 概略平面図 (T. M. S. L. 70.20m) (6/7)



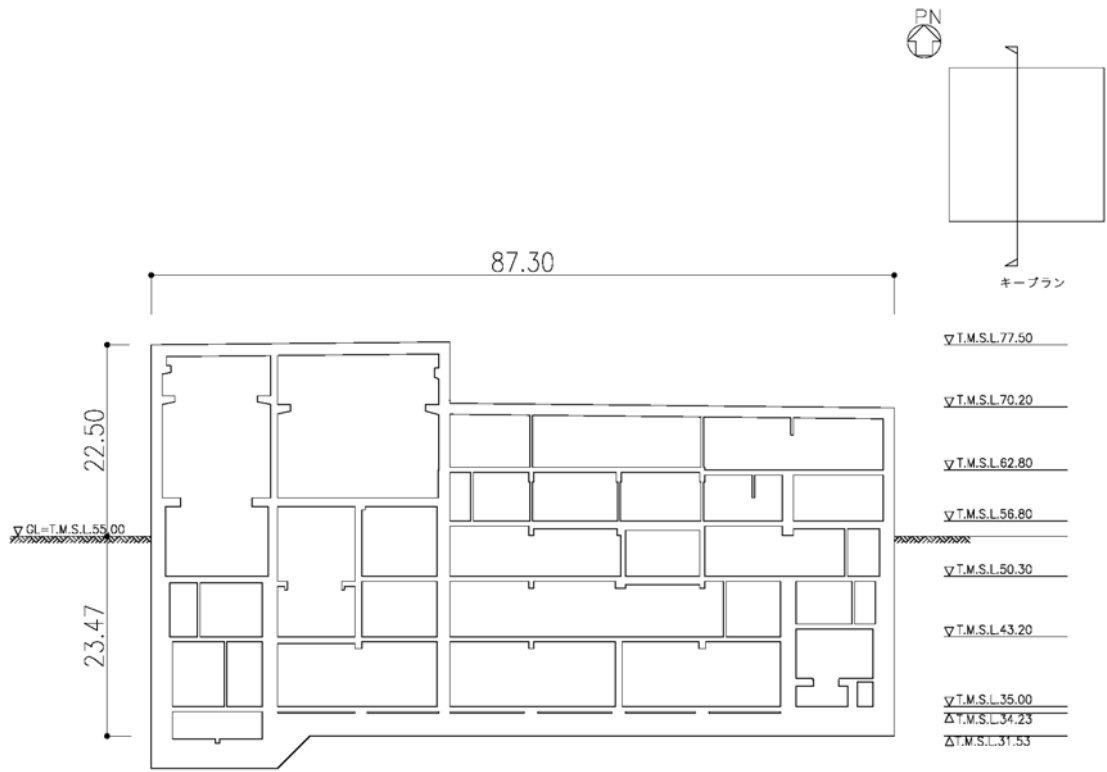
MOX① III (2)-0014 G



(単位：m)

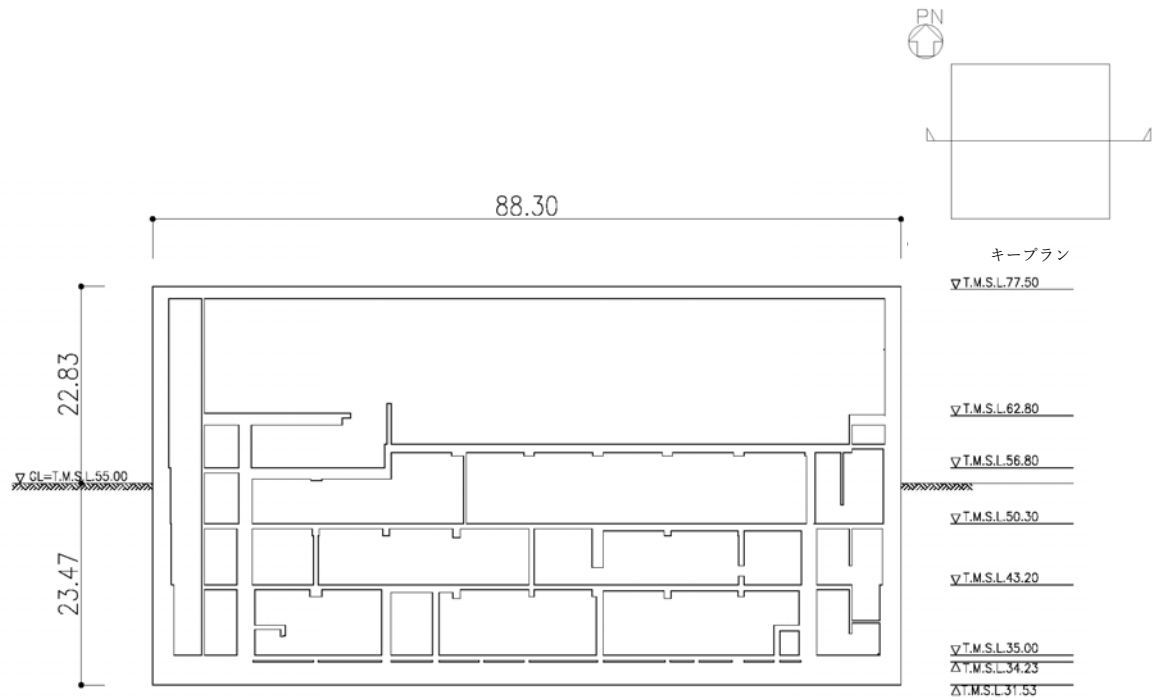
注記：建屋寸法は，壁外面押えとする。

第 2.2-1 図 概略平面図 (T. M. S. L. 77.50m) (7/7)



(単位 : m)

(a) NS 方向



(単位 : m)

(b) EW 方向

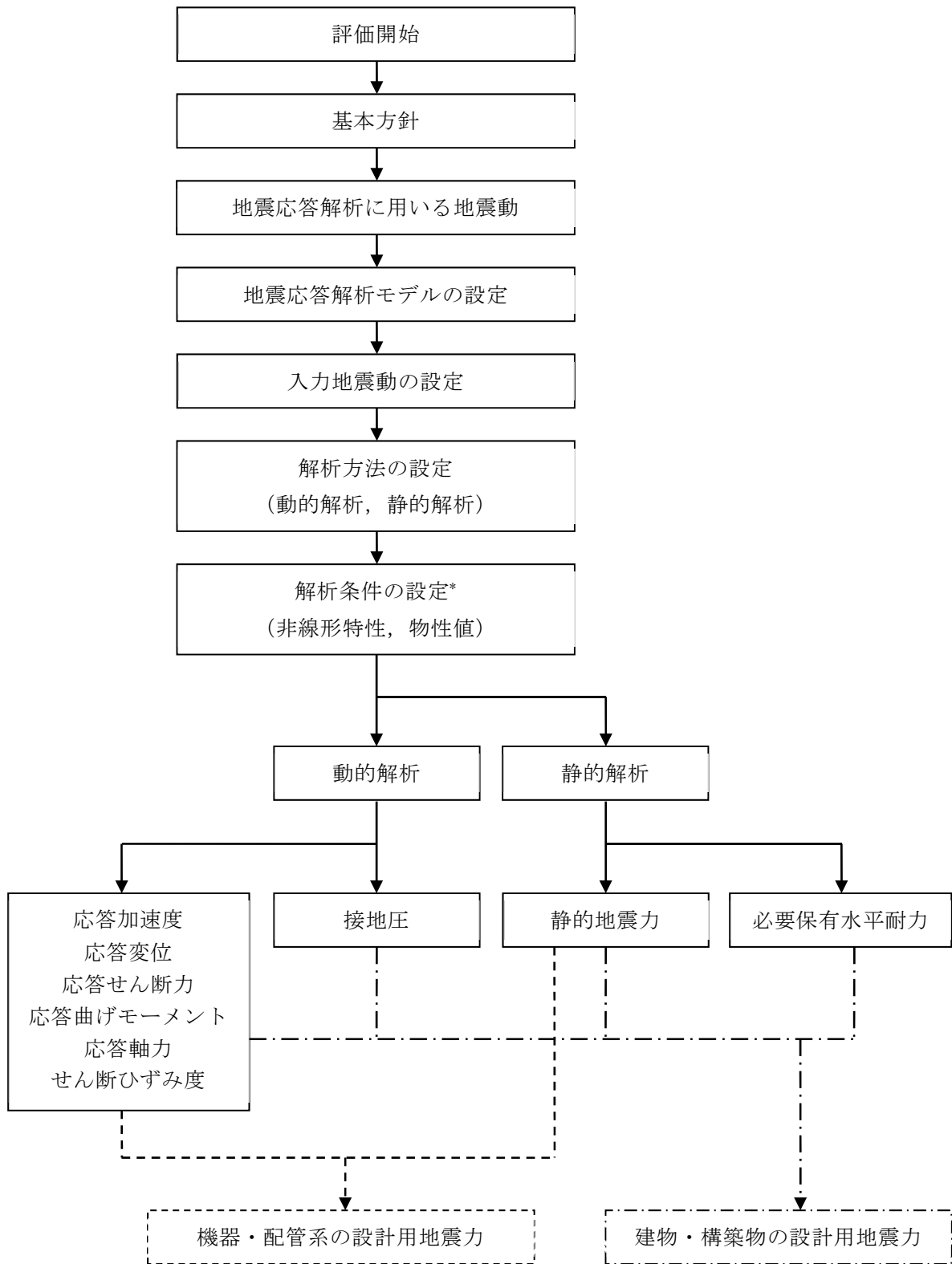
第 2.2-2 図 概略断面図

2.3 解析方針

燃料加工建屋の地震応答解析は、添付書類「地震応答解析の基本方針」に基づいて行う。

第 2.3-1 図に燃料加工建屋の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は、「3.2 地震応答解析モデル」において設定した地震応答解析モデル及び「3.1 地震応答解析に用いる地震動」に基づき、「3.3 建物・構築物の入力地震動」において設定した入力地震動を用いて実施することとし、「3.4 解析方法」、「3.5 解析条件」及び「3.6 材料物性のばらつき」に基づき、「4.1 動的解析」においては、せん断ひずみ度、接地圧を含む各種応答値を、「4.2 静的解析」においては静的地震力を、「4.3 必要保有水平耐力」においては必要保有水平耐力を算出する。



*: 材料物性のばらつきを考慮する。

第 2.3-1 図 燃料加工建屋の地震応答解析フロー

2.4 適用規格・基準等

地震応答解析において適用する規格・基準等を以下に示す。

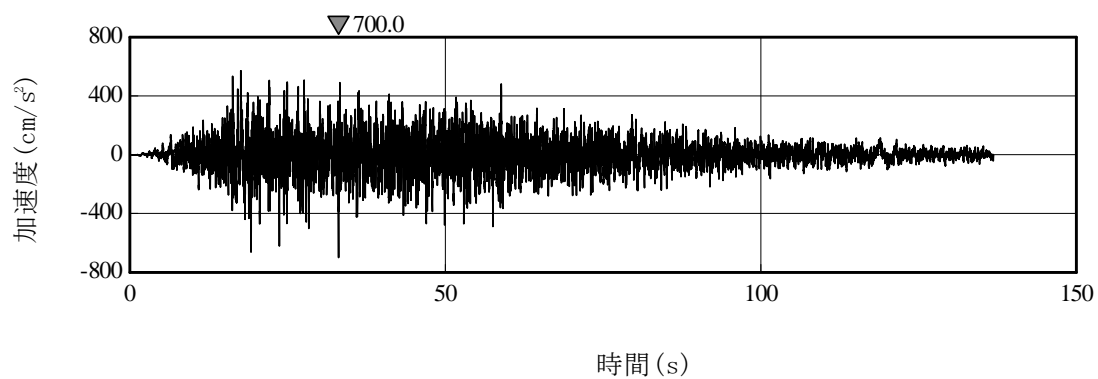
- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 日本産業規格
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－
（(社)日本建築学会，1999）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987（(社)日本電気協会）（以下，
「JEAG 4601-1987」という。）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG 4601・補
－1984（(社)日本電気協会）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1991 追補版（(社)日本電気協会）
（以下，「JEAG 4601-1991 追補版」という。）

3. 解析方法

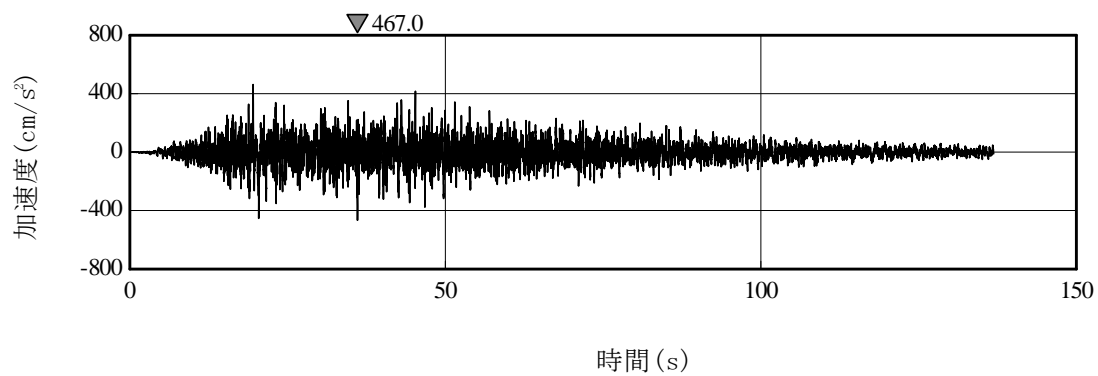
3.1 地震応答解析に用いる地震動

地震応答解析に用いる地震動は、添付書類「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要」に示す解放基盤表面レベルで定義された基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d とする。

基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを第 3.1-1 図～第 3.1-4 図に示す。



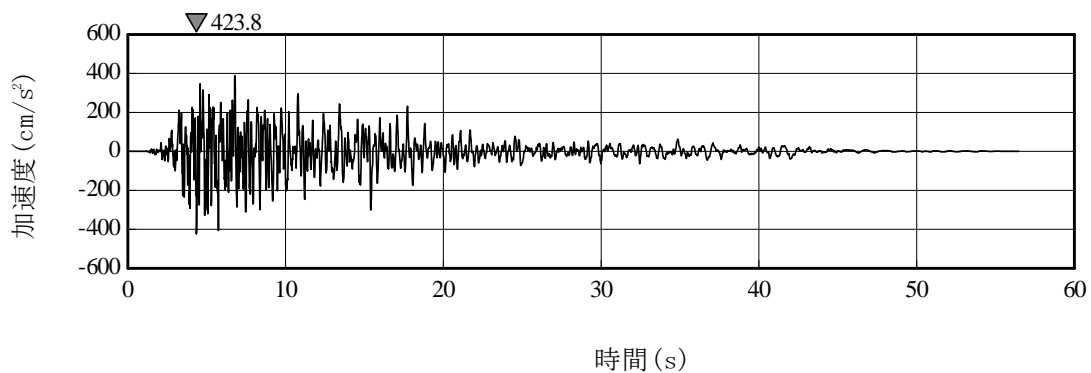
(1) Ss-A (H)



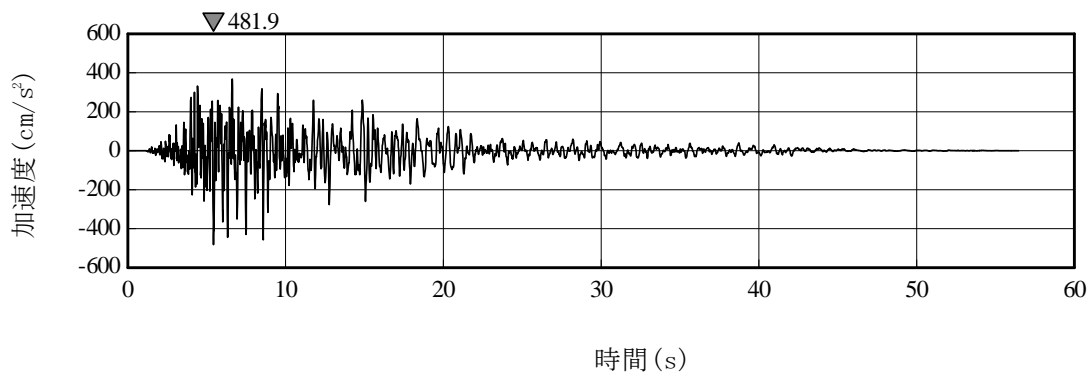
(2) Ss-A (V)

注記：「H」は水平方向、「V」は鉛直方向を示す。

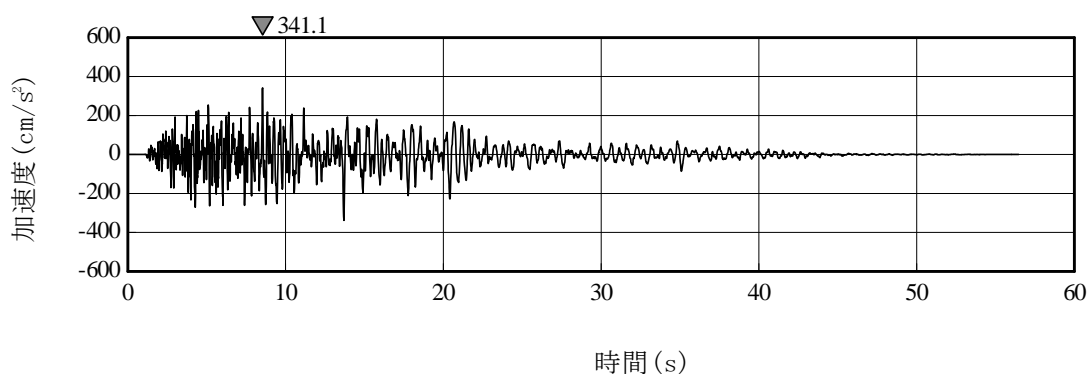
第 3.1-1 図 基準地震動 Ss の加速度波形 (1/10)



(3) Ss-B1 (NS)

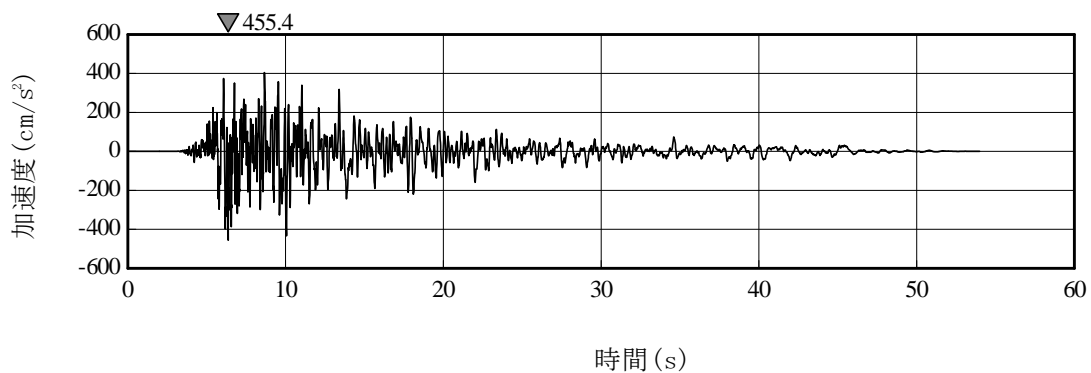


(4) Ss-B1 (EW)

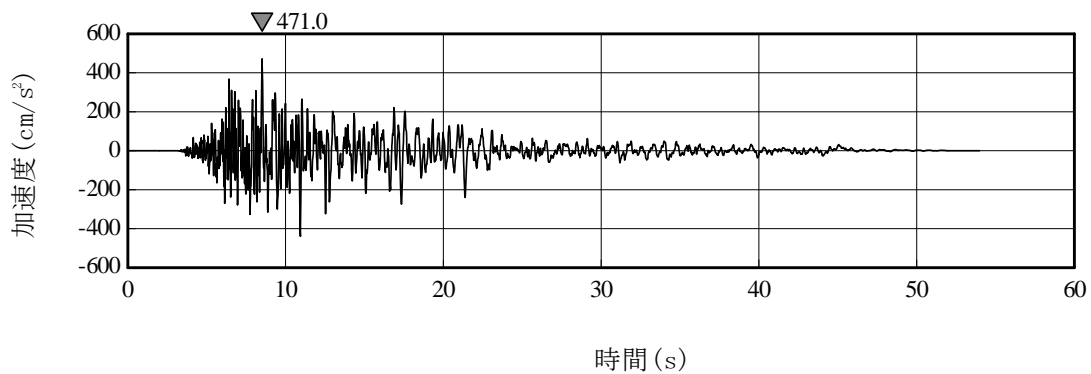


(5) Ss-B1 (UD)

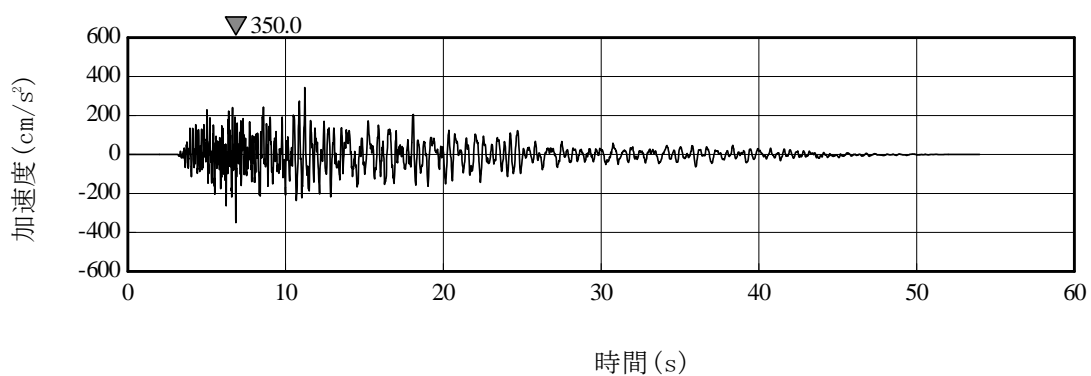
第 3.1-1 図 基準地震動 Ss の加速度波形 (2/10)



(6) Ss-B2 (NS)

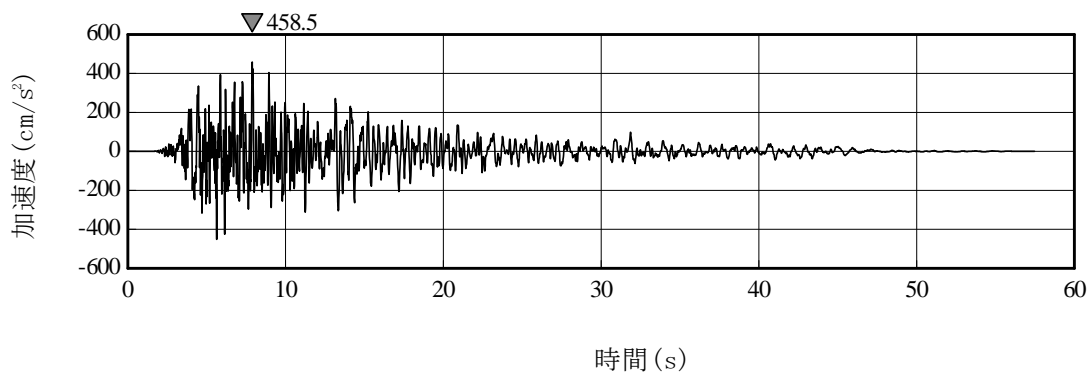


(7) Ss-B2 (EW)

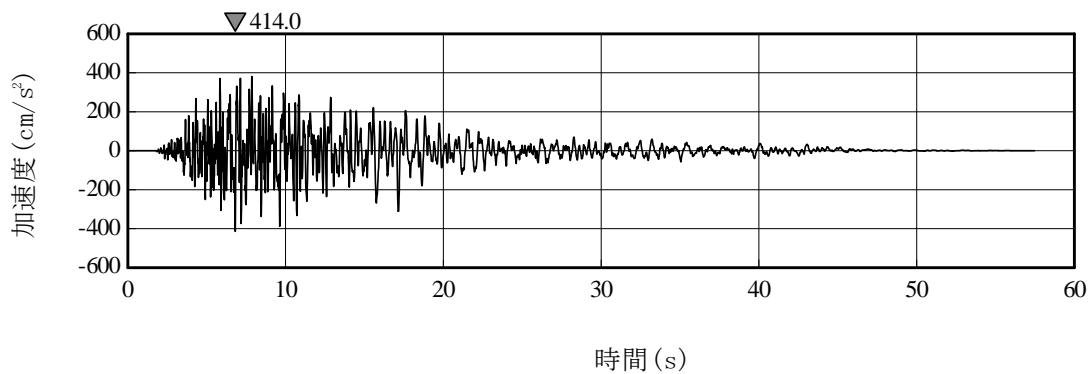


(8) Ss-B2 (UD)

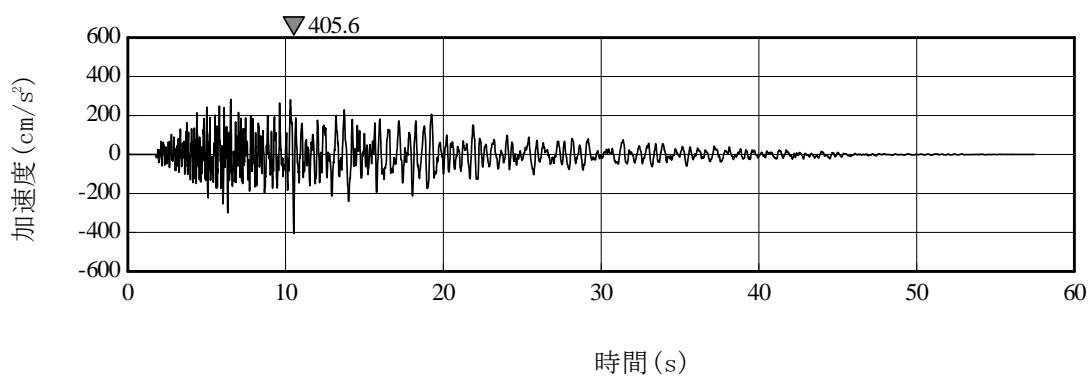
第 3.1-1 図 基準地震動 Ss の加速度波形 (3/10)



(9) Ss-B3 (NS)

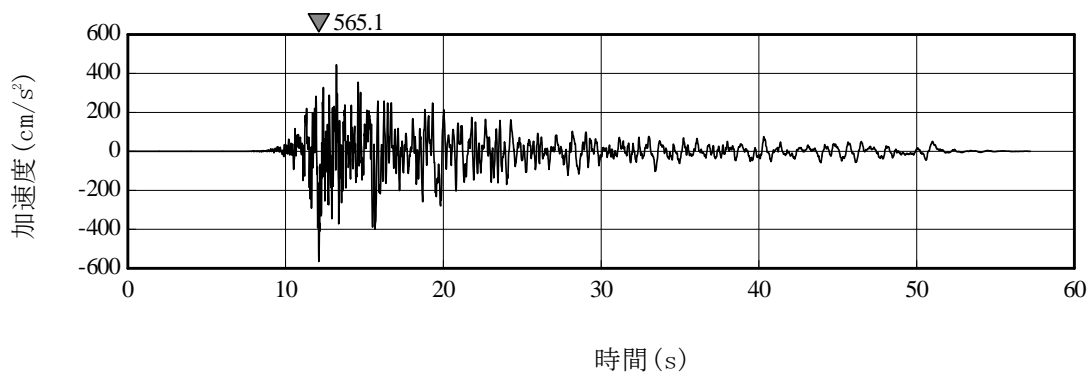


(10) Ss-B3 (EW)

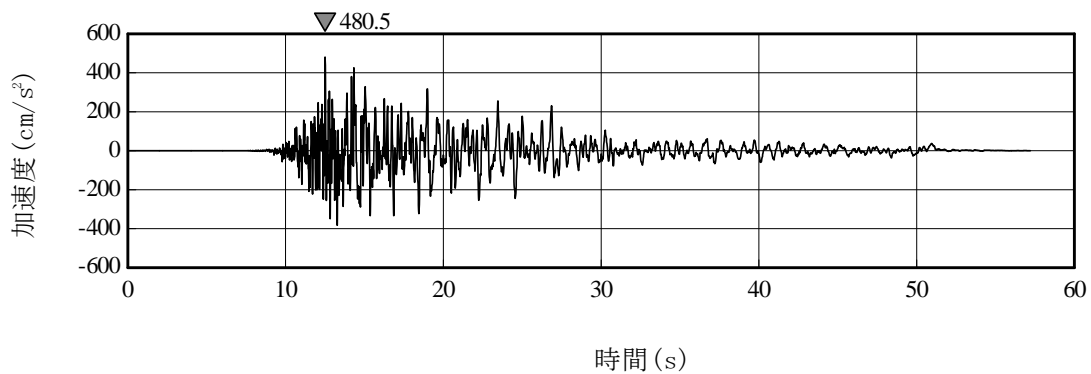


(11) Ss-B3 (UD)

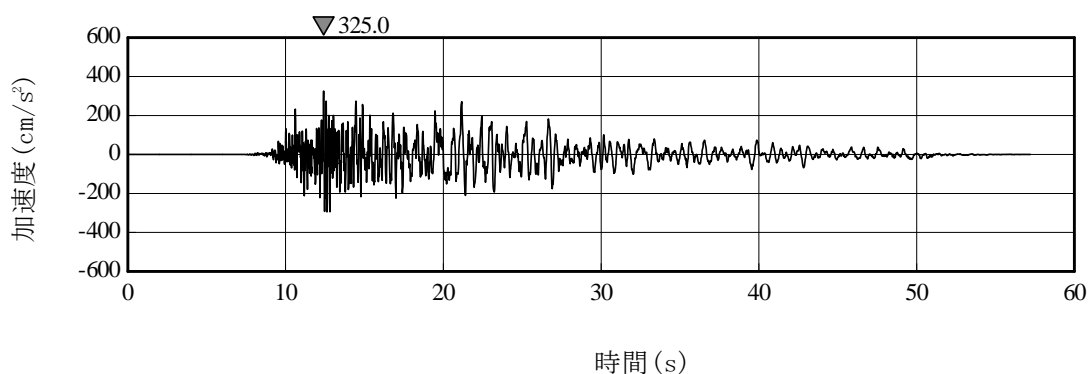
第 3.1-1 図 基準地震動 Ss の加速度波形 (4/10)



(12) Ss-B4 (NS)

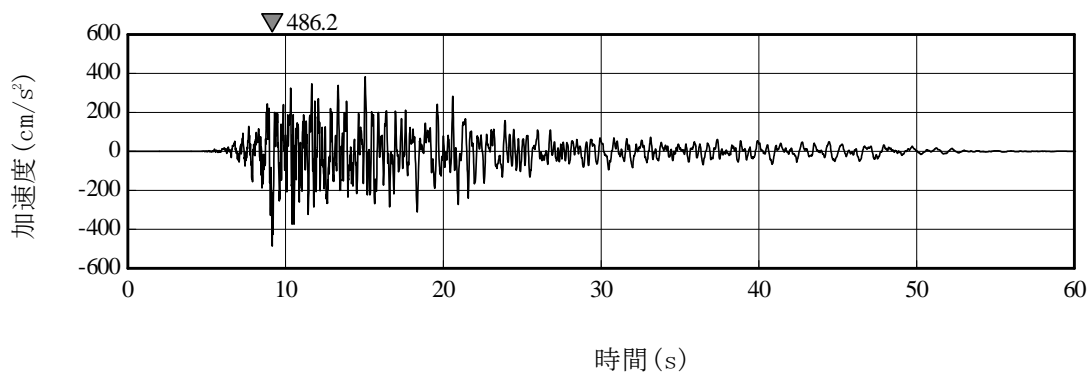


(13) Ss-B4 (EW)

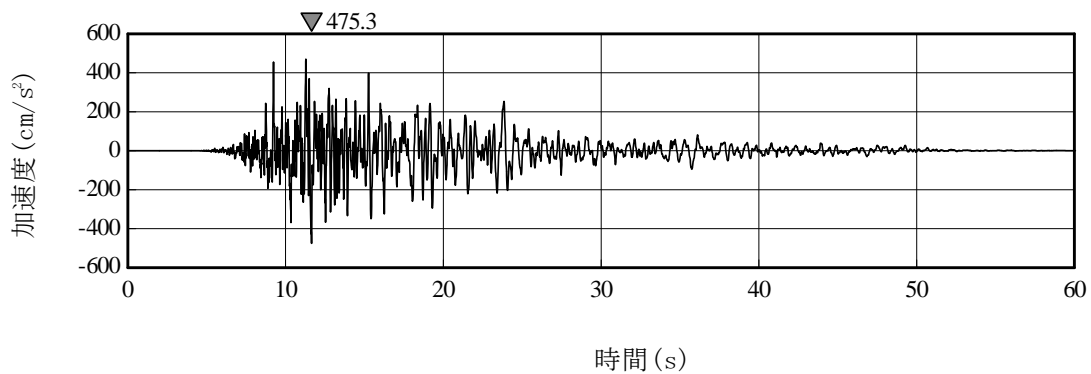


(14) Ss-B4 (UD)

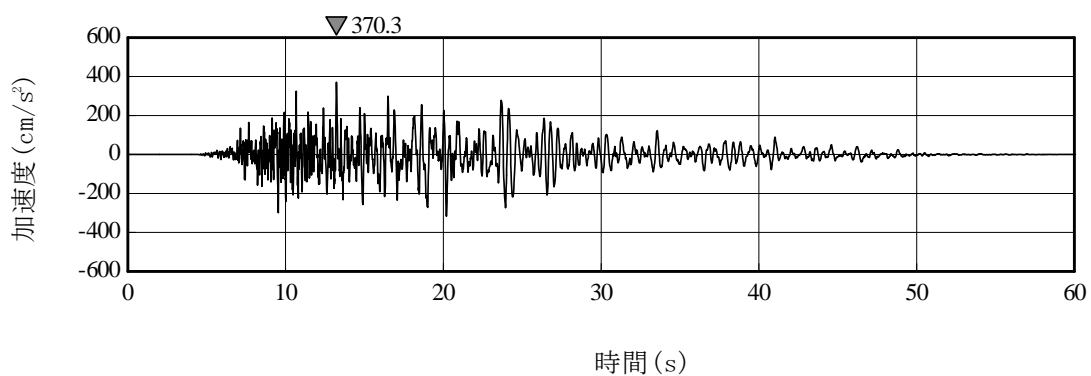
第 3.1-1 図 基準地震動 Ss の加速度波形 (5/10)



(15) Ss-B5 (NS)

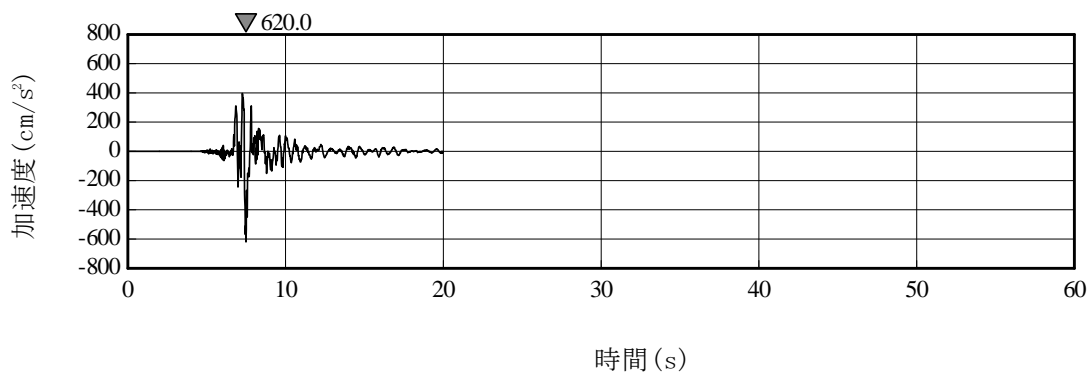


(16) Ss-B5 (EW)

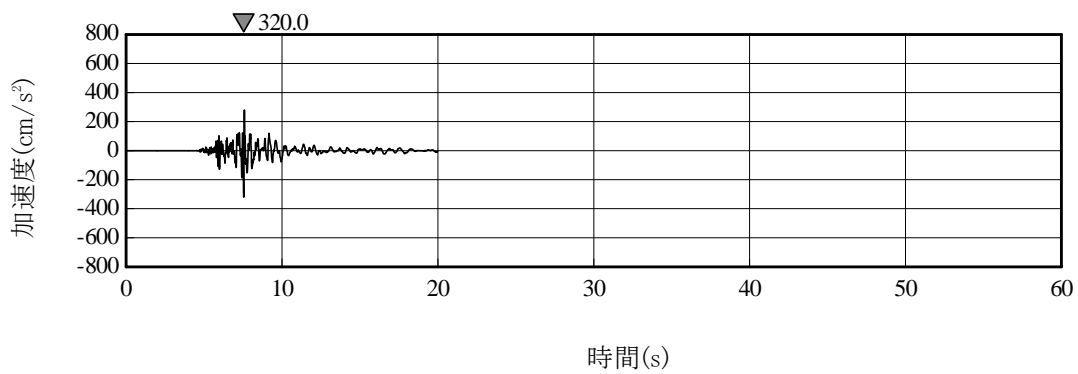


(17) Ss-B5 (UD)

第 3.1-1 図 基準地震動 Ss の加速度波形 (6/10)

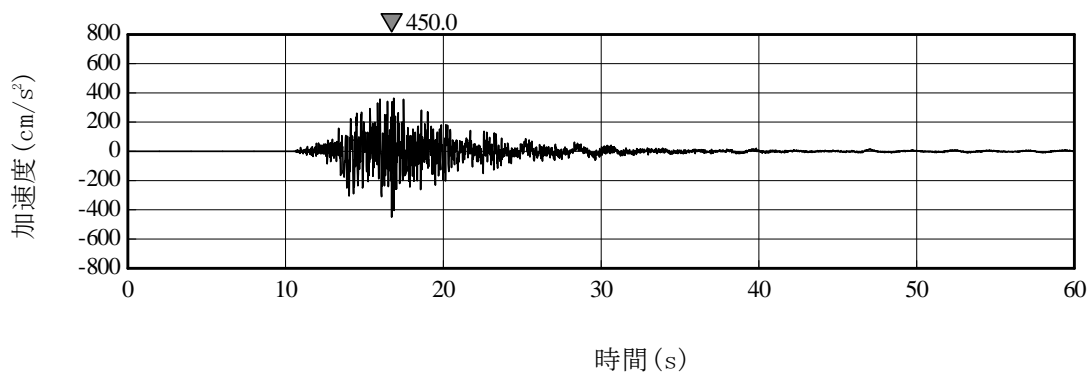


(18) Ss-C1 (NSEW)

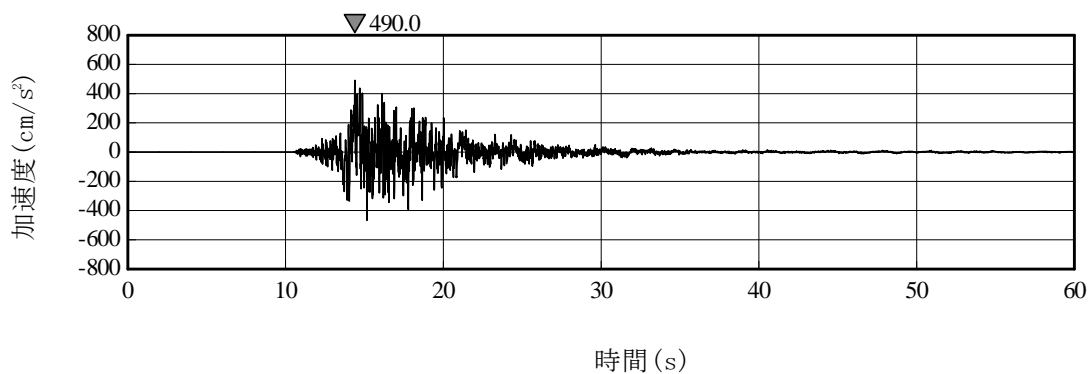


(19) Ss-C1 (UD)

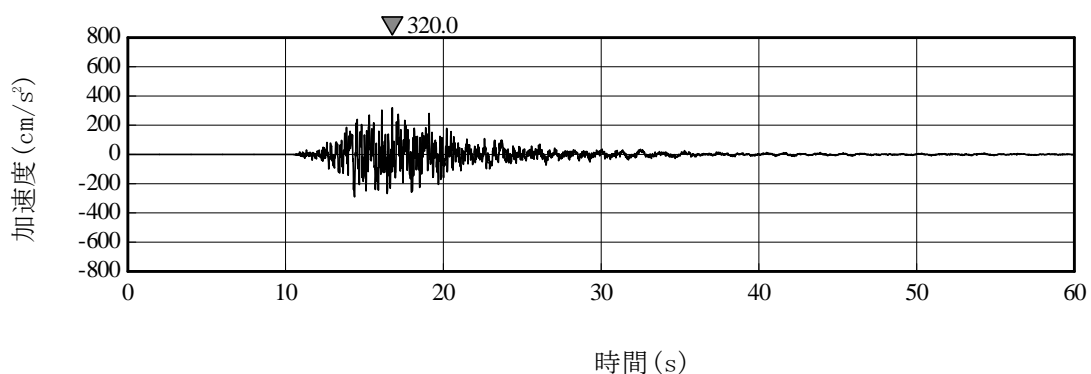
第 3.1-1 図 基準地震動 Ss の加速度波形 (7/10)



(20) Ss-C2 (NS)

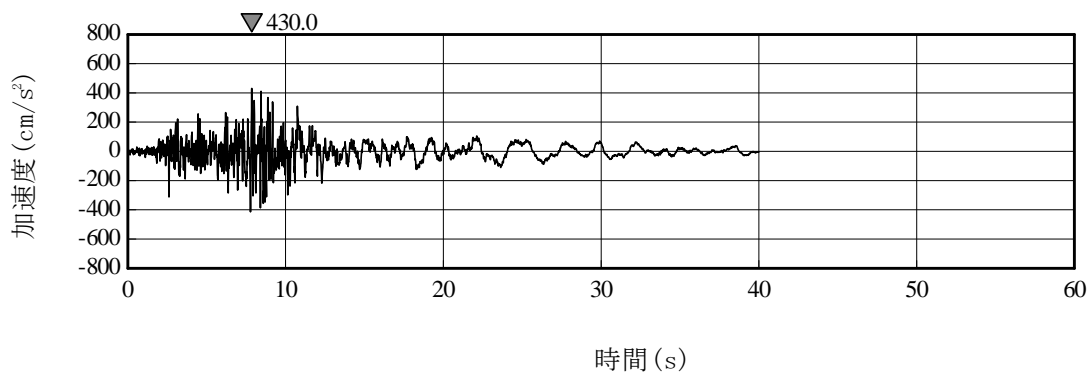


(21) Ss-C2 (EW)

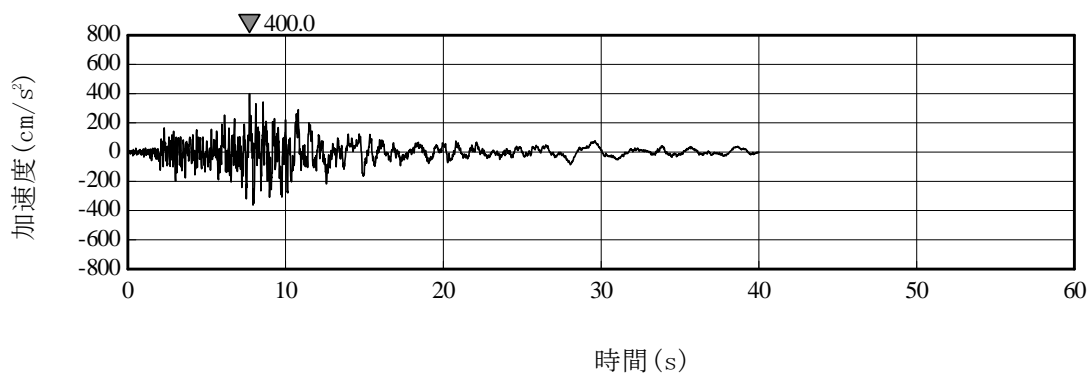


(22) Ss-C2 (UD)

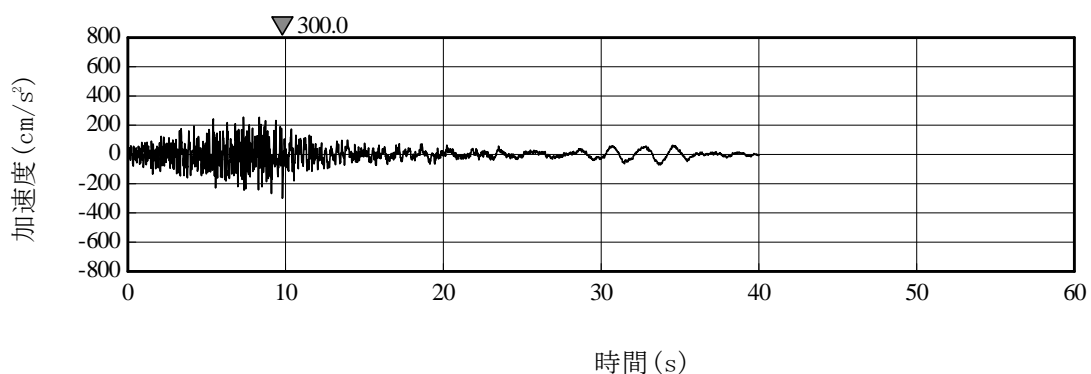
第 3.1-1 図 基準地震動 Ss の加速度波形 (8/10)



(23) Ss-C3 (NS)

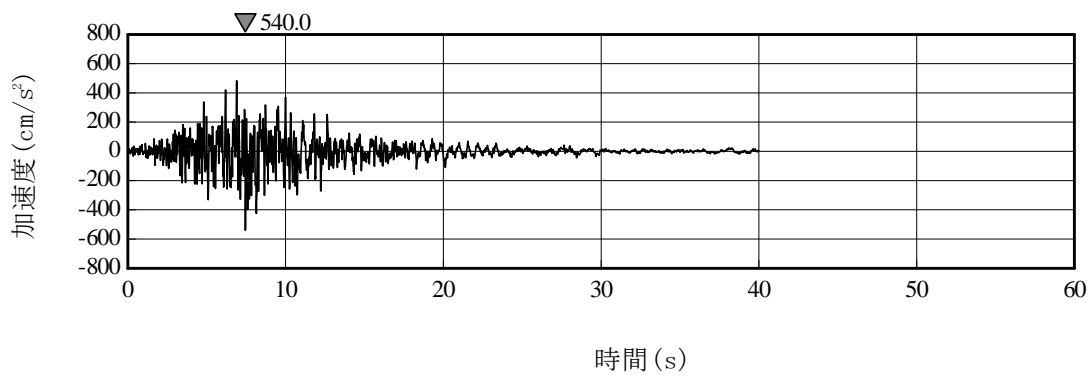


(24) Ss-C3 (EW)

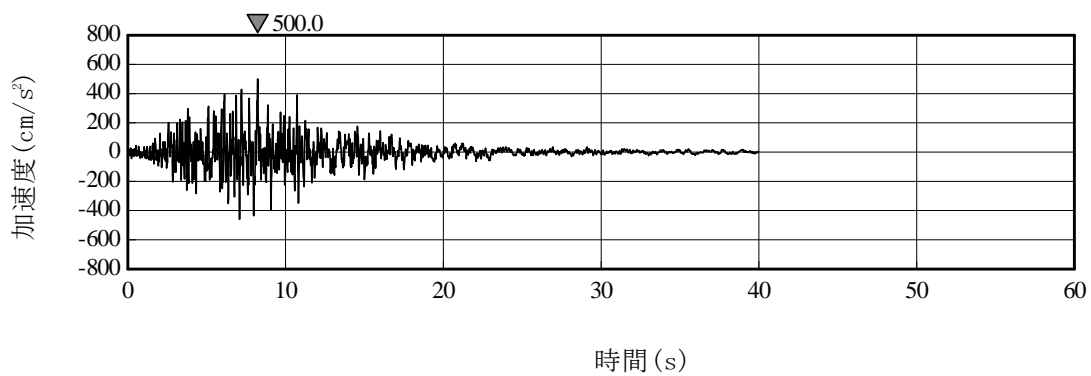


(25) Ss-C3 (UD)

第 3.1-1 図 基準地震動 Ss の加速度波形 (9/10)

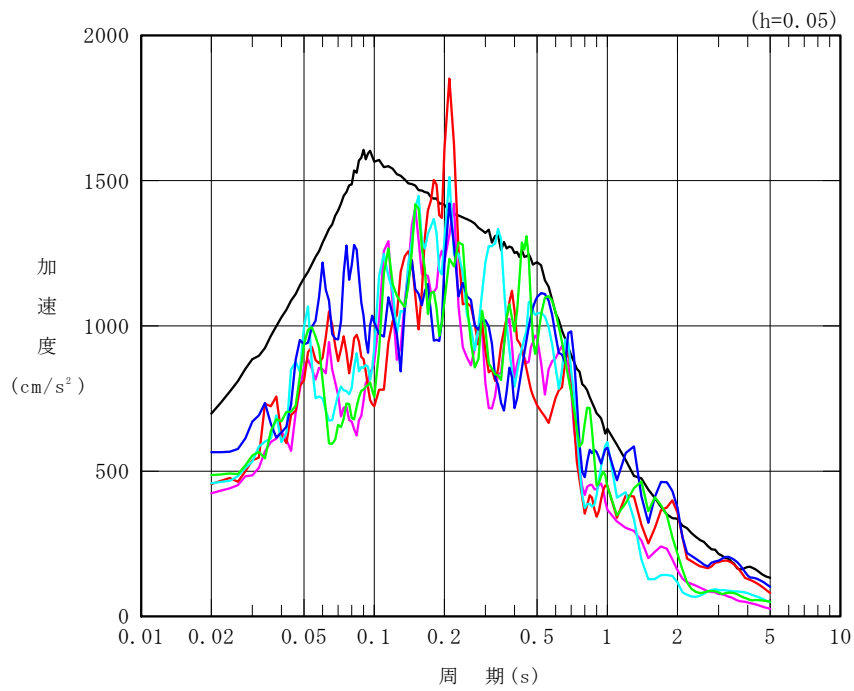


(26) Ss-C4 (NS)



(27) Ss-C4 (EW)

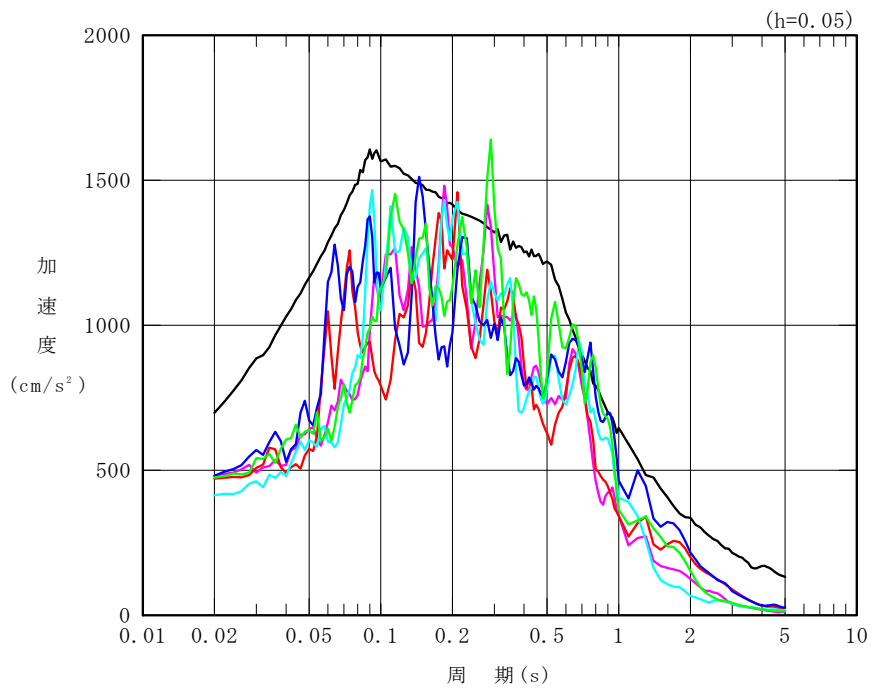
第 3.1-1 図 基準地震動 Ss の加速度波形 (10/10)



凡例

- : S_s-A (H)
- : S_s-B1 (NS)
- : S_s-B2 (NS)
- : S_s-B3 (NS)
- : S_s-B4 (NS)
- : S_s-B5 (NS)

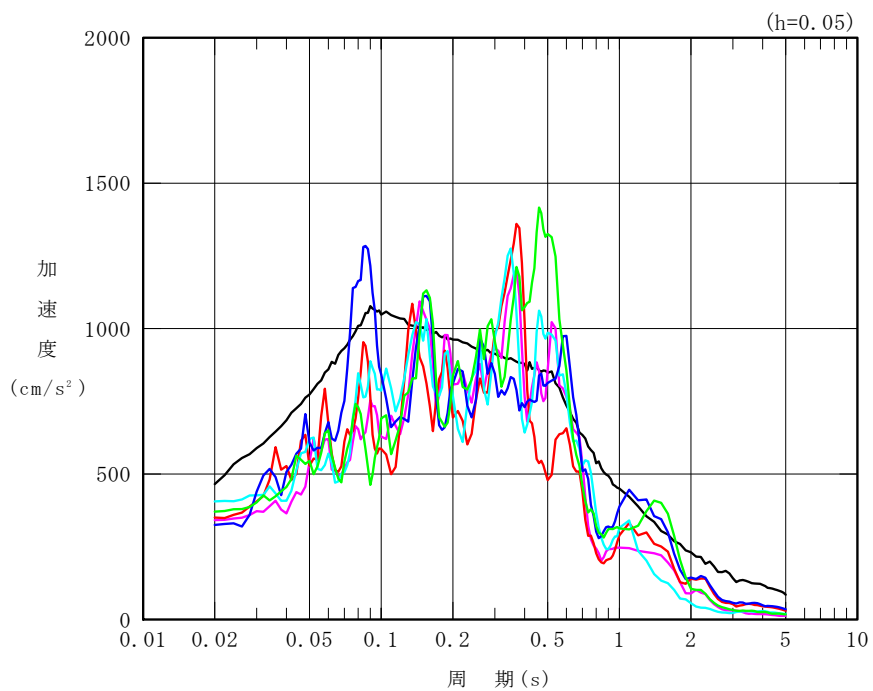
第 3.1-2 図 基準地震動 S_s の加速度応答スペクトル(1/5)



凡例

- : S_s-A (H)
- : S_s-B1 (EW)
- : S_s-B2 (EW)
- : S_s-B3 (EW)
- : S_s-B4 (EW)
- : S_s-B5 (EW)

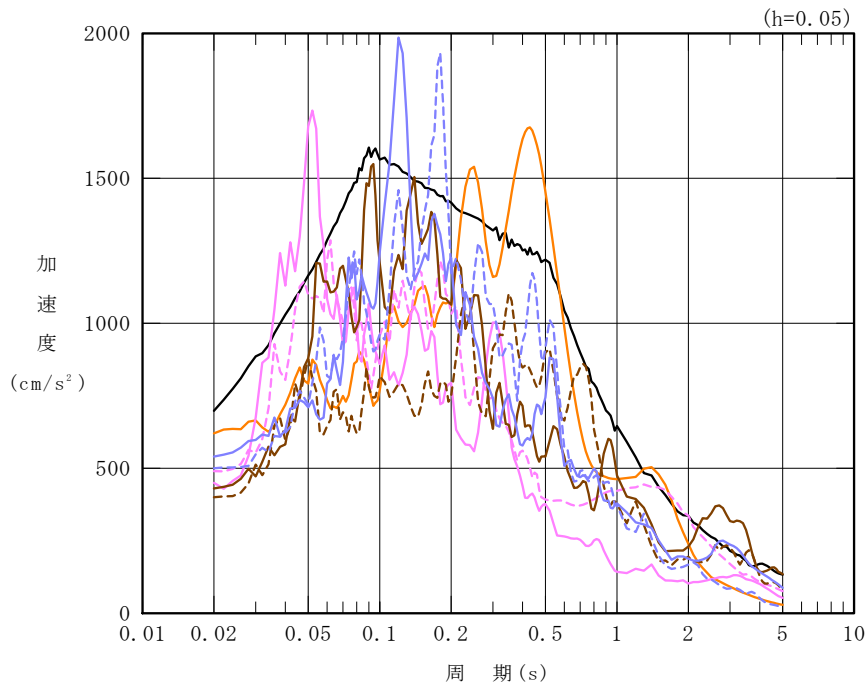
第 3.1-2 図 基準地震動 S_s の加速度応答スペクトル (2/5)



凡例

- : S_s-A (V)
- : S_s-B1 (UD)
- : S_s-B2 (UD)
- : S_s-B3 (UD)
- : S_s-B4 (UD)
- : S_s-B5 (UD)

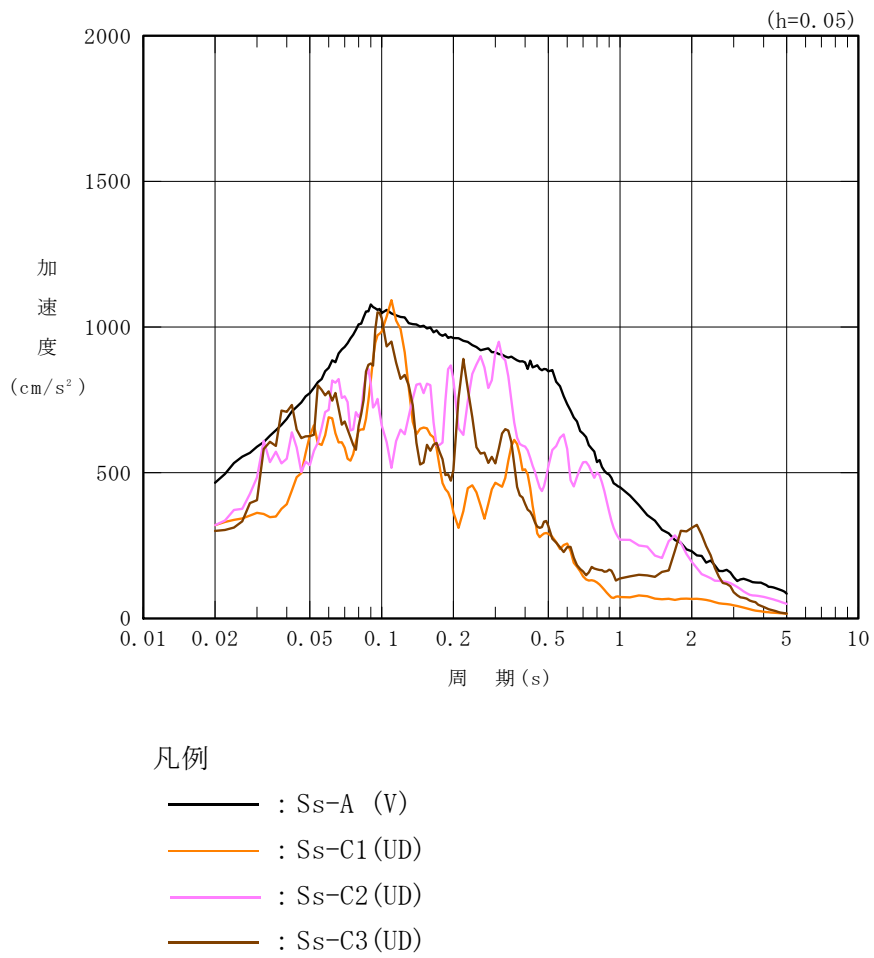
第 3.1-2 図 基準地震動 S_s の加速度応答スペクトル (3/5)



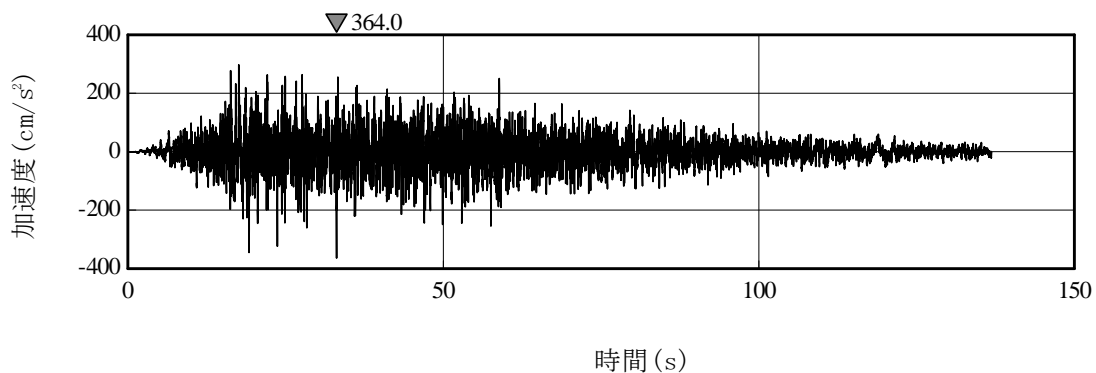
凡例

- : S_s-A (H)
- : S_s-C1 (NSEW)
- : S_s-C2 (NS)
- - - : S_s-C2 (EW)
- : S_s-C3 (NS)
- - - : S_s-C3 (EW)
- : S_s-C4 (NS)
- - - : S_s-C4 (EW)

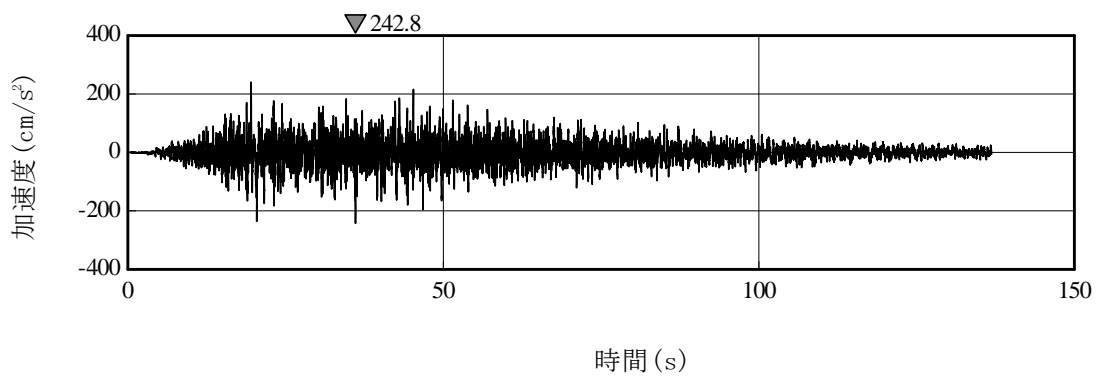
第 3.1-2 図 基準地震動 S_s の加速度応答スペクトル (4/5)



第 3.1-2 図 基準地震動 Ss の加速度応答スペクトル (5/5)



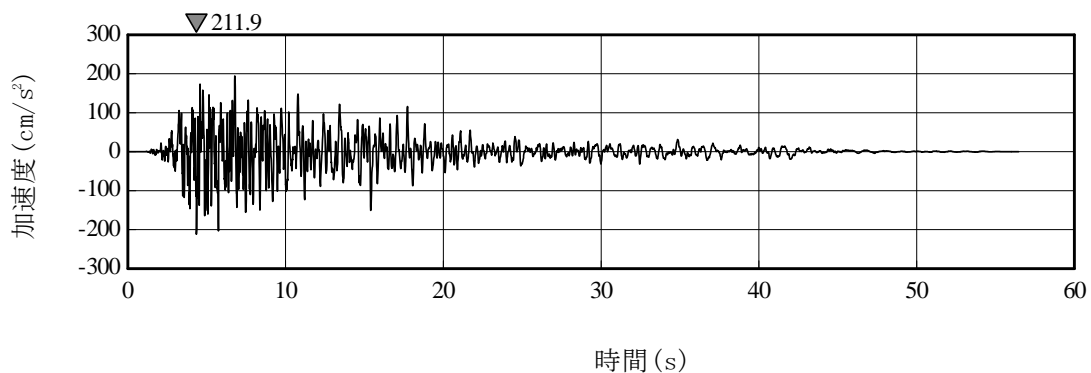
(1) Sd-A (H)



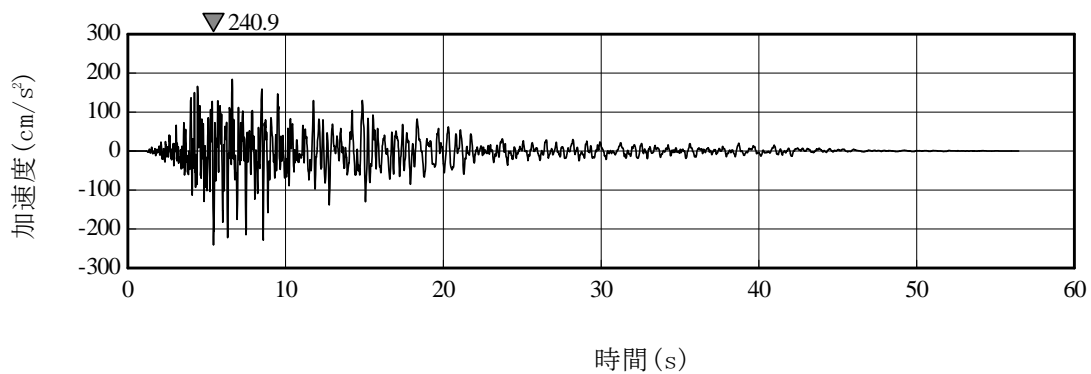
(2) Sd-A (V)

注記：「H」は水平方向，「V」は鉛直方向を示す。

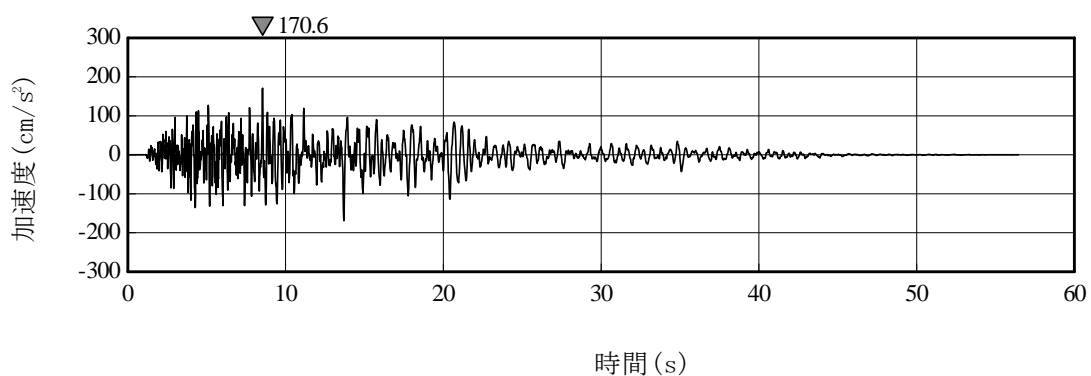
第 3.1-3 図 弾性設計用地震動 Sd の加速度波形 (1/10)



(3) Sd-B1 (NS)

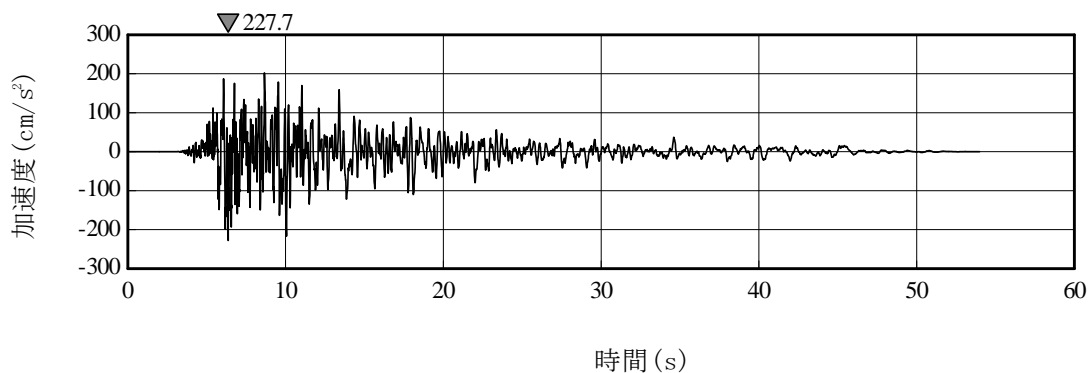


(4) Sd-B1 (EW)

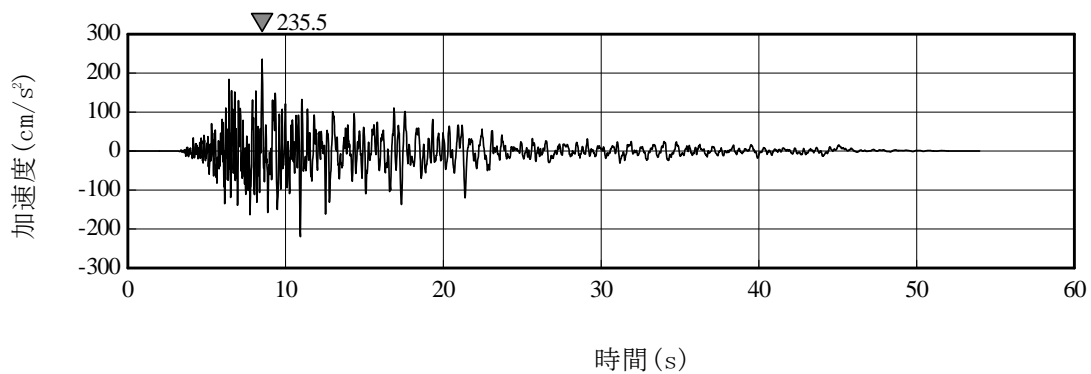


(5) Sd-B1 (UD)

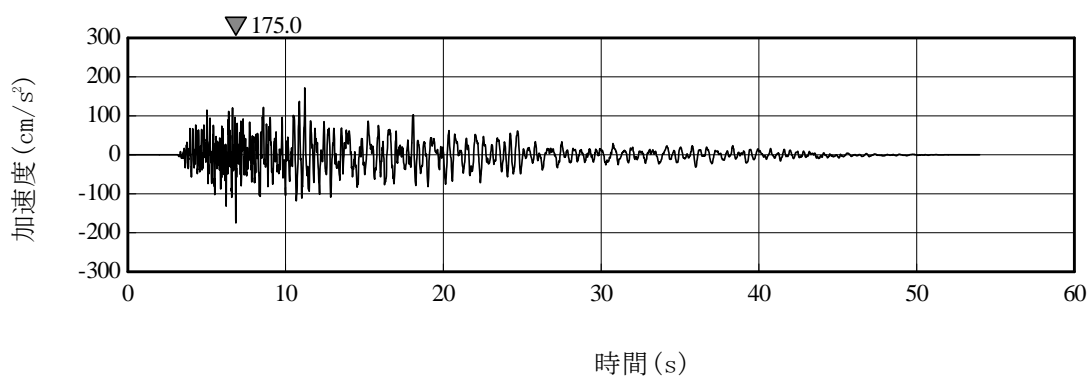
第 3.1-3 図 弾性設計用地震動 Sd の加速度波形 (2/10)



(6) Sd-B2 (NS)

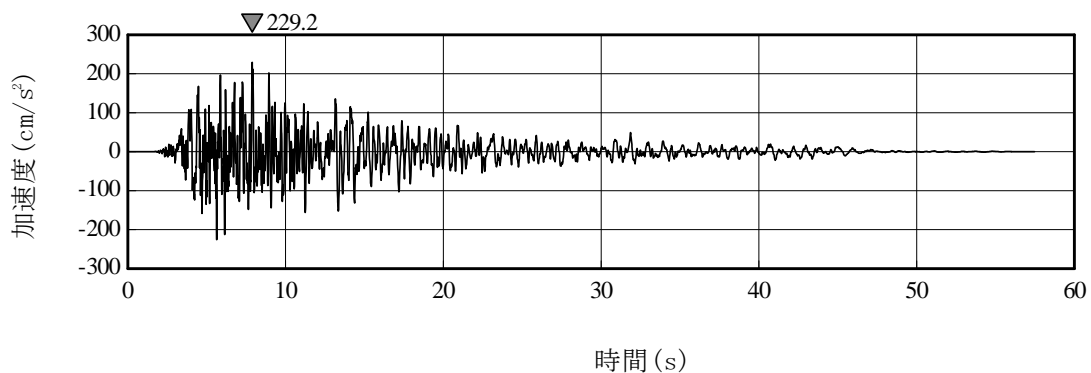


(7) Sd-B2 (EW)

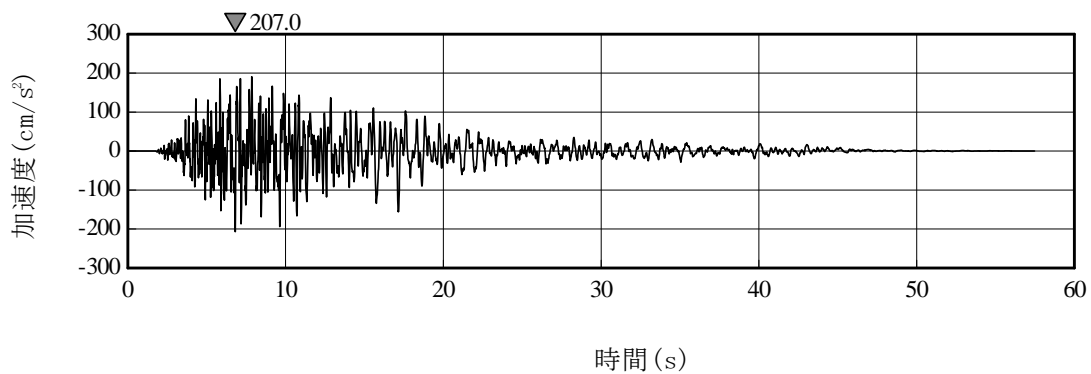


(8) Sd-B2 (UD)

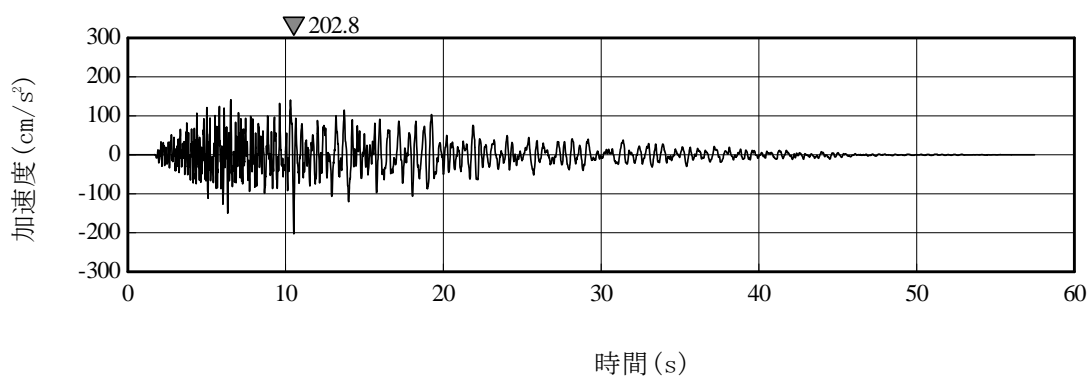
第 3.1-3 図 弾性設計用地震動 Sd の加速度波形 (3/10)



(9) Sd-B3 (NS)

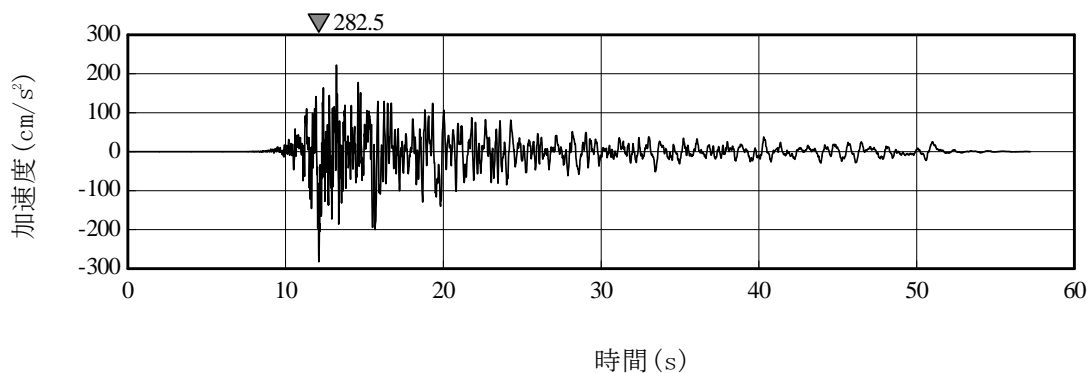


(10) Sd-B3 (EW)

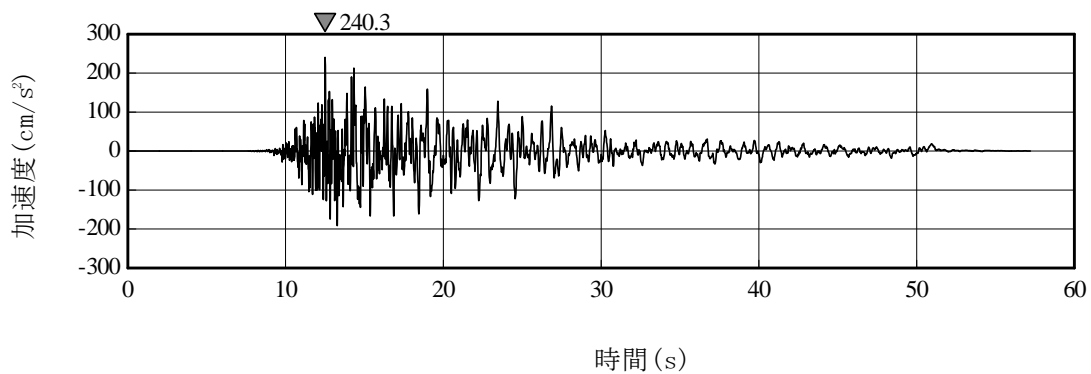


(11) Sd-B3 (UD)

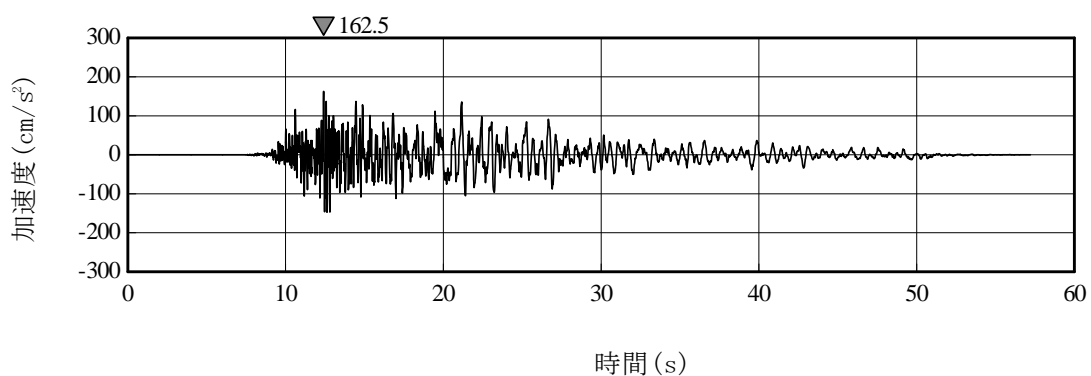
第 3.1-3 図 弾性設計用地震動 Sd の加速度波形 (4/10)



(12) Sd-B4 (NS)

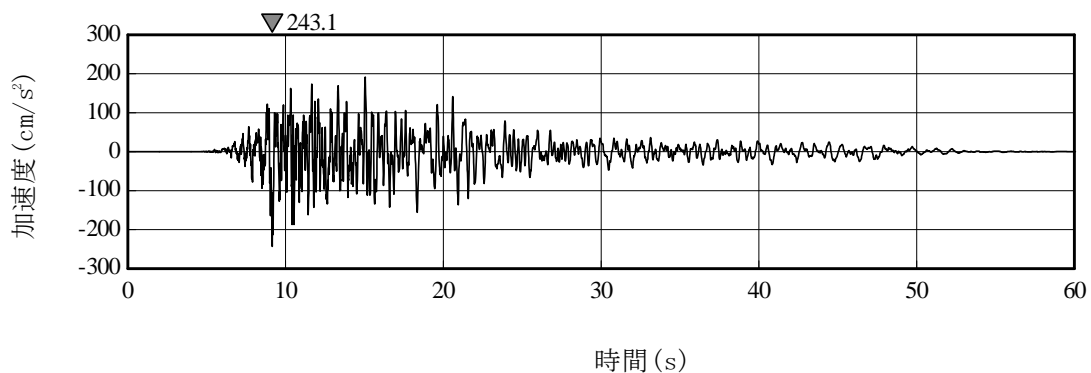


(13) Sd-B4 (EW)

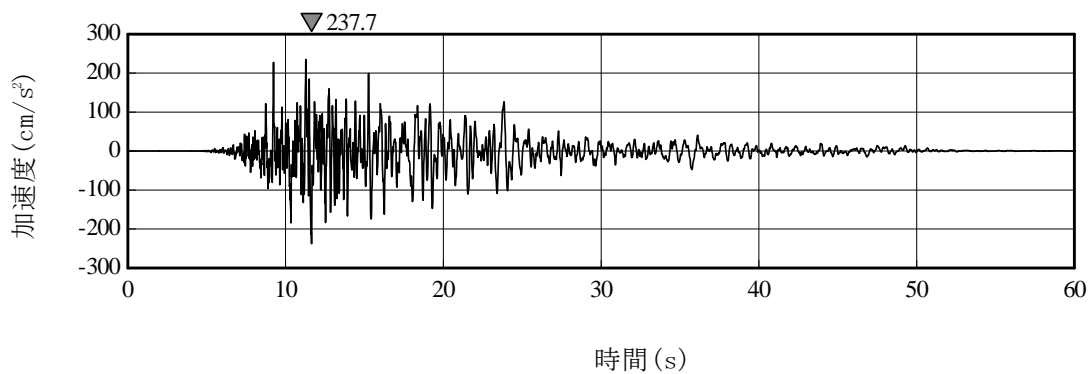


(14) Sd-B4 (UD)

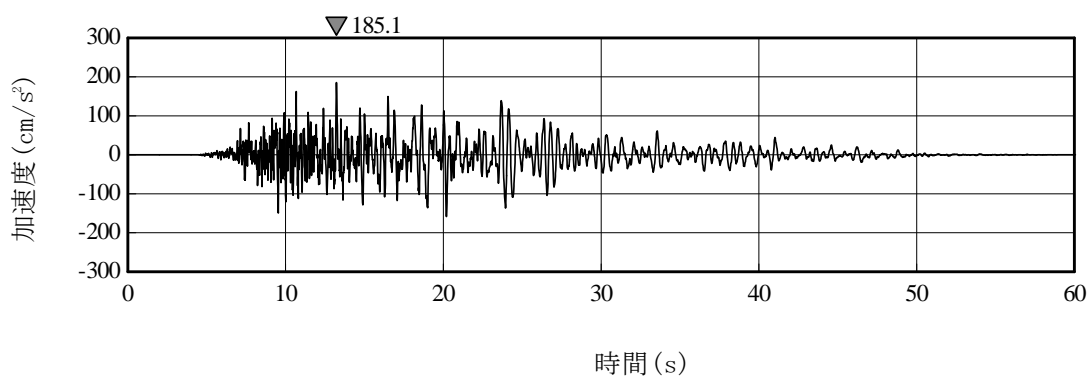
第 3.1-3 図 弾性設計用地震動 Sd の加速度波形 (5/10)



(15) Sd-B5 (NS)

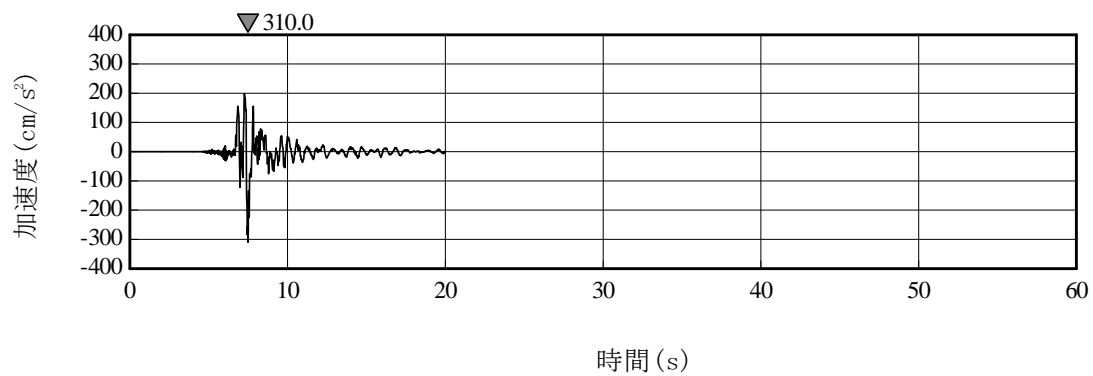


(16) Sd-B5 (EW)

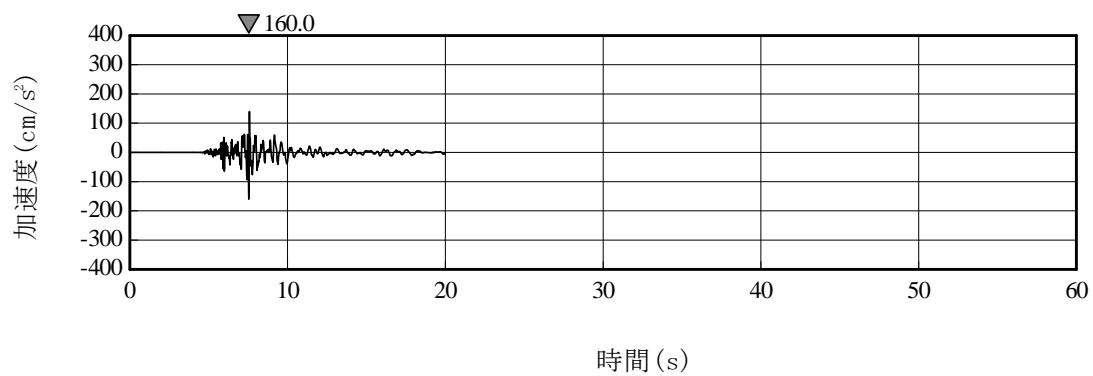


(17) Sd-B5 (UD)

第 3.1-3 図 弾性設計用地震動 Sd の加速度波形 (6/10)

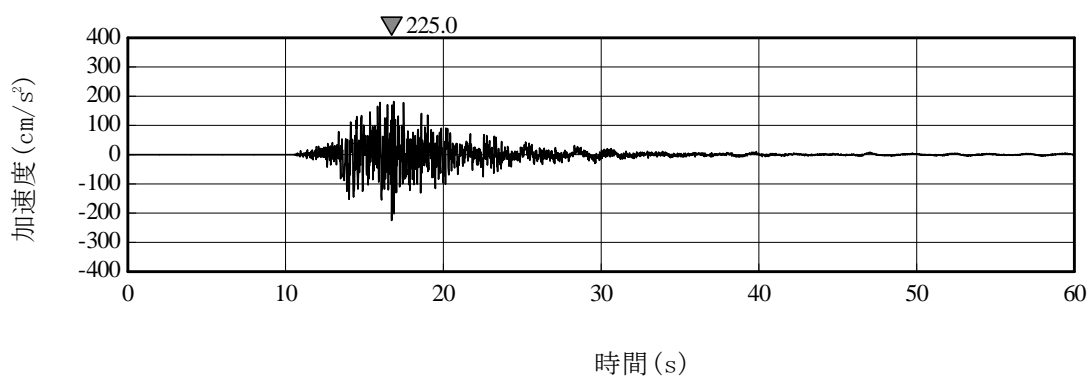


(18) Sd-C1 (NSEW)

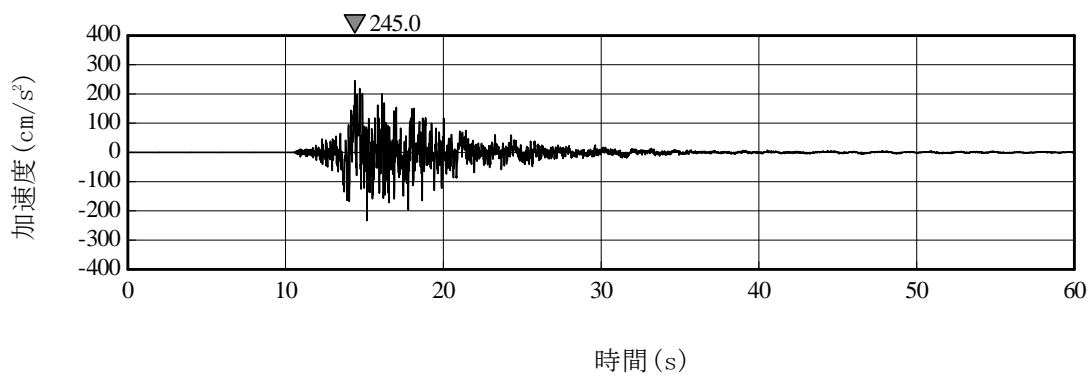


(19) Sd-C1 (UD)

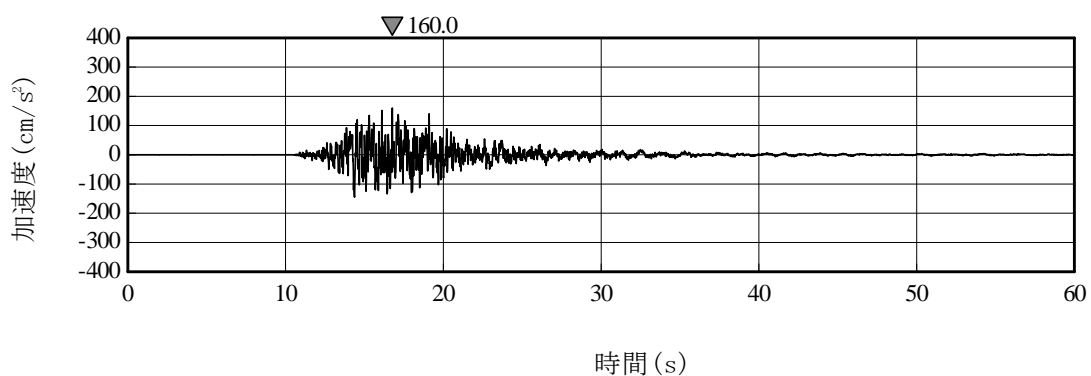
第 3.1-3 図 弾性設計用地震動 Sd の加速度波形 (7/10)



(20) Sd-C2 (NS)

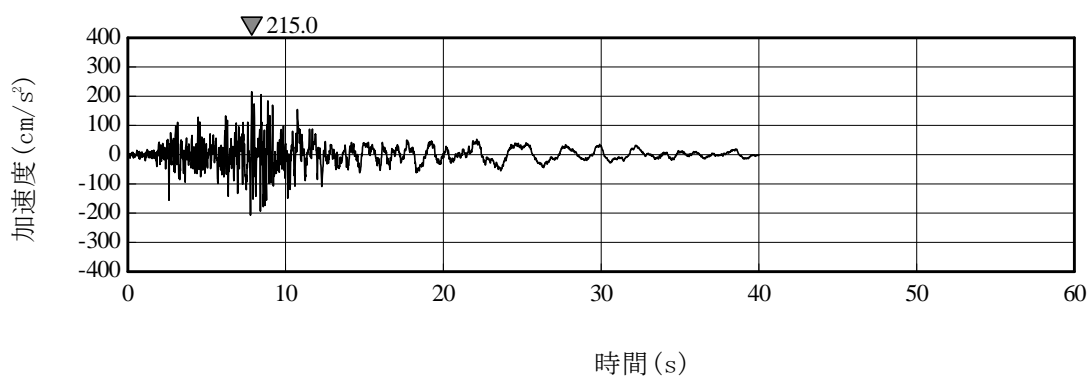


(21) Sd-C2 (EW)

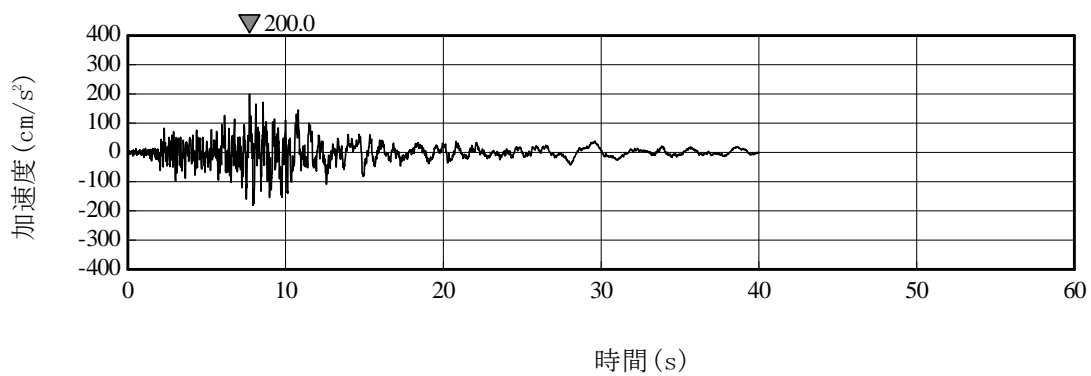


(22) Sd-C2 (UD)

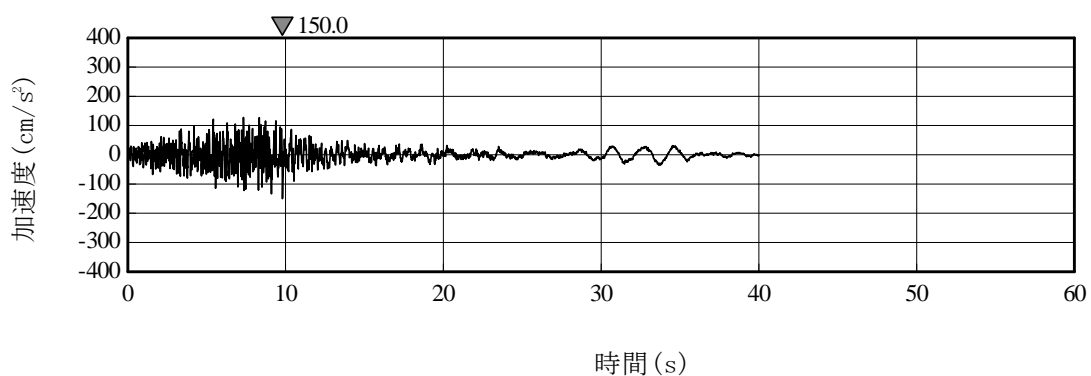
第 3.1-3 図 弾性設計用地震動 Sd の加速度波形 (8/10)



(23) Sd-C3 (NS)

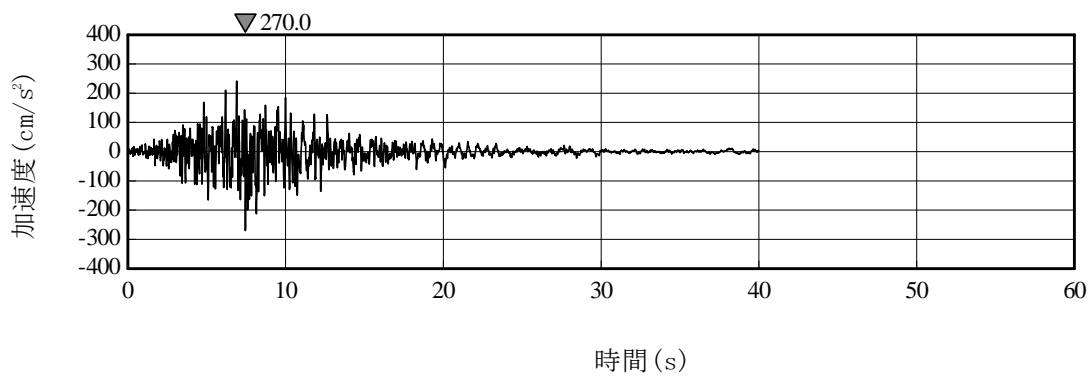


(24) Sd-C3 (EW)

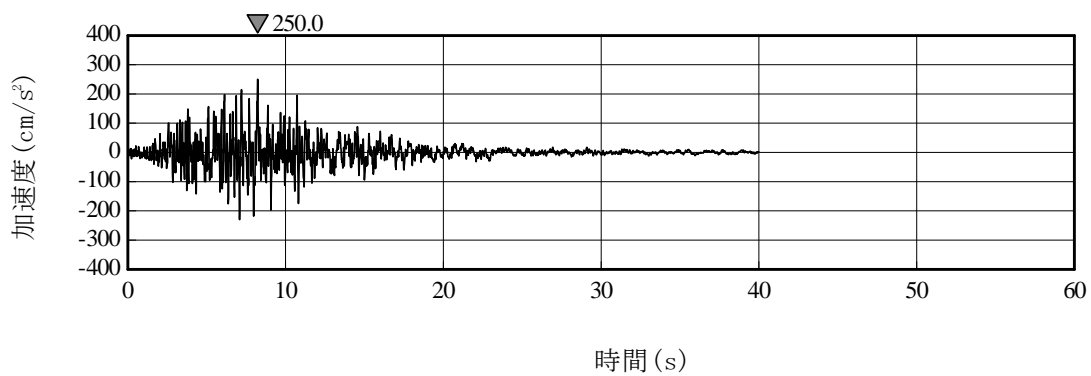


(25) Sd-C3 (UD)

第 3.1-3 図 弾性設計用地震動 Sd の加速度波形 (9/10)

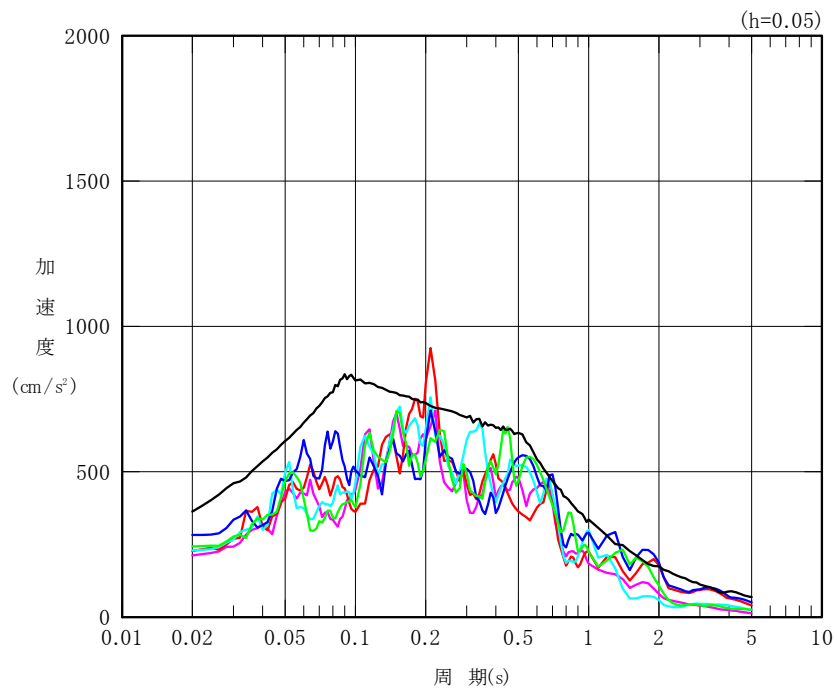


(26) Sd-C4 (NS)



(27) Sd-C4 (EW)

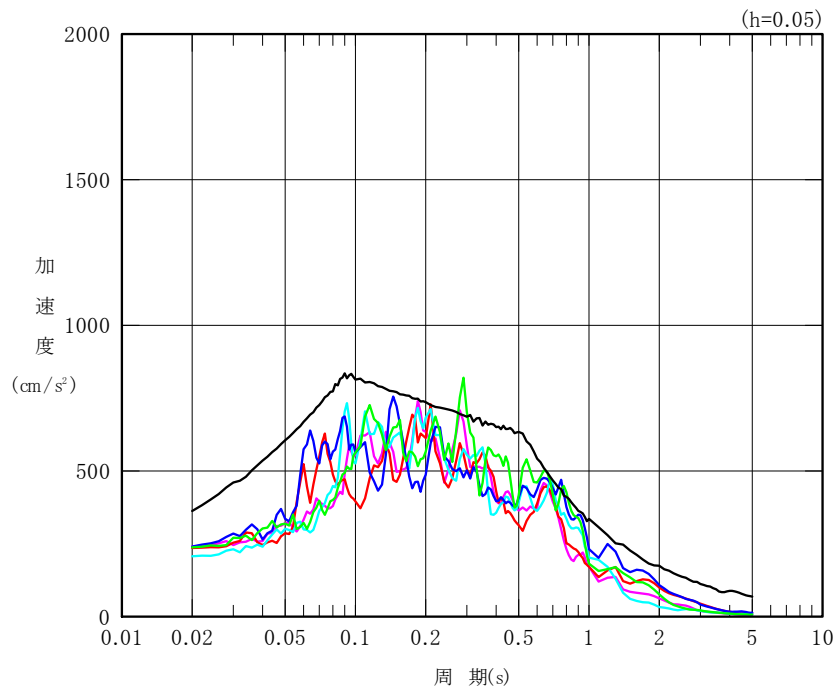
第 3. 1-3 図 弾性設計用地震動 Sd の加速度波形 (10/10)



凡例

- : Sd-A (H)
- : Sd-B1 (NS)
- : Sd-B2 (NS)
- : Sd-B3 (NS)
- : Sd-B4 (NS)
- : Sd-B5 (NS)

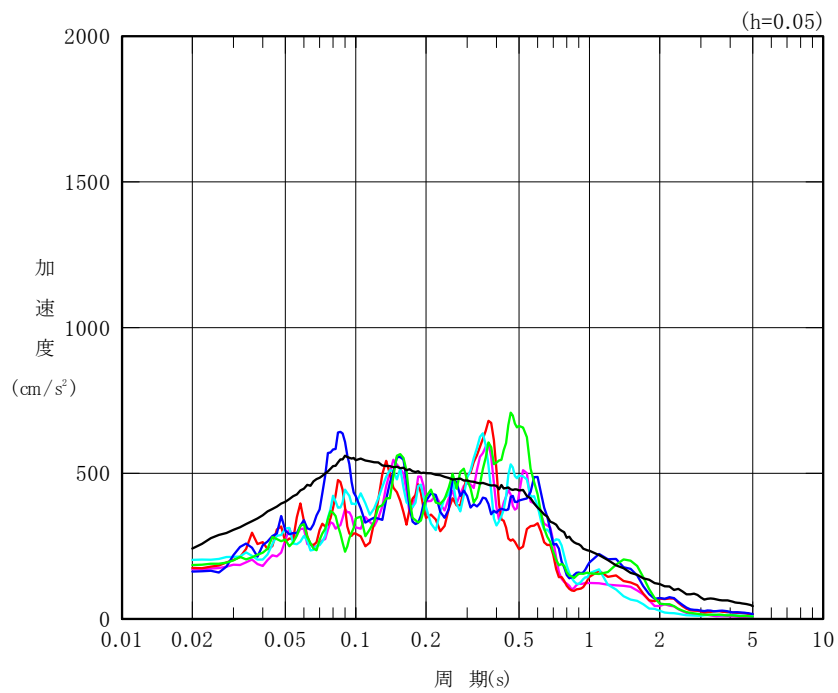
第 3.1-4 図 弾性設計用地震動 Sd の加速度応答スペクトル(1/5)



凡例

- : Sd-A (H)
- : Sd-B1 (EW)
- : Sd-B2 (EW)
- : Sd-B3 (EW)
- : Sd-B4 (EW)
- : Sd-B5 (EW)

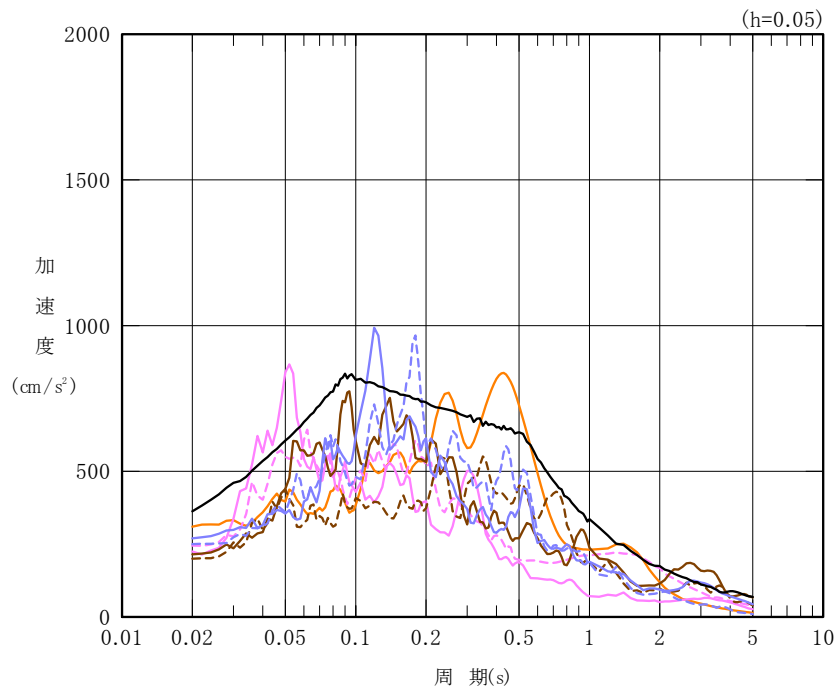
第 3.1-4 図 弾性設計用地震動 Sd の加速度応答スペクトル (2/5)



凡例

- : Sd-A (V)
- : Sd-B1 (UD)
- : Sd-B2 (UD)
- : Sd-B3 (UD)
- : Sd-B4 (UD)
- : Sd-B5 (UD)

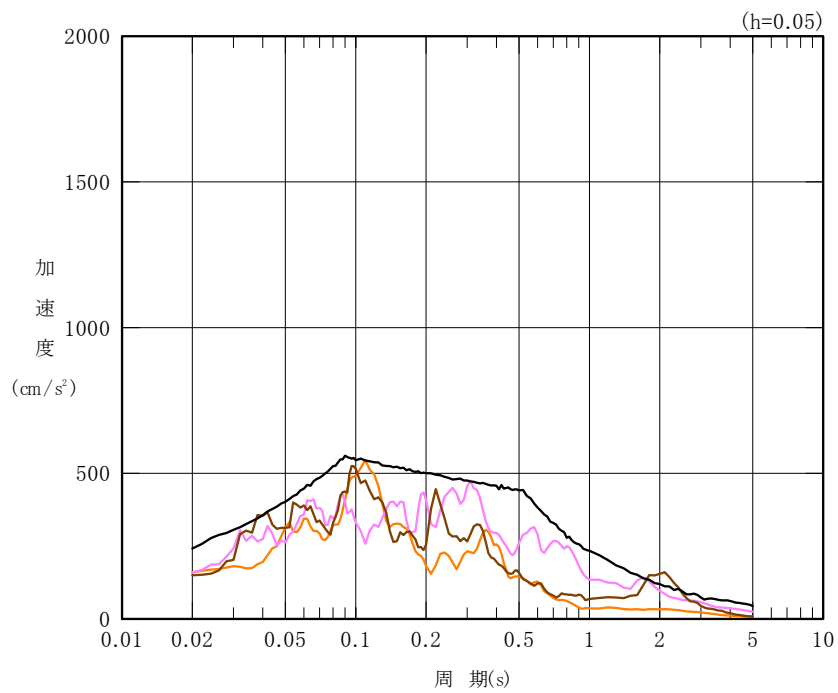
第 3.1-4 図 弾性設計用地震動 Sd の加速度応答スペクトル (3/5)



凡例

- : Sd-A (H)
- : Sd-C1 (NSEW)
- : Sd-C2 (NS)
- - - : Sd-C2 (EW)
- : Sd-C3 (NS)
- - - : Sd-C3 (EW)
- : Sd-C4 (NS)
- - - : Sd-C4 (EW)

第 3.1-4 図 弾性設計用地震動 Sd の加速度応答スペクトル (4/5)



凡例

- : Sd-A (V)
- : Sd-C1 (UD)
- : Sd-C2 (UD)
- : Sd-C3 (UD)

第 3.1-4 図 弾性設計用地震動 Sd の加速度応答スペクトル (5/5)

3.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、添付書類「地震応答解析の基本方針」に基づき、水平方向及び鉛直方向それぞれについて設定する。地震応答解析モデルの設定に用いた使用材料の物性値を第 3.2-1 表に示す。

第 3.2-1 表 使用材料の物性値

使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断 弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)	備考
鉄筋コンクリート コンクリート： Fc=30 (N/mm ²) 鉄筋：SD345, SD390	2.44×10 ⁴	1.02×10 ⁴	3*	—

*：「JEAG 4601-1987」では、鉄筋コンクリート構造物の減衰定数は 5%が慣用的な値とされているが、『設計及び工事の方法の認可申請書（MOX 燃料加工施設）第 1 回申請添付書類Ⅲ-2-1-1-1「燃料加工建屋の地震応答計算書」（平成 22・05・21 原第 9 号 平成 22 年 10 月 22 日認可）』における設定を踏襲し、本申請においては 3%として地震応答解析を行う。

3.2.1 水平方向モデル

水平方向の地震応答解析モデルは、建屋と地盤の相互作用を考慮した建屋－地盤連成モデルとし、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルを用いる。地震応答解析は弾塑性時刻歴応答解析により行う。また、第3.2.1-1図に示すとおり、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2008（（社）日本電気協会）」の基礎浮上りの評価法を参考に、応答のレベルに応じて異なる地震応答解析モデルを用いる。水平方向の地震応答解析モデルを第3.2.1-2図、解析モデルの諸元を第3.2.1-1表及び第3.2.1-2表に示す。

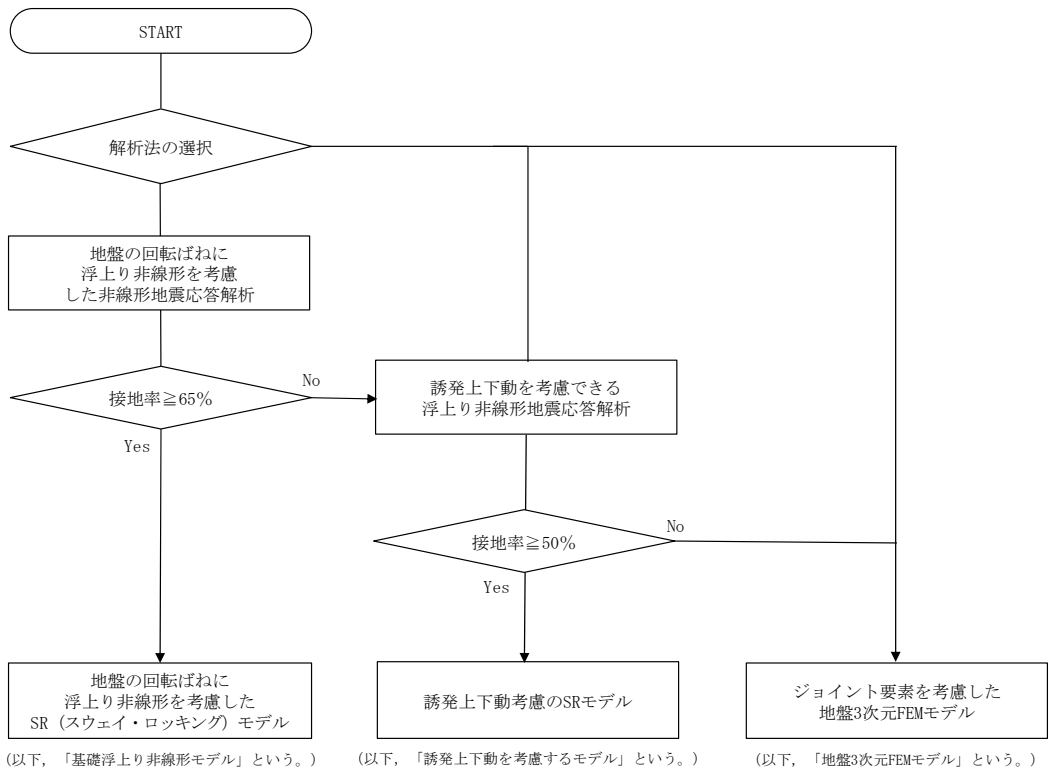
建屋の鉄筋コンクリート部については、せん断剛性として地震方向耐震壁のウェブ部分のせん断剛性を考慮し、曲げ剛性として地震方向耐震壁のウェブ部分に加えて、フランジ部分の曲げ剛性を考慮する。また、復元力特性は、建屋の方向別に、層を単位とした水平断面形状より「JEAG 4601-1991 追補版」に基づき設定する。

地盤は、地盤調査に基づき水平成層地盤とし、第3.2.1-2図に示すモデルに用いる。基礎底面地盤ばねについては、「JEAG 4601-1991 追補版」により、成層補正を行ったのち、振動アドミッタンス理論に基づき求めたスウェイ及びロッキングの地盤ばねを、近似法により定数化して用いる。このうち、基礎底面のロッキング地盤ばねには、基礎浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。基礎底面地盤ばねの評価には解析コード「ST-CROSS Ver. 1.0」を用いる。また、埋込み部分の建屋側面地盤ばねについては、建屋側面位置の地盤定数を用いて、「JEAG 4601-1991 追補版」により、Novakの手法*に基づき求めた水平ばねを、基礎底面地盤ばねと同様に、近似法により定数化して用いる。なお、建屋側面位置の地盤定数については、ひずみ依存特性を考慮して求めた等価物性値を用いる。建屋側面地盤ばねの評価には、解析コード「NOVAK Ver. 1.0」を用いる。

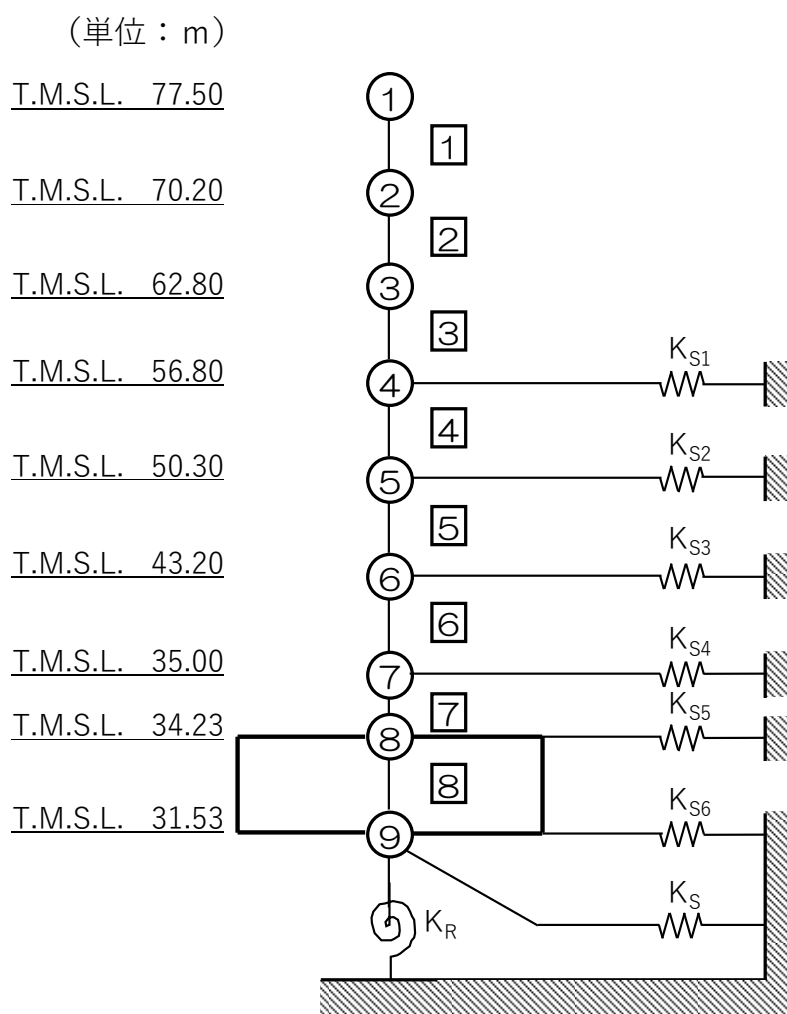
添付書類「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づく地盤の初期物性値を第3.2.1-3表に、ひずみ依存特性を第3.2.1-3図に、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対する地盤定数を第3.2.1-4表～第3.2.1-23表に示す。また、地盤ばねの定数化の概要を第3.2.1-4図に、地盤ばね定数及び減衰係数を第3.2.1-24表～第3.2.1-43表に示す。

なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

* : Novak, M. et al. : Dynamic Soil Reactions for Plane Strain Case, The Journal of the Engineering Mechanics Division, ASCE, 1978.



第 3.2.1-1 図 解析モデル選定フロー



注記 1：○数字は質点番号を示す。
 注記 2：□数字は要素番号を示す。

第 3.2.1-2 図 地震応答解析モデル (水平方向)

第 3.2.1-1 表 地震応答解析モデル諸元 (NS 方向)

質点番号	質点位置 T. M. S. L. (m)	重量 W (kN)	回転慣性 重量 I_g ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)	要素 番号	要素位置 T. M. S. L. (m)	断面二次 モーメント I ($\times 10^4 \text{m}^4$)	せん断 断面積 A_s (m^2)
①	77.50	174000	17.9	①	77.50~70.20	2.06	133.3
②	70.20	329000	209.0	②	70.20~62.80	29.12	362.5
③	62.80	385000	244.7	③	62.80~56.80	30.27	474.4
④	56.80	429000	272.7	④	56.80~50.30	37.63	640.5
⑤	50.30	492000	312.8	⑤	50.30~43.20	45.79	749.8
⑥	43.20	530000	337.0	⑥	43.20~35.00	49.22	876.1
⑦	35.00	386000	245.3	⑦	35.00~34.23	230.69	2956.9
⑧	34.23	277000	176.0	⑧	34.23~31.53	489.58	7708.6
⑨	31.53	280000	177.9	—	—	—	—
建屋総重量		3282000	—	—	—	—	—

第 3.2.1-2 表 地震応答解析モデル諸元 (EW 方向)

質点番号	質点位置 T. M. S. L. (m)	重量 W (kN)	回転慣性 重量 I_g ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)	要素 番号	要素位置 T. M. S. L. (m)	断面二次 モーメント I ($\times 10^4 \text{m}^4$)	せん断 断面積 A_s (m^2)
①	77.50	174000	113.1	①	77.50~70.20	20.63	300.1
②	70.20	329000	213.9	②	70.20~62.80	40.32	415.6
③	62.80	385000	250.3	③	62.80~56.80	39.93	522.9
④	56.80	429000	278.9	④	56.80~50.30	46.57	633.2
⑤	50.30	492000	320.0	⑤	50.30~43.20	50.51	791.3
⑥	43.20	530000	344.7	⑥	43.20~35.00	57.14	975.9
⑦	35.00	386000	250.9	⑦	35.00~34.23	354.92	3852.8
⑧	34.23	277000	180.0	⑧	34.23~31.53	500.86	7708.6
⑨	31.53	280000	182.0	—	—	—	—
建屋総重量		3282000	—	—	—	—	—

第 3.2.1-3 表 地盤の初期物性値

標高 T. M. S. L. (m)	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	減衰定数 h
造成盛土	*1	*2	*2	*3
48.6				
六ヶ所層	17.0	*4	*4	*5
▽基礎スラブ底面				
31.53				
鷹架層	15.7	580	1710	0.03
23.0	15.3	740	1870	
-18.0				
	17.4	890	2030	
▽解放基盤表面				
-70.0				
	18.1	930	2050	

*1：造成盛土の単位体積重量 γ_t は $\gamma_t = 16.3 + 0.0324D_p$ (kN/m³) から設定する。

ここで、 D_p は地表面からの深さ (m) を示す。

*2：造成盛土の速度構造 V_s 、 V_p は初期せん断剛性 $G_0 = 32400 + 4020D_p$ (kN/m²) 及び剛性

低下率 $G/G_0 = 1/(1+9.27\gamma^{0.992})$ から、下式にて設定する。

$$V_s = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g}, \quad V_p = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g \times 2(1-\nu)/(1-2\nu)}$$

ここで、 γ は造成盛土のせん断ひずみを示す。

また、 ν は造成盛土のポアソン比を示し、 $\nu = 0.42$ である。

*3：造成盛土の減衰定数はひずみ依存特性を考慮し、下式にて設定する。

$$h = \gamma / (0.0438\gamma + 0.0150) + 1.74$$

ここで、 γ は造成盛土のせん断ひずみを示す。

*4：六ヶ所層の速度構造 V_s 、 V_p は初期せん断剛性 $G_0 = 303000$ (kN/m²) 及び剛性低下率

$G/G_0 = 1/(1+5.91\gamma^{0.758})$ から、下式にて設定する。

$$V_s = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g}, \quad V_p = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g \times 2(1-\nu)/(1-2\nu)}$$

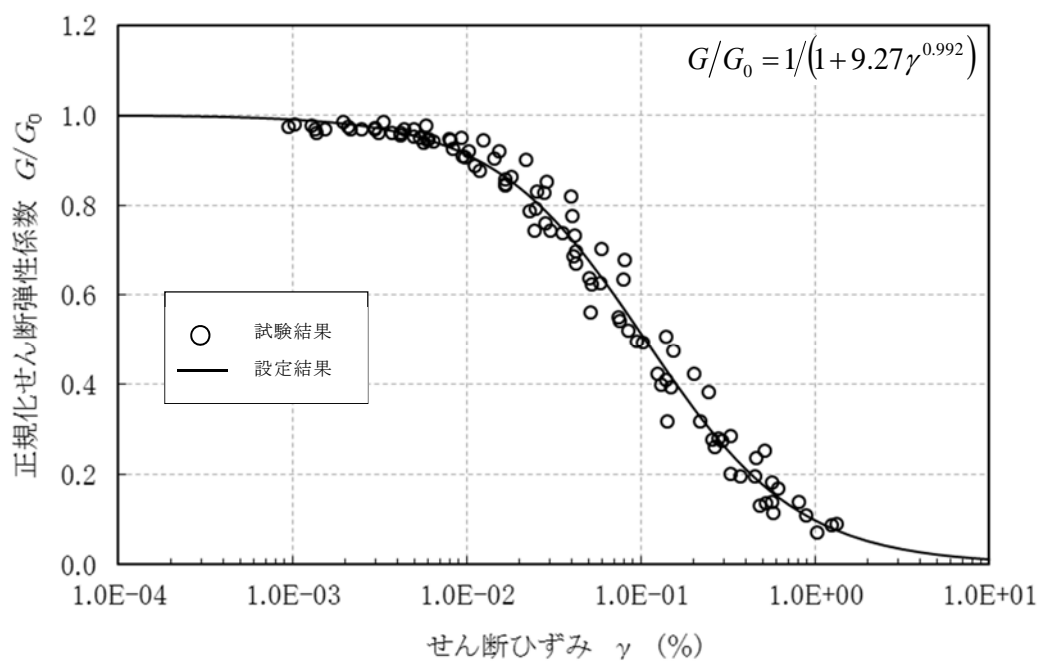
ここで、 γ は六ヶ所層のせん断ひずみを示す。

また、 ν は六ヶ所層のポアソン比を示し、 $\nu = 0.41$ である。

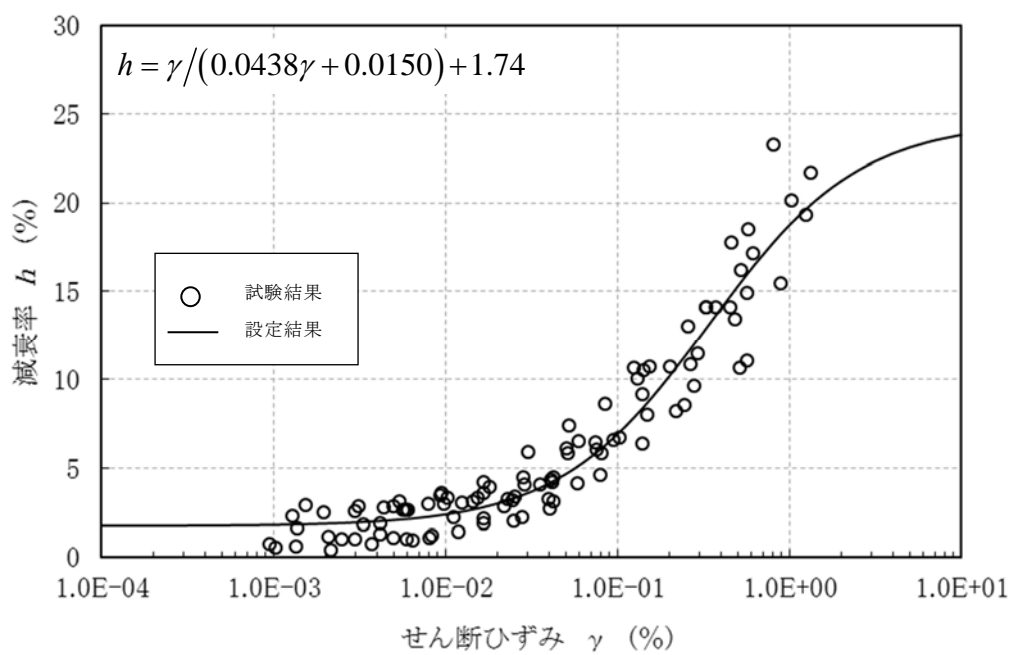
*5：六ヶ所層の減衰定数はひずみ依存特性を考慮し、下式にて設定する。

$$h = \gamma / (0.0829\gamma + 0.00582) + 1.18$$

ここで、 γ は六ヶ所層のせん断ひずみを示す。

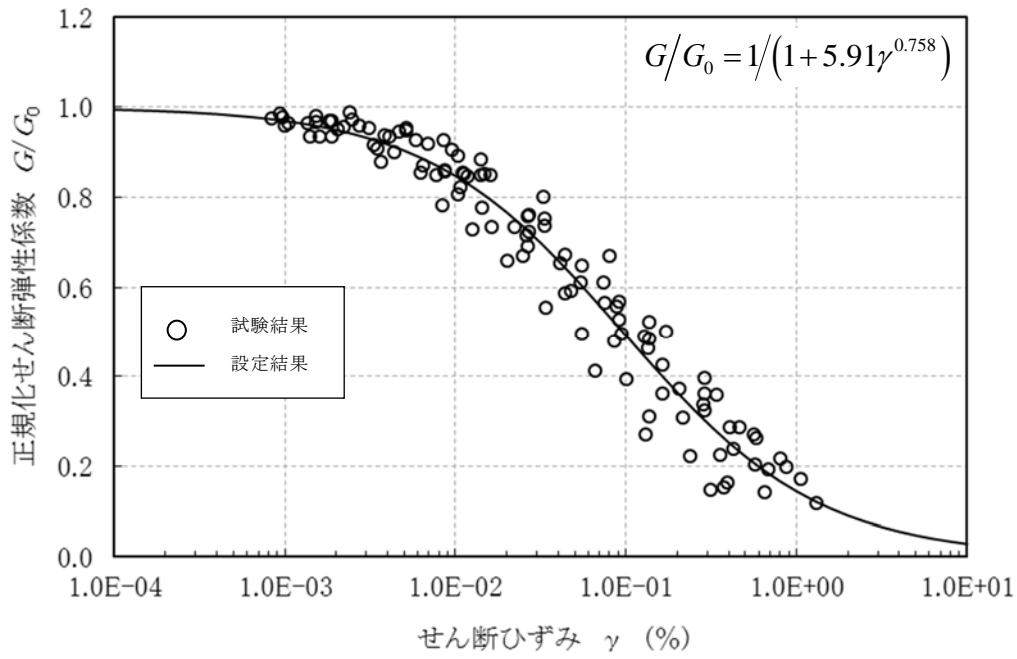


(a) 剛性低下率

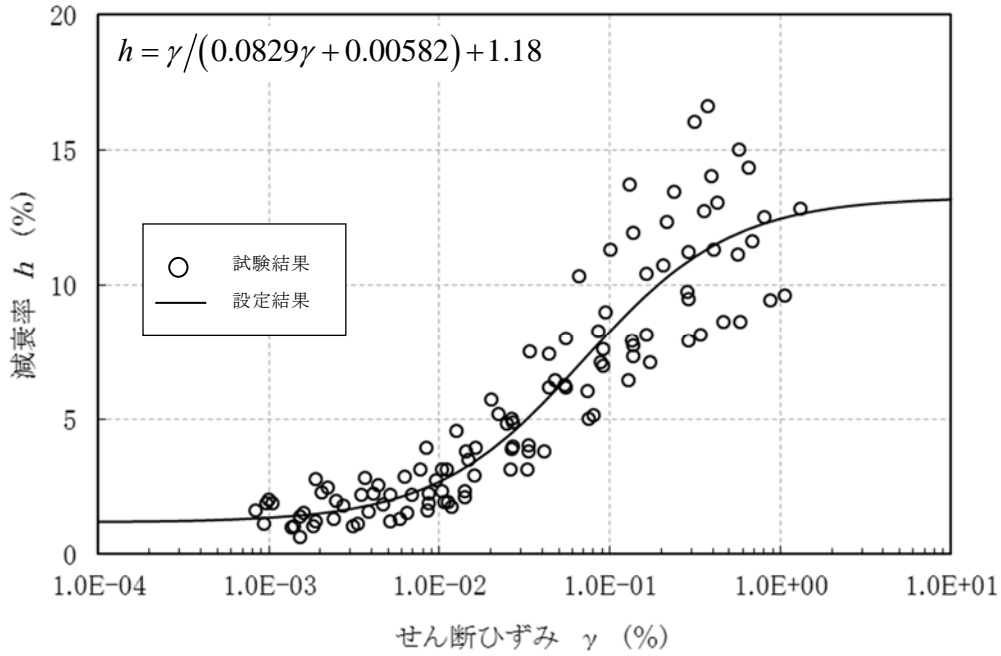


(b) 減衰定数

第 3.2.1-3 図 ひずみ依存特性 (1/2) (造成盛土)



(a) 剛性低下率



(b) 減衰定数

第 3.2.1-3 図 ひずみ依存特性 (2/2) (六ヶ所層)

第 3.2.1-4 表 地盤定数 (Ss-A)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.69	127	343	0.04	0.42
53.55		3.25	16.4	1.30	88.2	237	0.12	
50.30		1.70	16.5	0.715	65.2	176	0.17	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	21.0	348	891	0.05	0.41
43.20		4.10	17.0	18.9	330	845	0.06	
39.10		4.10	17.0	17.1	314	804	0.07	
35.00		0.77	17.0	16.4	308	788	0.08	
34.23		1.35	17.0	16.1	305	780	0.08	
32.88		1.35	17.0	15.9	303	775	0.08	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-5 表 地盤定数 (Ss-B1)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.77	129	348	0.04	0.42
53.55		3.25	16.4	1.63	98.7	266	0.10	
50.30		1.70	16.5	1.34	89.2	240	0.13	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	22.6	361	924	0.04	0.41
43.20		4.10	17.0	20.9	347	889	0.05	
39.10		4.10	17.0	19.2	333	852	0.06	
35.00		0.77	17.0	18.4	326	834	0.06	
34.23		1.35	17.0	18.1	323	827	0.07	
32.88		1.35	17.0	17.8	320	820	0.07	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-6 表 地盤定数 (Ss-B2)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.77	129	348	0.04	0.42
53.55		3.25	16.4	1.74	102	275	0.10	
50.30		1.70	16.5	1.44	92.5	249	0.12	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	21.9	355	910	0.05	0.41
43.20		4.10	17.0	19.8	338	865	0.06	
39.10		4.10	17.0	18.1	323	827	0.07	
35.00		0.77	17.0	17.3	316	809	0.07	
34.23		1.35	17.0	17.0	313	802	0.07	
32.88		1.35	17.0	16.6	309	792	0.07	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-7 表 地盤定数 (Ss-B3)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.82	130	351	0.03	0.42
53.55		3.25	16.4	1.81	104	280	0.09	
50.30		1.70	16.5	1.44	92.5	249	0.12	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	21.6	353	904	0.05	0.41
43.20		4.10	17.0	20.0	340	870	0.06	
39.10		4.10	17.0	18.8	329	843	0.06	
35.00		0.77	17.0	18.0	322	825	0.07	
34.23		1.35	17.0	17.7	320	818	0.07	
32.88		1.35	17.0	17.3	316	809	0.07	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-8 表 地盤定数 (Ss-B4)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.82	130	351	0.03	0.42
53.55		3.25	16.4	1.75	102	275	0.09	
50.30		1.70	16.5	1.10	80.9	218	0.15	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	20.7	346	885	0.05	0.41
43.20		4.10	17.0	18.4	326	834	0.06	
39.10		4.10	17.0	16.7	310	795	0.07	
35.00		0.77	17.0	15.9	303	775	0.08	
34.23		1.35	17.0	15.7	301	771	0.08	
32.88		1.35	17.0	15.5	299	766	0.08	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-9 表 地盤定数 (Ss-B5)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.74	128	346	0.04	0.42
53.55		3.25	16.4	1.34	89.5	241	0.12	
50.30		1.70	16.5	0.643	61.8	166	0.18	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	20.5	344	880	0.05	0.41
43.20		4.10	17.0	17.9	321	823	0.07	
39.10		4.10	17.0	16.1	305	780	0.08	
35.00		0.77	17.0	15.3	297	761	0.08	
34.23		1.35	17.0	15.0	294	753	0.08	
32.88		1.35	17.0	14.8	292	748	0.08	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-10 表 地盤定数 (Ss-C1)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.68	127	342	0.04	0.42
53.55		3.25	16.4	1.05	79.2	213	0.14	
50.30		1.70	16.5	0.347	45.4	122	0.21	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	21.1	349	893	0.05	0.41
43.20		4.10	17.0	20.2	341	874	0.05	
39.10		4.10	17.0	19.2	333	852	0.06	
35.00		0.77	17.0	18.1	323	827	0.07	
34.23		1.35	17.0	17.7	320	818	0.07	
32.88		1.35	17.0	17.3	316	809	0.07	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-11 表 地盤定数 (Ss-C2)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.86	131	353	0.03	0.42
53.55		3.25	16.4	2.36	119	320	0.07	
50.30		1.70	16.5	2.42	120	323	0.08	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	23.3	367	939	0.04	0.41
43.20		4.10	17.0	21.7	354	906	0.05	
39.10		4.10	17.0	20.3	342	876	0.05	
35.00		0.77	17.0	19.6	336	861	0.06	
34.23		1.35	17.0	19.4	335	857	0.06	
32.88		1.35	17.0	19.2	333	852	0.06	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-12 表 地盤定数 (Ss-C3)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.75	129	346	0.04	0.42
53.55		3.25	16.4	1.87	106	285	0.09	
50.30		1.70	16.5	1.84	105	282	0.11	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	22.5	360	922	0.04	0.41
43.20		4.10	17.0	20.1	341	872	0.06	
39.10		4.10	17.0	18.5	327	836	0.06	
35.00		0.77	17.0	17.8	320	820	0.07	
34.23		1.35	17.0	17.6	319	816	0.07	
32.88		1.35	17.0	17.4	317	811	0.07	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-13 表 地盤定数 (Ss-C4)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.76	129	347	0.04	0.42
53.55		3.25	16.4	1.64	99.0	267	0.10	
50.30		1.70	16.5	1.22	85.2	229	0.14	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	20.9	347	889	0.05	0.41
43.20		4.10	17.0	18.5	327	836	0.06	
39.10		4.10	17.0	17.0	313	802	0.07	
35.00		0.77	17.0	16.3	307	785	0.08	
34.23		1.35	17.0	16.1	305	780	0.08	
32.88		1.35	17.0	15.8	302	773	0.08	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-14 表 地盤定数 (Sd-A)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	3.08	136	367	0.03	0.42
53.55		3.25	16.4	2.85	131	352	0.05	
50.30		1.70	16.5	2.90	131	353	0.07	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	24.1	373	955	0.04	0.41
43.20		4.10	17.0	22.7	362	927	0.04	
39.10		4.10	17.0	21.6	353	904	0.05	
35.00		0.77	17.0	21.1	349	893	0.05	
34.23		1.35	17.0	20.9	347	889	0.05	
32.88		1.35	17.0	20.7	346	885	0.05	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-15 表 地盤定数 (Sd-B1)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	3.11	137	368	0.03	0.42
53.55		3.25	16.4	2.91	132	355	0.05	
50.30		1.70	16.5	3.00	134	360	0.06	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	24.3	374	959	0.03	0.41
43.20		4.10	17.0	23.4	367	941	0.04	
39.10		4.10	17.0	22.7	362	927	0.04	
35.00		0.77	17.0	22.5	360	922	0.04	
34.23		1.35	17.0	22.4	359	920	0.04	
32.88		1.35	17.0	22.4	359	920	0.04	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-16 表 地盤定数 (Sd-B2)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	3.11	137	368	0.03	0.42
53.55		3.25	16.4	2.93	132	356	0.05	
50.30		1.70	16.5	3.11	136	366	0.06	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	24.6	377	965	0.03	0.41
43.20		4.10	17.0	23.6	369	945	0.04	
39.10		4.10	17.0	22.5	360	922	0.04	
35.00		0.77	17.0	22.0	356	912	0.05	
34.23		1.35	17.0	21.8	355	908	0.05	
32.88		1.35	17.0	21.6	353	904	0.05	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-17 表 地盤定数 (Sd-B3)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	3.09	136	367	0.03	0.42
53.55		3.25	16.4	2.88	131	353	0.05	
50.30		1.70	16.5	3.04	134	362	0.06	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	24.4	375	961	0.03	0.41
43.20		4.10	17.0	23.5	368	943	0.04	
39.10		4.10	17.0	22.7	362	927	0.04	
35.00		0.77	17.0	22.3	359	918	0.04	
34.23		1.35	17.0	22.2	358	916	0.05	
32.88		1.35	17.0	22.0	356	912	0.05	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-18 表 地盤定数 (Sd-B4)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	3.14	137	370	0.03	0.42
53.55		3.25	16.4	3.14	137	369	0.04	
50.30		1.70	16.5	3.44	143	385	0.05	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	24.6	377	965	0.03	0.41
43.20		4.10	17.0	22.8	363	929	0.04	
39.10		4.10	17.0	21.6	353	904	0.05	
35.00		0.77	17.0	20.9	347	889	0.05	
34.23		1.35	17.0	20.7	346	885	0.05	
32.88		1.35	17.0	20.4	343	878	0.05	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-19 表 地盤定数 (Sd-B5)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	3.13	137	369	0.03	0.42
53.55		3.25	16.4	2.93	132	356	0.05	
50.30		1.70	16.5	2.94	132	356	0.07	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	23.8	371	949	0.04	0.41
43.20		4.10	17.0	22.2	358	916	0.04	
39.10		4.10	17.0	21.1	349	893	0.05	
35.00		0.77	17.0	20.6	345	883	0.05	
34.23		1.35	17.0	20.5	344	880	0.05	
32.88		1.35	17.0	20.3	342	876	0.06	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-20 表 地盤定数 (Sd-C1)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.98	134	361	0.03	0.42
53.55		3.25	16.4	2.32	118	317	0.07	
50.30		1.70	16.5	2.02	110	295	0.10	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	22.3	359	918	0.04	0.41
43.20		4.10	17.0	20.6	345	883	0.05	
39.10		4.10	17.0	19.6	336	861	0.06	
35.00		0.77	17.0	19.1	332	850	0.06	
34.23		1.35	17.0	18.8	329	843	0.06	
32.88		1.35	17.0	18.5	327	836	0.06	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-21 表 地盤定数 (Sd-C2)

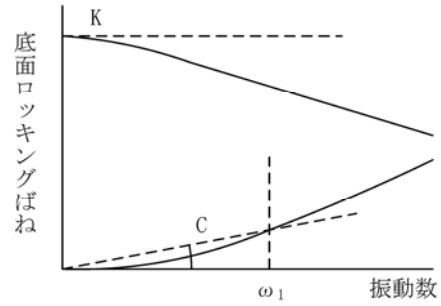
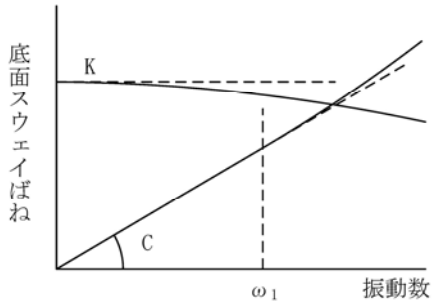
標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	3.18	138	372	0.03	0.42
53.55		3.25	16.4	3.33	141	380	0.04	
50.30		1.70	16.5	3.74	149	401	0.05	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	25.8	386	988	0.03	0.41
43.20		4.10	17.0	24.7	377	966	0.03	
39.10		4.10	17.0	24.0	372	953	0.04	
35.00		0.77	17.0	23.6	369	945	0.04	
34.23		1.35	17.0	23.5	368	943	0.04	
32.88		1.35	17.0	23.4	367	941	0.04	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-22 表 地盤定数 (Sd-C3)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	3.12	137	369	0.03	0.42
53.55		3.25	16.4	3.07	135	365	0.05	
50.30		1.70	16.5	3.43	143	384	0.05	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	25.1	381	974	0.03	0.41
43.20		4.10	17.0	24.2	374	957	0.03	
39.10		4.10	17.0	23.5	368	943	0.04	
35.00		0.77	17.0	23.0	364	933	0.04	
34.23		1.35	17.0	22.8	363	929	0.04	
32.88		1.35	17.0	22.5	360	922	0.04	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

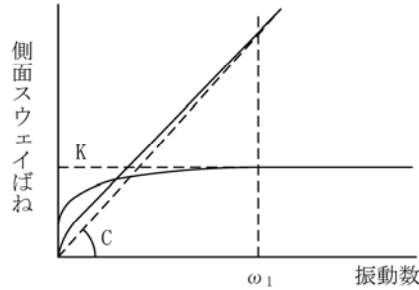
第 3.2.1-23 表 地盤定数 (Sd-C4)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	3.10	137	368	0.03	0.42
53.55		3.25	16.4	2.93	132	356	0.05	
50.30		1.70	16.5	3.14	137	368	0.06	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	24.6	377	965	0.03	0.41
43.20		4.10	17.0	23.4	367	941	0.04	
39.10		4.10	17.0	22.2	358	916	0.04	
35.00		0.77	17.0	21.5	352	902	0.05	
34.23		1.35	17.0	21.3	351	897	0.05	
32.88		1.35	17.0	21.0	348	891	0.05	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37



ばね定数：0Hz のばね定数 K で定数化

減衰係数：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 ω_1 に対応する虚部の値と原点を結ぶ直線の傾き C で定数化



ばね定数：ばね定数 K の極大値で定数化

減衰係数：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 ω_1 に対応する虚部の値と原点を結ぶ直線の傾き C で定数化

第 3.2.1-4 図 地盤ばねの定数化の概要

第 3.2.1-24 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-A)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K _{S1}	4	1.64×10^5	1.77×10^5
	K _{S2}	5	1.78×10^6	1.00×10^6
	K _{S3}	6	6.39×10^6	2.48×10^6
	K _{S4}	7	3.22×10^6	1.35×10^6
	K _{S5}	8	1.18×10^6	5.10×10^5
	K _{S6}	9	9.05×10^5	3.94×10^5
底面スウェイばね	K _S	9	2.03×10^8	7.59×10^6
底面ロッキングばね	K _R	9	4.80×10^{11}	5.20×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K _{S1}	4	1.64×10^5	1.77×10^5
	K _{S2}	5	1.78×10^6	1.00×10^6
	K _{S3}	6	6.39×10^6	2.48×10^6
	K _{S4}	7	3.22×10^6	1.35×10^6
	K _{S5}	8	1.18×10^6	5.11×10^5
	K _{S6}	9	9.05×10^5	3.94×10^5
底面スウェイばね	K _S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K _R	9	4.88×10^{11}	5.40×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

第 3.2.1-25 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-B1)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.70×10^5	1.80×10^5
	K_{S2}	5	1.97×10^6	1.10×10^6
	K_{S3}	6	6.98×10^6	2.59×10^6
	K_{S4}	7	3.62×10^6	1.43×10^6
	K_{S5}	8	1.33×10^6	5.39×10^5
	K_{S6}	9	1.01×10^6	4.15×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.22×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.70×10^5	1.80×10^5
	K_{S2}	5	1.97×10^6	1.10×10^6
	K_{S3}	6	6.98×10^6	2.59×10^6
	K_{S4}	7	3.62×10^6	1.43×10^6
	K_{S5}	8	1.33×10^6	5.40×10^5
	K_{S6}	9	1.01×10^6	4.15×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.41×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

第 3.2.1-26 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-B2)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.70×10^5	1.80×10^5
	K_{S2}	5	1.94×10^6	1.10×10^6
	K_{S3}	6	6.68×10^6	2.53×10^6
	K_{S4}	7	3.40×10^6	1.39×10^6
	K_{S5}	8	1.25×10^6	5.23×10^5
	K_{S6}	9	9.41×10^5	4.01×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.22×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN·s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN·m/rad)，減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.70×10^5	1.80×10^5
	K_{S2}	5	1.94×10^6	1.10×10^6
	K_{S3}	6	6.68×10^6	2.54×10^6
	K_{S4}	7	3.40×10^6	1.39×10^6
	K_{S5}	8	1.25×10^6	5.24×10^5
	K_{S6}	9	9.41×10^5	4.02×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.40×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN·s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN·m/rad)，減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-27 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-B3)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.72×10^5	1.81×10^5
	K_{S2}	5	1.93×10^6	1.10×10^6
	K_{S3}	6	6.69×10^6	2.54×10^6
	K_{S4}	7	3.53×10^6	1.41×10^6
	K_{S5}	8	1.30×10^6	5.34×10^5
	K_{S6}	9	9.84×10^5	4.10×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.22×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN·s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN·m/rad)，減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.72×10^5	1.81×10^5
	K_{S2}	5	1.93×10^6	1.10×10^6
	K_{S3}	6	6.69×10^6	2.54×10^6
	K_{S4}	7	3.53×10^6	1.41×10^6
	K_{S5}	8	1.30×10^6	5.34×10^5
	K_{S6}	9	9.84×10^5	4.10×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.40×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN·s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN·m/rad)，減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-28 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-B4)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.72×10^5	1.81×10^5
	K_{S2}	5	1.84×10^6	1.07×10^6
	K_{S3}	6	6.28×10^6	2.46×10^6
	K_{S4}	7	3.13×10^6	1.34×10^6
	K_{S5}	8	1.15×10^6	5.04×10^5
	K_{S6}	9	8.81×10^5	3.89×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.59×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.20×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN·s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN·m/rad)，減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.72×10^5	1.81×10^5
	K_{S2}	5	1.84×10^6	1.07×10^6
	K_{S3}	6	6.28×10^6	2.46×10^6
	K_{S4}	7	3.13×10^6	1.34×10^6
	K_{S5}	8	1.15×10^6	5.04×10^5
	K_{S6}	9	8.81×10^5	3.89×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.40×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN·s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN·m/rad)，減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-29 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-B5)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.67×10^5	1.79×10^5
	K_{S2}	5	1.74×10^6	9.92×10^5
	K_{S3}	6	6.15×10^6	2.43×10^6
	K_{S4}	7	3.03×10^6	1.31×10^6
	K_{S5}	8	1.10×10^6	4.93×10^5
	K_{S6}	9	8.40×10^5	3.80×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.59×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.20×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN·s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN·m/rad)，減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.67×10^5	1.79×10^5
	K_{S2}	5	1.74×10^6	9.92×10^5
	K_{S3}	6	6.15×10^6	2.44×10^6
	K_{S4}	7	3.03×10^6	1.31×10^6
	K_{S5}	8	1.10×10^6	4.93×10^5
	K_{S6}	9	8.40×10^5	3.80×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.40×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN·s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN·m/rad)，減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-30 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-C1)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K _{S1}	4	1.64×10^5	1.77×10^5
	K _{S2}	5	1.75×10^6	9.41×10^5
	K _{S3}	6	6.63×10^6	2.53×10^6
	K _{S4}	7	3.61×10^6	1.43×10^6
	K _{S5}	8	1.30×10^6	5.35×10^5
	K _{S6}	9	9.84×10^5	4.10×10^5
底面スウェイばね	K _S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K _R	9	4.80×10^{11}	5.22×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K _{S1}	4	1.64×10^5	1.77×10^5
	K _{S2}	5	1.75×10^6	9.41×10^5
	K _{S3}	6	6.63×10^6	2.53×10^6
	K _{S4}	7	3.61×10^6	1.43×10^6
	K _{S5}	8	1.30×10^6	5.35×10^5
	K _{S6}	9	9.84×10^5	4.10×10^5
底面スウェイばね	K _S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K _R	9	4.88×10^{11}	5.40×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

第 3.2.1-31 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-C2)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.75×10^5	1.83×10^5
	K_{S2}	5	2.21×10^6	1.22×10^6
	K_{S3}	6	7.24×10^6	2.63×10^6
	K_{S4}	7	3.82×10^6	1.47×10^6
	K_{S5}	8	1.42×10^6	5.58×10^5
	K_{S6}	9	1.09×10^6	4.31×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.23×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.75×10^5	1.83×10^5
	K_{S2}	5	2.21×10^6	1.22×10^6
	K_{S3}	6	7.24×10^6	2.63×10^6
	K_{S4}	7	3.82×10^6	1.47×10^6
	K_{S5}	8	1.42×10^6	5.58×10^5
	K_{S6}	9	1.09×10^6	4.32×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.41×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

第 3.2.1-32 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-C3)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.70×10^5	1.80×10^5
	K_{S2}	5	2.03×10^6	1.14×10^6
	K_{S3}	6	6.84×10^6	2.56×10^6
	K_{S4}	7	3.49×10^6	1.41×10^6
	K_{S5}	8	1.29×10^6	5.32×10^5
	K_{S6}	9	9.90×10^5	4.11×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.22×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.70×10^5	1.80×10^5
	K_{S2}	5	2.03×10^6	1.14×10^6
	K_{S3}	6	6.84×10^6	2.56×10^6
	K_{S4}	7	3.49×10^6	1.41×10^6
	K_{S5}	8	1.29×10^6	5.33×10^5
	K_{S6}	9	9.90×10^5	4.12×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.41×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

第 3.2.1-33 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-C4)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.70×10^5	1.80×10^5
	K_{S2}	5	1.84×10^6	1.07×10^6
	K_{S3}	6	6.32×10^6	2.47×10^6
	K_{S4}	7	3.20×10^6	1.35×10^6
	K_{S5}	8	1.18×10^6	5.10×10^5
	K_{S6}	9	8.99×10^5	3.93×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.59×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.20×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN·s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN·m/rad)，減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.70×10^5	1.80×10^5
	K_{S2}	5	1.84×10^6	1.07×10^6
	K_{S3}	6	6.32×10^6	2.47×10^6
	K_{S4}	7	3.20×10^6	1.35×10^6
	K_{S5}	8	1.18×10^6	5.10×10^5
	K_{S6}	9	8.99×10^5	3.93×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.40×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN·s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN·m/rad)，減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-34 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-A)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.89×10^5	1.90×10^5
	K_{S2}	5	2.37×10^6	1.29×10^6
	K_{S3}	6	7.52×10^6	2.68×10^6
	K_{S4}	7	4.07×10^6	1.51×10^6
	K_{S5}	8	1.53×10^6	5.77×10^5
	K_{S6}	9	1.18×10^6	4.47×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.23×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.89×10^5	1.90×10^5
	K_{S2}	5	2.37×10^6	1.29×10^6
	K_{S3}	6	7.52×10^6	2.68×10^6
	K_{S4}	7	4.07×10^6	1.51×10^6
	K_{S5}	8	1.53×10^6	5.78×10^5
	K_{S6}	9	1.18×10^6	4.48×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.43×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

第 3.2.1-35 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-B1)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.91×10^5	1.91×10^5
	K_{S2}	5	2.40×10^6	1.30×10^6
	K_{S3}	6	7.65×10^6	2.70×10^6
	K_{S4}	7	4.28×10^6	1.55×10^6
	K_{S5}	8	1.63×10^6	5.96×10^5
	K_{S6}	9	1.27×10^6	4.64×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.24×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.91×10^5	1.91×10^5
	K_{S2}	5	2.40×10^6	1.30×10^6
	K_{S3}	6	7.65×10^6	2.71×10^6
	K_{S4}	7	4.28×10^6	1.55×10^6
	K_{S5}	8	1.63×10^6	5.96×10^5
	K_{S6}	9	1.27×10^6	4.64×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.43×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

第 3.2.1-36 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-B2)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.91×10^5	1.91×10^5
	K_{S2}	5	2.43×10^6	1.31×10^6
	K_{S3}	6	7.76×10^6	2.72×10^6
	K_{S4}	7	4.23×10^6	1.54×10^6
	K_{S5}	8	1.60×10^6	5.90×10^5
	K_{S6}	9	1.23×10^6	4.56×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.24×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.91×10^5	1.91×10^5
	K_{S2}	5	2.43×10^6	1.31×10^6
	K_{S3}	6	7.76×10^6	2.72×10^6
	K_{S4}	7	4.23×10^6	1.54×10^6
	K_{S5}	8	1.60×10^6	5.90×10^5
	K_{S6}	9	1.23×10^6	4.56×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.43×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

第 3.2.1-37 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-B3)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.89×10^5	1.90×10^5
	K_{S2}	5	2.40×10^6	1.30×10^6
	K_{S3}	6	7.69×10^6	2.71×10^6
	K_{S4}	7	4.28×10^6	1.55×10^6
	K_{S5}	8	1.62×10^6	5.94×10^5
	K_{S6}	9	1.25×10^6	4.60×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.24×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN·s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN·m/rad)，減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.89×10^5	1.90×10^5
	K_{S2}	5	2.40×10^6	1.30×10^6
	K_{S3}	6	7.69×10^6	2.71×10^6
	K_{S4}	7	4.28×10^6	1.55×10^6
	K_{S5}	8	1.62×10^6	5.95×10^5
	K_{S6}	9	1.25×10^6	4.60×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.43×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN·s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN·m/rad)，減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-38 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-B4)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.91×10^5	1.91×10^5
	K_{S2}	5	2.49×10^6	1.33×10^6
	K_{S3}	6	7.62×10^6	2.70×10^6
	K_{S4}	7	4.07×10^6	1.51×10^6
	K_{S5}	8	1.52×10^6	5.75×10^5
	K_{S6}	9	1.16×10^6	4.44×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.23×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN·s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN·m/rad)，減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.91×10^5	1.91×10^5
	K_{S2}	5	2.49×10^6	1.33×10^6
	K_{S3}	6	7.62×10^6	2.70×10^6
	K_{S4}	7	4.07×10^6	1.51×10^6
	K_{S5}	8	1.52×10^6	5.76×10^5
	K_{S6}	9	1.16×10^6	4.44×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.43×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN·s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN·m/rad)，減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-39 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-B5)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.91×10^5	1.91×10^5
	K_{S2}	5	2.36×10^6	1.29×10^6
	K_{S3}	6	7.40×10^6	2.66×10^6
	K_{S4}	7	3.98×10^6	1.50×10^6
	K_{S5}	8	1.50×10^6	5.72×10^5
	K_{S6}	9	1.15×10^6	4.43×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.23×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.91×10^5	1.91×10^5
	K_{S2}	5	2.36×10^6	1.29×10^6
	K_{S3}	6	7.40×10^6	2.66×10^6
	K_{S4}	7	3.98×10^6	1.50×10^6
	K_{S5}	8	1.50×10^6	5.73×10^5
	K_{S6}	9	1.15×10^6	4.43×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.43×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

第 3.2.1-40 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-C1)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.83×10^5	1.87×10^5
	K_{S2}	5	2.10×10^6	1.19×10^6
	K_{S3}	6	6.90×10^6	2.57×10^6
	K_{S4}	7	3.69×10^6	1.44×10^6
	K_{S5}	8	1.38×10^6	5.49×10^5
	K_{S6}	9	1.05×10^6	4.24×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.22×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN·s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN·m/rad)，減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.83×10^5	1.87×10^5
	K_{S2}	5	2.10×10^6	1.19×10^6
	K_{S3}	6	6.90×10^6	2.57×10^6
	K_{S4}	7	3.69×10^6	1.44×10^6
	K_{S5}	8	1.38×10^6	5.49×10^5
	K_{S6}	9	1.05×10^6	4.24×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.41×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN·s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN·m/rad)，減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-41 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-C2)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.94×10^5	1.93×10^5
	K_{S2}	5	2.63×10^6	1.37×10^6
	K_{S3}	6	8.11×10^6	2.78×10^6
	K_{S4}	7	4.52×10^6	1.59×10^6
	K_{S5}	8	1.72×10^6	6.10×10^5
	K_{S6}	9	1.33×10^6	4.73×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.24×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.94×10^5	1.93×10^5
	K_{S2}	5	2.63×10^6	1.37×10^6
	K_{S3}	6	8.11×10^6	2.78×10^6
	K_{S4}	7	4.52×10^6	1.59×10^6
	K_{S5}	8	1.72×10^6	6.11×10^5
	K_{S6}	9	1.33×10^6	4.74×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.44×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

第 3.2.1-42 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-C3)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.91×10^5	1.91×10^5
	K_{S2}	5	2.52×10^6	1.33×10^6
	K_{S3}	6	7.95×10^6	2.75×10^6
	K_{S4}	7	4.42×10^6	1.57×10^6
	K_{S5}	8	1.67×10^6	6.02×10^5
	K_{S6}	9	1.28×10^6	4.65×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.24×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.91×10^5	1.91×10^5
	K_{S2}	5	2.52×10^6	1.33×10^6
	K_{S3}	6	7.95×10^6	2.75×10^6
	K_{S4}	7	4.42×10^6	1.58×10^6
	K_{S5}	8	1.67×10^6	6.03×10^5
	K_{S6}	9	1.28×10^6	4.65×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.44×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

第 3.2.1-43 表 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-C4)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.91×10^5	1.91×10^5
	K_{S2}	5	2.44×10^6	1.31×10^6
	K_{S3}	6	7.71×10^6	2.71×10^6
	K_{S4}	7	4.18×10^6	1.53×10^6
	K_{S5}	8	1.56×10^6	5.83×10^5
	K_{S6}	9	1.19×10^6	4.50×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.24×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.91×10^5	1.91×10^5
	K_{S2}	5	2.44×10^6	1.31×10^6
	K_{S3}	6	7.71×10^6	2.72×10^6
	K_{S4}	7	4.18×10^6	1.53×10^6
	K_{S5}	8	1.56×10^6	5.84×10^5
	K_{S6}	9	1.19×10^6	4.50×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.58×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.43×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

3.2.2 鉛直方向モデル

鉛直方向の地震応答解析モデルは、建屋と地盤の相互作用を考慮した建屋－地盤連成モデルとし、耐震壁等の軸剛性を評価した質点系モデルを用いる。地震応答解析は弾性時刻歴応答解析により行う。鉛直方向の地震応答解析モデルを第3.2.2-1図、解析モデルの諸元を第3.2.2-1表に示す。

建屋の各部材の剛性は、軸断面積に基づいて評価する。

地盤は、地盤調査に基づき水平成層地盤とし、基礎底面地盤ばねについては、「JEAG 4601-1991 追補版」により、成層補正を行ったのち、振動アドミタンス理論に基づき求めた鉛直地盤ばねを近似法により定数化して用いる。基礎底面地盤ばねの評価には、解析コード「ST-CROSS Ver. 1.0」を用いる。

添付書類「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づく地盤の初期物性値を第3.2.1-3表に、ひずみ依存特性を第3.2.1-3図に示す。また、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対する地盤定数を第3.2.1-4表～第3.2.1-23表に示す。地盤ばねの定数化の概要を第3.2.2-2図に、地盤ばね定数及び減衰係数を第3.2.2-2表に示す。

なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

(単位：m)

T.M.S.L. 77.50

T.M.S.L. 70.20

T.M.S.L. 62.80

T.M.S.L. 56.80

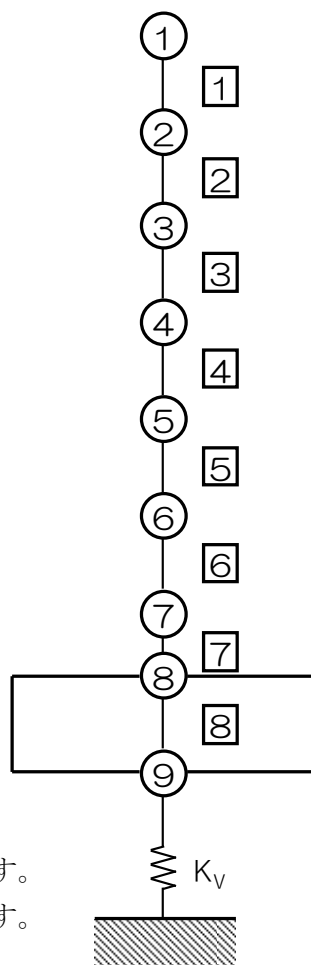
T.M.S.L. 50.30

T.M.S.L. 43.20

T.M.S.L. 35.00

T.M.S.L. 34.23

T.M.S.L. 31.53



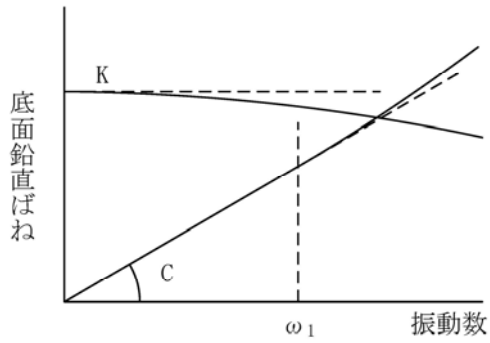
注記 1：○数字は質点番号を示す。

注記 2：□数字は要素番号を示す。

第 3.2.2-1 図 地震応答解析モデル（鉛直方向）

第 3.2.2-1 表 地震応答解析モデル諸元 (鉛直方向)

質点番号	質点位置 T. M. S. L. (m)	重量 W (kN)	要素番号	要素位置 T. M. S. L. (m)	軸断面積 A (m ²)
①	77.50	174000	①	77.50~70.20	420.5
②	70.20	329000	②	70.20~62.80	760.0
③	62.80	385000	③	62.80~56.80	957.1
④	56.80	429000	④	56.80~50.30	1208.1
⑤	50.30	492000	⑤	50.30~43.20	1468.1
⑥	43.20	530000	⑥	43.20~35.00	1718.0
⑦	35.00	386000	⑦	35.00~34.23	4064.6
⑧	34.23	277000	⑧	34.23~31.53	7708.6
⑨	31.53	280000	—	—	—
建屋総重量		3282000	—	—	—



ばね定数：0Hz のばね定数 K で定数化

減衰係数：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 ω_1 に対応する虚部の値と原点を結ぶ直線の傾き C で定数化

第 3.2.2-2 図 鉛直地盤ばねの定数化の概要

第 3.2.2-2 表 地盤ばね定数と減衰係数（鉛直方向）

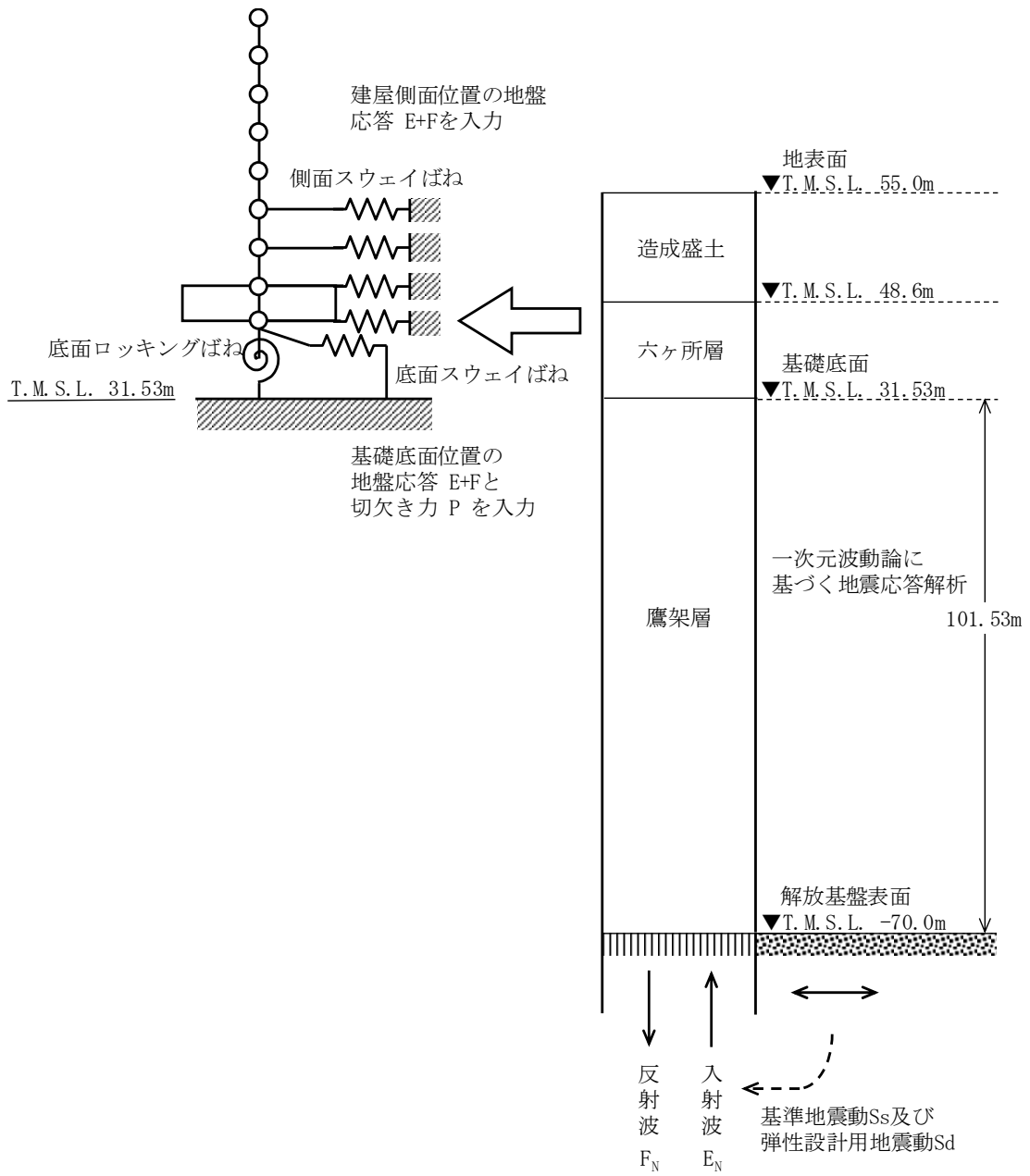
		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K_v	9	3.64×10^8	1.75×10^7

3.3 建物・構築物の入力地震動

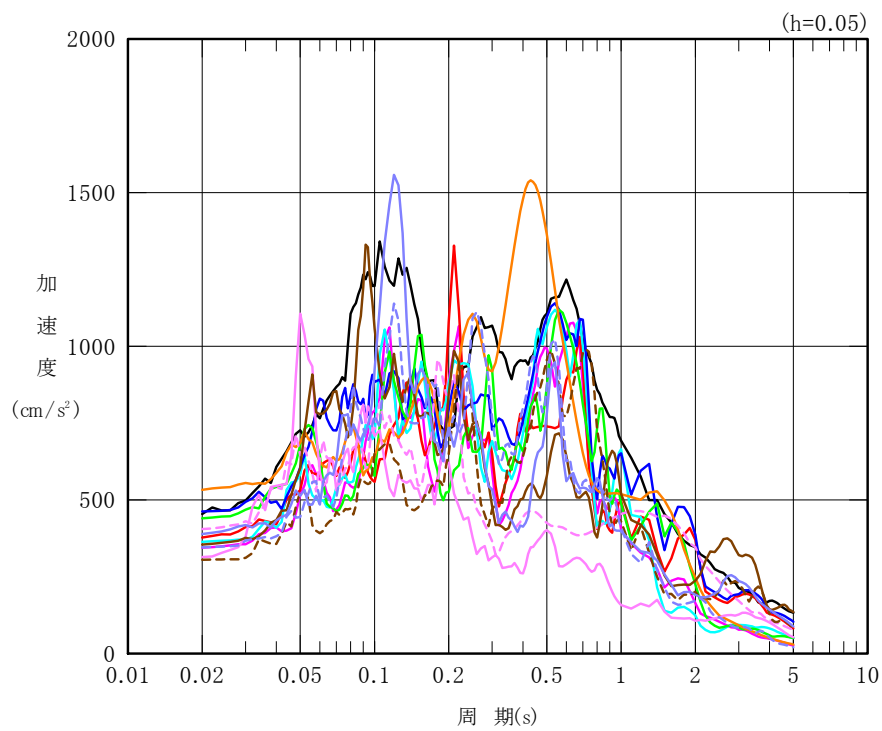
3.3.1 水平方向

水平方向モデルへの入力地震動は、一次元波動論に基づき、解放基盤表面レベルで定義される基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対する建屋基礎底面及び側面地盤ばねレベルでの地盤の応答として評価する。また、建屋基礎底面レベルにおけるせん断力（以下、「切欠き力」という。）を付加することにより、地盤の切欠き効果を考慮する。第 3.3.1-1 図に地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を示す。入力地震動の算定には、解析コード「TDAS Ver.20121030」を用いる。ひずみ依存特性を考慮して求めた等価物性値を用いて、一次元波動論により算定した基礎底面位置（T. M. S. L. 31. 53m）における地盤応答の加速度応答スペクトルを第 3.3.1-2 図～第 3.3.1-5 図に示す。

なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



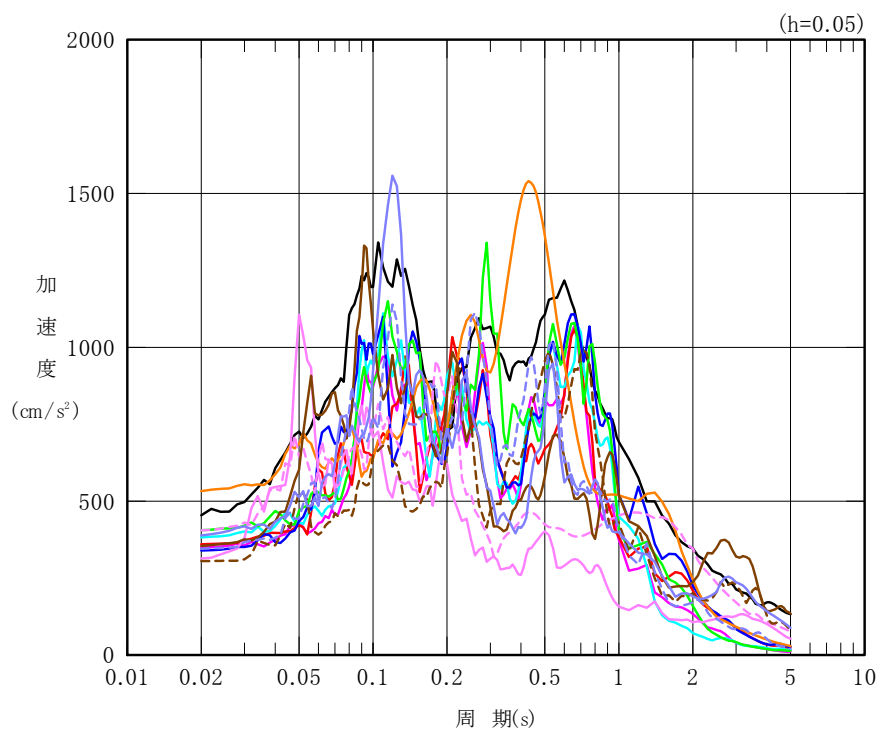
第 3.3.1-1 図 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図 (水平方向)



凡例

- : S_s-A (H)
- : S_s-B1 (NS)
- : S_s-B2 (NS)
- : S_s-B3 (NS)
- : S_s-B4 (NS)
- : S_s-B5 (NS)
- : S_s-C1 (NSEW)
- : S_s-C2 (NS)
- - - : S_s-C2 (EW)
- : S_s-C3 (NS)
- - - : S_s-C3 (EW)
- : S_s-C4 (NS)
- - - : S_s-C4 (EW)

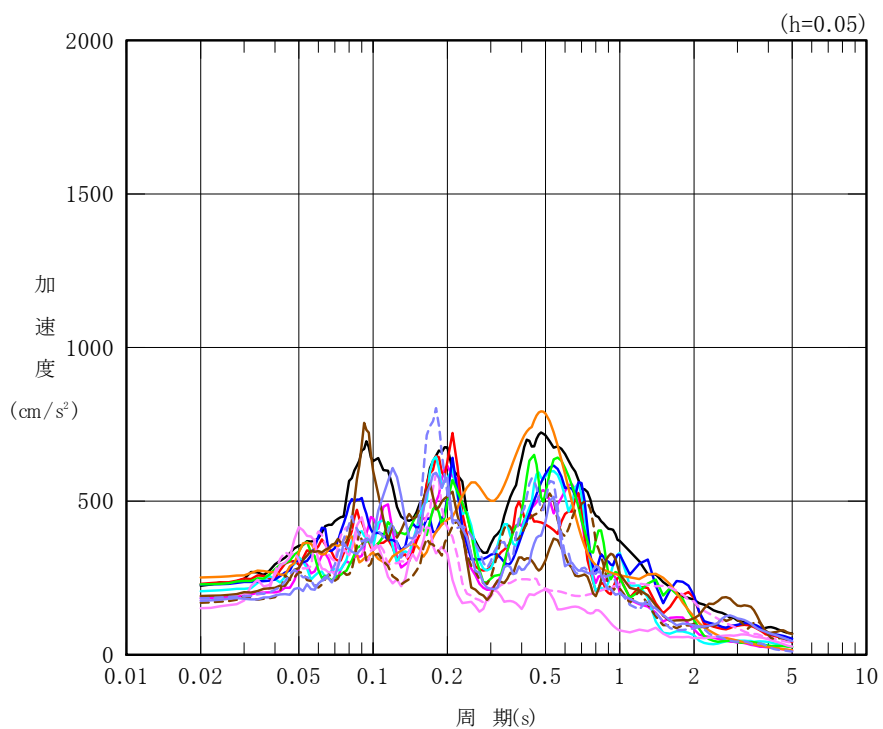
第 3. 3. 1-2 図 入力地震動の加速度応答スペクトル (S_s, NS 方向, T. M. S. L. 31. 53m)



凡例

- : Ss-A (H)
- : Ss-B1 (EW)
- : Ss-B2 (EW)
- : Ss-B3 (EW)
- : Ss-B4 (EW)
- : Ss-B5 (EW)
- : Ss-C1 (NSEW)
- : Ss-C2 (NS)
- - - : Ss-C2 (EW)
- : Ss-C3 (NS)
- - - : Ss-C3 (EW)
- : Ss-C4 (NS)
- - - : Ss-C4 (EW)

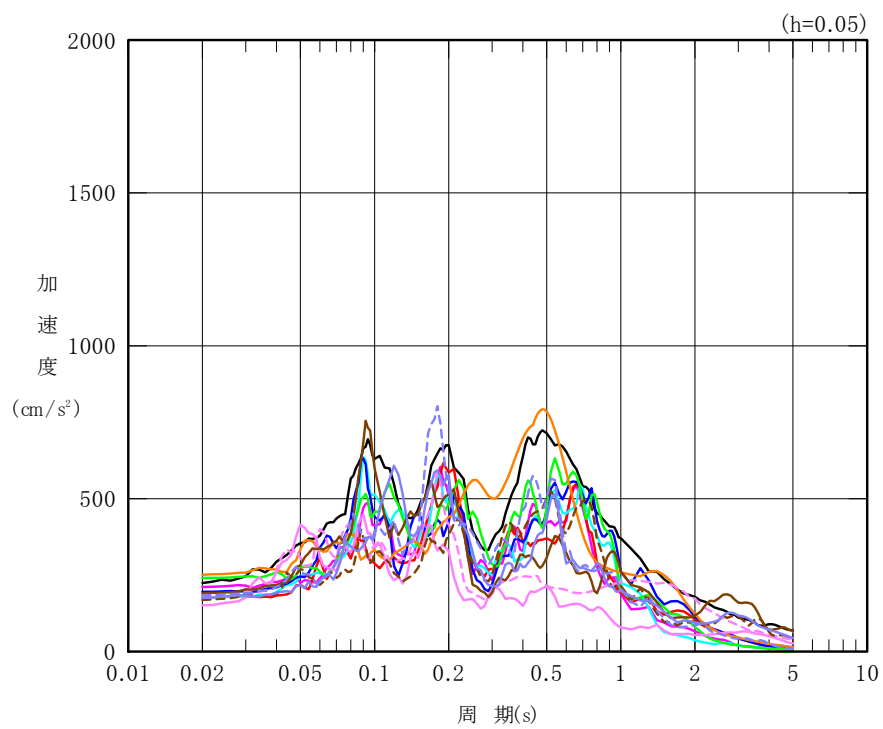
第3.3.1-3 図 入力地震動の加速度応答スペクトル (Ss, EW 方向, T.M.S.L. 31.53m)



凡例

- : Sd-A (H)
- : Sd-B1 (NS)
- : Sd-B2 (NS)
- : Sd-B3 (NS)
- : Sd-B4 (NS)
- : Sd-B5 (NS)
- : Sd-C1 (NSEW)
- : Sd-C2 (NS)
- - - : Sd-C2 (EW)
- : Sd-C3 (NS)
- - - : Sd-C3 (EW)
- : Sd-C4 (NS)
- - - : Sd-C4 (EW)

第 3. 3. 1-4 図 入力地震動の加速度応答スペクトル (Sd, NS 方向, T. M. S. L. 31. 53m)



凡例

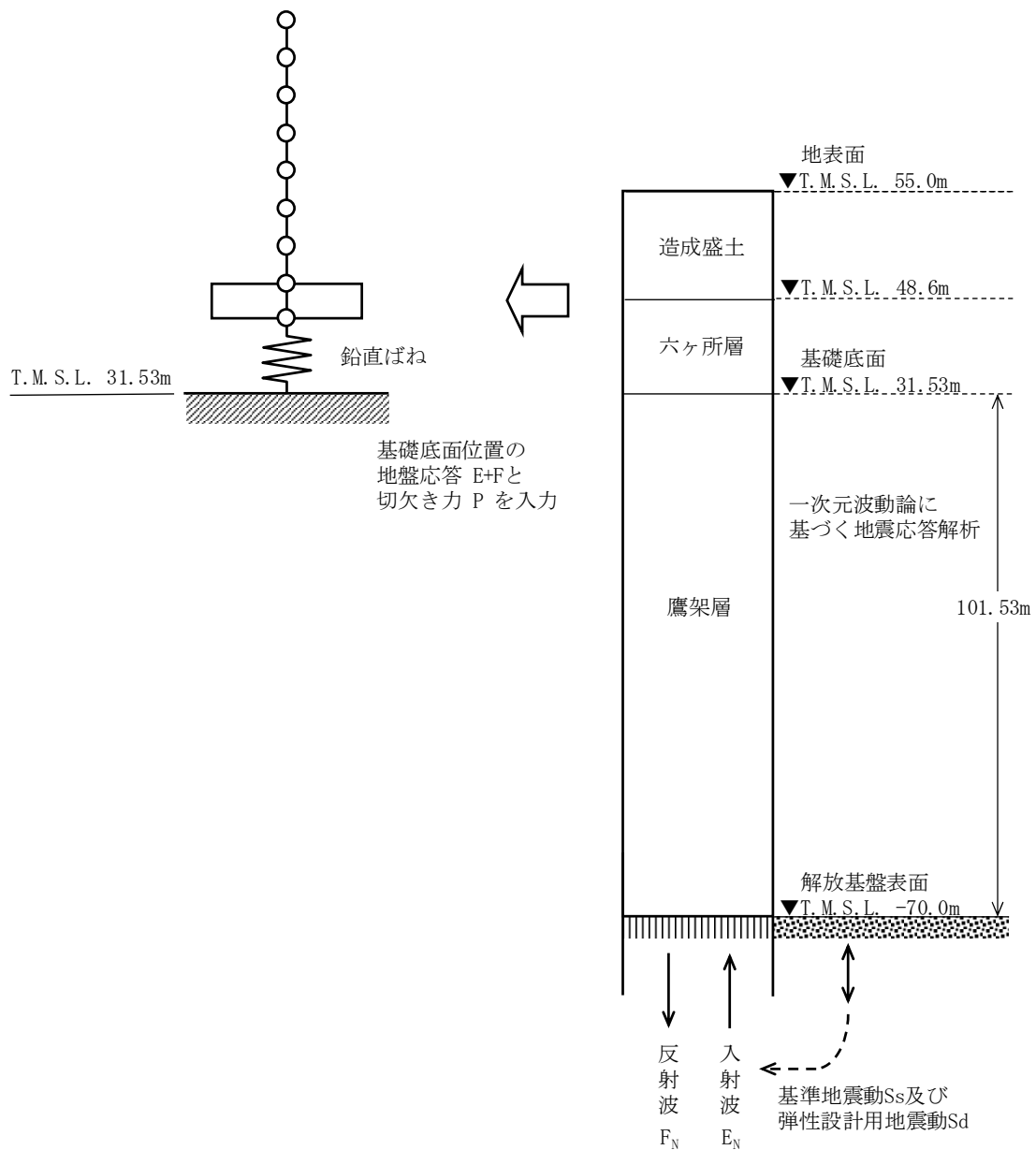
- : Sd-A (H)
- : Sd-B1 (EW)
- : Sd-B2 (EW)
- : Sd-B3 (EW)
- : Sd-B4 (EW)
- : Sd-B5 (EW)
- : Sd-C1 (NSEW)
- : Sd-C2 (NS)
- - - : Sd-C2 (EW)
- : Sd-C3 (NS)
- - - : Sd-C3 (EW)
- : Sd-C4 (NS)
- - - : Sd-C4 (EW)

第 3. 3. 1-5 図 入力地震動の加速度応答スペクトル (Sd, EW 方向, T.M.S.L. 31.53m)

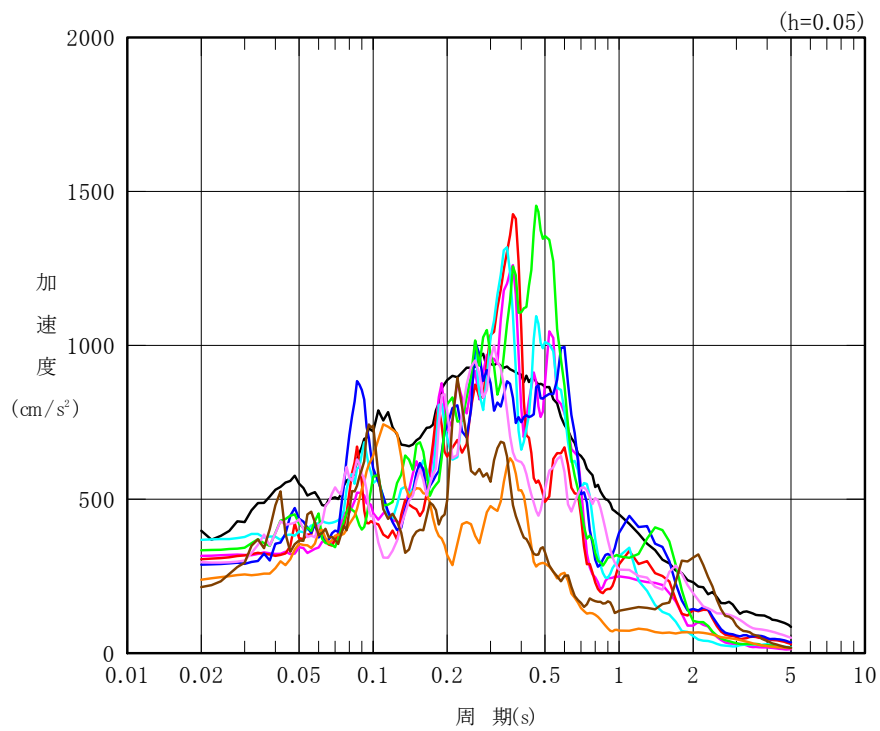
3.3.2 鉛直方向

鉛直方向モデルへの入力地震動は、一次元波動論に基づき、解放基盤表面レベルで定義される基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対する建屋基礎底面レベルでの地盤の応答として評価する。また、建屋基礎底面レベルにおける切欠き力を付加することにより、地盤の切欠き効果を考慮する。第 3.3.2-1 図に地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を示す。入力地震動の算定には、解析コード「TDAS Ver. 20121030」を用いる。ひずみ依存特性を考慮して求めた等価物性値を用いて、一次元波動論により算定した基礎底面位置 (T. M. S. L. 31.53m) における地盤応答の加速度応答スペクトルを第 3.3.2-2 図及び第 3.3.2-3 図に示す。

なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。



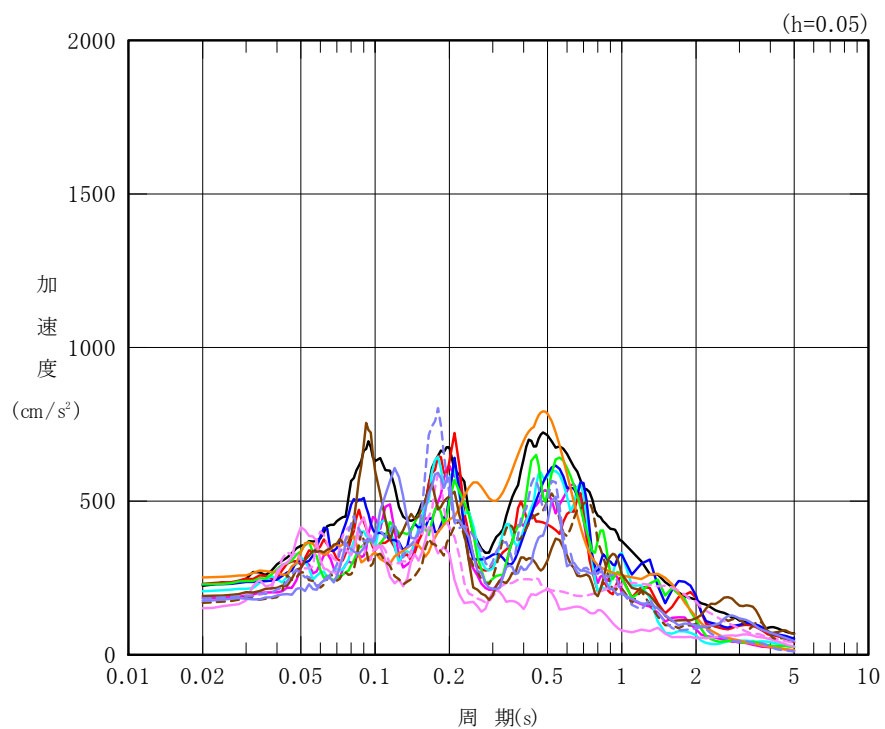
第 3.3.2-1 図 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図 (鉛直方向)



凡例

- : Ss-A (V)
- : Ss-B1 (UD)
- : Ss-B2 (UD)
- : Ss-B3 (UD)
- : Ss-B4 (UD)
- : Ss-B5 (UD)
- : Ss-C1 (UD)
- : Ss-C2 (UD)
- : Ss-C3 (UD)

第3.3.2-2図 入力地震動の加速度応答スペクトル (Ss, 鉛直方向, T.M.S.L. 31.53m)



凡例

- : Sd-A (V)
- : Sd-B1 (UD)
- : Sd-B2 (UD)
- : Sd-B3 (UD)
- : Sd-B4 (UD)
- : Sd-B5 (UD)
- : Sd-C1 (UD)
- : Sd-C2 (UD)
- : Sd-C3 (UD)

第3.3.2-3図 入力地震動の加速度応答スペクトル (Sd, 鉛直方向, T.M.S.L. 31.53m)

3.4 解析方法

燃料加工建屋の地震応答解析は、解析コード「TDAS Ver. 20121030」を用いる。

なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.4.1 動的解析

建物・構築物の動的解析は、添付書類「地震応答解析の基本方針」に記載の解析方法に基づき、時刻歴応答解析により実施する。

なお、最大接地圧は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2008（（社）日本電気協会）」を参考に、水平応答と鉛直応答から組合せ係数法（組合せ係数は1.0と0.4）を用いて算出する。

3.4.2 静的解析

(1) 水平地震力

水平地震力算定用の基準面は地表面相当（T. M. S. L. 56.80m）とし、基準面より上の部分（地上部分）の地震力は、地震層せん断力係数を用いて、次式により算出する。

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

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

ここで、

- Q_i : 第 i 層に生じる水平地震力
- n : 施設の重要度分類に応じた係数 (3.0)
- C_i : 第 i 層の地震層せん断力係数
- W_i : 第 i 層が支える重量
- Z : 地震地域係数 (1.0)
- R_t : 振動特性係数 (0.87)
- A_i : 第 i 層の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 (0.2)

基準面より下の部分（地下部分）の地震力は、当該部分の重量に、次式によって算定する地下震度を乗じて定める。

$$K=0.1 \cdot n \cdot (1-H/40) \cdot Z \cdot \alpha$$

ここで、

- K : 地下部分の水平震度
- n : 施設の重要度分類に応じた係数 (3.0)
- H : 地下の各部分の基準面からの深さ (m)
- α : 建物・構築物の側方地盤の影響を考慮した水平地下震度の補正係数(1.2)

また、 A_i はモーダルアナリシスにより算出する。

$$A_i = A_i' / A_1'$$

ここで、

$$A_i' = \sqrt{\sum_{j=1}^k \left(\sum_{m=1}^n W_m \cdot \beta_j \cdot U_{mj} \cdot R_t(T_j) \right)^2} / \sum_{m=1}^n W_m$$

- n : 建屋の層数
- W_m : 第 m 層の重量
- $\beta_j \cdot U_{mj}$: 第 m 層の j 次刺激関数
- T_j : 固有値解析により得られる建屋の j 次固有周期
- $R_t(T_j)$: 周期 T_j に対応する加速度応答スペクトルの値
- k : 考慮すべき最高次数で通常 3 以上とする

(2) 鉛直地震力

鉛直地震力は、鉛直震度 0.3 を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して、次式によって算定する鉛直震度を用いて定める。

$$C_V = R_V \cdot 0.3$$

ここで、

- C_V : 鉛直震度
- R_V : 鉛直方向振動特性係数(0.8)

3.4.3 必要保有水平耐力

各層の必要保有水平耐力 Q_{un} は、次式により算出する。

$$Q_{un} = D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud}$$

ここで、

- D_s : 各層の構造特性係数
 F_{es} : 各層の形状特性係数

地震力によって各層に生じる水平力 Q_{ud} は、次式により算出する。

$$Q_{ud} = n \cdot Z \cdot C_i \cdot W_i$$

ここで、

- n : 施設の重要度分類に応じた係数(1.0)
 Z : 地震地域係数(1.0)
 C_i : 第 i 層の地震層せん断力係数
 W_i : 第 i 層が支える重量

地震層せん断力係数は、次式により算出する。

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

ここで、

- R_t : 振動特性係数(0.87)
 A_i : 第 i 層の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(1.0)

また、 A_i は水平方向の地震応答解析モデルを用いたモーダルアナリシスにより算出する。

$$A_i = A_i' / A_1'$$

ここで、

$$A_i' = \sqrt{\sum_{j=1}^k \left(\sum_{m=i}^n W_m \cdot \beta_j \cdot U_{mj} \cdot R_t(T_j) \right)^2} / \sum_{m=i}^n W_m$$

- n : 建屋の層数
 W_m : 第 m 層の重量
 $\beta_j \cdot U_{mj}$: 第 m 層の j 次刺激関数
 T_j : 固有値解析により得られる建屋の j 次固有周期
 $R_t(T_j)$: 周期 T_j に対応する加速度応答スペクトルの値
 k : 考慮すべき最高次数で通常 3 以上とする

基準面より下の部分（地下部分）の水平地震力は、当該部分の重量に、次式にて算定する水平震度を乗じて算定する。なお、地上部分の考え方と整合させるために5倍とする。

$$K' = 5 \times 0.1 \cdot n \cdot (1 - H/40) \cdot Z \cdot \alpha$$

ここで、

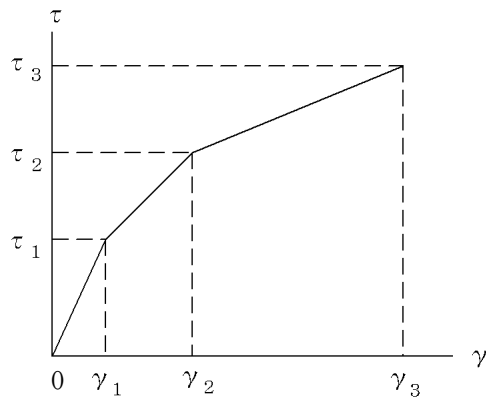
- K' : 地下部分の水平震度
- n : 施設の重要度分類に応じた係数(1.0)
- H : 地下の各部分の基準面からの深さ (m)
- α : 建物・構築物の側方地盤の影響を考慮した水平地下震度の補正係数(1.2)

3.5 解析条件

3.5.1 建物・構築物の復元力特性

(1) 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係（ τ - γ 関係）

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係（ τ - γ 関係）は、「JEAG 4601-1991 追補版」に基づき、トリリニア型スケルトン曲線とする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係を第 3.5.1-1 図に示す。

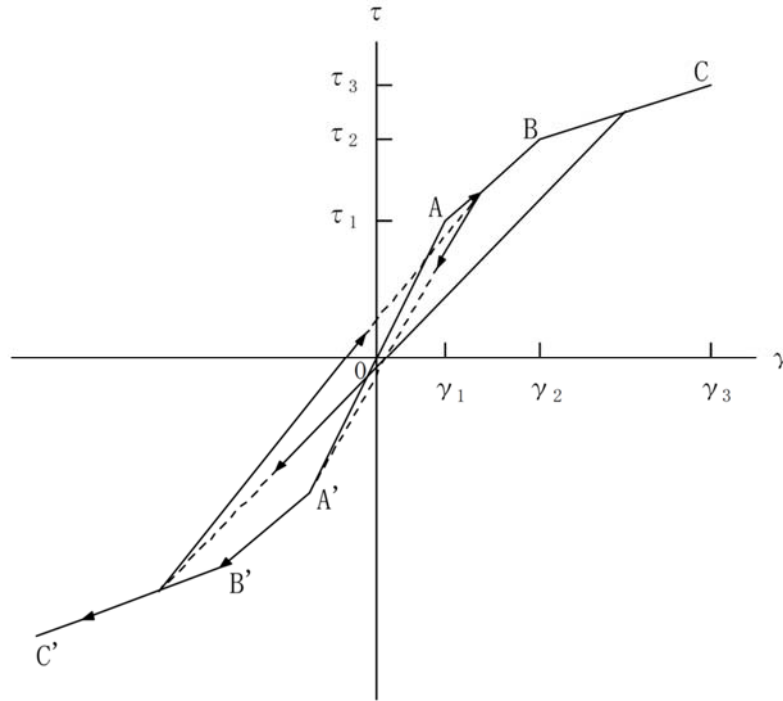


- τ_1 : 第 1 折点のせん断応力度
- τ_2 : 第 2 折点のせん断応力度
- τ_3 : 終局点のせん断応力度
- γ_1 : 第 1 折点のせん断ひずみ度
- γ_2 : 第 2 折点のせん断ひずみ度
- γ_3 : 終局点のせん断ひずみ度 ($\gamma_3 = 4.0 \times 10^{-3}$)

第 3.5.1-1 図 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係

(2) 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係の履歴特性

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係の履歴特性は、「JEAG 4601-1991 追補版」に基づき、最大点指向型モデルとする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係の履歴特性を第 3.5.1-2 図に示す。

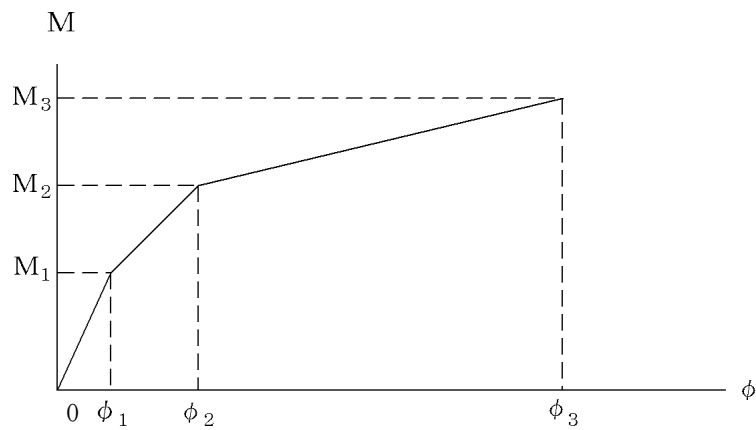


- 0-A 間：弾性範囲。
- A-B 間：負側スケルトンが経験した最大点に向う。ただし、負側最大点が第 1 折点を越えていなければ、負側第 1 折点に向う。
- B-C 間：負側最大点指向。
- 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- 安定ループは面積を持たない。

第 3.5.1-2 図 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係の履歴特性

(3) 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- ϕ 関係)

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- ϕ 関係) は, 「JEAG 4601-1991 追補版」に基づき, トリリニア型スケルトン曲線とする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係を第 3.5.1-3 図に示す。

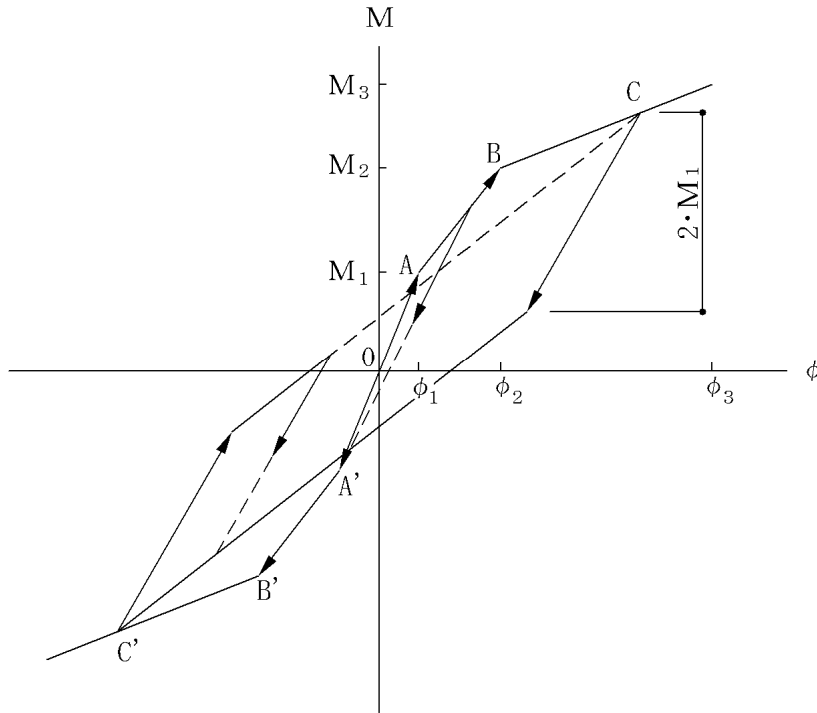


- M_1 : 第1折点の曲げモーメント
- M_2 : 第2折点の曲げモーメント
- M_3 : 終局点の曲げモーメント
- ϕ_1 : 第1折点の曲率
- ϕ_2 : 第2折点の曲率
- ϕ_3 : 終局点の曲率

第 3.5.1-3 図 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係

(4) 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性は、「JEAG 4601-1991 追補版」に基づき、ディグレイディングトリリニア型モデルとする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性を第 3.5.1-4 図に示す。



- a. 0-A 間：弾性範囲。
- b. A-B 間：負側スケルトンの経験した最大点に向う。ただし、負側最大点が第 1 折点を越えていなければ、負側第 1 折点に向う。
- c. B-C 間：負側最大点指向型で、安定ループは最大曲率に応じた等価粘性減衰を与える平行四辺形をしたディグレイディングトリリニア型とする。平行四辺形の折点は、最大値から $2 \cdot M_1$ を減じた点とする。ただし、負側最大点が第 2 折点を越えていなければ、負側第 2 折点を最大点とする安定ループを形成する。また、安定ループ内部での繰り返しに用いる剛性は安定ループの戻り剛性に同じとする。
- d. 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。

第 3.5.1-4 図 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

(5) スケルトンカーブの諸数値

燃料加工建屋の各耐震壁について算定したせん断及び曲げスケルトンカーブの諸数値を第 3.5.1-1 表～第 3.5.1-4 表に示す。

第 3.5.1-1 表 せん断スケルトンカーブ (τ - γ 関係, NS 方向)

要素 番号	T. M. S. L. (m)	第 1 折点		第 2 折点		終局点	
		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 ($\times 10^{-3}$)
1	77.50～70.20	1.89	0.186	2.56	0.559	5.61	4.00
2	70.20～62.80	2.00	0.197	2.70	0.591	4.88	4.00
3	62.80～56.80	2.11	0.208	2.85	0.623	4.43	4.00
4	56.80～50.30	2.18	0.214	2.94	0.642	4.09	4.00
5	50.30～43.20	2.23	0.219	3.01	0.658	3.99	4.00
6	43.20～35.00	2.28	0.224	3.08	0.673	4.04	4.00

第 3.5.1-2 表 せん断スケルトンカーブ (τ - γ 関係, EW 方向)

要素 番号	T. M. S. L. (m)	第 1 折点		第 2 折点		終局点	
		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 ($\times 10^{-3}$)
1	77.50～70.20	1.89	0.186	2.56	0.559	3.30	4.00
2	70.20～62.80	2.00	0.197	2.70	0.591	4.09	4.00
3	62.80～56.80	2.11	0.208	2.85	0.623	3.70	4.00
4	56.80～50.30	2.18	0.214	2.94	0.642	4.03	4.00
5	50.30～43.20	2.23	0.219	3.01	0.658	4.10	4.00
6	43.20～35.00	2.28	0.224	3.08	0.673	4.02	4.00

第 3.5.1-3 表 曲げスケルトンカーブ (M-φ 関係, NS 方向)

要素 番号	T. M. S. L. (m)	第 1 折点		第 2 折点		終局点	
		M ₁ (×10 ⁷ kN・m)	φ ₁ (×10 ⁻⁴ /m)	M ₂ (×10 ⁷ kN・m)	φ ₂ (×10 ⁻⁴ /m)	M ₃ (×10 ⁷ kN・m)	φ ₃ (×10 ⁻⁴ /m)
1	77.50~70.20	0.254	0.0505	0.452	0.561	0.846	8.48
2	70.20~62.80	1.77	0.0249	3.15	0.254	5.43	5.08
3	62.80~56.80	2.10	0.0285	4.11	0.267	5.97	5.34
4	56.80~50.30	2.89	0.0315	5.26	0.275	7.26	5.49
5	50.30~43.20	3.72	0.0333	7.36	0.287	10.3	5.75
6	43.20~35.00	4.10	0.0342	8.29	0.288	11.5	5.58

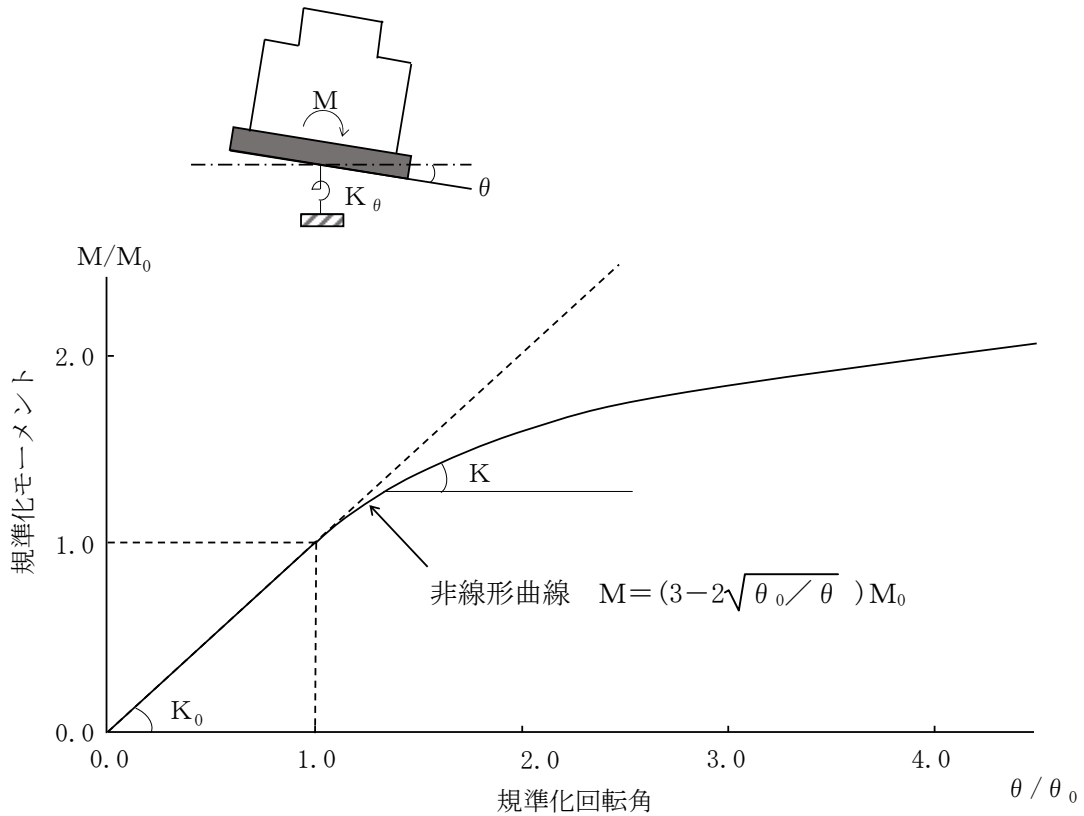
第 3.5.1-4 表 曲げスケルトンカーブ (M-φ 関係, EW 方向)

要素 番号	T. M. S. L. (m)	第 1 折点		第 2 折点		終局点	
		M ₁ (×10 ⁷ kN・m)	φ ₁ (×10 ⁻⁴ /m)	M ₂ (×10 ⁷ kN・m)	φ ₂ (×10 ⁻⁴ /m)	M ₃ (×10 ⁷ kN・m)	φ ₃ (×10 ⁻⁴ /m)
1	77.50~70.20	1.15	0.0229	2.23	0.246	3.57	3.90
2	70.20~62.80	2.52	0.0256	4.36	0.246	6.17	4.92
3	62.80~56.80	2.79	0.0286	5.06	0.258	6.70	5.17
4	56.80~50.30	3.51	0.0309	6.28	0.267	8.44	5.33
5	50.30~43.20	4.00	0.0325	7.73	0.277	10.6	5.53
6	43.20~35.00	4.74	0.0340	9.32	0.284	12.8	5.68

3.5.2 地盤のロックンバねの復元力特性

地盤のロックンバねに関する曲げモーメントー回転角の関係は、「JEAG 4601-1991 追補版」に基づき、浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。ロックンバねの曲げモーメントー回転角の関係を第3.5.2-1図に示す。

浮上り時の地盤のロックンバねの剛性は、第3.5.2-1図の曲線で表され、減衰係数は、ロックンバねの接線剛性に比例するものとして考慮する。



- M : 転倒モーメント
- M_0 : 浮上り限界転倒モーメント
- θ : 回転角
- θ_0 : 浮上り限界回転角
- K_0 : 底面ロックンバねのばね定数 (浮上り前)
- K : 底面ロックンバねのばね定数 (浮上り後)

第3.5.2-1図 ロックンバねの曲げモーメントー回転角の関係

3.6 材料物性のばらつき

解析においては、「3.2 地震応答解析モデル」に示す物性値及び定数を基本ケースとし、材料物性のばらつきを考慮する。材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析は、建屋応答への影響の大きい地震動に対して実施することとし、基本ケースの地震応答解析において応答値（加速度、変位、せん断力、曲げモーメント及び軸力）が、各層において最大となっている地震動に対して実施する。

材料物性のばらつきのうち、地盤物性のばらつきについては、支持地盤及び埋戻し土ともに敷地内のボーリング調査結果等に基づき、第 3.2.1-3 表に示す地盤の物性値を基本とし、標準偏差 $\pm 1\sigma$ の変動幅を考慮する。第 3.6-1 表及び第 3.6-2 表に設定した地盤の初期物性値を示す。なお、建屋物性のばらつきについては、コンクリート強度の実強度は設計基準強度よりも大きくなること及び建屋剛性として考慮していない壁の建屋剛性への寄与については構造耐力の向上が見られることから保守的に考慮しない。

材料物性のばらつきを考慮する解析ケースを、第 3.6-3 表に示す。

第 3.6-1 表 地盤の初期物性値
(地盤物性のばらつきを考慮したケース (+1σ))

標高 T. M. S. L. (m)	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	減衰定数 h
造成盛土	*1	*2	*2	*3
48.6				
六ヶ所層	18.3	*4	*4	*5
▽基礎スラブ底面				
31.53				
鷹架層	15.7	700	1940	0.03
23.0	15.3	830	1970	
-18.0	17.4	990	2140	
▽解放基盤表面	18.1	1030	2130	
-70.0				

*1 : 造成盛土の単位体積重量 γ_t は $\gamma_t = 17.183 + 0.0324D_p$ (kN/m³) から設定する。
ここで、 D_p は地表面からの深さ (m) を示す。

*2 : 造成盛土の速度構造 V_s , V_p は初期せん断剛性 $G_0 = 53200 + 4020D_p$ (kN/m²) 及び剛性低下率 $G/G_0 = 1/(1+9.27\gamma^{0.992})$ から、下式にて設定する。

$$V_s = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g}, \quad V_p = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g \times 2(1-\nu)/(1-2\nu)}$$

ここで、 γ は造成盛土のせん断ひずみを示す。

また、 ν は造成盛土のポアソン比を示し、 $\nu = 0.42$ である。

*3 : 造成盛土の減衰定数はひずみ依存特性を考慮し、下式にて設定する。

$$h = \gamma / (0.0438\gamma + 0.0150) + 1.74$$

ここで、 γ は造成盛土のせん断ひずみを示す。

*4 : 六ヶ所層の速度構造 V_s , V_p は初期せん断剛性 $G_0 = 520000$ (kN/m²) 及び剛性低下率

$$G/G_0 = 1/(1+5.91\gamma^{0.758})$$

$$V_s = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g}, \quad V_p = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g \times 2(1-\nu)/(1-2\nu)}$$

ここで、 γ は六ヶ所層のせん断ひずみを示す。

また、 ν は六ヶ所層のポアソン比を示し、 $\nu = 0.41$ である。

*5 : 六ヶ所層の減衰定数はひずみ依存特性を考慮し、下式にて設定する。

$$h = \gamma / (0.0829\gamma + 0.00582) + 1.18$$

ここで、 γ は六ヶ所層のせん断ひずみを示す。

第 3.6-2 表 地盤の初期物性値
(地盤物性のばらつきを考慮したケース (-1σ))

標高 T. M. S. L. (m)	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	減衰定数 h
造成盛土	*1	*2	*2	*3
48.6				
六ヶ所層	15.7	*4	*4	*5
▽基礎スラブ底面				
31.53	15.7	460	1480	0.03
23.0	15.3	650	1770	
鷹架層				
-18.0	17.4	790	1920	
▽解放基盤表面				
-70.0	18.1	830	1970	

*1: 造成盛土の単位体積重量 γ_t は $\gamma_t = 15.417 + 0.0324D_p$ (kN/m³) から設定する。
ここで、 D_p は地表面からの深さ (m) を示す。

*2: 造成盛土の速度構造 V_s , V_p は初期せん断剛性 $G_0 = 11600 + 4020D_p$ (kN/m²) 及び剛性低下率 $G/G_0 = 1/(1 + 9.27\gamma^{0.992})$ から、下式にて設定する。

$$V_s = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g}, \quad V_p = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g \times 2(1-\nu)/(1-2\nu)}$$

ここで、 γ は造成盛土のせん断ひずみを示す。

また、 ν は造成盛土のポアソン比を示し、 $\nu = 0.42$ である。

*3: 造成盛土の減衰定数はひずみ依存特性を考慮し、下式にて設定する。

$$h = \gamma / (0.0438\gamma + 0.0150) + 1.74$$

ここで、 γ は造成盛土のせん断ひずみを示す。

*4: 六ヶ所層の速度構造 V_s , V_p は初期せん断剛性 $G_0 = 86000$ (kN/m²) 及び剛性低下率

$$G/G_0 = 1/(1 + 5.91\gamma^{0.758})$$

$$V_s = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g}, \quad V_p = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g \times 2(1-\nu)/(1-2\nu)}$$

ここで、 γ は六ヶ所層のせん断ひずみを示す。

また、 ν は六ヶ所層のポアソン比を示し、 $\nu = 0.41$ である。

*5: 六ヶ所層の減衰定数はひずみ依存特性を考慮し、下式にて設定する。

$$h = \gamma / (0.0829\gamma + 0.00582) + 1.18$$

ここで、 γ は六ヶ所層のせん断ひずみを示す。

第 3. 6-3 表 材料物性のばらつきを考慮する解析ケース

ケース No.	地盤の物性値	解析ケース	基準地震動 Ss	弾性設計用地震動 Sd
0	第 3. 2. 1-3 表	基本ケース	全波	全波
1	第 3. 6-1 表	地盤物性のばらつきを考慮したケース (+1 σ)	Ss-A, Ss-B1, Ss-B3, Ss-C1	Sd-A, Sd-B3, Sd-C1
2	第 3. 6-2 表	地盤物性のばらつきを考慮したケース (-1 σ)	Ss-A, Ss-B1, Ss-B3, Ss-C1	Sd-A, Sd-B3, Sd-C1

4. 解析結果

4.1 動的解析

本資料においては、代表として基本ケースの地震応答解析結果を示す。また、地震応答解析に採用した解析モデルの一覧を第 4.1-1 表及び第 4.1-2 表に示す。

4.1.1 固有値解析結果

基礎浮上り非線形モデルによる固有値解析結果（固有周期，固有振動数及び刺激係数）を第 4.1.1-1 表～第 4.1.1-20 表に示す。刺激関数図を S_s-A，S_d-A の結果を代表として，第 4.1.1-1 図～第 4.1.1-6 図に示す。

なお，刺激係数は，各次の固有ベクトル {u} に対し，最大振幅が 1.0 となるように規準化した値を示す。

4.1.2 地震応答解析結果

(1) 基準地震動 S_s

基準地震動 S_s による最大応答値を第 4.1.2-1 図～第 4.1.2-15 図及び第 4.1.2-1 表～第 4.1.2-13 表に示す。

浮上り検討を第 4.1.2-14 表，最大接地圧を第 4.1.2-15 表に示す。

(2) 弾性設計用地震動 S_d

弾性設計用地震動 S_d による最大応答値を第 4.1.2-16 図～第 4.1.2-30 図及び第 4.1.2-16 表～第 4.1.2-28 表に示す。

浮上り検討を第 4.1.2-29 表，最大接地圧を第 4.1.2-30 表に示す。

第 4.1-1 表 地震応答解析に採用した解析モデル（基準地震動 Ss）

(a) NS 方向

Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)
①	①	①	①	①	①

Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)
①	①	①	①	①	①	①

(b) EW 方向

Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)
①	①	①	①	①	①

Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)
①	①	①	①	①	①	①

凡例

- ①：基礎浮上り非線形モデル
- ②：誘発上下動を考慮するモデル
- ③：地盤 3 次元 FEM モデル

(c) 鉛直方向

Ss-A (V)	Ss-B1 (UD)	Ss-B2 (UD)	Ss-B3 (UD)	Ss-B4 (UD)	Ss-B5 (UD)
①	①	①	①	①	①

Ss-C1 (UD)	Ss-C2 (UD)	Ss-C3 (UD)
①	①	①

凡例

- ①：鉛直ばねモデル
- ②：地盤 3 次元 FEM モデル

第 4.1-2 表 地震応答解析に採用した解析モデル（弾性設計用地震動 Sd）

(a) NS 方向

Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)
①	①	①	①	①	①

Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)
①	①	①	①	①	①	①

(b) EW 方向

Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)
①	①	①	①	①	①

Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)
①	①	①	①	①	①	①

凡例

- ①：基礎浮上り非線形モデル
- ②：誘発上下動を考慮するモデル
- ③：地盤 3 次元 FEM モデル

(c) 鉛直方向

Sd-A (V)	Sd-B1 (UD)	Sd-B2 (UD)	Sd-B3 (UD)	Sd-B4 (UD)	Sd-B5 (UD)
①	①	①	①	①	①

Sd-C1 (UD)	Sd-C2 (UD)	Sd-C3 (UD)
①	①	①

凡例

- ①：鉛直ばねモデル
- ②：地盤 3 次元 FEM モデル

第 4.1.1-1 表 固有値解析結果 (Ss-A)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.310	3.22	1.382	地盤連成
2	0.157	6.36	0.334	
3	0.084	11.88	-0.160	
4	0.065	15.33	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.307	3.26	1.336	地盤連成
2	0.158	6.33	0.321	
3	0.080	12.47	-0.133	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1.1-2 表 固有値解析結果 (Ss-B1)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.309	3.23	1.383	地盤連成
2	0.157	6.36	0.335	
3	0.084	11.88	-0.161	
4	0.065	15.33	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.306	3.27	1.337	地盤連成
2	0.158	6.33	0.323	
3	0.080	12.47	-0.134	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1.1-3 表 固有値解析結果 (Ss-B2)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.310	3.23	1.382	地盤連成
2	0.157	6.36	0.334	
3	0.084	11.88	-0.161	
4	0.065	15.33	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.306	3.26	1.337	地盤連成
2	0.158	6.33	0.322	
3	0.080	12.47	-0.133	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1.1-4 表 固有値解析結果 (Ss-B3)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.310	3.23	1.382	地盤連成
2	0.157	6.36	0.335	
3	0.084	11.88	-0.161	
4	0.065	15.33	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.306	3.26	1.337	地盤連成
2	0.158	6.33	0.322	
3	0.080	12.47	-0.134	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1.1-5 表 固有値解析結果 (Ss-B4)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.310	3.22	1.381	地盤連成
2	0.157	6.36	0.333	
3	0.084	11.88	-0.160	
4	0.065	15.33	0.134	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.307	3.26	1.336	地盤連成
2	0.158	6.32	0.321	
3	0.080	12.47	-0.133	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1.1-6 表 固有値解析結果 (Ss-B5)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.311	3.22	1.381	地盤連成
2	0.157	6.36	0.333	
3	0.084	11.88	-0.159	
4	0.065	15.32	0.134	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.307	3.26	1.336	地盤連成
2	0.158	6.32	0.320	
3	0.080	12.47	-0.133	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1.1-7 表 固有値解析結果 (Ss-C1)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.310	3.23	1.382	地盤連成
2	0.157	6.36	0.335	
3	0.084	11.88	-0.161	
4	0.065	15.33	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.306	3.26	1.336	地盤連成
2	0.158	6.33	0.322	
3	0.080	12.47	-0.134	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1.1-8 表 固有値解析結果 (Ss-C2)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.309	3.24	1.383	地盤連成
2	0.157	6.37	0.336	
3	0.084	11.88	-0.162	
4	0.065	15.33	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.305	3.27	1.337	地盤連成
2	0.158	6.33	0.324	
3	0.080	12.48	-0.134	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1.1-9 表 固有値解析結果 (Ss-C3)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.310	3.23	1.382	地盤連成
2	0.157	6.36	0.335	
3	0.084	11.88	-0.161	
4	0.065	15.33	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.306	3.27	1.337	地盤連成
2	0.158	6.33	0.322	
3	0.080	12.47	-0.134	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4. 1. 1-10 表 固有値解析結果 (Ss-C4)

(a) NS 方向

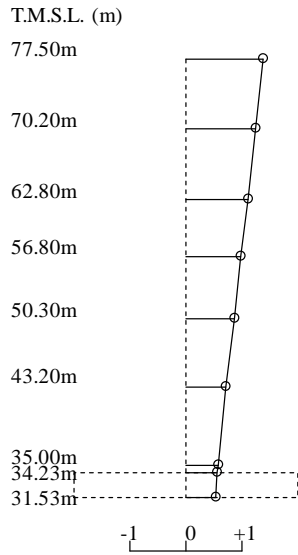
次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.310	3.22	1.382	地盤連成
2	0.157	6.36	0.334	
3	0.084	11.88	-0.160	
4	0.065	15.33	0.134	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.307	3.26	1.336	地盤連成
2	0.158	6.33	0.321	
3	0.080	12.47	-0.133	
4	0.060	16.71	0.070	

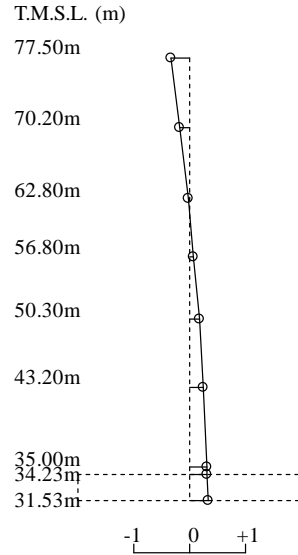
1 次モード

固有周期 $T_1=0.310$ (s)
 固有振動数 $f_1=3.22$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.382$



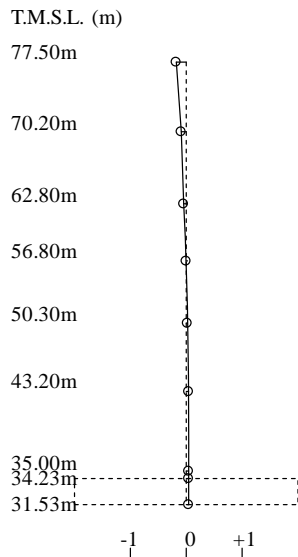
2 次モード

固有周期 $T_2=0.157$ (s)
 固有振動数 $f_2=6.36$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=0.334$



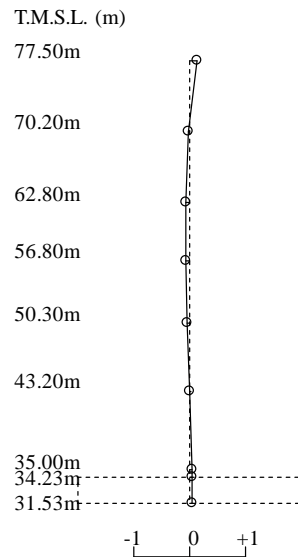
3 次モード

固有周期 $T_3=0.084$ (s)
 固有振動数 $f_3=11.88$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_3=-0.160$



4 次モード

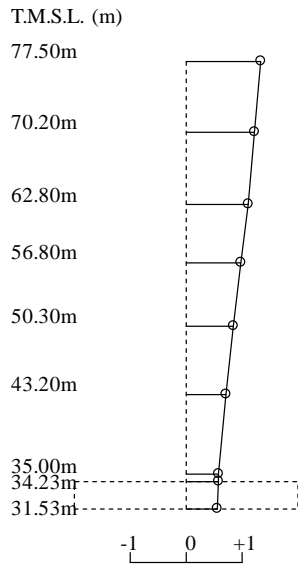
固有周期 $T_4=0.065$ (s)
 固有振動数 $f_4=15.33$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_4=0.135$



第 4.1.1-1 図 刺激関数図 (Ss-A, NS 方向)

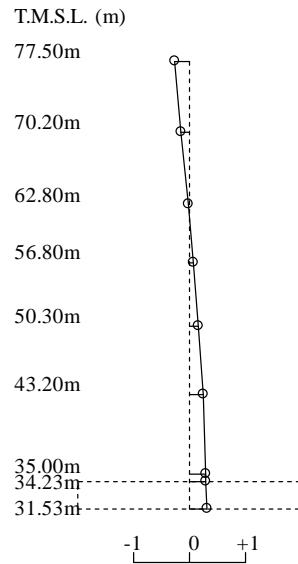
1 次モード

固有周期 $T_1=0.307$ (s)
 固有振動数 $f_1=3.26$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.336$



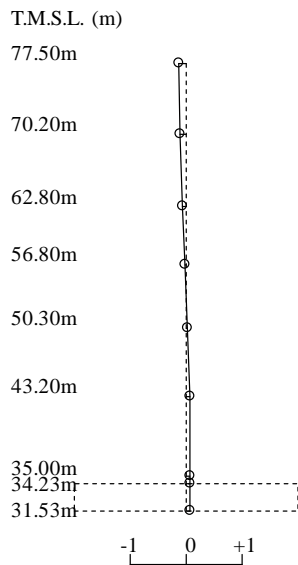
2 次モード

固有周期 $T_2=0.158$ (s)
 固有振動数 $f_2=6.33$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=0.321$



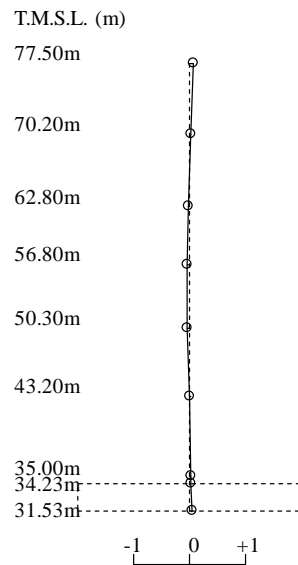
3 次モード

固有周期 $T_3=0.080$ (s)
 固有振動数 $f_3=12.47$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_3=-0.133$



4 次モード

固有周期 $T_4=0.060$ (s)
 固有振動数 $f_4=16.71$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_4=0.070$



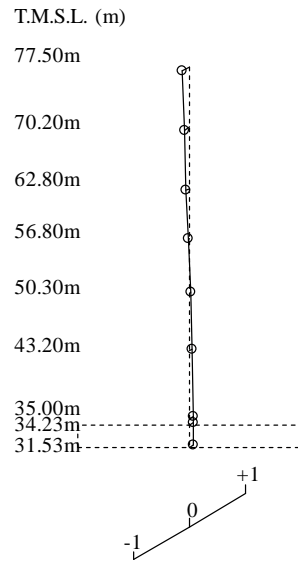
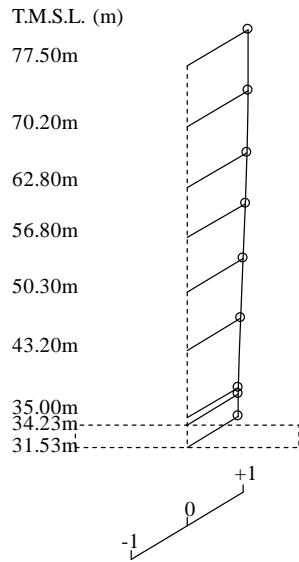
第 4. 1. 1-2 図 刺激関数図 (Ss-A, EW 方向)

1 次モード

固有周期 $T_1=0.199$ (s)
 固有振動数 $f_1=5.02$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.096$

2 次モード

固有周期 $T_2=0.046$ (s)
 固有振動数 $f_2=21.96$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=-0.125$



第 4.1.1-3 図 刺激関数図 (Ss-A, 鉛直方向)

第 4.1.1-11 表 固有値解析結果 (Sd-A)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.308	3.24	1.384	地盤連成
2	0.157	6.37	0.337	
3	0.084	11.89	-0.163	
4	0.065	15.33	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.305	3.28	1.338	地盤連成
2	0.158	6.34	0.325	
3	0.080	12.48	-0.135	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4. 1. 1-12 表 固有値解析結果 (Sd-B1)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.308	3.25	1.384	地盤連成
2	0.157	6.37	0.338	
3	0.084	11.89	-0.163	
4	0.065	15.33	0.136	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.305	3.28	1.338	地盤連成
2	0.158	6.34	0.326	
3	0.080	12.48	-0.135	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4. 1. 1-13 表 固有値解析結果 (Sd-B2)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.308	3.25	1.384	地盤連成
2	0.157	6.37	0.338	
3	0.084	11.89	-0.163	
4	0.065	15.33	0.136	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.305	3.28	1.338	地盤連成
2	0.158	6.34	0.326	
3	0.080	12.48	-0.135	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4. 1. 1-14 表 固有値解析結果 (Sd-B3)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.308	3.25	1.384	地盤連成
2	0.157	6.37	0.338	
3	0.084	11.89	-0.163	
4	0.065	15.33	0.136	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.305	3.28	1.338	地盤連成
2	0.158	6.34	0.326	
3	0.080	12.48	-0.135	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4. 1. 1-15 表 固有値解析結果 (Sd-B4)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.308	3.24	1.384	地盤連成
2	0.157	6.37	0.338	
3	0.084	11.89	-0.163	
4	0.065	15.33	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.305	3.28	1.338	地盤連成
2	0.158	6.34	0.325	
3	0.080	12.48	-0.135	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4. 1. 1-16 表 固有値解析結果 (Sd-B5)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.309	3.24	1.384	地盤連成
2	0.157	6.37	0.337	
3	0.084	11.89	-0.162	
4	0.065	15.33	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.305	3.28	1.338	地盤連成
2	0.158	6.33	0.325	
3	0.080	12.48	-0.135	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4. 1. 1-17 表 固有値解析結果 (Sd-C1)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.309	3.23	1.383	地盤連成
2	0.157	6.36	0.336	
3	0.084	11.88	-0.161	
4	0.065	15.33	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.306	3.27	1.337	地盤連成
2	0.158	6.33	0.323	
3	0.080	12.47	-0.134	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4. 1. 1-18 表 固有値解析結果 (Sd-C2)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.307	3.25	1.385	地盤連成
2	0.157	6.37	0.339	
3	0.084	11.89	-0.164	
4	0.065	15.33	0.136	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.304	3.29	1.339	地盤連成
2	0.158	6.34	0.327	
3	0.080	12.48	-0.136	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4. 1. 1-19 表 固有値解析結果 (Sd-C3)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.308	3.25	1.385	地盤連成
2	0.157	6.37	0.339	
3	0.084	11.89	-0.164	
4	0.065	15.33	0.136	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.304	3.29	1.338	地盤連成
2	0.158	6.34	0.326	
3	0.080	12.48	-0.136	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4. 1. 1-20 表 固有値解析結果 (Sd-C4)

(a) NS 方向

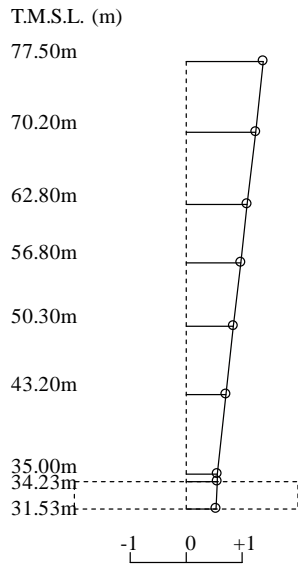
次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.308	3.25	1.384	地盤連成
2	0.157	6.37	0.338	
3	0.084	11.89	-0.163	
4	0.065	15.33	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.305	3.28	1.338	地盤連成
2	0.158	6.34	0.325	
3	0.080	12.48	-0.135	
4	0.060	16.71	0.070	

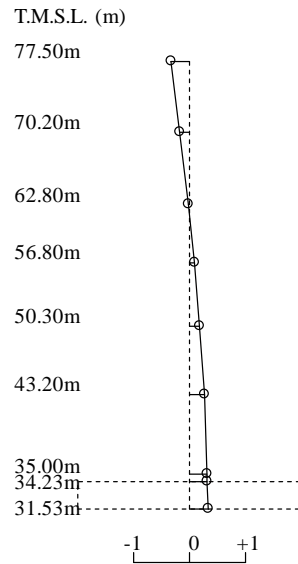
1 次モード

固有周期 $T_1=0.308$ (s)
 固有振動数 $f_1=3.24$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.384$



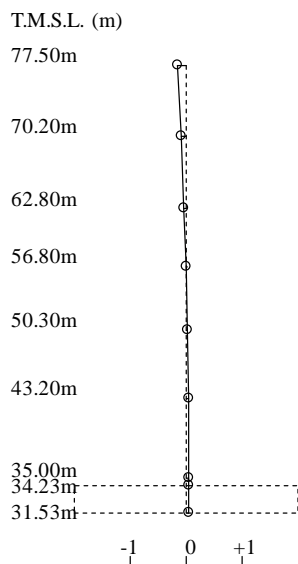
2 次モード

固有周期 $T_2=0.157$ (s)
 固有振動数 $f_2=6.37$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=0.337$



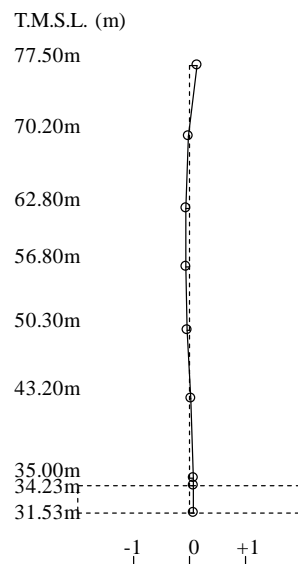
3 次モード

固有周期 $T_3=0.084$ (s)
 固有振動数 $f_3=11.89$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_3=-0.163$



4 次モード

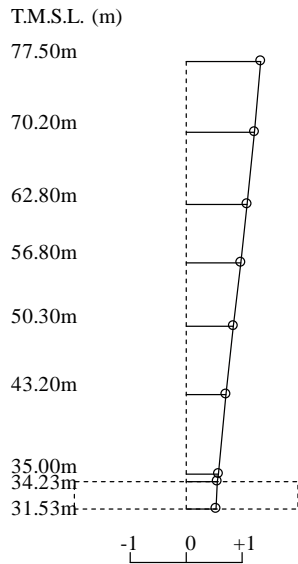
固有周期 $T_4=0.065$ (s)
 固有振動数 $f_4=15.33$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_4=0.135$



第 4. 1. 1-4 図 刺激関数図 (Sd-A, NS 方向)

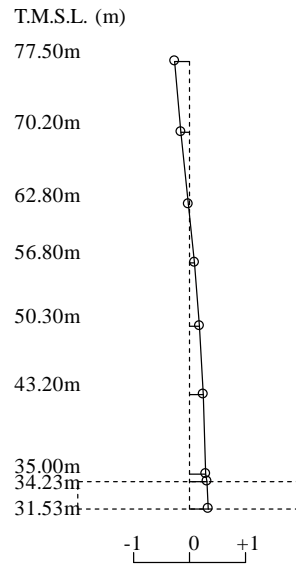
1 次モード

固有周期 $T_1=0.305$ (s)
 固有振動数 $f_1=3.28$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.338$



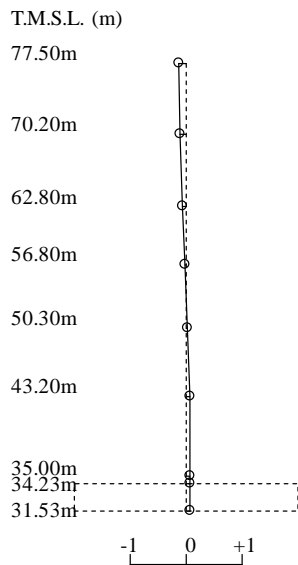
2 次モード

固有周期 $T_2=0.158$ (s)
 固有振動数 $f_2=6.34$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=0.325$



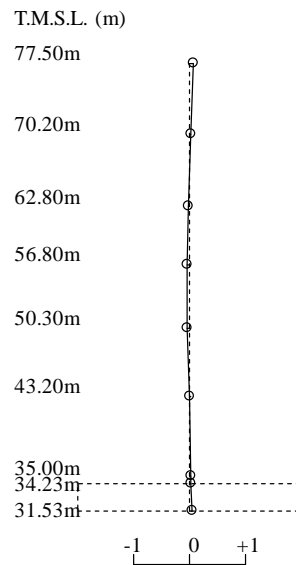
3 次モード

固有周期 $T_3=0.080$ (s)
 固有振動数 $f_3=12.48$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_3=-0.135$



4 次モード

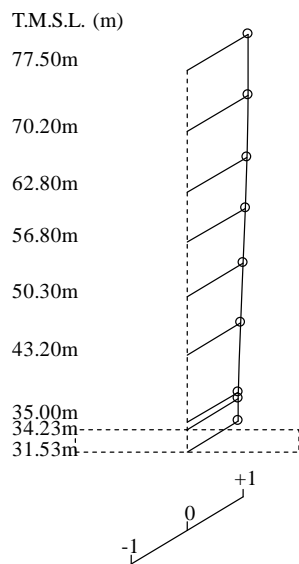
固有周期 $T_4=0.060$ (s)
 固有振動数 $f_4=16.71$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_4=0.070$



第 4. 1. 1-5 図 刺激関数図 (Sd-A, EW 方向)

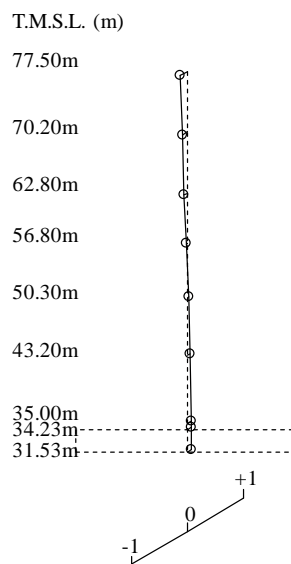
1 次モード

固有周期 $T_1=0.199$ (s)
 固有振動数 $f_1=5.02$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.096$

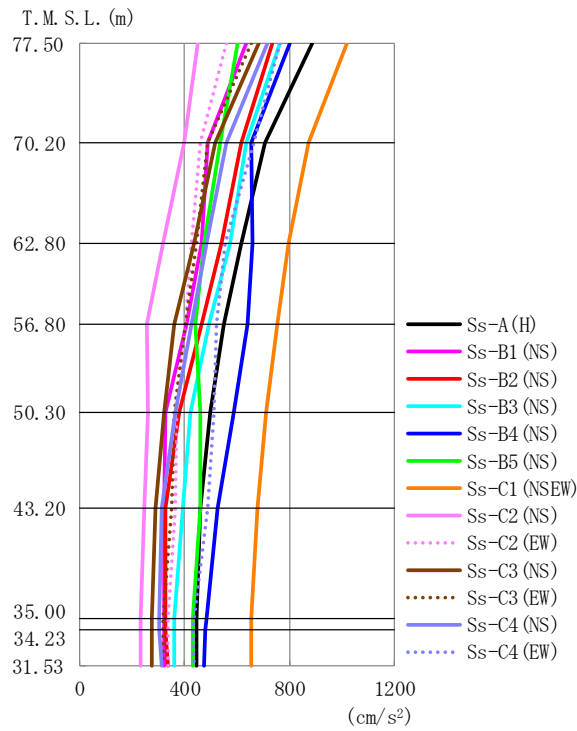


2 次モード

固有周期 $T_2=0.046$ (s)
 固有振動数 $f_2=21.96$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=-0.125$



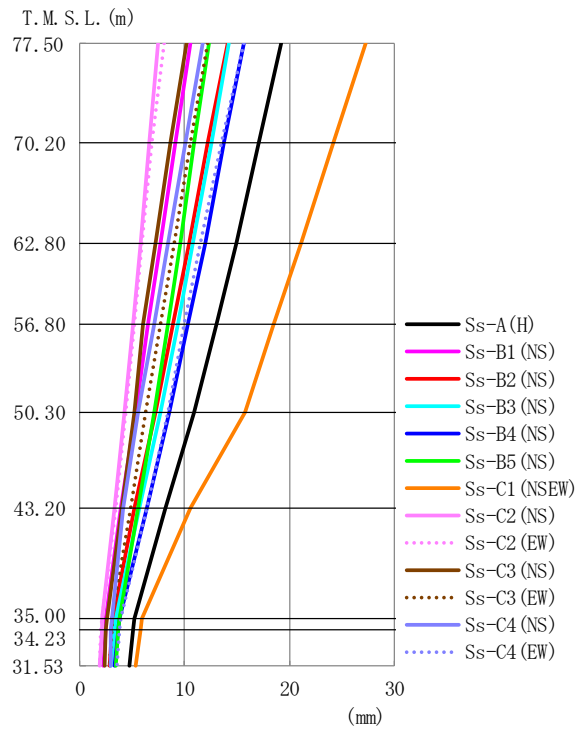
第 4.1.1-6 図 刺激関数図 (Sd-A, 鉛直方向)



第 4. 1. 2-1 図 最大応答加速度 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, NS 方向)

第 4. 1. 2-1 表 最大応答加速度一覧表 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, NS 方向)

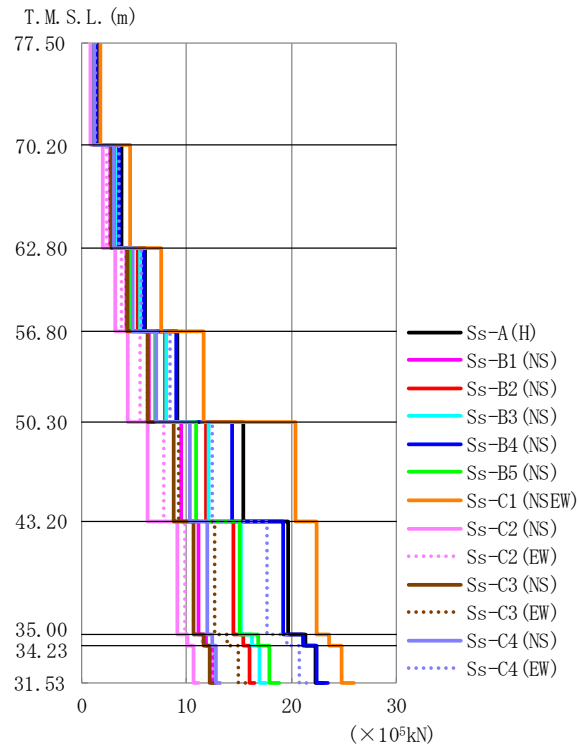
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)														最大値
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)		
77.50	1	885	637	735	764	804	604	1022	449	561	684	654	714	763	1022	
70.20	2	707	490	617	634	657	535	873	401	458	518	491	559	666	873	
62.80	3	615	466	539	572	658	472	798	318	426	437	447	485	556	798	
56.80	4	552	408	466	493	638	443	756	259	402	363	401	425	521	756	
50.30	5	496	328	382	424	588	459	713	262	369	323	360	367	511	713	
43.20	6	461	323	330	395	526	462	678	245	365	292	352	312	487	678	
35.00	7	445	322	329	362	483	434	653	231	336	278	320	304	435	653	
34.23	8	445	323	329	361	481	434	653	231	337	274	318	306	434	653	
31.53	9	446	325	338	360	477	433	657	231	338	277	316	313	435	657	



第4.1.2-2 図 最大応答変位 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, NS 方向)

第4.1.2-2 表 最大応答変位一覧表 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, NS 方向)

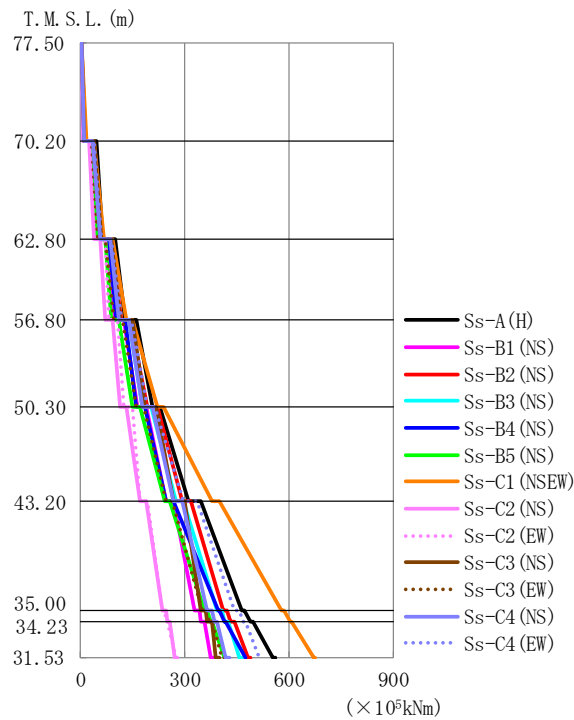
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)													最大値
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)	
77.50	1	19.2	10.6	14.0	14.3	15.7	12.3	27.3	7.50	8.03	10.2	12.2	11.7	15.6	27.3
70.20	2	17.1	9.12	12.2	12.5	13.8	10.9	24.1	6.62	6.93	8.69	10.6	10.0	13.6	24.1
62.80	3	14.9	7.75	10.5	10.8	12.0	9.55	21.1	5.77	5.93	7.19	9.02	8.43	11.5	21.1
56.80	4	13.0	6.57	8.90	9.34	10.4	8.40	18.5	5.05	5.16	6.11	7.71	7.07	10.0	18.5
50.30	5	10.9	5.33	7.20	7.68	8.59	7.13	15.7	4.30	4.40	5.18	6.32	5.61	8.37	15.7
43.20	6	8.21	3.95	5.18	5.69	6.37	5.55	10.6	3.36	3.43	4.03	4.81	4.15	6.38	10.6
35.00	7	5.25	2.53	3.17	3.43	3.75	3.76	5.98	2.15	2.10	2.59	3.11	3.05	3.95	5.98
34.23	8	5.11	2.46	3.08	3.32	3.62	3.68	5.82	2.09	2.03	2.52	3.03	3.01	3.84	5.82
31.53	9	4.74	2.28	2.84	3.01	3.28	3.48	5.39	1.95	1.86	2.34	2.82	2.92	3.55	5.39



第 4. 1. 2-3 図 最大応答せん断力（基準地震動 Ss, ケース No. 0, NS 方向）

第 4. 1. 2-3 表 最大応答せん断力一覧表（基準地震動 Ss, ケース No. 0, NS 方向）

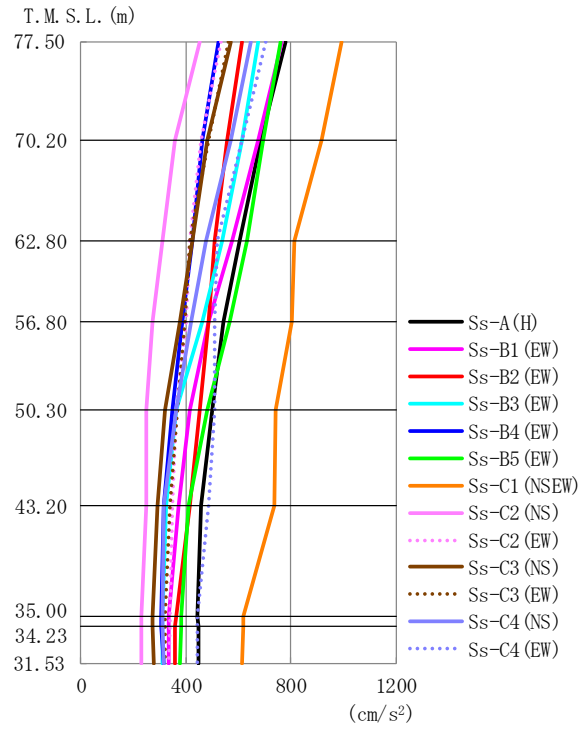
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答せん断力(×10 ⁶ kN)												最大値	
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)		Ss-C4 (EW)
77.50	1	1.57	1.13	1.31	1.36	1.42	1.07	1.80	0.80	0.99	1.21	1.16	1.27	1.35	1.80
70.20	2	3.87	2.74	3.27	3.41	3.58	2.87	4.70	1.99	2.35	2.84	2.80	3.09	3.58	4.70
62.80	3	6.10	4.26	5.34	5.55	5.93	4.72	7.66	3.20	3.88	4.40	4.26	4.94	5.71	7.66
56.80	4	9.20	6.43	7.95	8.09	9.08	7.06	11.67	4.42	5.58	6.36	6.28	7.15	8.44	11.67
50.30	5	15.42	9.53	11.93	12.12	14.39	10.88	20.36	6.30	7.88	8.77	9.23	10.37	12.51	20.36
43.20	6	19.75	11.22	14.43	15.22	19.21	15.13	22.41	9.17	9.90	10.71	12.66	12.02	17.63	22.41
35.00	7	21.33	11.93	15.43	16.26	21.08	16.81	23.62	10.11	11.47	11.69	13.91	12.45	19.59	23.62
34.23	8	22.32	12.42	16.03	16.97	22.38	17.89	24.79	10.66	12.46	12.28	14.96	12.83	20.81	24.79
31.53															



第 4.1.2-4 図 最大応答曲げモーメント (基準地震動 Ss, ケース No. 0, NS 方向)

第 4.1.2-4 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, NS 方向)

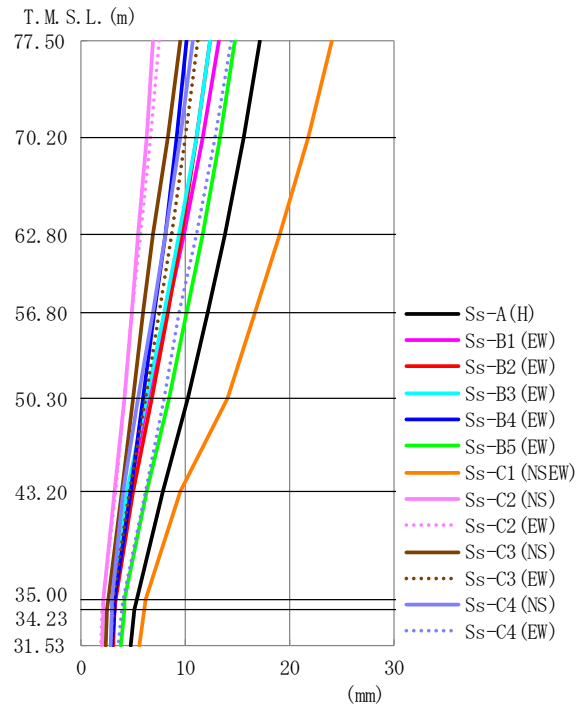
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kNm)												最大値	
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)		Ss-C4 (EW)
77.50	1	13.85	10.36	11.77	11.82	11.20	9.29	16.79	7.76	8.99	11.51	10.23	11.06	11.84	16.79
70.20	2	65.88	52.28	59.61	55.94	54.59	46.10	67.37	37.51	43.37	59.49	50.47	57.57	61.26	67.37
62.80	3	127.37	101.05	116.72	108.75	103.07	89.50	131.43	72.40	81.25	115.74	97.90	111.47	119.43	131.43
56.80	4	206.42	163.07	191.82	178.22	160.61	149.37	221.20	115.03	124.91	184.76	159.17	179.19	192.34	221.20
50.30	5	310.68	244.81	293.42	275.83	247.16	241.63	378.38	171.49	173.10	268.04	244.80	267.78	297.67	378.38
43.20	6	464.55	329.62	409.65	393.94	398.35	355.59	579.51	235.94	236.19	345.61	350.57	363.67	444.27	579.51
35.00	7	489.64	347.45	432.73	415.52	415.33	374.20	603.42	250.61	248.12	365.61	369.90	384.59	467.28	603.42
34.23	8	555.66	375.30	483.03	458.26	475.47	415.81	672.51	272.45	275.86	390.49	406.93	418.36	514.44	672.51
31.53															



第 4. 1. 2-5 図 最大応答加速度 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, EW 方向)

第 4. 1. 2-5 表 最大応答加速度一覧表 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, EW 方向)

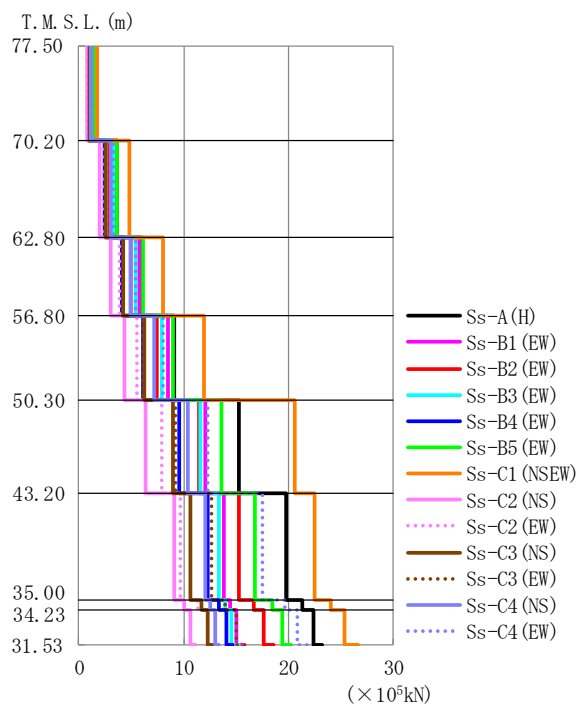
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)													最大値
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)	
77.50	1	782	768	613	676	523	760	993	453	534	572	560	648	702	993
70.20	2	686	674	557	616	464	697	918	360	457	482	486	573	614	918
62.80	3	605	578	509	540	424	632	813	311	416	427	417	479	521	813
56.80	4	543	488	486	461	389	567	805	273	400	379	396	418	509	805
50.30	5	503	417	455	365	347	482	740	248	365	323	366	361	509	740
43.20	6	459	372	414	324	313	412	737	247	350	290	340	316	484	737
35.00	7	445	334	362	311	308	380	620	232	340	271	322	309	442	620
34.23	8	446	332	361	311	307	380	618	231	339	272	322	311	441	618
31.53	9	448	333	358	310	315	379	614	230	336	276	323	318	443	614



第 4.1.2-6 図 最大応答変位 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, EW 方向)

第 4.1.2-6 表 最大応答変位一覧表 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, EW 方向)

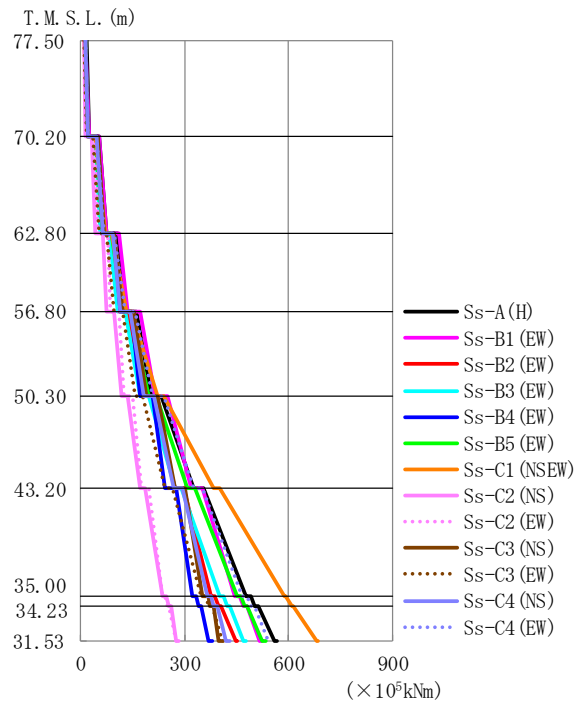
T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)													最大値
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)	
77.50	1	17.1	13.2	12.4	12.4	10.1	14.7	24.1	6.94	7.49	9.49	11.2	10.7	14.5	24.1
70.20	2	15.6	11.7	11.1	11.0	9.20	13.3	21.8	6.27	6.63	8.33	10.1	9.57	12.9	21.8
62.80	3	13.8	9.84	9.64	9.41	8.06	11.6	19.1	5.54	5.68	6.97	8.70	8.14	11.1	19.1
56.80	4	12.2	8.25	8.32	7.97	7.04	10.1	16.7	4.89	4.92	5.91	7.53	6.89	9.46	16.7
50.30	5	10.3	6.44	6.78	6.32	5.98	8.42	14.0	4.17	4.18	5.02	6.20	5.47	7.95	14.0
43.20	6	7.93	4.62	5.01	4.47	4.75	6.36	9.55	3.27	3.30	3.92	4.69	4.12	6.17	9.55
35.00	7	5.31	3.28	3.36	3.08	3.28	4.24	6.18	2.17	2.11	2.61	3.15	3.03	4.00	6.18
34.23	8	5.19	3.21	3.29	3.03	3.21	4.13	6.03	2.12	2.06	2.55	3.07	3.00	3.90	6.03
31.53	9	4.82	3.04	3.06	2.88	3.01	3.82	5.59	1.99	1.89	2.38	2.87	2.92	3.62	5.59



第 4. 1. 2-7 図 最大応答せん断力 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, EW 方向)

第 4. 1. 2-7 表 最大応答せん断力一覧表 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, EW 方向)

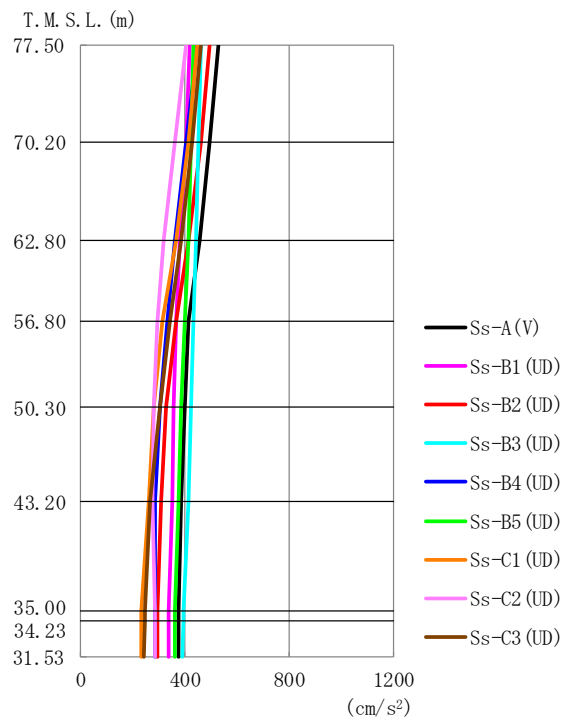
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答せん断力(×10 ⁵ kN)													最大値
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)	
77.50	1	1.39	1.36	1.09	1.20	0.93	1.35	1.76	0.81	0.95	1.02	1.00	1.15	1.25	1.76
70.20	2	3.67	3.63	2.95	3.26	2.44	3.68	4.83	1.97	2.48	2.62	2.61	3.08	3.31	4.83
62.80	3	5.94	5.81	4.91	5.38	4.10	6.12	8.01	3.01	3.90	4.22	4.23	4.96	5.36	8.01
56.80	4	9.08	8.50	7.43	7.91	6.14	8.92	11.93	4.31	5.59	6.23	6.10	7.17	8.07	11.93
50.30	5	15.24	12.10	11.49	11.62	9.51	13.58	20.53	6.33	7.87	8.94	9.24	10.38	12.34	20.53
43.20	6	19.71	13.79	15.22	13.39	12.27	16.79	22.45	9.13	9.70	10.67	12.66	12.10	17.55	22.45
35.00	7	21.33	14.44	16.67	13.99	13.38	18.41	23.98	10.07	11.28	11.65	13.97	12.56	19.58	23.98
34.23	8	22.34	15.00	17.64	14.56	14.08	19.37	25.35	10.61	12.29	12.26	15.01	12.96	20.83	25.35
31.53															



第 4.1.2-8 図 最大応答曲げモーメント (基準地震動 Ss, ケース No. 0, EW 方向)

第 4.1.2-8 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, EW 方向)

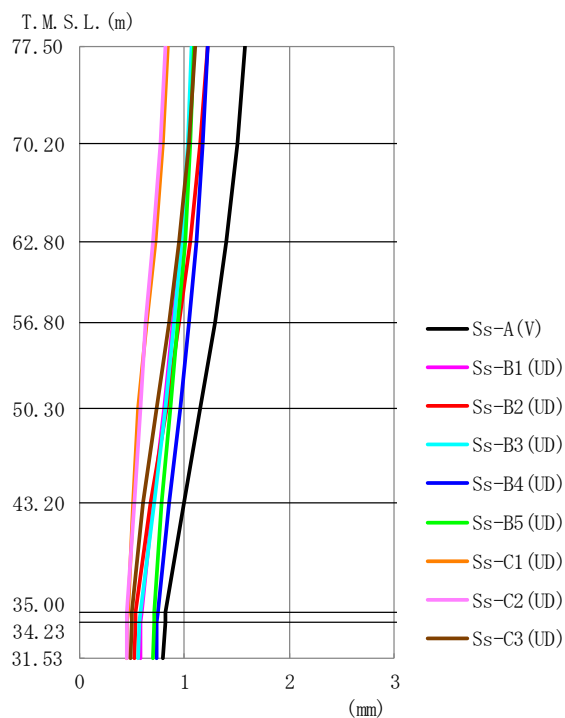
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kNm)												最大値	
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)		Ss-C4 (EW)
77.50	1	24.94	24.70	19.24	18.76	21.47	20.78	21.23	14.54	17.97	21.91	17.06	21.10	21.67	24.94
70.20	2	75.32	76.52	60.72	58.39	64.43	66.05	70.67	43.64	51.02	67.88	53.94	64.96	69.45	76.52
62.80	3	131.25	137.52	110.93	106.96	113.74	120.51	131.17	77.01	85.04	121.82	98.22	116.16	128.27	137.52
56.80	4	204.38	215.50	178.06	173.81	172.99	196.73	223.52	118.46	124.18	189.22	157.31	181.32	208.91	223.52
50.30	5	326.37	317.22	271.40	273.66	245.09	309.81	385.22	171.67	174.26	272.76	242.52	267.89	324.44	385.22
43.20	6	475.02	445.01	377.00	401.56	321.22	450.76	586.46	237.52	237.97	352.99	349.33	364.93	465.56	586.46
35.00	7	501.15	469.24	397.03	422.71	339.77	473.67	610.16	253.31	249.54	372.91	369.67	384.74	491.38	610.16
34.23	8	557.47	514.50	446.45	469.08	369.96	524.95	680.87	276.48	276.66	398.07	407.56	419.64	542.25	680.87
31.53															



第 4. 1. 2-9 図 最大応答加速度（基準地震動 Ss, ケース No. 0, 鉛直方向）

第 4. 1. 2-9 表 最大応答加速度一覧表（基準地震動 Ss, ケース No. 0, 鉛直方向）

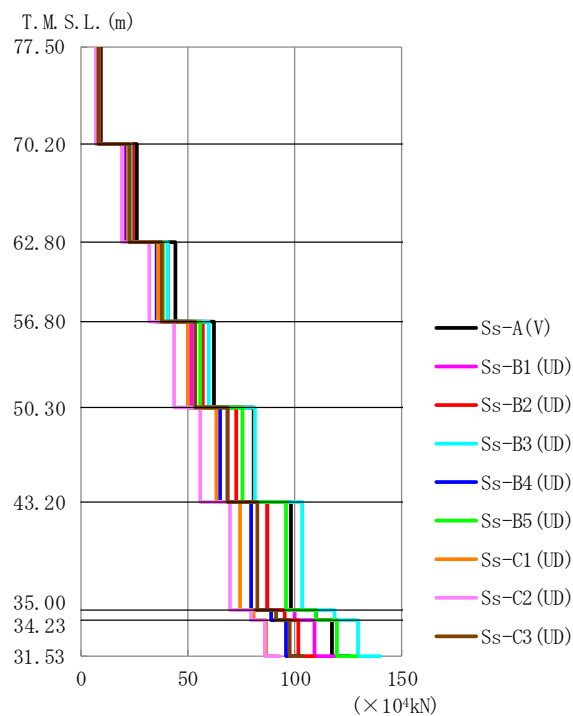
T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)									最大値
		Ss-A (V)	Ss-B1 (UD)	Ss-B2 (UD)	Ss-B3 (UD)	Ss-B4 (UD)	Ss-B5 (UD)	Ss-C1 (UD)	Ss-C2 (UD)	Ss-C3 (UD)	
77.50	1	529	421	494	460	450	433	448	404	462	529
70.20	2	498	404	461	451	404	423	414	363	428	498
62.80	3	459	382	415	443	364	412	365	318	385	459
56.80	4	415	366	366	436	334	400	317	293	345	436
50.30	5	400	359	331	426	307	387	283	281	305	426
43.20	6	388	350	310	413	288	377	261	276	267	413
35.00	7	379	340	296	394	284	364	234	287	247	394
34.23	8	378	340	295	393	284	363	234	287	246	393
31.53	9	376	339	294	392	284	362	233	288	244	392



第 4. 1. 2-10 図 最大応答変位 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, 鉛直方向)

第 4. 1. 2-10 表 最大応答変位一覧表 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, 鉛直方向)

T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)									最大値
		Ss-A (V)	Ss-B1 (UD)	Ss-B2 (UD)	Ss-B3 (UD)	Ss-B4 (UD)	Ss-B5 (UD)	Ss-C1 (UD)	Ss-C2 (UD)	Ss-C3 (UD)	
77.50	1	1.58	1.09	1.22	1.07	1.22	1.10	0.848	0.825	1.10	1.58
70.20	2	1.51	1.04	1.16	1.03	1.18	1.06	0.800	0.774	1.05	1.51
62.80	3	1.40	0.971	1.06	0.974	1.11	1.00	0.725	0.697	0.955	1.40
56.80	4	1.29	0.896	0.953	0.906	1.04	0.945	0.644	0.628	0.857	1.29
50.30	5	1.15	0.805	0.827	0.819	0.959	0.872	0.564	0.586	0.740	1.15
43.20	6	0.994	0.702	0.683	0.713	0.861	0.790	0.519	0.531	0.604	0.994
35.00	7	0.823	0.595	0.536	0.579	0.747	0.714	0.462	0.460	0.504	0.823
34.23	8	0.816	0.590	0.533	0.573	0.742	0.710	0.460	0.457	0.501	0.816
31.53	9	0.803	0.582	0.527	0.561	0.733	0.703	0.454	0.450	0.495	0.803



第 4.1.2-11 図 最大応答軸力 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, 鉛直方向)

第 4.1.2-11 表 最大応答軸力一覧表 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, 鉛直方向)

T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答軸力 (×10 ⁴ kN)									最大値
		Ss-A (V)	Ss-B1 (UD)	Ss-B2 (UD)	Ss-B3 (UD)	Ss-B4 (UD)	Ss-B5 (UD)	Ss-C1 (UD)	Ss-C2 (UD)	Ss-C3 (UD)	
77.50	1	9.41	7.53	8.83	8.26	7.95	7.77	7.98	7.16	8.29	9.41
70.20	2	26.16	21.18	24.40	23.57	21.48	22.12	21.90	19.33	22.79	26.16
62.80	3	44.22	36.27	40.82	40.97	35.23	38.47	36.24	31.85	38.05	44.22
56.80	4	62.35	52.04	56.91	60.01	49.87	56.09	50.09	43.68	53.24	62.35
50.30	5	80.71	68.81	72.69	81.38	65.08	75.55	63.18	55.80	68.44	81.38
43.20	6	98.30	87.09	86.99	103.52	79.87	95.72	74.17	69.94	82.69	103.52
35.00	7	109.60	99.99	95.27	118.62	89.18	109.60	80.90	79.50	91.52	118.62
34.23	8	117.65	109.21	101.53	129.40	95.80	119.50	86.51	86.33	97.81	129.40
31.53											

第4.1.2-12表 最大応答せん断ひずみ度 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, NS 方向)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)												第1折点	第2折点	
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
77.50	1	0.116	0.0834	0.0965	0.100	0.105	0.0793	0.133	0.0593	0.0730	0.0896	0.0855	0.0936	0.100	0.186	0.559
70.20	2	0.105	0.0743	0.0889	0.0925	0.0971	0.0778	0.127	0.0540	0.0636	0.0771	0.0760	0.0838	0.0973	0.197	0.591
62.80	3	0.127	0.0883	0.111	0.115	0.123	0.0979	0.159	0.0663	0.0804	0.0913	0.0884	0.102	0.118	0.208	0.623
56.80	4	0.141	0.0988	0.122	0.124	0.139	0.108	0.179	0.0679	0.0857	0.0976	0.0964	0.110	0.130	0.214	0.642
50.30	5	0.202	0.125	0.156	0.159	0.189	0.143	0.494	0.0827	0.103	0.115	0.121	0.136	0.164	0.219	0.658
43.20	6	0.222	0.126	0.162	0.171	0.216	0.170	0.382	0.103	0.111	0.120	0.142	0.135	0.198	0.224	0.673
35.00	6	0.222	0.126	0.162	0.171	0.216	0.170	0.382	0.103	0.111	0.120	0.142	0.135	0.198	0.224	0.673

(単位 : m)

T.M.S.L. 77.50

T.M.S.L. 70.20

T.M.S.L. 62.80

T.M.S.L. 56.80

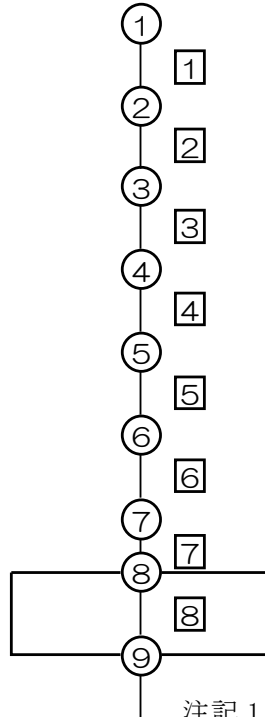
T.M.S.L. 50.30

T.M.S.L. 43.20

T.M.S.L. 35.00

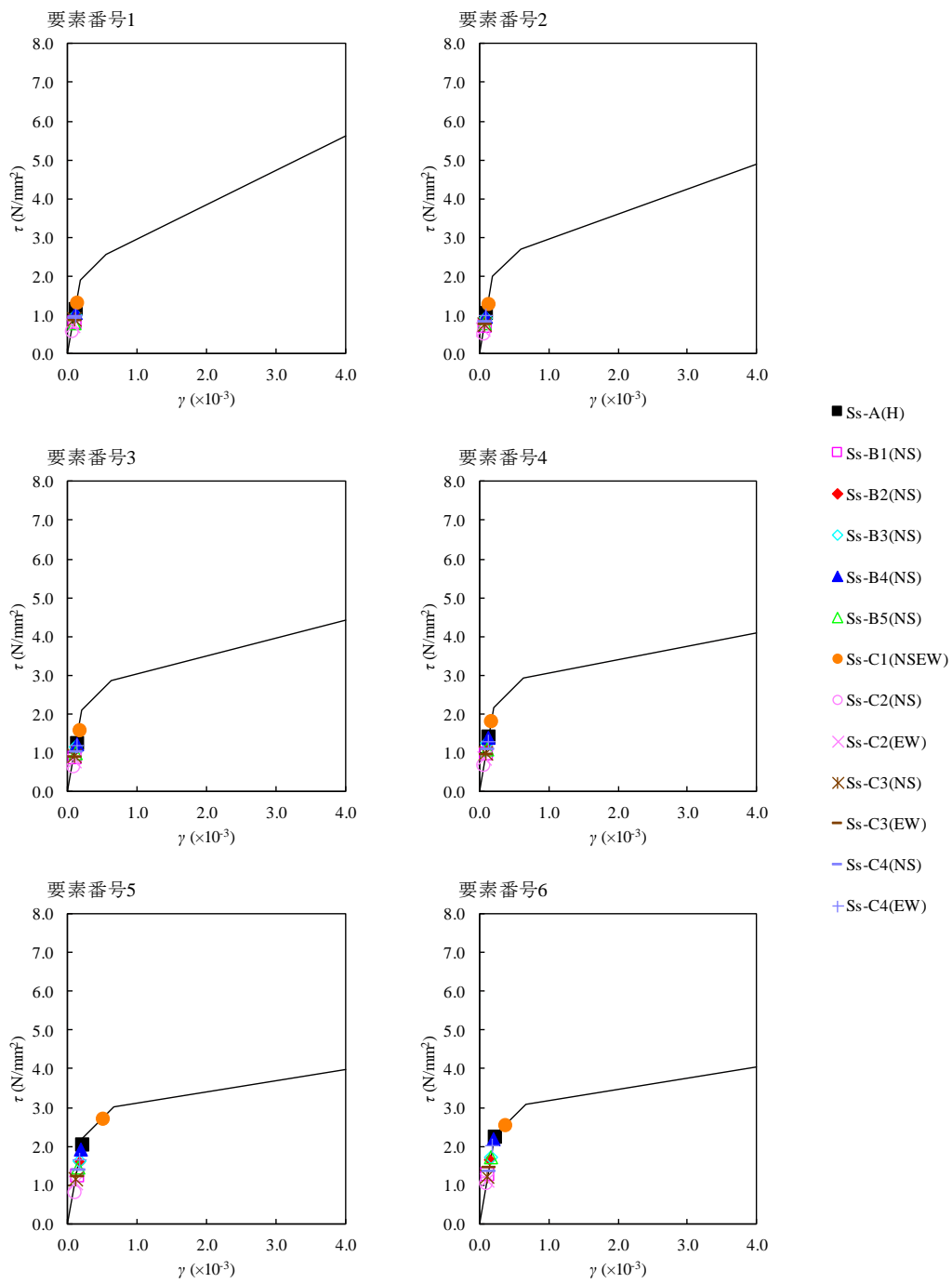
T.M.S.L. 34.23

T.M.S.L. 31.53

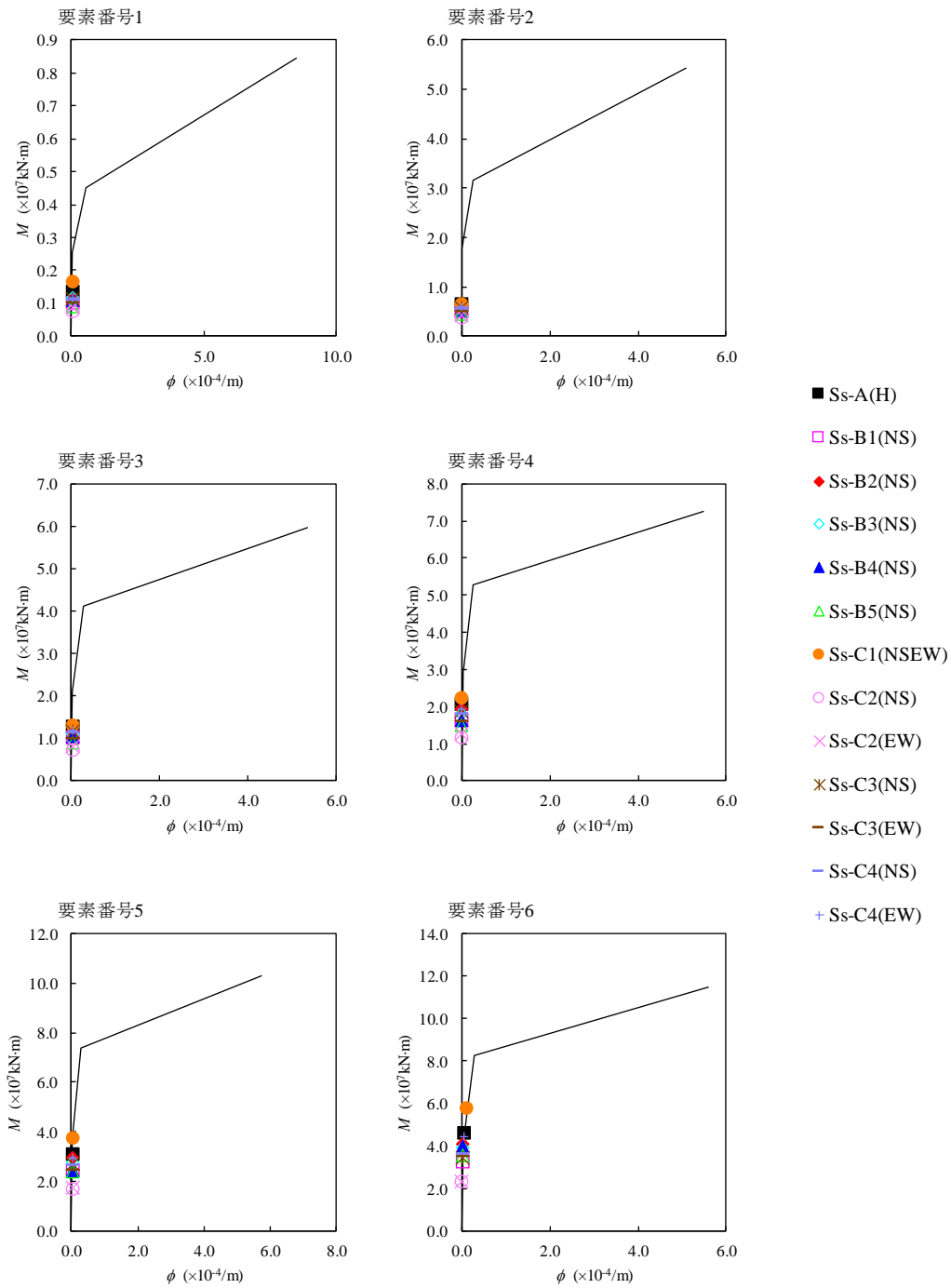


注記 1 : ○数字は質点番号を示す。

注記 2 : □数字は要素番号を示す。



第 4. 1. 2-12 図 $\tau - \gamma$ 関係と最大応答値 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, NS 方向)



第 4. 1. 2-13 図 M- ϕ 関係と最大応答値 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, NS 方向)

第4.1.2-13表 最大応答せん断ひずみ度 (基準地震動Ss, ケースNo.0, EW方向)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)												第1折点	第2折点	
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
77.50	1	0.0456	0.0447	0.0357	0.0393	0.0305	0.0444	0.0577	0.0265	0.0310	0.0334	0.0327	0.0377	0.0409	0.186	0.559
70.20	2	0.0869	0.0860	0.0697	0.0772	0.0578	0.0872	0.114	0.0466	0.0588	0.0621	0.0618	0.0728	0.0783	0.197	0.591
62.80	3	0.112	0.109	0.0924	0.101	0.0771	0.115	0.151	0.0566	0.0733	0.0793	0.0795	0.0933	0.101	0.208	0.623
56.80	4	0.141	0.132	0.115	0.123	0.0954	0.139	0.185	0.0670	0.0868	0.0968	0.0947	0.111	0.125	0.214	0.642
50.30	5	0.189	0.150	0.143	0.144	0.118	0.169	0.428	0.0787	0.0979	0.111	0.115	0.129	0.153	0.219	0.658
43.20	6	0.199	0.139	0.153	0.135	0.124	0.169	0.237	0.0920	0.0978	0.108	0.128	0.122	0.177	0.224	0.673
35.00	6	0.199	0.139	0.153	0.135	0.124	0.169	0.237	0.0920	0.0978	0.108	0.128	0.122	0.177	0.224	0.673

(単位：m)

T.M.S.L. 77.50

T.M.S.L. 70.20

T.M.S.L. 62.80

T.M.S.L. 56.80

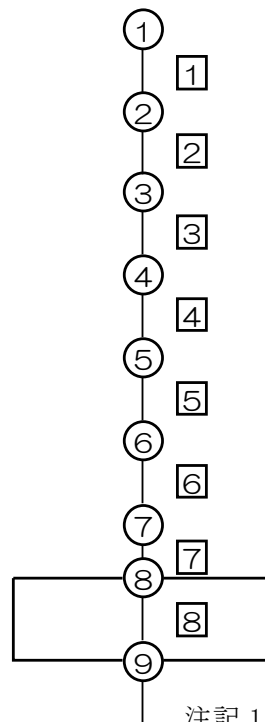
T.M.S.L. 50.30

T.M.S.L. 43.20

T.M.S.L. 35.00

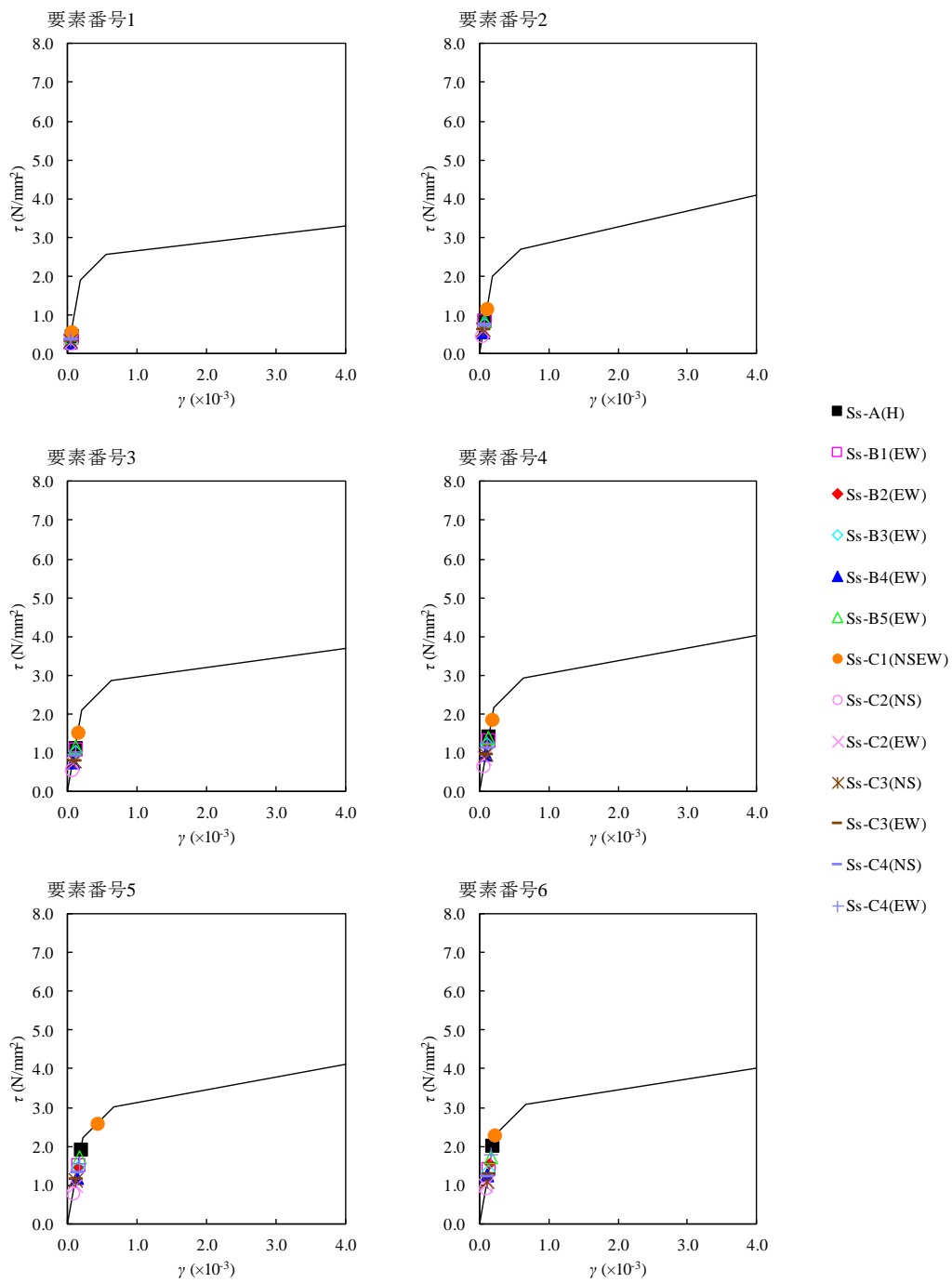
T.M.S.L. 34.23

T.M.S.L. 31.53

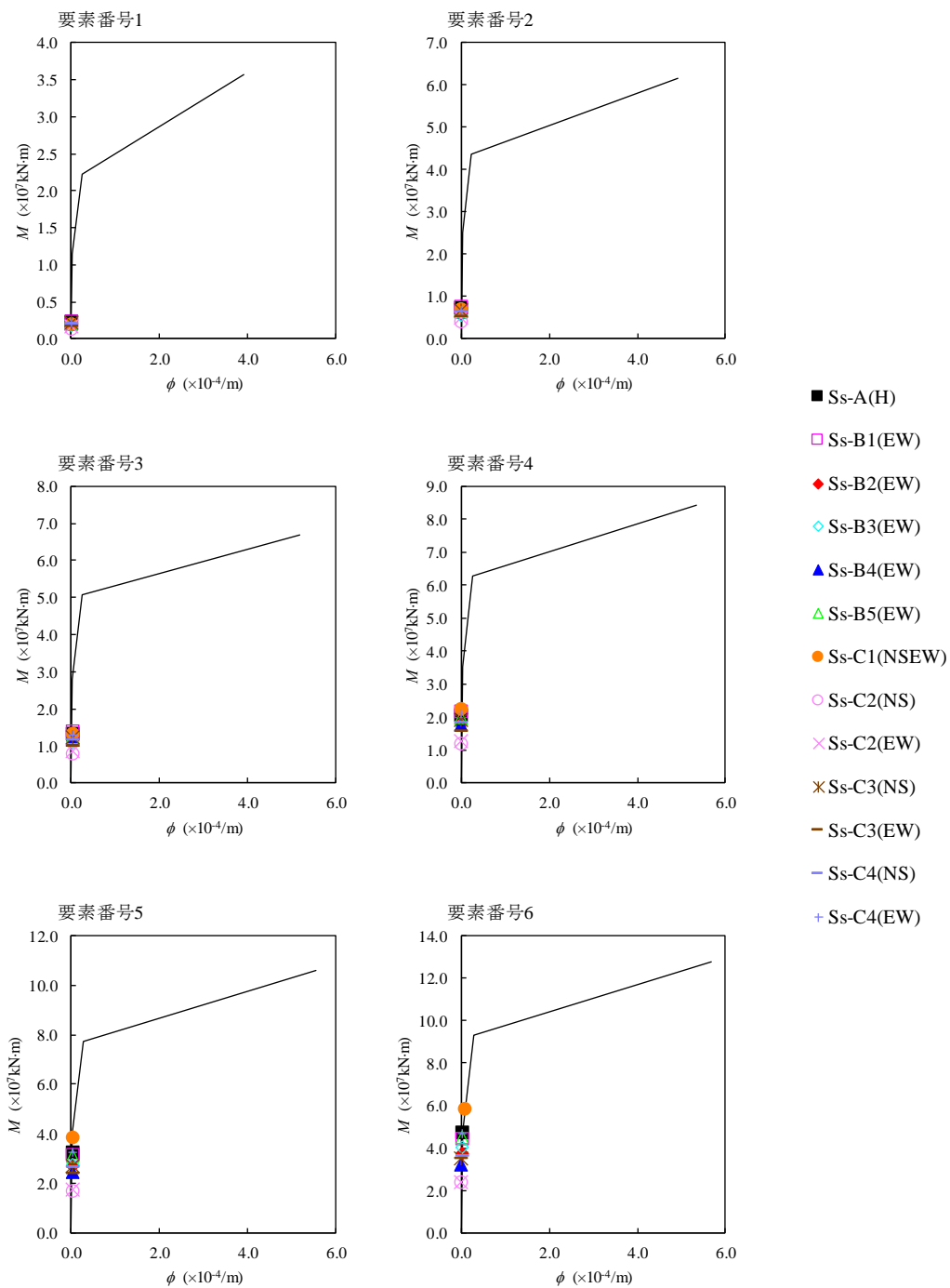


注記1：○数字は質点番号を示す。

注記2：□数字は要素番号を示す。



第 4. 1. 2-14 図 $\tau - \gamma$ 関係と最大応答値 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, EW 方向)



第 4. 1. 2-15 図 M- ϕ 関係と最大応答値 (基準地震動 Ss, ケース No. 0, EW 方向)

第4.1.2-14表 浮上り検討（基準地震動S_s, ケースNo.0）

(a) NS方向

地震動	浮上り限界転倒 モーメント ($\times 10^7 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率算出時の 転倒モーメント ($\times 10^7 \text{kN}\cdot\text{m}$)	接地率 (%)
S _s -A(H)	4.48	5.63	87.1
S _s -B1(NS)		3.84	100
S _s -B2(NS)		4.92	95.1
S _s -B3(NS)		4.67	97.9
S _s -B4(NS)		4.77	96.7
S _s -B5(NS)		4.23	100
S _s -C1(NSEW)		6.77	74.4
S _s -C2(NS)		2.80	100
S _s -C2(EW)		2.80	100
S _s -C3(NS)		4.02	100
S _s -C3(EW)		4.15	100
S _s -C4(NS)		4.29	100
S _s -C4(EW)		5.27	91.2

(b) EW方向

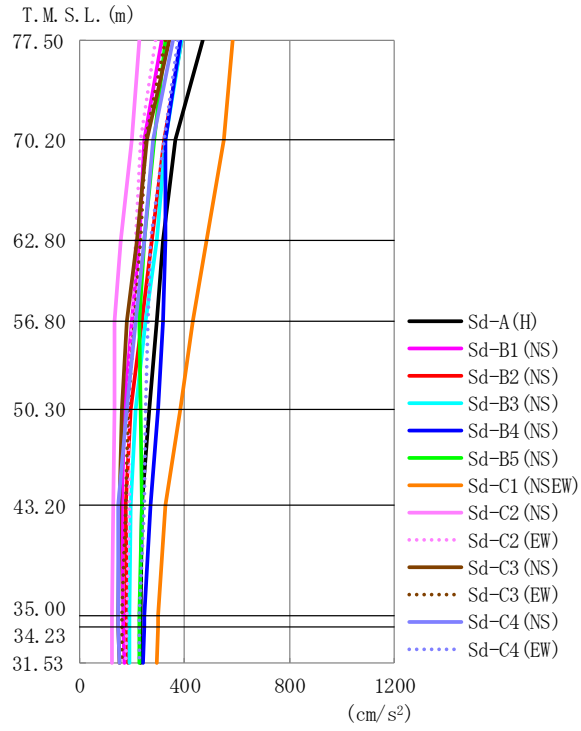
地震動	浮上り限界転倒 モーメント ($\times 10^7 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率算出時の 転倒モーメント ($\times 10^7 \text{kN}\cdot\text{m}$)	接地率 (%)
S _s -A(H)	4.53	5.67	87.4
S _s -B1(EW)		5.25	92.0
S _s -B2(EW)		4.52	100
S _s -B3(EW)		4.77	97.3
S _s -B4(EW)		3.79	100
S _s -B5(EW)		5.33	91.2
S _s -C1(NSEW)		6.85	74.4
S _s -C2(NS)		2.85	100
S _s -C2(EW)		2.81	100
S _s -C3(NS)		4.10	100
S _s -C3(EW)		4.17	100
S _s -C4(NS)		4.29	100
S _s -C4(EW)		5.53	89.0

第4.1.2-15表 最大接地圧 (基準地震動 Ss, ケース No. 0) (1/2)

地震動	方向		最大接地圧 (kN/m ²)
Ss-A	NS	鉛直上向き	892
		鉛直下向き	968
	EW	鉛直上向き	889
		鉛直下向き	966
Ss-B1	NS	鉛直上向き	680
		鉛直下向き	803
	EW	鉛直上向き	829
		鉛直下向き	923
Ss-B2	NS	鉛直上向き	797
		鉛直下向き	895
	EW	鉛直上向き	746
		鉛直下向き	854
Ss-B3	NS	鉛直上向き	757
		鉛直下向き	888
	EW	鉛直上向き	763
		鉛直下向き	892
Ss-B4	NS	鉛直上向き	782
		鉛直下向き	878
	EW	鉛直上向き	680
		鉛直下向き	786
Ss-B5	NS	鉛直上向き	713
		鉛直下向き	844
	EW	鉛直上向き	838
		鉛直下向き	936

第4.1.2-15表 最大接地圧（基準地震動Ss, ケースNo.0）(2/2)

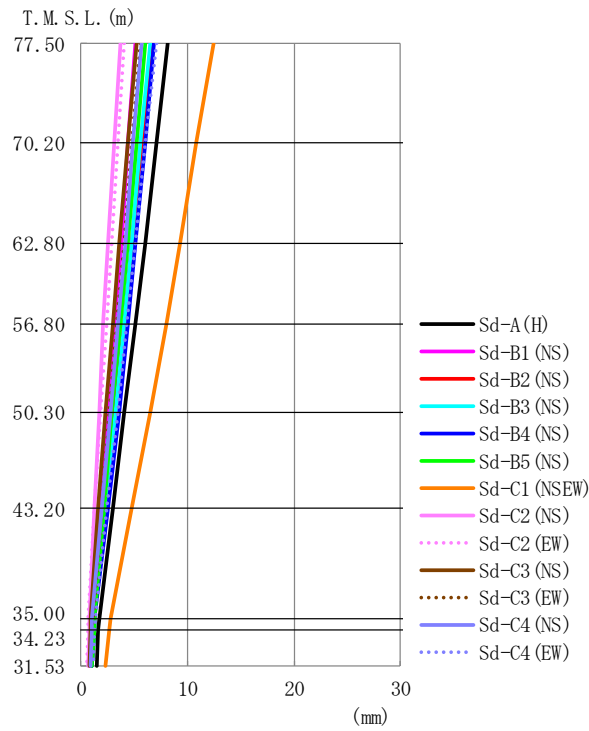
地震動	方向		最大接地圧 (kN/m ²)
Ss-C1	NS	鉛直上向き	1096
		鉛直下向き	1084
	EW	鉛直上向き	1097
		鉛直下向き	1084
Ss-C2 (NS)	NS	鉛直上向き	601
		鉛直下向き	697
	EW	鉛直上向き	602
		鉛直下向き	699
Ss-C2 (EW)	NS	鉛直上向き	601
		鉛直下向き	697
	EW	鉛直上向き	599
		鉛直下向き	695
Ss-C3 (NS)	NS	鉛直上向き	704
		鉛直下向き	812
	EW	鉛直上向き	707
		鉛直下向き	815
Ss-C3 (EW)	NS	鉛直上向き	716
		鉛直下向き	823
	EW	鉛直上向き	714
		鉛直下向き	821
Ss-C4 (NS)	NS	—	782
	EW	—	777
Ss-C4 (EW)	NS	—	876
	EW	—	898



第 4. 1. 2-16 図 最大応答加速度 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, NS 方向)

第 4. 1. 2-16 表 最大応答加速度一覧表 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, NS 方向)

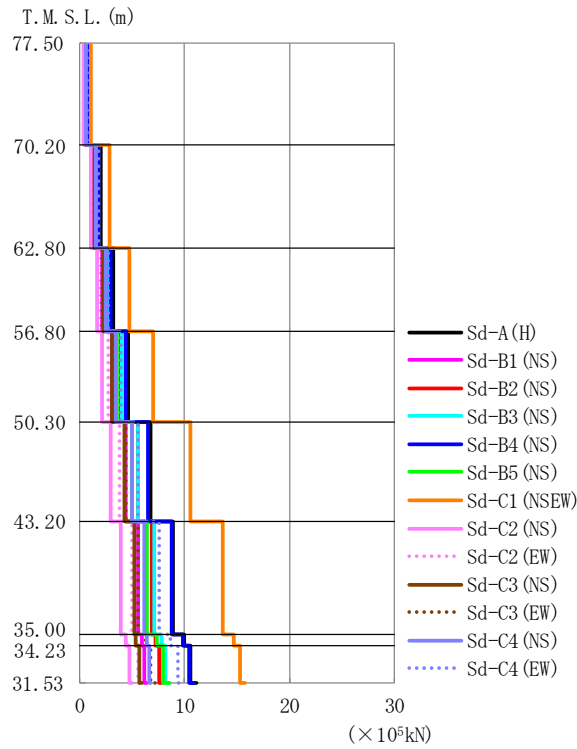
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)														最大値
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)		
77.50	1	468	314	389	387	384	328	584	226	291	341	329	354	374	584	
70.20	2	364	246	320	329	327	284	549	198	235	259	252	282	321	549	
62.80	3	316	230	276	292	330	245	485	155	215	218	231	245	272	485	
56.80	4	292	199	236	251	320	226	433	132	198	179	207	215	263	433	
50.30	5	266	169	193	213	301	233	384	135	184	163	183	183	254	384	
43.20	6	239	163	174	197	270	236	326	128	190	152	178	148	246	326	
35.00	7	233	168	180	189	247	227	301	125	179	146	164	147	229	301	
34.23	8	233	169	180	189	246	227	300	125	179	147	163	148	229	300	
31.53	9	230	172	183	188	243	227	294	125	178	151	163	151	230	294	



第 4. 1. 2-17 図 最大応答変位 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, NS 方向)

第 4. 1. 2-17 表 最大応答変位一覧表 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, NS 方向)

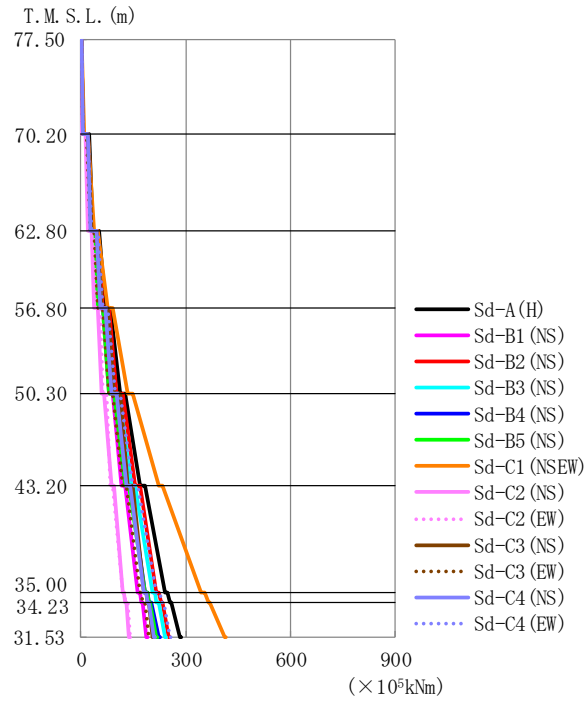
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)													最大値
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)	
77.50	1	8.11	5.14	6.65	6.52	6.82	6.05	12.4	3.66	4.00	5.16	5.57	5.73	7.08	12.4
70.20	2	7.04	4.45	5.68	5.61	5.98	5.19	10.9	3.10	3.44	4.38	4.77	4.92	6.09	10.9
62.80	3	5.98	3.76	4.78	4.78	5.15	4.36	9.30	2.55	2.91	3.61	4.01	4.14	5.12	9.30
56.80	4	5.05	3.16	3.99	4.05	4.39	3.65	7.96	2.07	2.41	2.98	3.37	3.47	4.30	7.96
50.30	5	4.07	2.51	3.15	3.26	3.54	2.94	6.50	1.67	1.87	2.32	2.69	2.75	3.42	6.50
43.20	6	2.95	1.75	2.18	2.33	2.50	2.13	4.74	1.27	1.25	1.59	1.94	1.91	2.44	4.74
35.00	7	1.69	0.934	1.26	1.27	1.26	1.25	2.72	0.772	0.642	0.885	1.11	1.01	1.36	2.72
34.23	8	1.63	0.895	1.21	1.22	1.20	1.21	2.62	0.749	0.609	0.853	1.06	0.971	1.30	2.62
31.53	9	1.46	0.785	1.07	1.07	1.04	1.07	2.34	0.690	0.518	0.769	0.941	0.875	1.15	2.34



第 4. 1. 2-18 図 最大応答せん断力 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, NS 方向)

第 4. 1. 2-18 表 最大応答せん断力一覧表 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, NS 方向)

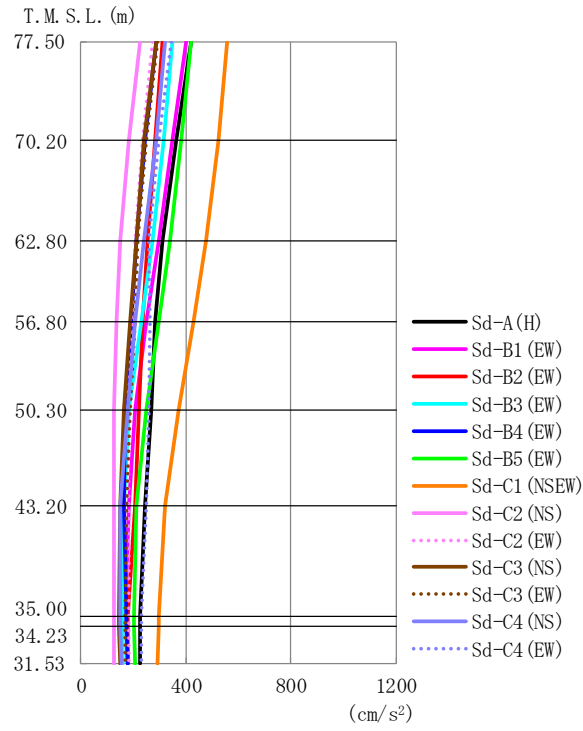
T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ⁶ kN)												最大値	
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)		Sd-C4 (EW)
77.50	1	0.83	0.56	0.69	0.69	0.68	0.58	1.03	0.40	0.51	0.60	0.58	0.63	0.67	1.03
70.20	2	2.05	1.35	1.74	1.76	1.76	1.54	2.86	1.02	1.21	1.42	1.43	1.55	1.73	2.86
62.80	3	3.20	2.13	2.76	2.86	2.95	2.50	4.77	1.62	1.99	2.22	2.19	2.47	2.76	4.77
56.80	4	4.57	3.06	3.94	4.08	4.35	3.55	6.97	2.12	2.77	3.11	3.15	3.49	3.92	6.97
50.30	5	6.71	4.42	5.56	5.63	6.52	4.95	10.52	2.93	3.84	4.33	4.39	5.00	5.54	10.52
43.20	6	8.87	5.54	6.83	7.12	8.83	6.36	13.62	3.95	4.98	5.26	5.61	6.19	7.61	13.62
35.00	7	9.92	5.94	7.29	7.78	9.79	7.34	14.65	4.44	5.31	5.38	6.30	6.46	8.66	14.65
34.23	8	10.56	6.18	7.58	8.19	10.41	7.96	15.28	4.75	5.63	5.66	6.80	6.65	9.33	15.28
31.53															



第 4. 1. 2-19 図 最大応答曲げモーメント (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, NS 方向)

第 4. 1. 2-19 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, NS 方向)

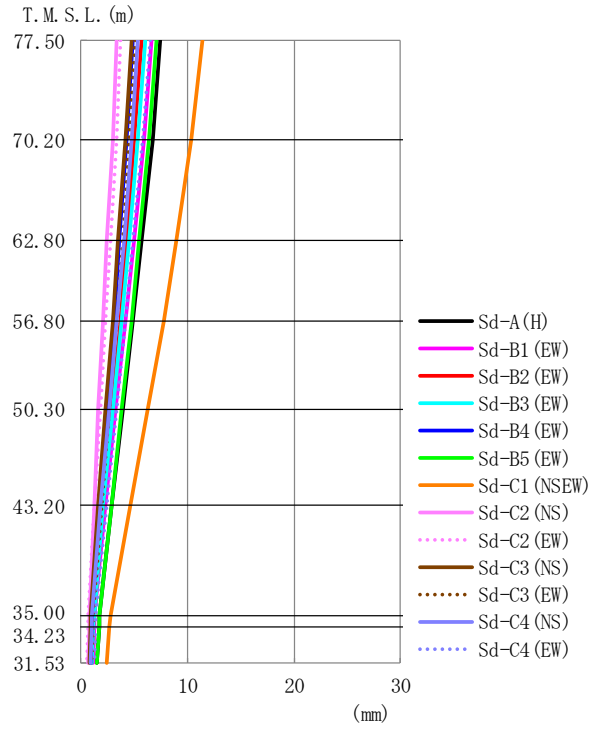
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kNm)													
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)	最大値
77.50	1	7.36	5.09	6.30	6.02	5.55	4.99	8.34	3.83	4.71	5.76	5.18	5.50	6.02	8.34
70.20	2	35.45	25.53	32.60	29.67	29.10	25.17	38.57	19.44	22.45	30.22	25.75	28.85	31.93	38.57
62.80	3	68.94	49.38	63.92	57.84	55.40	49.64	77.68	37.25	41.68	58.78	49.89	55.85	61.75	77.68
56.80	4	112.28	79.04	103.56	92.67	86.16	81.34	134.88	58.31	61.94	93.05	80.14	88.67	97.40	134.88
50.30	5	169.45	116.98	154.67	142.87	129.70	125.36	221.50	85.83	85.38	134.43	118.72	129.83	149.62	221.50
43.20	6	240.93	161.82	215.36	205.76	184.92	184.15	345.02	119.37	120.51	178.36	168.19	180.16	217.17	345.02
35.00	7	254.07	171.14	228.19	217.32	195.76	194.26	363.81	126.88	128.43	189.22	177.73	190.24	230.22	363.81
34.23	8	282.69	186.45	249.81	240.90	223.07	216.09	410.41	138.72	142.18	203.32	195.93	208.26	254.83	410.41
31.53															



第 4.1.2-20 図 最大応答加速度 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, EW 方向)

第 4.1.2-20 表 最大応答加速度一覧表 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, EW 方向)

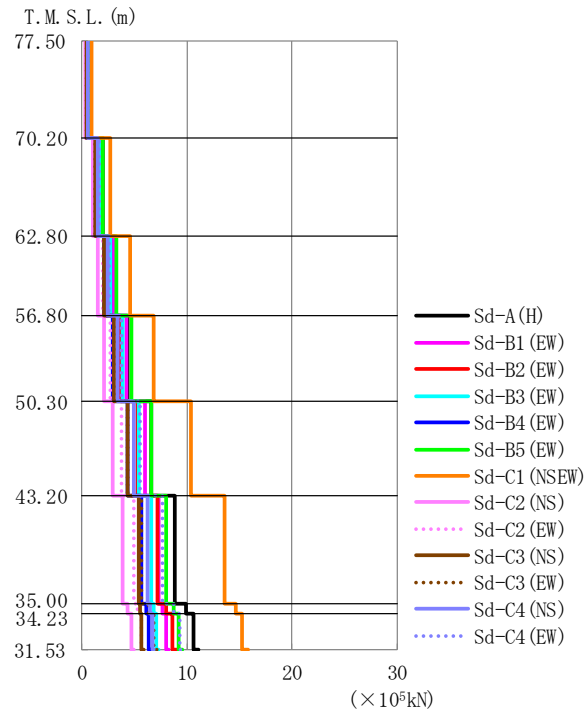
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)													最大値
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)	
77.50	1	419	399	312	347	285	419	558	224	271	287	290	323	344	558
70.20	2	362	350	282	317	246	381	523	184	236	239	248	285	297	523
62.80	3	313	297	253	275	213	339	476	150	207	211	218	240	259	476
56.80	4	285	247	237	232	193	299	432	135	196	188	205	209	261	432
50.30	5	266	208	221	183	171	252	373	125	178	162	190	180	258	373
43.20	6	244	181	206	162	164	214	319	125	184	151	171	151	248	319
35.00	7	227	170	180	158	174	201	297	124	182	144	167	148	231	297
34.23	8	226	172	180	158	175	202	295	124	182	145	167	149	231	295
31.53	9	224	176	179	158	180	206	290	124	181	148	167	152	232	290



第 4. 1. 2-21 図 最大応答変位 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, EW 方向)

第 4. 1. 2-21 表 最大応答変位一覧表 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, EW 方向)

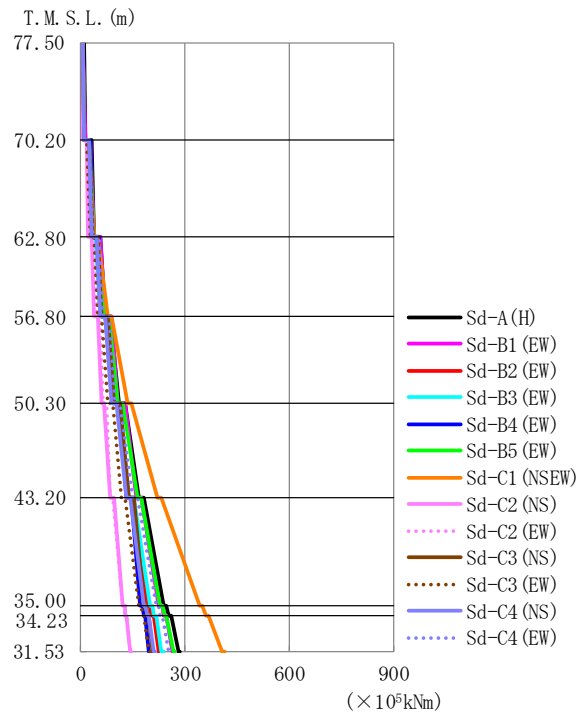
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)													最大値
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)	
77.50	1	7.47	6.65	5.65	6.01	4.86	7.06	11.4	3.40	3.72	4.78	5.14	5.30	6.50	11.4
70.20	2	6.68	5.87	5.03	5.32	4.30	6.35	10.3	2.97	3.32	4.18	4.57	4.72	5.77	10.3
62.80	3	5.72	4.96	4.29	4.50	3.63	5.49	8.95	2.46	2.81	3.52	3.89	4.01	4.92	8.95
56.80	4	4.90	4.16	3.65	3.77	3.06	4.74	7.73	2.04	2.35	2.96	3.30	3.39	4.18	7.73
50.30	5	3.98	3.26	2.94	2.97	2.44	3.87	6.31	1.63	1.82	2.32	2.65	2.68	3.35	6.31
43.20	6	2.92	2.26	2.11	2.12	1.75	2.87	4.65	1.25	1.24	1.62	1.93	1.89	2.42	4.65
35.00	7	1.75	1.26	1.22	1.22	1.02	1.74	2.79	0.786	0.669	0.928	1.15	1.07	1.42	2.79
34.23	8	1.70	1.22	1.18	1.17	0.980	1.68	2.70	0.766	0.640	0.900	1.11	1.03	1.36	2.70
31.53	9	1.53	1.09	1.04	1.02	0.880	1.51	2.42	0.708	0.550	0.821	1.00	0.916	1.21	2.42



第 4. 1. 2-22 図 最大応答せん断力 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, EW 方向)

第 4. 1. 2-22 表 最大応答せん断力一覧表 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, EW 方向)

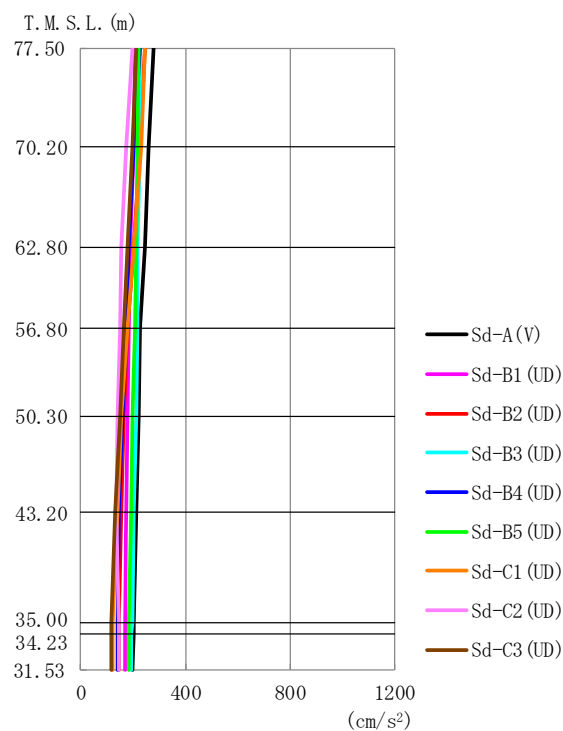
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 ⁶ kN)													最大値
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)	
77.50	1	0.74	0.71	0.56	0.62	0.51	0.74	0.99	0.40	0.48	0.51	0.52	0.57	0.61	0.99
70.20	2	1.96	1.89	1.51	1.68	1.32	2.02	2.75	1.00	1.27	1.30	1.35	1.53	1.61	2.75
62.80	3	3.11	3.01	2.49	2.76	2.10	3.32	4.60	1.54	2.01	2.09	2.16	2.47	2.59	4.60
56.80	4	4.43	4.27	3.61	3.93	2.99	4.75	6.83	2.07	2.77	3.04	3.07	3.48	3.76	6.83
50.30	5	6.62	5.97	5.32	5.46	4.32	6.62	10.42	2.95	3.83	4.42	4.37	4.99	5.53	10.42
43.20	6	8.90	7.27	7.23	6.57	5.61	8.09	13.56	3.93	4.98	5.38	5.68	6.21	7.63	13.56
35.00	7	9.95	7.68	8.07	6.89	6.11	8.77	14.63	4.41	5.35	5.53	6.36	6.50	8.70	14.63
34.23	8	10.60	8.03	8.60	7.11	6.44	9.19	15.28	4.72	5.71	5.67	6.83	6.70	9.37	15.28
31.53															



第 4. 1. 2-23 図 最大応答曲げモーメント (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, EW 方向)

第 4. 1. 2-23 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, EW 方向)

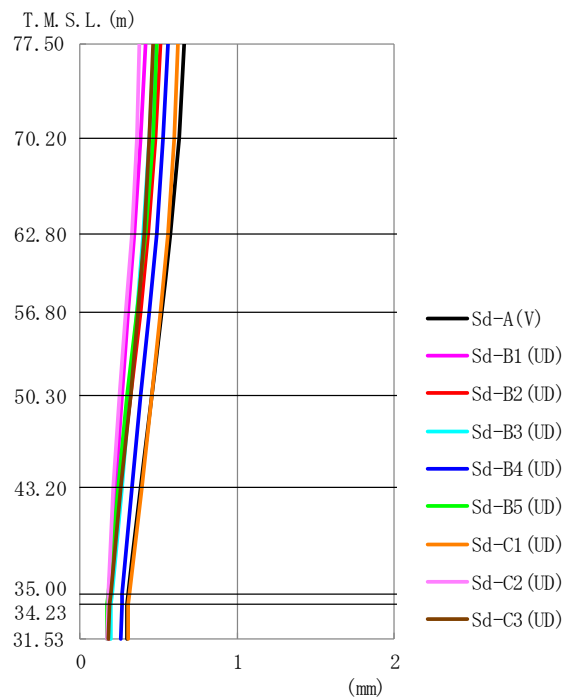
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント(×10 ³ kNm)												最大値	
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)		Sd-C4 (EW)
77.50	1	13.24	12.67	10.59	9.93	11.63	11.81	11.96	7.20	9.25	11.13	8.74	10.59	11.69	13.24
70.20	2	39.65	39.14	32.20	31.73	34.83	37.31	40.75	22.05	26.63	34.49	27.70	32.63	36.09	40.75
62.80	3	69.92	70.22	58.69	58.40	61.25	67.76	78.25	39.04	44.80	61.97	50.46	58.34	64.37	78.25
56.80	4	112.18	108.69	92.46	93.52	92.39	108.15	133.94	59.40	63.23	95.77	79.68	89.88	98.54	133.94
50.30	5	168.87	160.89	137.24	140.39	130.44	162.44	220.53	85.47	86.69	137.37	117.81	130.83	149.31	220.53
43.20	6	240.37	226.68	192.54	199.50	170.59	229.91	344.02	120.91	121.94	181.05	169.08	180.83	217.05	344.02
35.00	7	253.78	239.39	204.67	211.35	181.00	242.27	362.47	129.20	129.32	191.89	178.35	191.15	229.62	362.47
34.23	8	281.02	264.20	224.12	232.26	194.93	267.87	408.85	141.79	142.75	206.07	196.91	209.41	254.64	408.85
31.53															



第 4.1.2-24 図 最大応答加速度（弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, 鉛直方向）

第 4.1.2-24 表 最大応答加速度一覧表（弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, 鉛直方向）

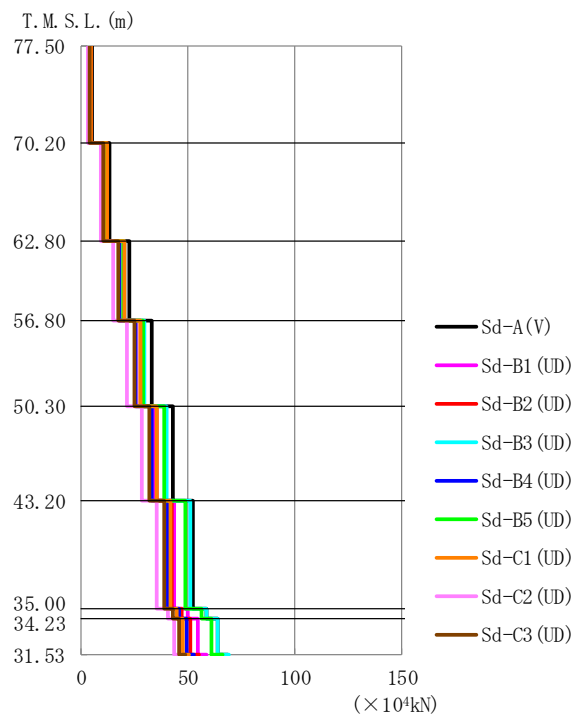
T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)									最大値
		Sd-A (V)	Sd-B1 (UD)	Sd-B2 (UD)	Sd-B3 (UD)	Sd-B4 (UD)	Sd-B5 (UD)	Sd-C1 (UD)	Sd-C2 (UD)	Sd-C3 (UD)	
77.50	1	279	209	243	228	228	222	248	199	213	279
70.20	2	258	200	227	224	205	217	229	172	197	258
62.80	3	247	189	204	219	186	212	203	157	180	247
56.80	4	228	182	179	215	173	205	178	149	166	228
50.30	5	221	179	166	211	162	198	155	142	149	221
43.20	6	210	174	155	204	148	192	139	136	131	210
35.00	7	201	169	147	196	140	185	121	144	119	201
34.23	8	201	169	147	195	140	185	121	144	119	201
31.53	9	199	168	147	194	140	184	121	144	118	199



第 4. 1. 2-25 図 最大応答変位 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, 鉛直方向)

第 4. 1. 2-25 表 最大応答変位一覧表 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, 鉛直方向)

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)									最大値
		Sd-A (V)	Sd-B1 (UD)	Sd-B2 (UD)	Sd-B3 (UD)	Sd-B4 (UD)	Sd-B5 (UD)	Sd-C1 (UD)	Sd-C2 (UD)	Sd-C3 (UD)	
77.50	1	0.659	0.412	0.513	0.468	0.558	0.487	0.620	0.378	0.460	0.659
70.20	2	0.627	0.386	0.482	0.442	0.529	0.459	0.594	0.359	0.438	0.627
62.80	3	0.574	0.347	0.434	0.401	0.486	0.414	0.554	0.327	0.404	0.574
56.80	4	0.515	0.306	0.382	0.361	0.440	0.363	0.509	0.291	0.366	0.515
50.30	5	0.454	0.266	0.321	0.316	0.387	0.300	0.454	0.246	0.318	0.454
43.20	6	0.384	0.229	0.250	0.263	0.327	0.240	0.390	0.212	0.261	0.390
35.00	7	0.303	0.185	0.190	0.199	0.268	0.175	0.311	0.177	0.191	0.311
34.23	8	0.301	0.183	0.189	0.196	0.265	0.173	0.308	0.175	0.188	0.308
31.53	9	0.296	0.179	0.188	0.191	0.261	0.169	0.301	0.172	0.182	0.301



第 4.1.2-26 図 最大応答軸力 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, 鉛直方向)

第 4.1.2-26 表 最大応答軸力一覧表 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, 鉛直方向)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答軸力 (×10 ⁴ kN)									最大値
		Sd-A (V)	Sd-B1 (UD)	Sd-B2 (UD)	Sd-B3 (UD)	Sd-B4 (UD)	Sd-B5 (UD)	Sd-C1 (UD)	Sd-C2 (UD)	Sd-C3 (UD)	
77.50	1	5.00	3.73	4.35	4.10	4.02	3.99	4.41	3.51	3.83	5.00
70.20	2	13.42	10.50	12.00	11.69	10.85	11.35	12.12	9.25	10.53	13.42
62.80	3	22.90	17.96	20.07	20.34	18.00	19.74	20.12	15.14	17.59	22.90
56.80	4	32.92	25.75	27.97	29.67	25.46	28.77	27.89	21.40	24.66	32.92
50.30	5	43.06	34.06	35.68	40.20	33.14	38.74	35.31	28.46	31.79	43.06
43.20	6	52.19	43.39	42.66	51.16	40.70	49.05	41.63	35.59	38.67	52.19
35.00	7	58.67	49.79	47.07	58.65	45.75	56.11	44.90	40.39	42.86	58.67
34.23	8	63.70	54.36	51.00	64.00	49.35	61.16	47.51	43.82	45.90	64.00
31.53											

第4.1.2-27表 最大応答せん断ひずみ度 (弾性設計用地震動Sd, ケースNo. 0, NS方向)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)												第1折点	第2折点	
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
77.50	1	0.0613	0.0411	0.0511	0.0509	0.0500	0.0431	0.0760	0.0296	0.0379	0.0446	0.0429	0.0464	0.0491	0.186	0.559
70.20	2	0.0557	0.0366	0.0472	0.0478	0.0477	0.0417	0.0777	0.0276	0.0329	0.0386	0.0387	0.0419	0.0471	0.197	0.591
62.80	3	0.0663	0.0442	0.0573	0.0593	0.0611	0.0519	0.0989	0.0335	0.0414	0.0461	0.0455	0.0513	0.0571	0.208	0.623
56.80	4	0.0702	0.0469	0.0605	0.0626	0.0668	0.0545	0.107	0.0326	0.0425	0.0477	0.0484	0.0536	0.0602	0.214	0.642
50.30	5	0.0880	0.0580	0.0729	0.0738	0.0855	0.0649	0.138	0.0385	0.0504	0.0567	0.0576	0.0657	0.0726	0.219	0.658
43.20	6	0.0996	0.0622	0.0766	0.0799	0.0991	0.0714	0.153	0.0444	0.0559	0.0590	0.0630	0.0695	0.0855	0.224	0.673
35.00	6	0.0996	0.0622	0.0766	0.0799	0.0991	0.0714	0.153	0.0444	0.0559	0.0590	0.0630	0.0695	0.0855	0.224	0.673

(単位：m)

T.M.S.L. 77.50

T.M.S.L. 70.20

T.M.S.L. 62.80

T.M.S.L. 56.80

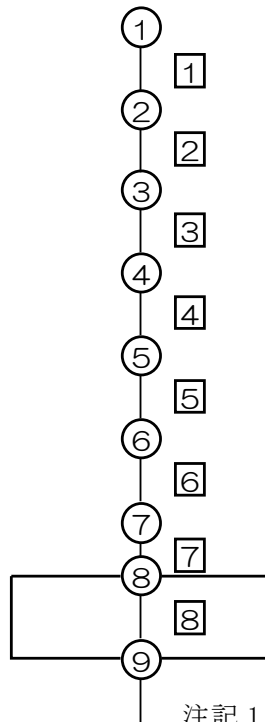
T.M.S.L. 50.30

T.M.S.L. 43.20

T.M.S.L. 35.00

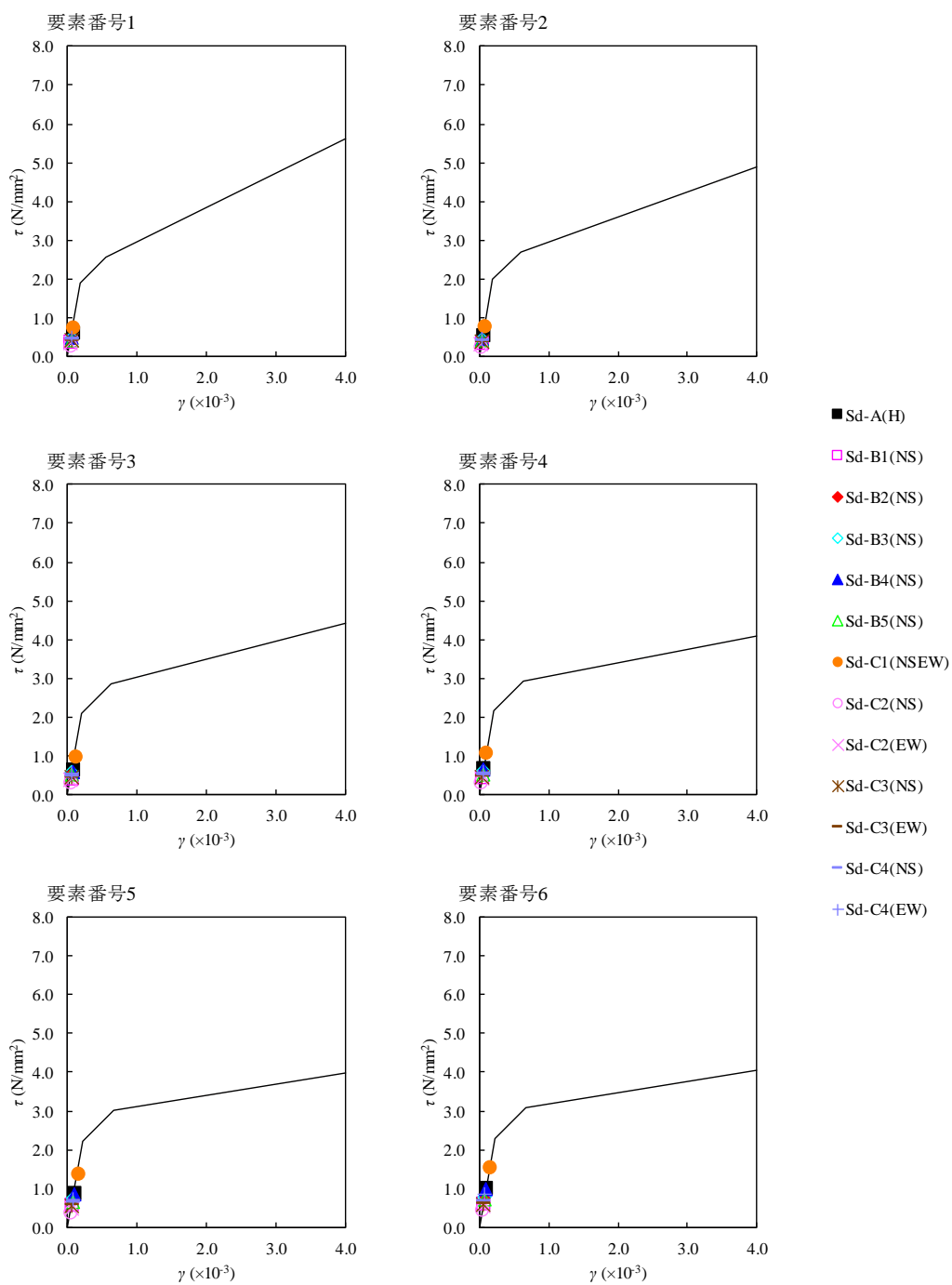
T.M.S.L. 34.23

T.M.S.L. 31.53

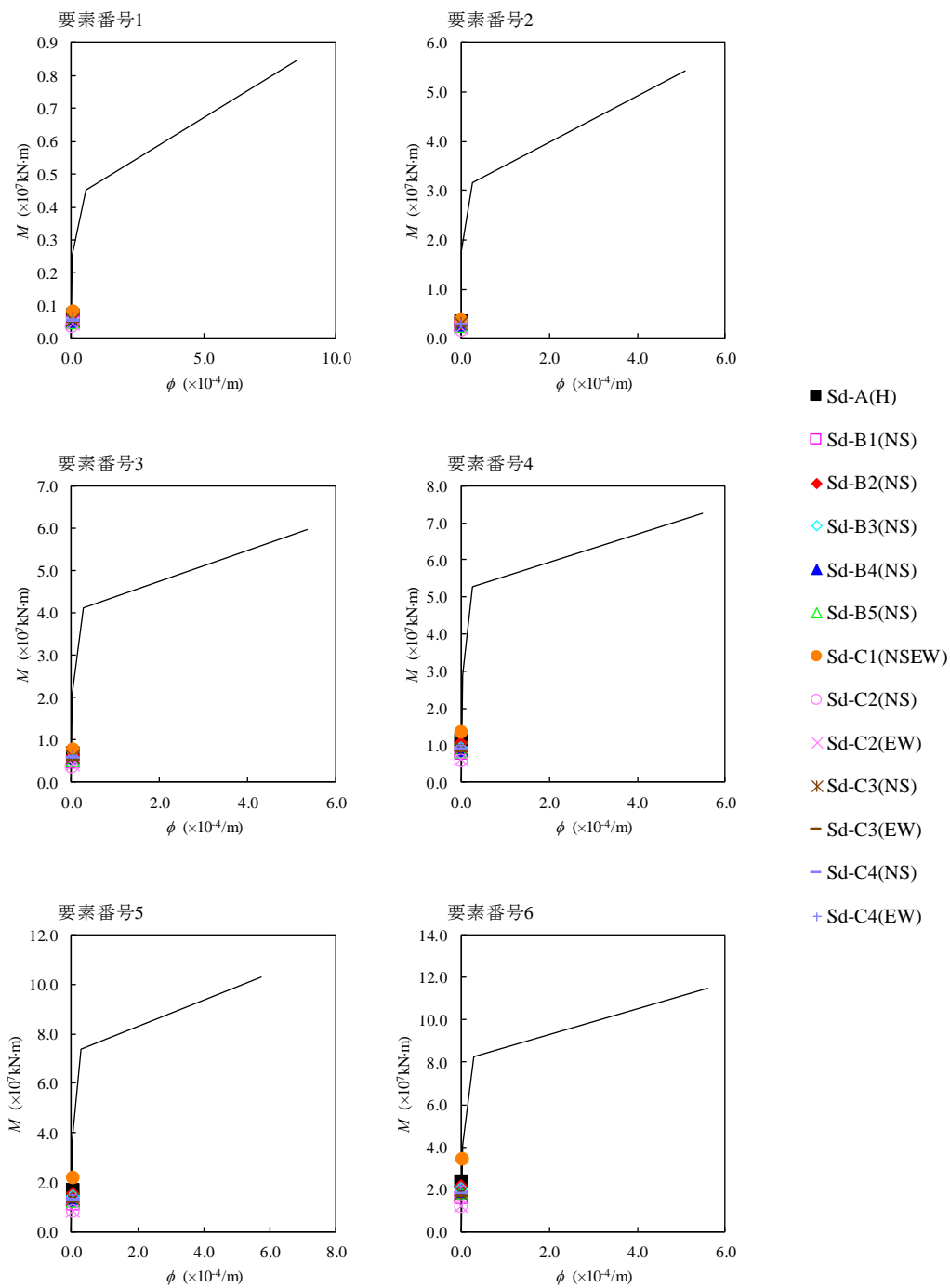


注記1：○数字は質点番号を示す。

注記2：□数字は要素番号を示す。



第4.1.2-27 図 τ - γ 関係と最大応答値 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No.0, NS 方向)



第 4. 1. 2-28 図 M- ϕ 関係と最大応答値 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, NS 方向)

第4.1.2-28表 最大応答せん断ひずみ度 (弾性設計用地震動Sd, ケースNo.0, EW方向)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)												第1折点 γ_1 ($\times 10^{-3}$)	第2折点 γ_2 ($\times 10^{-3}$)	
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)			Sd-C4 (EW)
77.50	1	0.0244	0.0232	0.0182	0.0202	0.0167	0.0243	0.0325	0.0131	0.0157	0.0167	0.0169	0.0188	0.0200	0.186	0.559
70.20	2	0.0464	0.0446	0.0356	0.0397	0.0313	0.0479	0.0650	0.0237	0.0301	0.0309	0.0320	0.0362	0.0381	0.197	0.591
62.80	3	0.0585	0.0566	0.0468	0.0519	0.0396	0.0625	0.0865	0.0289	0.0379	0.0393	0.0407	0.0465	0.0487	0.208	0.623
56.80	4	0.0688	0.0663	0.0561	0.0610	0.0465	0.0738	0.106	0.0321	0.0430	0.0472	0.0477	0.0540	0.0585	0.214	0.642
50.30	5	0.0822	0.0742	0.0661	0.0678	0.0536	0.0823	0.130	0.0367	0.0476	0.0550	0.0543	0.0620	0.0688	0.219	0.658
43.20	6	0.0897	0.0732	0.0729	0.0662	0.0566	0.0816	0.137	0.0396	0.0502	0.0542	0.0573	0.0625	0.0769	0.224	0.673
35.00																

(単位：m)

T.M.S.L. 77.50

T.M.S.L. 70.20

T.M.S.L. 62.80

T.M.S.L. 56.80

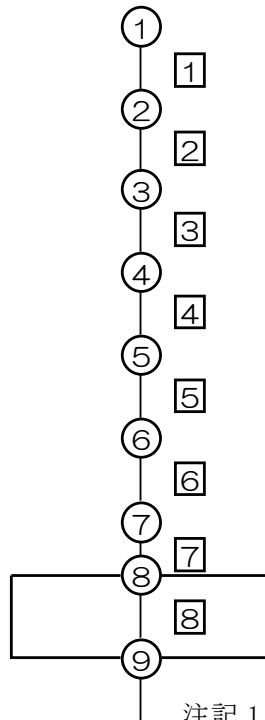
T.M.S.L. 50.30

T.M.S.L. 43.20

T.M.S.L. 35.00

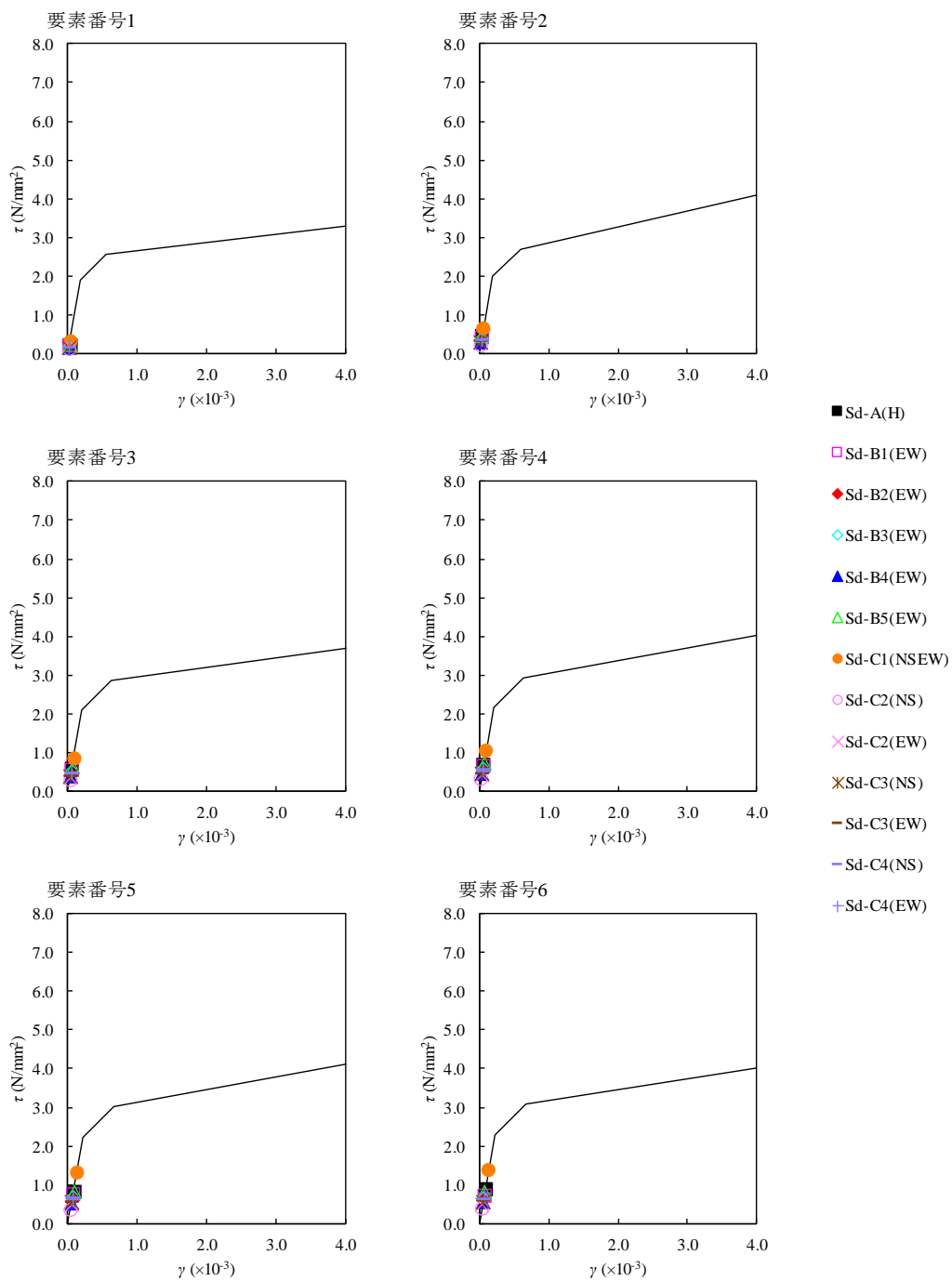
T.M.S.L. 34.23

T.M.S.L. 31.53

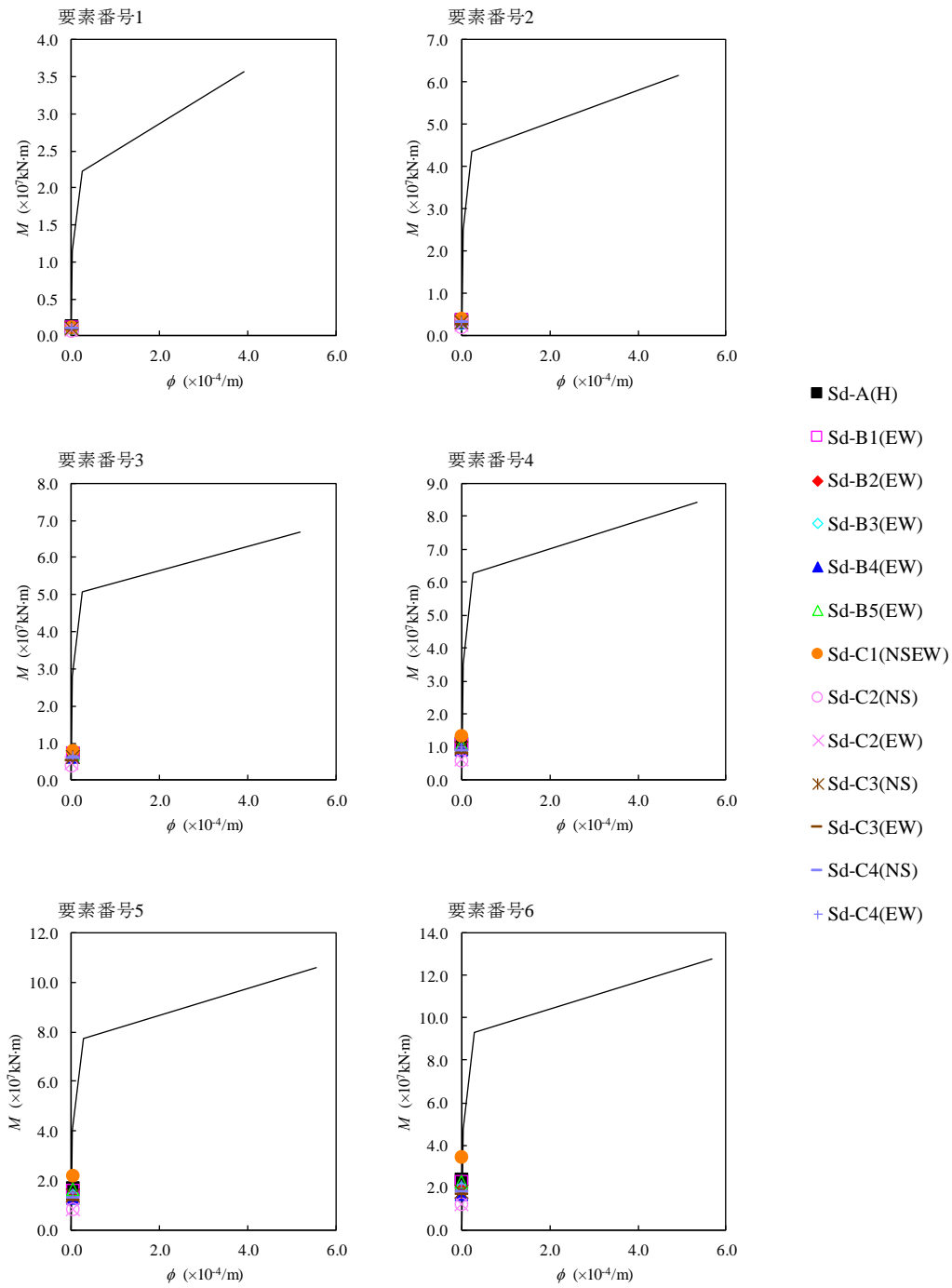


注記1：○数字は質点番号を示す。

注記2：□数字は要素番号を示す。



第4.1.2-29図 τ - γ 関係と最大応答値 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No.0, EW 方向)



第 4. 1. 2-30 図 M- ϕ 関係と最大応答値 (弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0, EW 方向)

第4.1.2-29表 浮上り検討 (弾性設計用地震動Sd, ケースNo.0)

(a) NS方向

地震動	浮上り限界転倒 モーメント ($\times 10^7 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率算出時の 転倒モーメント ($\times 10^7 \text{kN}\cdot\text{m}$)	接地率 (%)
Sd-A (H)	4.48	2.88	100
Sd-B1 (NS)		1.91	100
Sd-B2 (NS)		2.56	100
Sd-B3 (NS)		2.46	100
Sd-B4 (NS)		2.26	100
Sd-B5 (NS)		2.20	100
Sd-C1 (NSEW)		4.16	100
Sd-C2 (NS)		1.43	100
Sd-C2 (EW)		1.46	100
Sd-C3 (NS)		2.10	100
Sd-C3 (EW)		2.00	100
Sd-C4 (NS)		2.13	100
Sd-C4 (EW)		2.61	100

(b) EW方向

地震動	浮上り限界転倒 モーメント ($\times 10^7 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率算出時の 転倒モーメント ($\times 10^7 \text{kN}\cdot\text{m}$)	接地率 (%)
Sd-A (H)	4.53	2.87	100
Sd-B1 (EW)		2.70	100
Sd-B2 (EW)		2.30	100
Sd-B3 (EW)		2.38	100
Sd-B4 (EW)		2.01	100
Sd-B5 (EW)		2.73	100
Sd-C1 (NSEW)		4.14	100
Sd-C2 (NS)		1.46	100
Sd-C2 (EW)		1.46	100
Sd-C3 (NS)		2.12	100
Sd-C3 (EW)		2.01	100
Sd-C4 (NS)		2.15	100
Sd-C4 (EW)		2.60	100

第4.1.2-30表 最大接地圧（弾性設計用地震動Sd, ケースNo.0）(1/2)

地震動	方向		最大接地圧 (kN/m ²)
Sd-A	NS	鉛直上向き	620
		鉛直下向き	692
	EW	鉛直上向き	617
		鉛直下向き	688
Sd-B1	NS	鉛直上向き	539
		鉛直下向き	600
	EW	鉛直上向き	607
		鉛直下向き	668
Sd-B2	NS	鉛直上向き	599
		鉛直下向き	656
	EW	鉛直上向き	574
		鉛直下向き	631
Sd-B3	NS	鉛直上向き	583
		鉛直下向き	655
	EW	鉛直上向き	573
		鉛直下向き	645
Sd-B4	NS	鉛直上向き	573
		鉛直下向き	628
	EW	鉛直上向き	549
		鉛直下向き	604
Sd-B5	NS	鉛直上向き	561
		鉛直下向き	630
	EW	鉛直上向き	606
		鉛直下向き	674

第4.1.2-30表 最大接地圧（弾性設計用地震動Sd, ケースNo.0）(2/2)

地震動	方向		最大接地圧 (kN/m ²)
Sd-C1	NS	鉛直上向き	744
		鉛直下向き	796
	EW	鉛直上向き	738
		鉛直下向き	790
Sd-C2 (NS)	NS	鉛直上向き	502
		鉛直下向き	551
	EW	鉛直上向き	503
		鉛直下向き	552
Sd-C2 (EW)	NS	鉛直上向き	505
		鉛直下向き	554
	EW	鉛直上向き	503
		鉛直下向き	552
Sd-C3 (NS)	NS	鉛直上向き	561
		鉛直下向き	612
	EW	鉛直上向き	561
		鉛直下向き	612
Sd-C3 (EW)	NS	鉛直上向き	552
		鉛直下向き	603
	EW	鉛直上向き	551
		鉛直下向き	602
Sd-C4 (NS)	NS	—	589
	EW	—	589
Sd-C4 (EW)	NS	—	632
	EW	—	628

4.2 静的解析

「3.4 解析方法」による解析方法で算出した地震層せん断力係数 $3.0C_i$ 及び静的地震力（水平地震力）を第 4.2-1 表に示す。

第 4.2-1 表 地震層せん断力係数 ($3.0C_i$) 及び水平地震力
(a) NS 方向

T. M. S. L. (m)	第 i 層が支える重量 W (kN)	地震層せん断力係数 $3.0C_i$	水平地震力 Q ($\times 10^5$ kN)
77.50~70.20	174000	0.616	1.07
70.20~62.80	503000	0.563	2.83
62.80~56.80	888000	0.522	4.64
56.80~50.30	1317000	0.469	6.18
50.30~43.20	1809000	0.424	7.66
43.20~35.00	2339000	0.381	8.92

注記：T. M. S. L. 56.80m 以深の地震層せん断力係数 $3.0C_i$ に関しては水平地下震度を示す。

(b) EW 方向

T. M. S. L. (m)	第 i 層が支える重量 W (kN)	地震層せん断力係数 $3.0C_i$	水平地震力 Q ($\times 10^5$ kN)
77.50~70.20	174000	0.595	1.04
70.20~62.80	503000	0.558	2.81
62.80~56.80	888000	0.522	4.64
56.80~50.30	1317000	0.469	6.18
50.30~43.20	1809000	0.424	7.66
43.20~35.00	2339000	0.381	8.92

注記：T. M. S. L. 56.80m 以深の地震層せん断力係数 $3.0C_i$ に関しては水平地下震度を示す。

4.3 必要保有水平耐力

「3.4 解析方法」による解析方法で算出した必要保有水平耐力 Q_{un} を第 4.3-1 表に示す。

第 4.3-1 表 必要保有水平耐力

(a) NS 方向

T. M. S. L. (m)	構造特性係数 D_s	形状特性係数 F_{es}	必要保有水平耐力 Q_{un} ($\times 10^5$ kN)
77.50~70.20	0.55	1.00	0.98
70.20~62.80	0.55	1.00	2.59
62.80~56.80	0.55	1.00	4.25
56.80~50.30	0.55	1.00	5.67
50.30~43.20	0.55	1.00	7.02
43.20~35.00	0.55	1.00	8.18

(b) EW 方向

T. M. S. L. (m)	構造特性係数 D_s	形状特性係数 F_{es}	必要保有水平耐力 Q_{un} ($\times 10^5$ kN)
77.50~70.20	0.55	1.00	0.95
70.20~62.80	0.55	1.00	2.58
62.80~56.80	0.55	1.00	4.25
56.80~50.30	0.55	1.00	5.67
50.30~43.20	0.55	1.00	7.02
43.20~35.00	0.55	1.00	8.18

Ⅲ－3－1－1－2

燃料加工建屋の耐震計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	11
2.4 適用規格・基準等	13
3. 地震応答解析による評価方法	14
4. 応力解析による評価方法	17
4.1 評価対象部位及び評価方針	17
4.2 荷重及び荷重の組合せ	20
4.3 許容限界	21
4.4 評価方法	25
5. 評価結果	41
5.1 地震応答解析による評価結果	41
5.2 応力解析による評価結果	45
6. その他の評価	53
6.1 評価内容	53
6.2 評価結果	53

1. 概要

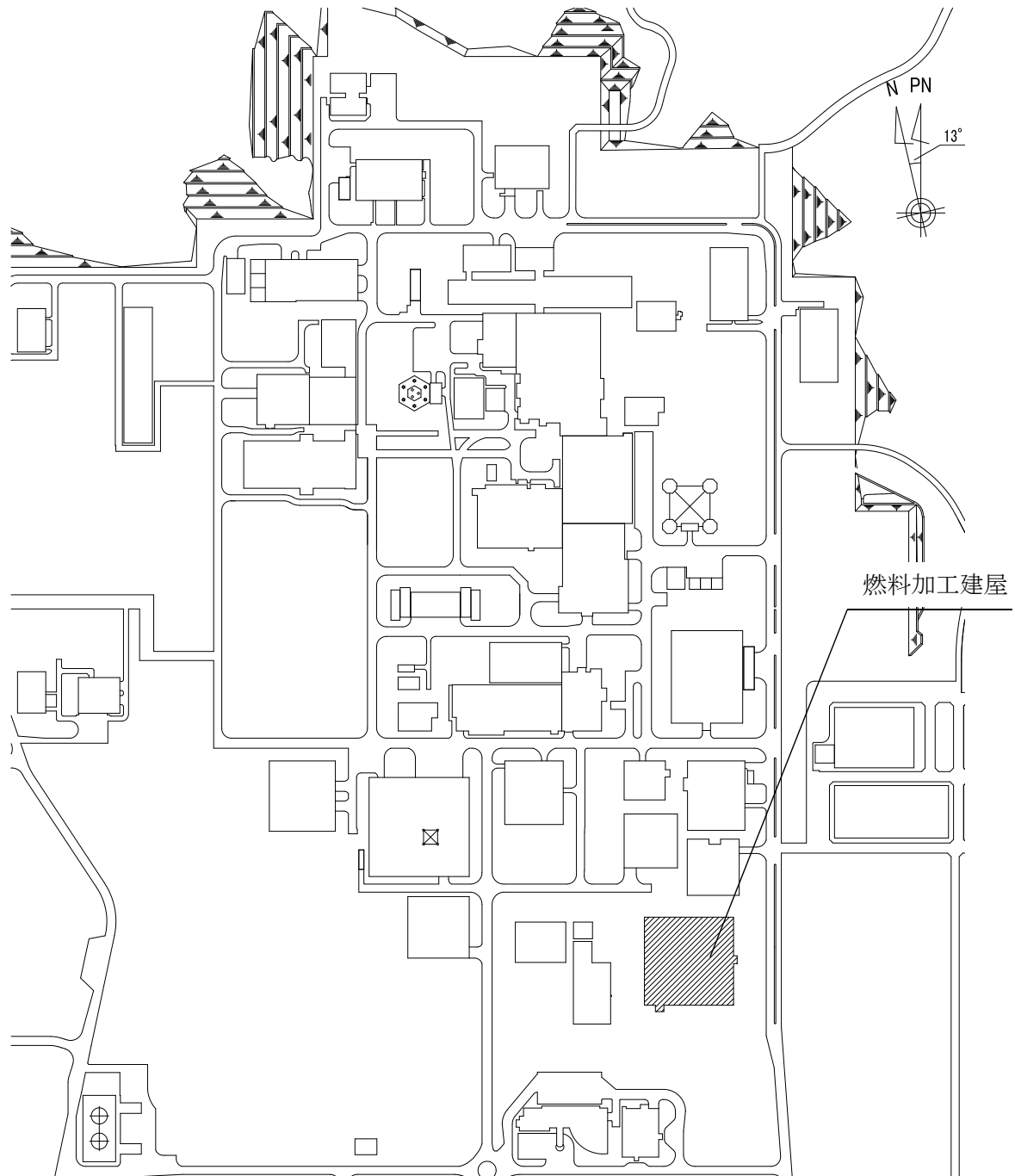
本資料は、添付書類「耐震設計の基本方針」に基づき、燃料加工建屋の地震時の構造強度及び機能維持の確認について説明するものである。その評価は地震応答解析及び応力解析に基づいて行う。

燃料加工建屋のうち、安全機能を有する施設においては、閉じ込め機能を確保する範囲である重要区域を構成する壁及び床は「Sクラスの施設」に分類され、建屋全体は「Sクラス施設の間接支持構造物」に分類される。また、重大事故等対処施設において、建屋全体は「常設耐震重要重大事故等対処設備の間接支持構造物」に分類され、それぞれの分類に応じた耐震評価を示す。

2. 基本方針

2.1 位置

燃料加工建屋の設置位置を第2.1-1図に示す。



MOX① III (2)-0058 G

第2.1-1図 燃料加工建屋の設置位置

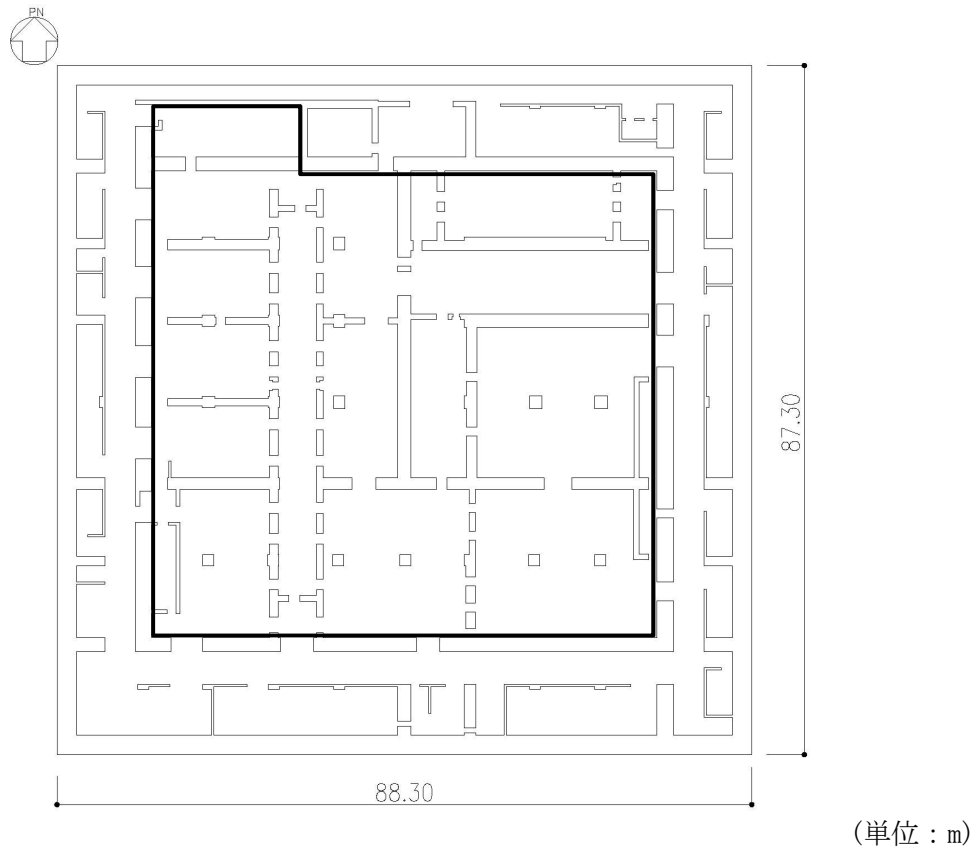
2.2 構造概要

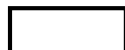
本建屋は、地下3階、地上2階建て、主体構造は鉄筋コンクリート造である。平面規模は主要部分で87.30m(NS)×88.30m(EW)であり、建屋の高さは基礎スラブ下端から45.97mである。

本建屋の主要耐震要素は、鉄筋コンクリート造の外壁及び一部の内壁である。また、基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。

燃料加工建屋の概略平面図を第2.2-1図に、概略断面図を第2.2-2図に示す。

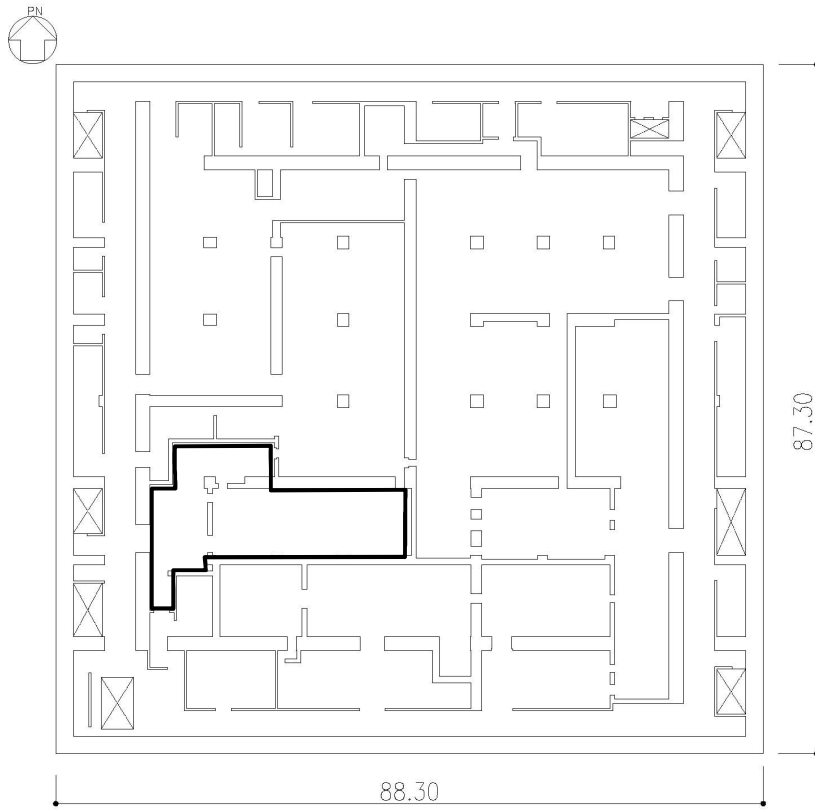
MOX① III (2)-0059 G




 閉じ込め機能を確保する範囲（重要区域）を示す。

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第2.2-1図 概略平面図 (T. M. S. L. 35.00m) (1/7)

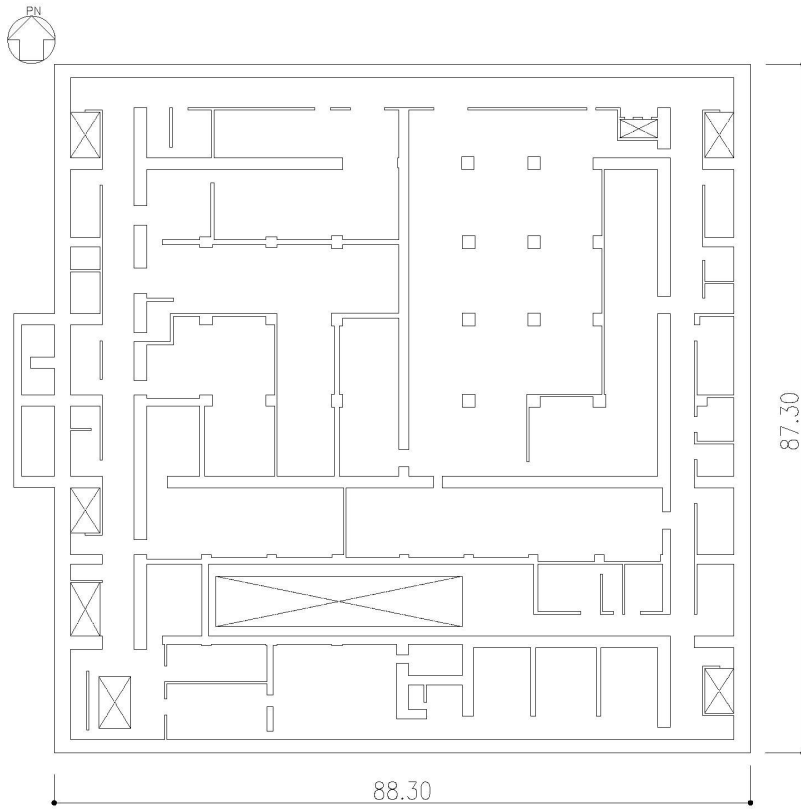


(単位：m)

 閉じ込め機能を確認する範囲（重要区域）を示す。

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

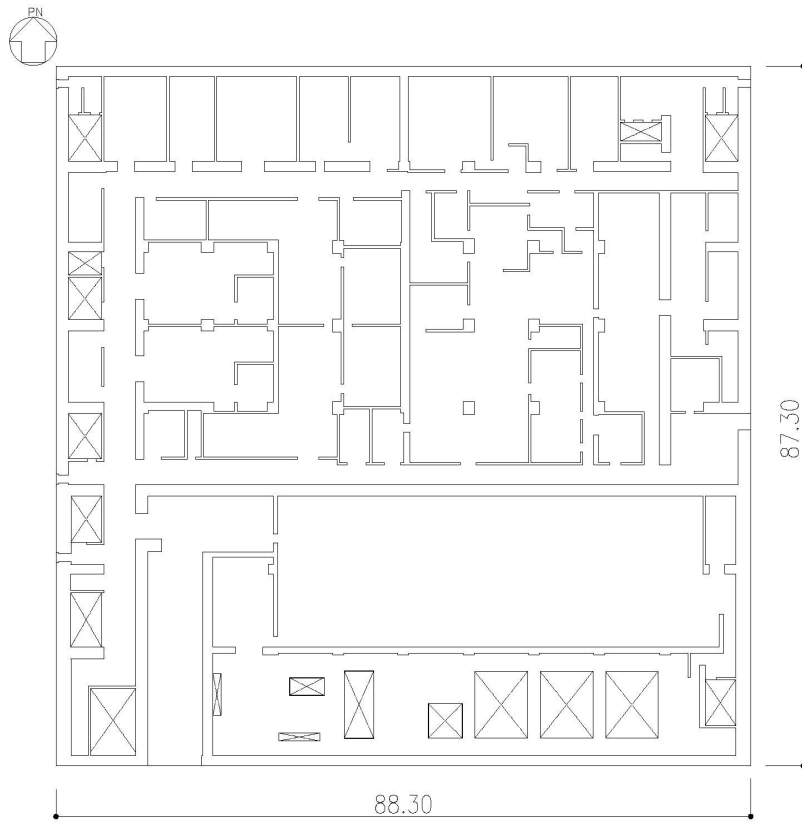
第2.2-1図 概略平面図 (T. M. S. L. 43.20m) (2/7)



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

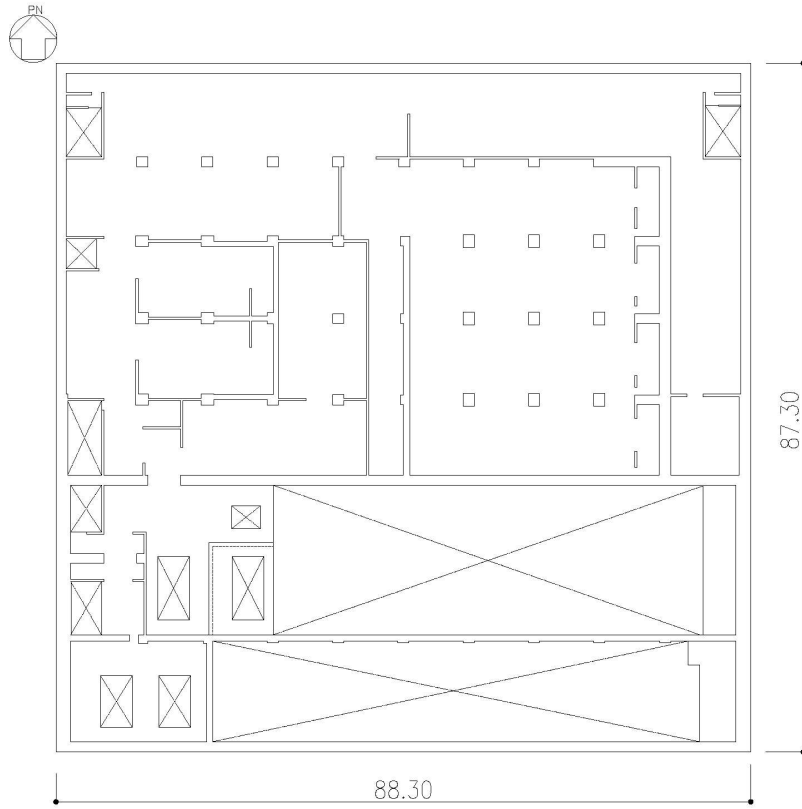
第2.2-1図 概略平面図 (T.M.S.L. 50.30m) (3/7)



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

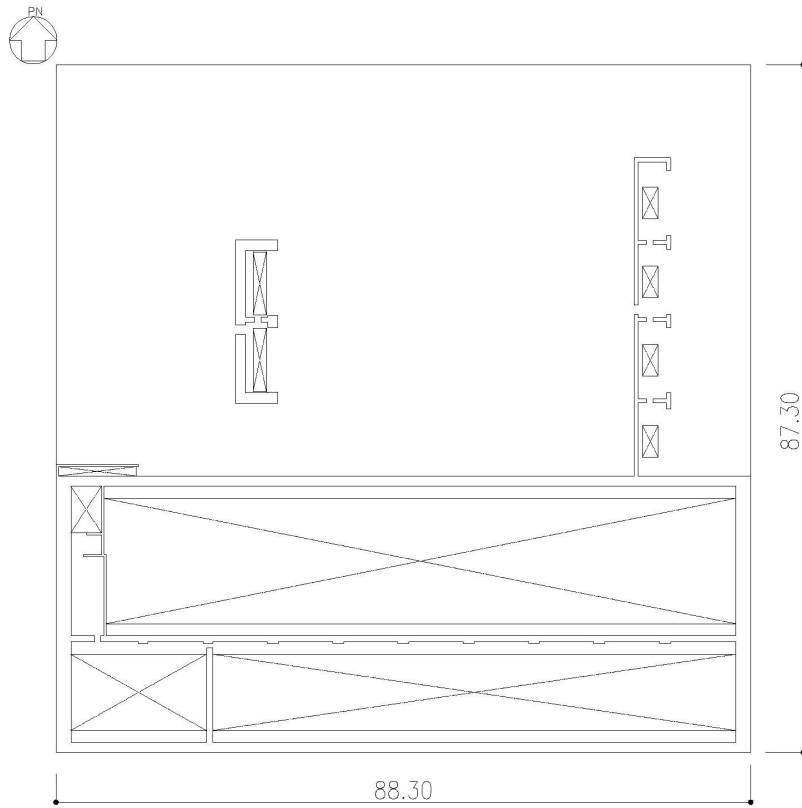
第2.2-1図 概略平面図 (T.M.S.L. 56.80m) (4/7)



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第2.2-1図 概略平面図 (T.M.S.L. 62.80m) (5/7)



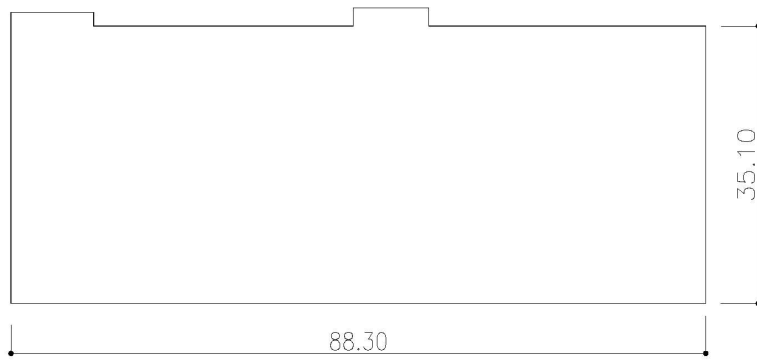
(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第2.2-1図 概略平面図 (T.M.S.L. 70.20m) (6/7)



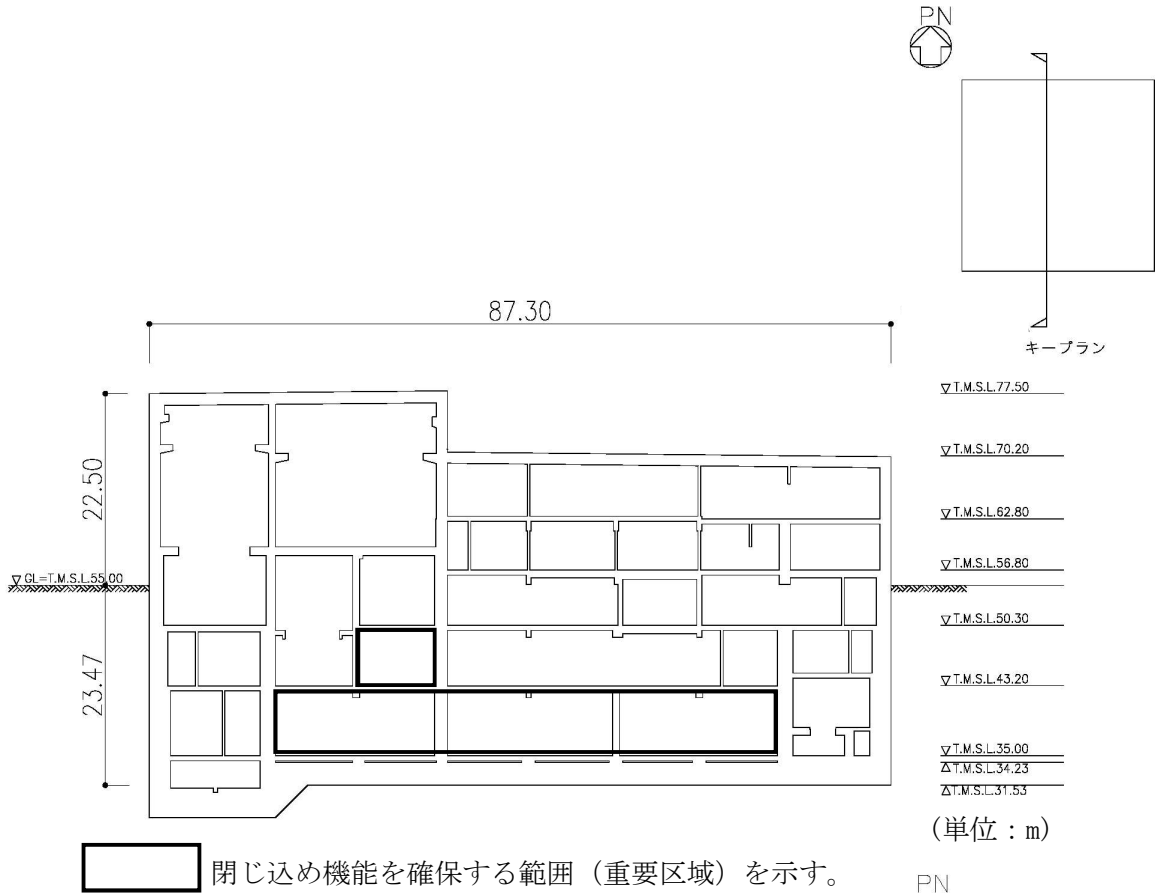
MOX① III (2)-0065 G



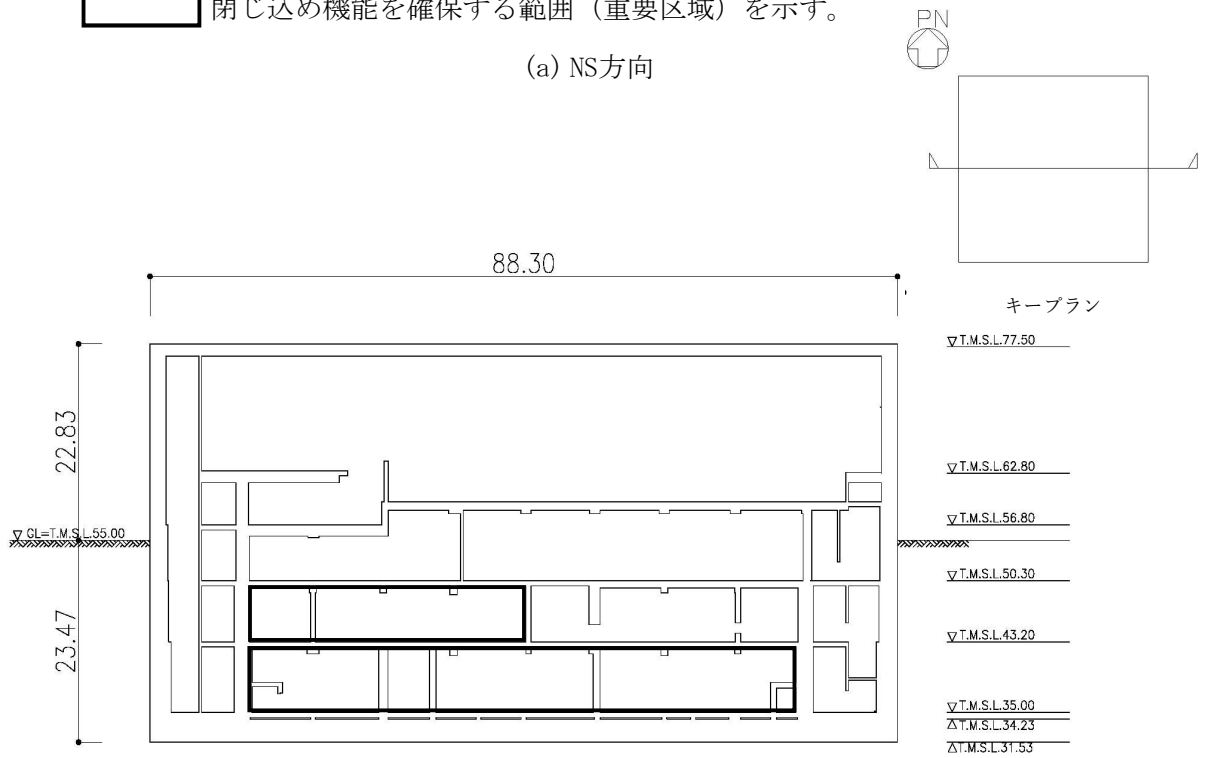
(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第2.2-1図 概略平面図 (T.M.S.L. 77.50m) (7/7)



(a) NS方向



(b) EW方向

第 2.2-2 図 概略断面図

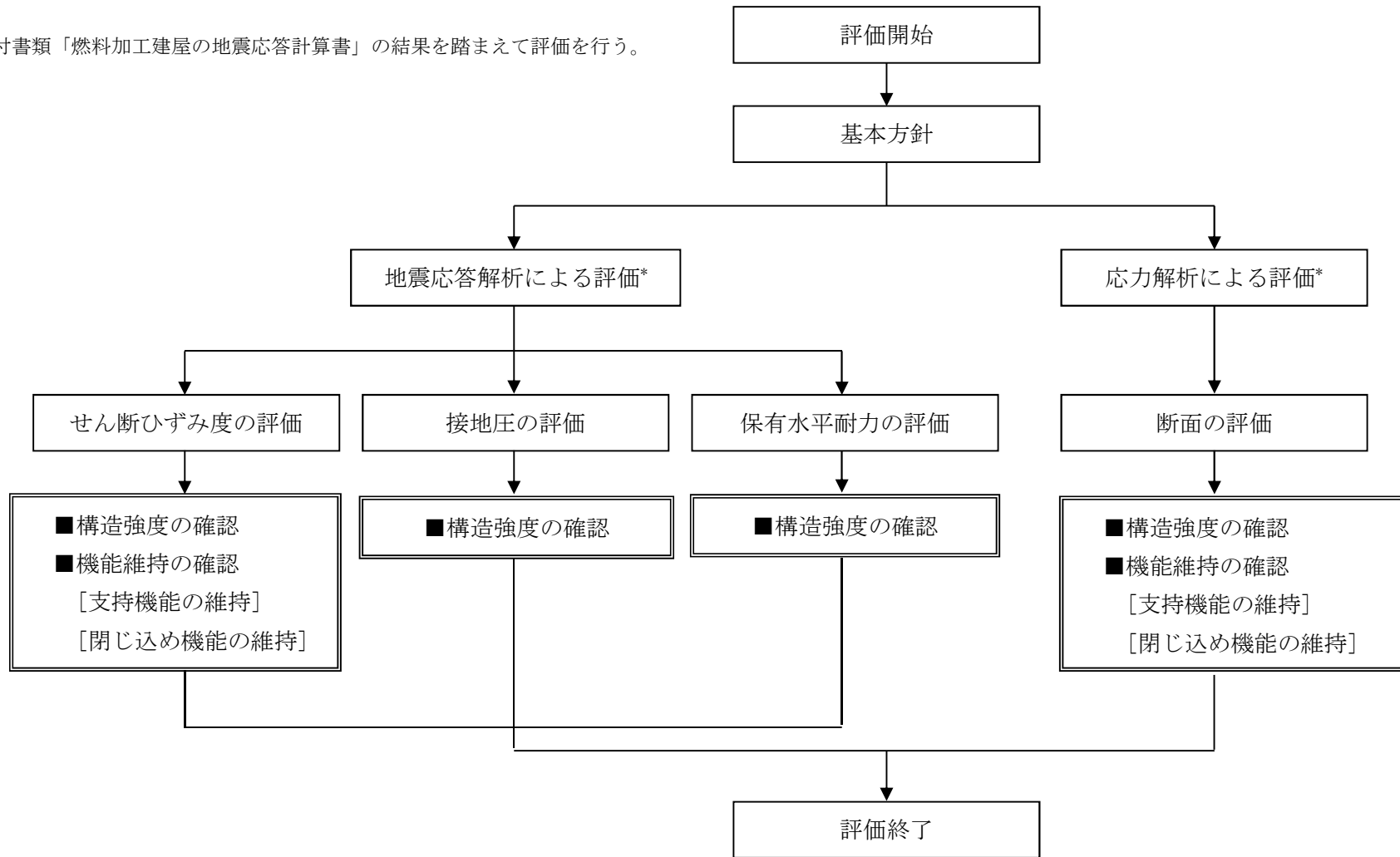
2.3 評価方針

燃料加工建屋の安全機能を有する施設としての地震時の評価においては、基準地震動 S_s による地震力に対する評価（以下、「 S_s 地震時に対する評価」という。）、弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対する評価（以下、「 S_d 地震時に対する評価」という。）及び保有水平耐力の評価を行うこととし、それぞれの評価は添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。燃料加工建屋の評価は、添付書類「耐震設計の基本方針」に基づき、地震応答解析によりせん断ひずみ度、接地圧及び保有水平耐力の評価を、応力解析により断面の評価を行うことで、燃料加工建屋の構造強度、機能維持の確認を行う。評価にあたっては地盤物性のばらつきを考慮する。

また、重大事故等対処施設としての評価においては、 S_s 地震時に対する評価及び保有水平耐力に対する評価を行う。ここで、燃料加工建屋では、運転時、設計基準事故時及び重大事故等時の状態において、圧力、温度等の条件について有意な差異がないことから、重大事故等対処施設としての評価は、安全機能を有する施設と同一となる。

燃料加工建屋の評価フローを第2.3-1図に示す。

*：添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」の結果を踏まえて評価を行う。



第2.3-1図 燃料加工建屋の評価フロー

2.4 適用規格・基準等

燃料加工建屋の評価において、適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令・同告示
- ・ 日本産業規格
- ・ 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）（以下, 「RC規準」という。）
- ・ 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）
（以下, 「RC-N規準」という。）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987（(社)日本電気協会）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984
（(社)日本電気協会）
- ・ 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」と記載しているものは上記3指針を指す。）

3. 地震応答解析による評価方法

地震応答解析による評価において、燃料加工建屋の構造強度については、添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」に基づき、地盤物性のばらつきを考慮した最大せん断ひずみ度が許容限界を超えないこと、最大接地圧が地盤の支持力を十分下回ること、及び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する。

また、支持機能及び閉じ込め機能の維持については、添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」に基づき、地盤物性のばらつきを考慮した耐震壁の最大せん断ひずみ度が許容限界を超えないことを確認する。

地震応答解析による評価における燃料加工建屋の許容限界は、添付書類「機能維持の基本方針」に記載の構造強度上の制限及び機能維持の方針に基づき、第3.-1表のとおり設定する。

第 3. -1 表 地震応答解析による評価における許容限界 (1/2)

(a) 安全機能を有する施設としての評価

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)
-	構造強度を有すること	基準地震動 S _s	重要区域の壁	耐震壁の最大せん断ひずみ度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	最大せん断ひずみ度 2.0×10 ⁻³
		基準地震動 S _s	基礎地盤	最大接地圧が地盤の支持力を十分下回ることを確認	極限支持力度 38800kN/m 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
閉じ込め機能	MOX の過度の放出防止機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	重要区域の壁	耐震壁の最大せん断ひずみ度がMOXの過度の放出防止機能を維持するための許容限界を超えないことを確認*1	最大せん断ひずみ度 2.0×10 ⁻³
支持機能*2	機器・配管等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	耐震壁*3	最大せん断ひずみ度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	最大せん断ひずみ度 2.0×10 ⁻³

*1： 機能維持のための考え方は「重要区域の壁及び床が諸室としての構成を喪失しないこと」であるが、さらなる安全余裕を考慮して、評価基準値としては、耐震壁の構造強度の確認に用いる許容限界を採用する。

*2： 「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響」の確認が含まれる。

*3： 建屋全体としては、地震力は主に耐震壁で負担する構造となっており、柱、梁、間仕切壁等が耐震壁の変形に追従することと、全体に剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変位が小さく床スラブの変位が抑えられるため、各層の耐震壁が最大せん断ひずみ度の許容限界を満足していれば、建物・構築物に要求される機能は維持される。

第3.-1表 地震応答解析による評価における許容限界 (2/2)

(b) 重大事故等対処施設としての評価

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)
-	構造強度を有すること	基準地震動 Ss	基礎地盤	最大接地圧が地盤の支持力を十分下回ることを確認	極限支持力度 38800kN/m 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
支持機能*1	機器・配管等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 Ss	耐震壁*2	最大せん断ひずみ度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	最大せん断ひずみ度 2.0×10 ⁻³

*1: 「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響」の確認が含まれる。

*2: 建屋全体としては、地震力は主に耐震壁で負担する構造となっており、柱、梁、間仕切壁等が耐震壁の変形に追従することと、全体に剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変位が小さく床スラブの変位が抑えられるため、各層の耐震壁が最大せん断ひずみ度の許容限界を満足していれば、建物・構築物に要求される機能は維持される。

4. 応力解析による評価方法

4.1 評価対象部位及び評価方針

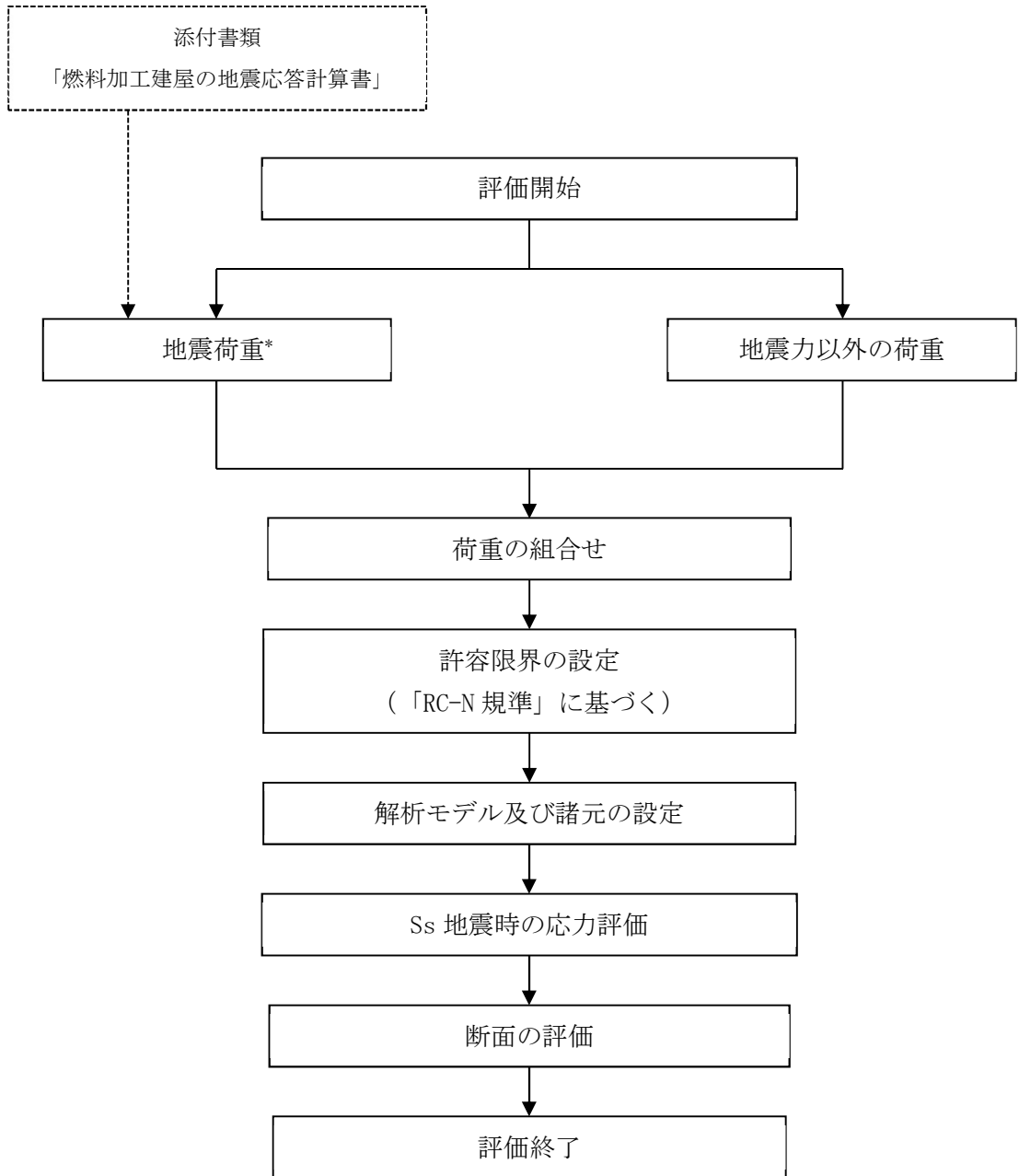
燃料加工建屋の応力解析による評価対象部位は、基礎スラブ、重要区域の壁及び床とし、Sd地震時及びSs地震時に対して以下の方針に基づき評価を行う。

応力解析による評価フローを第4.1-1図に示す。応力解析にあたっては、添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」より得られた結果を用いて、荷重の組合せを行う。また、地震荷重の設定においては、地盤物性のばらつきを考慮する。

基礎スラブのSs地震時に対する評価は、FEMモデルを用いた弾性応力解析によることとし、地震力と地震力以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が、「RC-N規準」に基づき設定した許容限界を超えないことを確認する。

重要区域の壁のSd地震時に対する評価は、せん断力分配解析を用いた弾性応力解析によることとし、地震力と地震力以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が、「RC-N規準」に基づき設定した許容限界を超えないことを確認する。

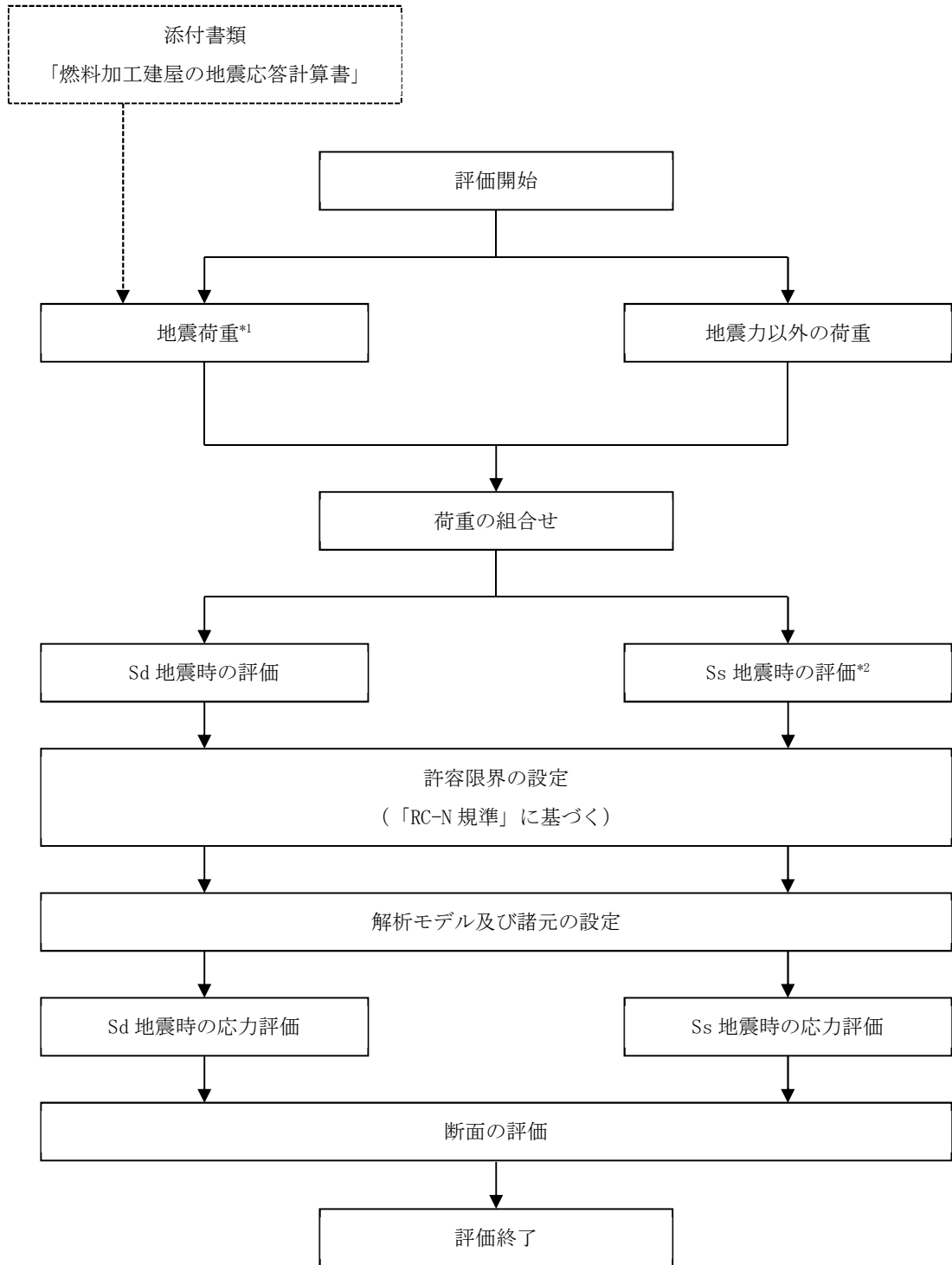
重要区域の床のSd地震時及びSs地震時に対する評価は、弾性応力解析により評価を行うこととし、その評価は、鉛直方向の地震力と地震力以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が、「RC-N規準」に基づき設定した許容限界を超えないことを確認する。なお、水平方向の地震荷重に対する床スラブの評価は、建屋全体が剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変形が小さく、床スラブの面内変形が抑えられることから、「3. 地震応答解析による評価方法」に含まれる。



* 地盤物性のばらつきを考慮する。

(a) 基礎スラブ

第4.1-1図 応力解析の評価フロー (1/2)



*1 地盤物性のばらつきを考慮する。

*2 Ss地震時の評価は重要区域の床のみ実施する。

(b) 重要区域の壁及び床

第4.1-1図 応力解析の評価フロー (2/2)

4.2 荷重及び荷重の組合せ

各部位の評価における荷重及び荷重の組合せは、添付書類「耐震設計の基本方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せを用いる。

4.2.1 荷重

各部位の評価において考慮する荷重を第4.2.1-1表に示す。

第4.2.1-1表 考慮する荷重

荷重名称		内容
鉛直荷重 (VL)	固定荷重 (DL)	構造物の自重
	配管荷重 (PL)	配管による荷重
	機器荷重 (EL)	建屋内に格納される主要機器の荷重
	積載荷重 (LL)	家具, 什器, 人員荷重の他, 機器荷重に含まれない小さな機器類の荷重
積雪荷重 (SL)		積雪量 190cm 地震荷重と組み合わせる場合は0.35の係数を乗じた値とする。
地震荷重 (S)		地盤物性のばらつきを考慮した地震荷重
土圧荷重 (G)		地下外壁に加わる土圧
浮力 (B)		浮力による荷重

4.2.2 荷重の組合せ

各部位の評価において考慮する荷重の組合せを第4.2.2-1表に示す。

第4.2.2-1表 荷重の組合せ

部位	荷重の組合せ
基礎スラブ	VL+SL+S+G+B
重要区域の壁及び床	VL+SL+S

4.3 許容限界

応力解析による評価における燃料加工建屋の許容限界は、添付書類「機能維持の基本方針」に記載の構造強度上の制限及び機能維持の方針に基づき、第4.3-1表及び第4.3-2表のとおり設定する。

また、基礎スラブに関するコンクリートの圧縮強度を第4.3-3表に、鉄筋（主筋）の降伏強度を第4.3-4表に、重要区域の壁及び床に関するコンクリートの短期許容応力度を第4.3-5表に、鉄筋（主筋）の短期許容応力度を第4.3-6表に示す。

第 4.3-1 表 応力解析による評価における基礎スラブの許容限界

(a) 安全機能を有する施設としての評価

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)
支持機能*1	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 Ss	基礎スラブ	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」に基づく終局耐力

*1：「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響」の確認が含まれる。

(b) 重大事故等対処施設としての評価

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)
支持機能*1	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 Ss	基礎スラブ	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」に基づく終局耐力

*1：「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響」の確認が含まれる。

第 4.3-2 表 応力解析による評価における重要区域の壁及び床の許容限界

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)
-	構造強度を有すること	弾性設計用地震動Sd 及び 静的地震力	重要区域の壁	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」に基づく短期許容応力度
			重要区域の床*1		
		基準地震動 Ss	重要区域の床	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に対して妥当な安全余裕を有することを確認	「RC-N規準」に基づく終局耐力*2
閉じ込め機能	MOXの過度の放出防止機能を損なわないこと	基準地震動 Ss	重要区域の床	部材に生じる応力がMOXの過度の放出防止機能を維持するための許容限界を超えないことを確認*3	「RC-N規準」に基づく終局耐力*2

*1： Sd地震時及びSs地震時に対する評価の判定値は短期許容応力度であり、弾性設計用地震動Sd及び静的地震力による地震力よりも基準地震動Ssによる地震力の方が上回ることから、Ss地震時の評価に包含される。

*2： 許容限界は終局耐力に対し妥当な安全余裕を有したのものとして設定することとするが、断面の評価の判定値としては、短期許容応力度を採用する。

*3： 機能維持のための考え方は「重要区域が諸室としての構成を喪失しないこと」であるが、さらなる安全余裕を考慮して、評価基準値としては、重要区域の床の構造強度の確認に用いる許容限界を採用する。

第4.3-3表 基礎スラブに関するコンクリートの圧縮強度

設計基準強度 F_c (N/mm^2)	圧縮強度 (N/mm^2)
30	30.0

第4.3-4表 基礎スラブに関する鉄筋（主筋）の降伏強度

鉄筋種類	引張及び圧縮 (N/mm^2)
SD390	390

注記：材料強度は降伏強度を1.1倍して算出する。

第4.3-5表 重要区域の壁及び床に関するコンクリートの短期許容応力度

設計基準強度 F_c (N/mm^2)	圧縮 (N/mm^2)	せん断 (N/mm^2)
30	20.0	1.18

第4.3-6表 重要区域の壁及び床に関する鉄筋（主筋）の短期許容応力度

鉄筋種類	引張及び圧縮 (N/mm^2)	せん断補強 (N/mm^2)
SD345	345	345

4.4 評価方法

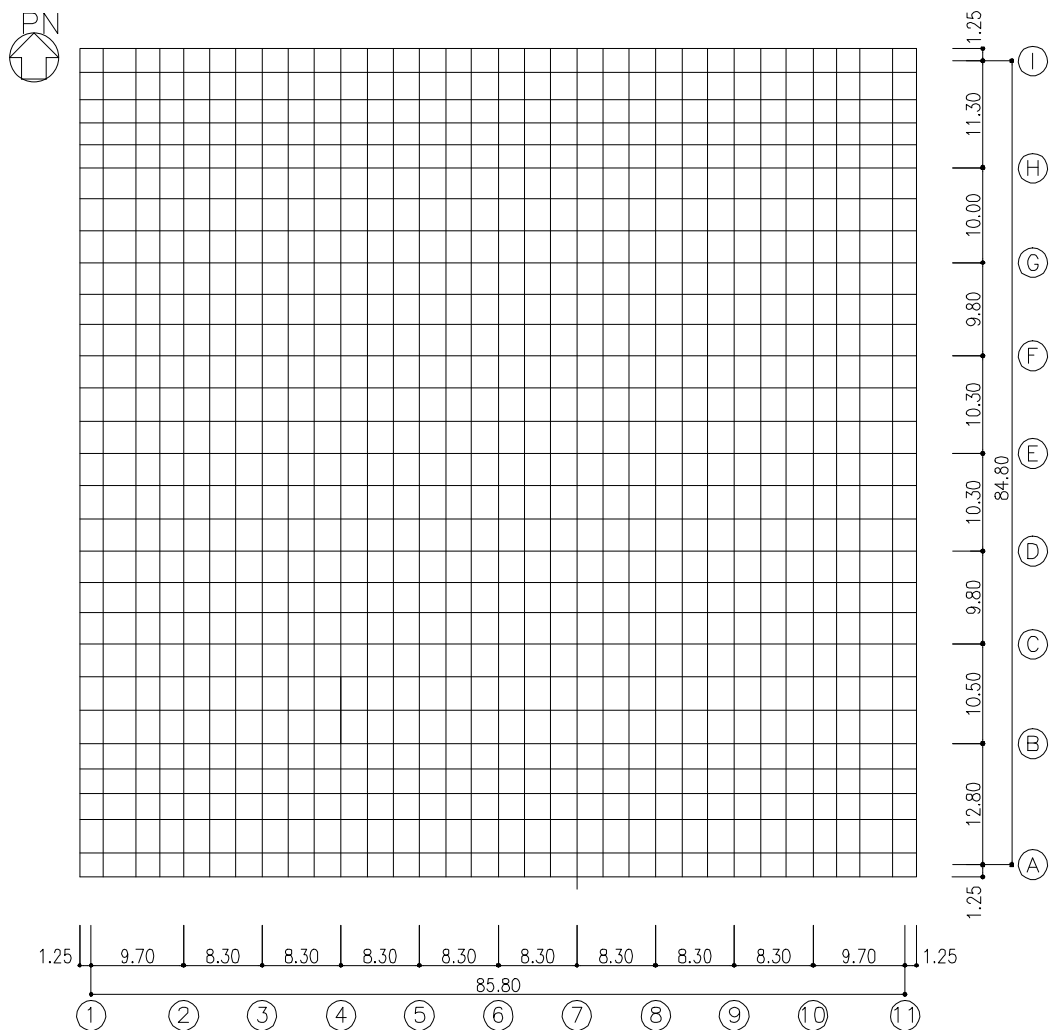
4.4.1 基礎スラブの評価方法

(1) 解析モデル

応力解析は、FEMモデルを用いた弾性応力解析を実施する。解析には、解析コード「MSC NASTRAN ver. 2012. 1. 0」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

基礎スラブの解析モデルを第4. 4. 1-1図に示す。

基礎スラブは上部構造の拘束を考慮し、シェル要素にてモデル化する。また、基礎スラブ底面に水平方向及び鉛直方向の地盤ばねを設ける。なお、基礎スラブ底面に設置した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。基礎スラブに関するコンクリートの物性値及び鉄筋コンクリートの単位体積重量を第4. 4. 1-1表、第4. 4. 1-2表にそれぞれ示す。解析モデルの節点数は957、要素数は896である。



第4. 4. 1-1図 基礎スラブの解析モデル(単位：m)

第4.4.1-1表 基礎スラブに関するコンクリートの物性値

設計基準強度 Fc (N/mm ²)	ヤング係数 Ec (N/mm ²)	ポアソン比 ν
30	2.44×10^4	0.2

第4.4.1-2表 基礎スラブに関する鉄筋コンクリートの単位体積重量

単位体積重量 (kN/m ³)
24

(2) 荷重ケース

Ss地震時の基礎スラブに作用する応力は、次の荷重ケースによる応力を組み合わせて求める。

- VL : 鉛直荷重
- SL : 積雪荷重
- SSNS : NS方向のSs地震荷重 (S→N方向を正とする。)
- SS_{EW} : EW方向のSs地震荷重 (E→W方向を正とする。)
- SS_{UD} : 鉛直方向のSs地震荷重 (下向きを正とする。)
- G₀ : 地震時静止土圧荷重
- G_{NS} : NS方向のSs地震時増分土圧荷重
- G_{SEW} : EW方向のSs地震時増分土圧荷重
- B : 浮力

(3) 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを第4.4.1-3表に示す。

水平方向と鉛直方向の荷重の組合せは、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008（(社)日本電気協会）」を参考に、組合せ係数法（組合せ係数は1.0と0.4）を用いるものとする。

第4.4.1-3表 荷重の組合せケース

ケースNo.	荷重の組合せ
1	$VL + SL + 1.0S_{SNS} + 0.4S_{SUD} + G_0 + 1.0G_{SNS} + B$
2	$VL + SL - 1.0S_{SNS} + 0.4S_{SUD} + G_0 + 1.0G_{SNS} + B$
3	$VL + SL + 1.0S_{SNS} - 0.4S_{SUD} + G_0 + 1.0G_{SNS} + B$
4	$VL + SL - 1.0S_{SNS} - 0.4S_{SUD} + G_0 + 1.0G_{SNS} + B$
5	$VL + SL + 1.0S_{SEW} + 0.4S_{SUD} + G_0 + 1.0G_{SEW} + B$
6	$VL + SL - 1.0S_{SEW} + 0.4S_{SUD} + G_0 + 1.0G_{SEW} + B$
7	$VL + SL + 1.0S_{SEW} - 0.4S_{SUD} + G_0 + 1.0G_{SEW} + B$
8	$VL + SL - 1.0S_{SEW} - 0.4S_{SUD} + G_0 + 1.0G_{SEW} + B$
9	$VL + SL + 0.4S_{SNS} + 1.0S_{SUD} + G_0 + 0.4G_{SNS} + B$
10	$VL + SL - 0.4S_{SNS} + 1.0S_{SUD} + G_0 + 0.4G_{SNS} + B$
11	$VL + SL + 0.4S_{SNS} - 1.0S_{SUD} + G_0 + 0.4G_{SNS} + B$
12	$VL + SL - 0.4S_{SNS} - 1.0S_{SUD} + G_0 + 0.4G_{SNS} + B$
13	$VL + SL + 0.4S_{SEW} + 1.0S_{SUD} + G_0 + 0.4G_{SEW} + B$
14	$VL + SL - 0.4S_{SEW} + 1.0S_{SUD} + G_0 + 0.4G_{SEW} + B$
15	$VL + SL + 0.4S_{SEW} - 1.0S_{SUD} + G_0 + 0.4G_{SEW} + B$
16	$VL + SL - 0.4S_{SEW} - 1.0S_{SUD} + G_0 + 0.4G_{SEW} + B$

(4) 荷重の入力方法

a. 鉛直荷重 (VL) 及び積雪荷重 (SL)

基礎スラブの重量は、鉄筋コンクリートの単位体積重量をFEMモデルの各要素に与える。上部構造物から伝達される重量は、集中荷重として基礎スラブと上部構造物の壁及び柱の取合い部の節点に入力する。

b. 地震荷重 (S)

地震荷重については、添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」に示す基準地震動 S_s に対する地震応答解析から得られる結果より設定する。荷重の入力については、上部構造物から基礎スラブへ伝達される応力を考慮する。また、 S_s 地震時の上部構造による入力荷重と基礎スラブ底面に発生する荷重の差をFEMモデルの各節点に入力する。 S_s 地震時における基礎スラブ底面のせん断力、曲げモーメント及び軸力を第4.4.1-4表に示す。

c. 土圧荷重 (G)

地下外壁に作用する土圧荷重を考慮する。荷重の入力については、地下外壁から基礎スラブに作用する地震時静止土圧反力及び S_s 地震時増分土圧反力を考慮する。荷重の入力について、土圧が作用する地下外壁と取り合う基礎スラブの節点に集中荷重として入力する。この集中荷重は、当該地下外壁に土圧荷重により発生する面外せん断力及び面外曲げモーメントとする。

d. 浮力 (B)

浮力は、地下水位面をT. M. S. L. 34.23(m)とし、基礎スラブに一樣に上向きに等分布荷重として入力する。

第4.4.1-4表 S_s 地震時における基礎スラブ底面のせん断力・曲げモーメント及び軸力

水平 (NS方向)		水平 (EW方向)		鉛直
せん断力 ($\times 10^6$ kN)	曲げモーメント ($\times 10^7$ kN・m)	せん断力 ($\times 10^6$ kN)	曲げモーメント ($\times 10^7$ kN・m)	軸力 ($\times 10^6$ kN)
3.20	7.31	3.21	7.41	1.41

(5) 断面の評価方法

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。断面の評価は、「RC-N規準」に基づき、評価対象部位に生じる曲げモーメントが許容限界を超えないことを下式で確認する。なお、許容限界は柱の終局強度の精算式による。

$$M \leq M_u$$

ここで

M : 発生曲げモーメント

M_u : 許容限界（曲げ終局強度）

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、評価対象部位に生じる面外せん断力が許容限界を超えないことを下式で確認する。

$$Q \leq Q_u$$

$$Q_u = \left\{ \frac{0.068 p_t^{0.23} (F_c + 18)}{M/(Qd) + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_w \sigma_{wy}} + 0.1 \sigma_0 \right\} bj$$

ここで

Q : 発生面外せん断力

Q_u : 許容限界（面外せん断終局強度）

p_t : 引張鉄筋比 (%)

F_c : コンクリートの圧縮強度

M/Q : 強度算定断面における曲げモーメントMと面外せん断力Qの比

d : 有効せい

p_w : 面外せん断補強筋比

σ_{wy} : 面外せん断補強筋の降伏強度

σ_0 : 平均軸方向応力度

b : 部材幅

j : 応力中心間距離

4.4.2 重要区域の壁の評価方法

(1) 解析モデル

応力解析は、せん断力分配解析モデルを用いた弾性応力解析を実施する。解析には、解析コード「MSC NASTRAN ver. 2012.1.0」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

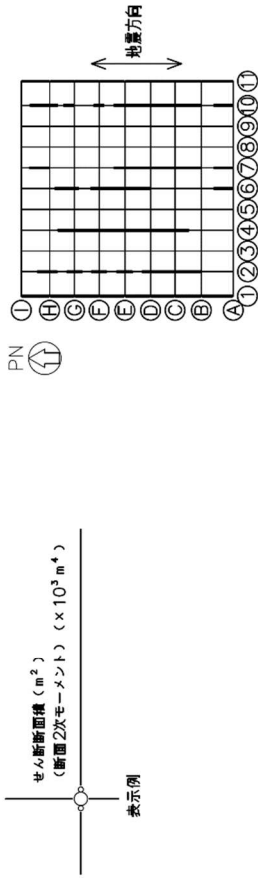
解析モデルを第4.4.2-1図に示す。

せん断力分配解析モデルは、地震荷重の全てを耐震壁が負担するものとし、各通りの耐震壁を梁要素でモデル化し、脚部を固定とする。また、各層床位置における水平変位は同一と仮定する。

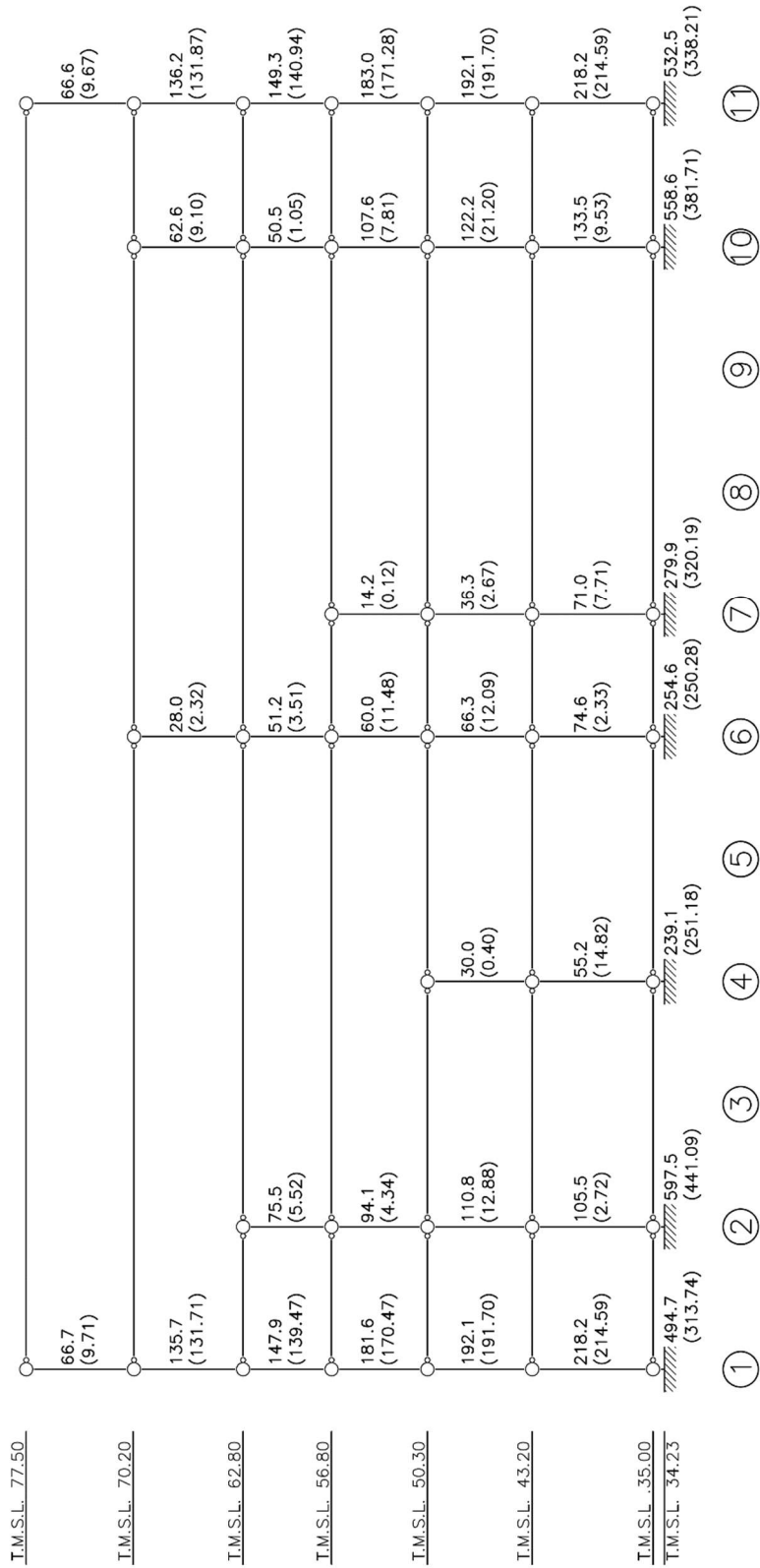
重要区域に関するコンクリートの物性値を第4.4.2-1表に示す。

第4.4.2-1表 重要区域に関するコンクリートの物性値

設計基準強度 Fc (N/mm ²)	ヤング係数 Ec (N/mm ²)	ポアソン比 ν
30	2.44×10^4	0.2

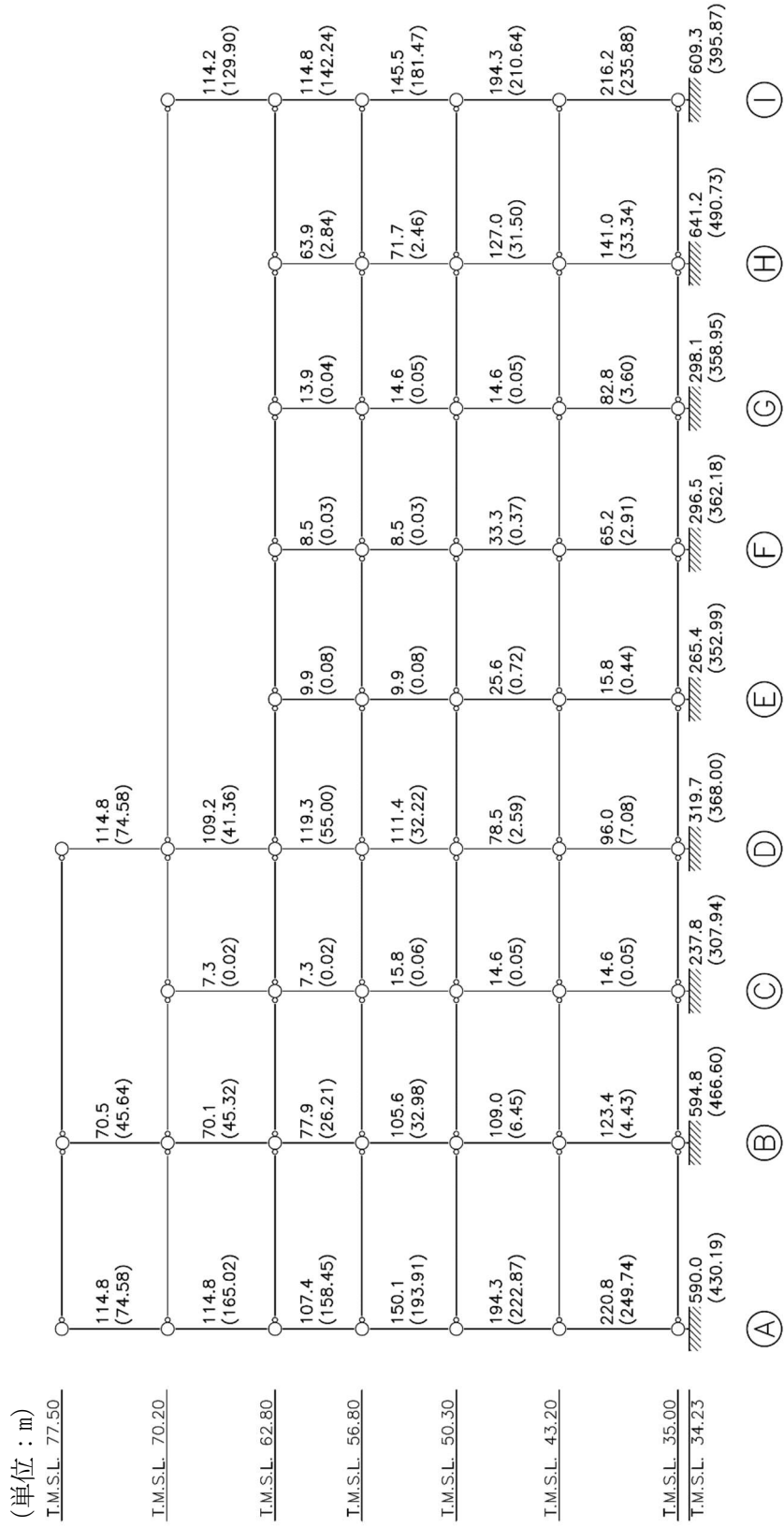
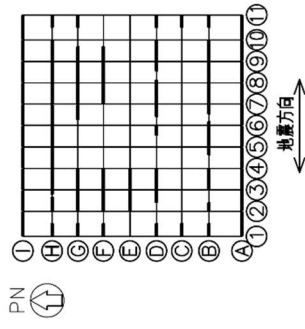


(単位 : m)



(a) NS 方向

第 4. 4. 2-1 図 解析モデル (1/2)



(b) EW 方向
第 4.4.2-1 図 解析モデル (2/2)

(2) 荷重ケース

Sd地震時の重要区域の壁に作用する応力は、次の荷重ケースによる応力を組み合わせて求める。

VL	: 鉛直荷重
SL	: 積雪荷重
S _{NS}	: NS方向の静的地震力 (S→N方向を正とする。)
S _{EW}	: EW方向の静的地震力 (W→E方向を正とする。)
S _{UD}	: 鉛直方向の静的地震力 (下向きを正とする。)
Sd _{NS}	: NS方向のSd地震荷重 (S→N方向を正とする。)
Sd _{EW}	: EW方向のSd地震荷重 (W→E方向を正とする。)
Sd _{UD}	: 鉛直方向のSd地震荷重 (下向きを正とする。)

(3) 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを第4.4.2-2表に示す。

水平方向と鉛直方向の荷重の組合せは、「原子力発電所耐震設計技術規程JEAC4601-2008（(社)日本電気協会）」を参考に、組合せ係数法（組合せ係数は1.0と0.4）を用いるものとする。

第4.4.2-2表 荷重の組合せケース

ケースNo.	荷重の組合せ
1	$VL + SL + 1.0S_{NS} + 1.0S_{UD}$
2	$VL + SL - 1.0S_{NS} + 1.0S_{UD}$
3	$VL + SL + 1.0S_{NS} - 1.0S_{UD}$
4	$VL + SL - 1.0S_{NS} - 1.0S_{UD}$
5	$VL + SL + 1.0S_{EW} + 1.0S_{UD}$
6	$VL + SL - 1.0S_{EW} + 1.0S_{UD}$
7	$VL + SL + 1.0S_{EW} - 1.0S_{UD}$
8	$VL + SL - 1.0S_{EW} - 1.0S_{UD}$
9	$VL + SL + 1.0S_{dNS} + 0.4S_{dUD}$
10	$VL + SL - 1.0S_{dNS} + 0.4S_{dUD}$
11	$VL + SL + 1.0S_{dNS} - 0.4S_{dUD}$
12	$VL + SL - 1.0S_{dNS} - 0.4S_{dUD}$
13	$VL + SL + 1.0S_{dEW} + 0.4S_{dUD}$
14	$VL + SL - 1.0S_{dEW} + 0.4S_{dUD}$
15	$VL + SL + 1.0S_{dEW} - 0.4S_{dUD}$
16	$VL + SL - 1.0S_{dEW} - 0.4S_{dUD}$
17	$VL + SL + 0.4S_{dNS} + 1.0S_{dUD}$
18	$VL + SL - 0.4S_{dNS} + 1.0S_{dUD}$
19	$VL + SL + 0.4S_{dNS} - 1.0S_{dUD}$
20	$VL + SL - 0.4S_{dNS} - 1.0S_{dUD}$
21	$VL + SL + 0.4S_{dEW} + 1.0S_{dUD}$
22	$VL + SL - 0.4S_{dEW} + 1.0S_{dUD}$
23	$VL + SL + 0.4S_{dEW} - 1.0S_{dUD}$
24	$VL + SL - 0.4S_{dEW} - 1.0S_{dUD}$

(4) 荷重の入力方法

せん断力分配解析には、各床レベルに水平方向の地震荷重を入力するが、これは添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」に示す弾性設計用地震動Sd及び静的地震力に対する地震応答解析から得られる結果により設定する。各層のせん断力、曲げモーメント及び軸力を第4.4.2-3表に示す。

第4.4.2-3表 各層のせん断力・曲げモーメント及び軸力 (1/2)

(a) せん断力(×10⁵kN)

標高 T. M. S. L. (m)	NS方向		EW方向	
	Sd	静的地震力	Sd	静的地震力
77.50	1.15	1.07	1.05	1.04
70.20	2.96	2.83	2.88	2.81
62.80	4.92	4.64	4.82	4.64
56.80	7.14	6.18	7.04	6.18
50.30	10.53	7.66	10.42	7.66
43.20	13.94	8.92	13.77	8.92
35.00	15.00	9.62	14.88	9.62
34.23				

(b) 曲げモーメント(×10⁵kN・m)

標高 T. M. S. L. (m)	NS方向		EW方向	
	Sd	静的地震力	Sd	静的地震力
77.50	10.00	7.84	20.28	7.57
70.20	51.78	28.82	60.10	28.36
62.80	98.80	56.63	104.27	56.17
56.80	149.49	96.80	154.07	96.34
50.30	229.52	151.20	228.08	150.75
43.20	354.64	224.37	352.72	223.91
35.00	373.65	231.77	372.12	231.31
34.23				

第4.4.2-3表 各層のせん断力・曲げモーメント及び軸力 (2/2)

(c) 軸力(×10⁴kN)

標高 T. M. S. L. (m)	Sd	静的地震力
77.50	6.53	4.18
70.20	18.12	12.07
62.80	30.63	21.31
56.80	43.67	31.61
50.30	57.63	43.42
43.20	71.40	56.14
35.00	80.26	65.40
34.23		

(5) 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。断面の評価は、「RC-N規準」に基づき、評価対象部位に生じる軸力、曲げモーメント及び面内せん断力による鉄筋引張応力度が許容限界を超えないことを下式で確認する。

$${}_s\sigma_t/f_t + {}_s\sigma_s/{}_sf_t \leq 1.0$$

ここで、

- ${}_s\sigma_t$: 軸力と曲げモーメントによる鉄筋引張応力度
- ${}_s\sigma_s$: 面内せん断力による鉄筋引張応力度
- f_t : 許容限界 (鉄筋の短期許容引張応力度)
- ${}_sf_t$: 許容限界 (鉄筋のせん断補強用短期許容引張応力度)

4.4.3 重要区域の床の評価方法

重要区域の床について、Sd地震時及びSs地震時に対して重要区域の床の支持条件を考慮した弾性応力解析を実施する。なお、Sd地震時及びSs地震時に対する評価の判定値は短期許容応力度であり、Sd地震時よりもSs地震時の地震荷重の方が大きいことから、Ss地震時の評価を示す。

(1) 解析モデル

応力解析は、重要区域の床の支持条件を考慮した弾性応力解析を実施する。
コンクリートの物性値は、第4.4.2-1表に示すものとする。

(2) 荷重ケース

Ss地震時の重要区域の床に作用する応力は、次の荷重ケースに示す各荷重ケースによる応力を組み合わせて求める。

VL : 鉛直荷重
Ss_{UD} : 鉛直方向のSs地震荷重

(3) 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを第4.4.3-1表に示す。

第4.4.3-1表 荷重の組合せケース

荷重の組合せ
VL+1.0Ss _{UD}

(4) 荷重の入力方法

鉛直荷重及び地震荷重を分布荷重として与える。地震荷重は、添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」に示す地震応答解析から得られる鉛直方向の最大応答加速度より鉛直震度を評価し、重要区域の床の鉛直荷重に鉛直震度を乗じたものとする。Ss地震時における鉛直震度を第4.4.3-2表に示す。

第4.4.3-2表 Ss地震時における鉛直震度

標高 T. M. S. L. (m)	鉛直震度
50.30	0.46
43.20	0.46
35.00	0.44

(5) 断面の評価方法

a. 曲げモーメント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、重要区域の床に生じる曲げモーメントが許容限界を超えないことを下式で確認する。

$$M \leq M_A$$

$$M_A = a_t \cdot f_t \cdot j$$

ここで、

M : 発生曲げモーメント

M_A : 許容限界 (短期許容曲げモーメント)

a_t : 引張鉄筋断面積

f_t : 引張鉄筋の短期許容引張応力度

j : 応力中心間距離

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、重要区域の床に生じる面外せん断力が許容限界を超えないことを下式で確認する。

$$Q \leq Q_A$$

$$Q_A = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s$$

ここで、

Q : 発生面外せん断力

Q_A : 許容限界 (短期許容面外せん断力)

b : 断面の幅

j : 応力中心間距離

α : 許容せん断力の割増し係数

$$\left(= \frac{4}{M/(Q \cdot d) + 1}, 2 \text{ を超える場合は} 2, 1 \text{ 未満の場合は} 1 \text{ とする。} \right)$$

M : 発生曲げモーメント

d : 断面の有効せい

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度

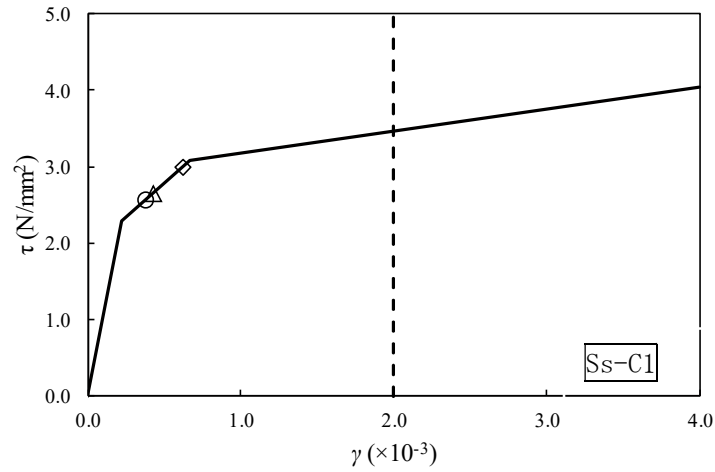
5. 評価結果

5.1 地震応答解析による評価結果

5.1.1 耐震壁のせん断ひずみ度の評価結果

耐震壁について、地盤物性のばらつきを考慮したSs地震時の各層の最大せん断ひずみ度が、許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認する。せん断応力度 (τ)-せん断ひずみ度 (γ) 関係と最大応答値を第5.1.1-1図に示す。

最大応答せん断ひずみ度は、 0.623×10^{-3} (要素番号 6), -1σ , NS方向, Ss-C1) であり、許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。



- 基本ケース
- △ 地盤物性のばらつきを考慮(+1 σ)
- ◇ 地盤物性のばらつきを考慮(-1 σ)

(単位：m)

T.M.S.L. 77.50

T.M.S.L. 70.20

T.M.S.L. 62.80

T.M.S.L. 56.80

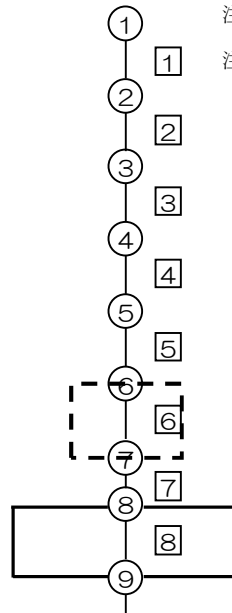
T.M.S.L. 50.30

T.M.S.L. 43.20

T.M.S.L. 35.00

T.M.S.L. 34.23

T.M.S.L. 31.53



注記 1：○数字は質点番号を示す。

注記 2：□数字は要素番号を示す。

第5.1.1-1図 せん断応力度(τ)-せん断ひずみ度(γ)関係と最大応答値
(要素番号 [6], NS方向)

5.1.2 接地圧の評価結果

Ss地震時の最大接地圧が、地盤の極限支持力度を十分下回ることを確認する。

Ss地震時の最大接地圧と地盤の極限支持力度の比較結果を第5.1.2-1表に示す。Ss地震時の最大接地圧は1231kN/m²であり、地盤の極限支持力度を十分下回ることを確認した。

第5.1.2-1表 Ss地震時の最大接地圧と地盤の極限支持力度の比較結果

最大接地圧 (kN/m ²)		極限支持力度 (kN/m ²)	判定
NS方向 (Ss-C1, -1 σ)	EW方向 (Ss-C1, -1 σ)		
1229	1231	38800	OK

5.1.3 保有水平耐力の評価結果

建屋の各層において、保有水平耐力 Q_u が必要保有水平耐力 Q_{un} に対して妥当な安全余裕を有することを確認する。なお、各層の保有水平耐力 Q_u は、添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」に示すせん断応力度(τ)-せん断ひずみ度(γ)関係の τ_3 の値に基づき算出する。必要保有水平耐力 Q_{un} 及び保有水平耐力 Q_u のそれぞれを比較して、第5.1.3-1表に示す。

建屋の各層において、保有水平耐力 Q_u が必要保有水平耐力 Q_{un} に対して、妥当な安全余裕を有することを確認した。

第5.1.3-1表 必要保有水平耐力 Q_{un} と保有水平耐力 Q_u の比較結果

(a) NS方向

T. M. S. L. (m)	必要保有水平耐力 $Q_{un} (\times 10^5 \text{kN})$	保有水平耐力 $Q_u (\times 10^5 \text{kN})$	Q_u/Q_{un}
77.50~70.20	0.98	7.47	7.62
70.20~62.80	2.59	17.69	6.83
62.80~56.80	4.25	21.01	4.94
56.80~50.30	5.67	26.18	4.61
50.30~43.20	7.02	29.94	4.26
43.20~35.00	8.18	35.42	4.33

(b) EW方向

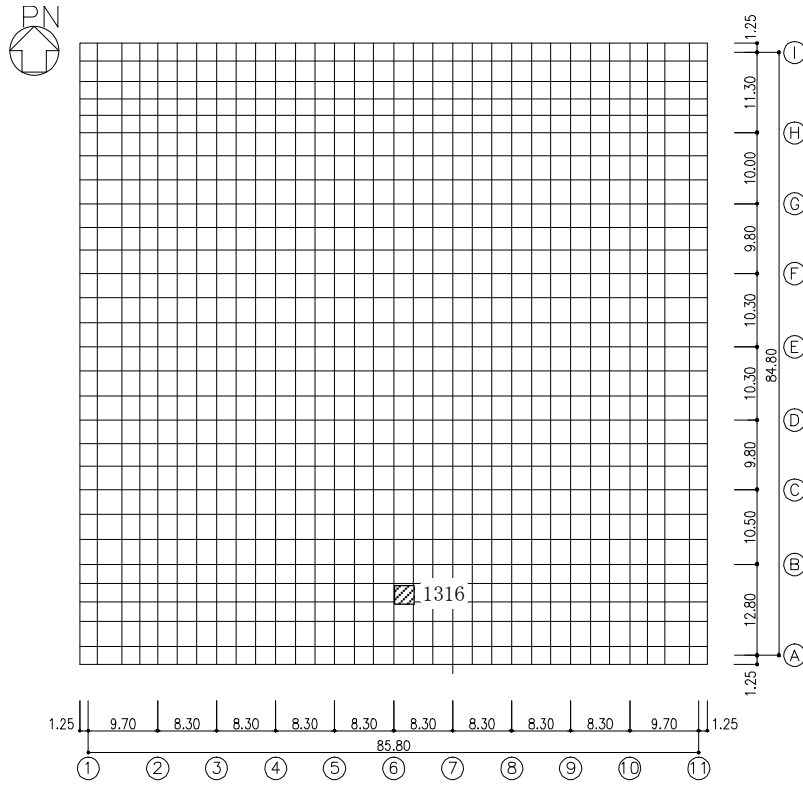
T. M. S. L. (m)	必要保有水平耐力 $Q_{un} (\times 10^5 \text{kN})$	保有水平耐力 $Q_u (\times 10^5 \text{kN})$	Q_u/Q_{un}
77.50~70.20	0.95	9.92	10.44
70.20~62.80	2.58	17.01	6.59
62.80~56.80	4.25	19.35	4.55
56.80~50.30	5.67	25.55	4.50
50.30~43.20	7.02	32.45	4.62
43.20~35.00	8.18	39.24	4.79

5.2 応力解析による評価結果

5.2.1 基礎スラブの評価結果

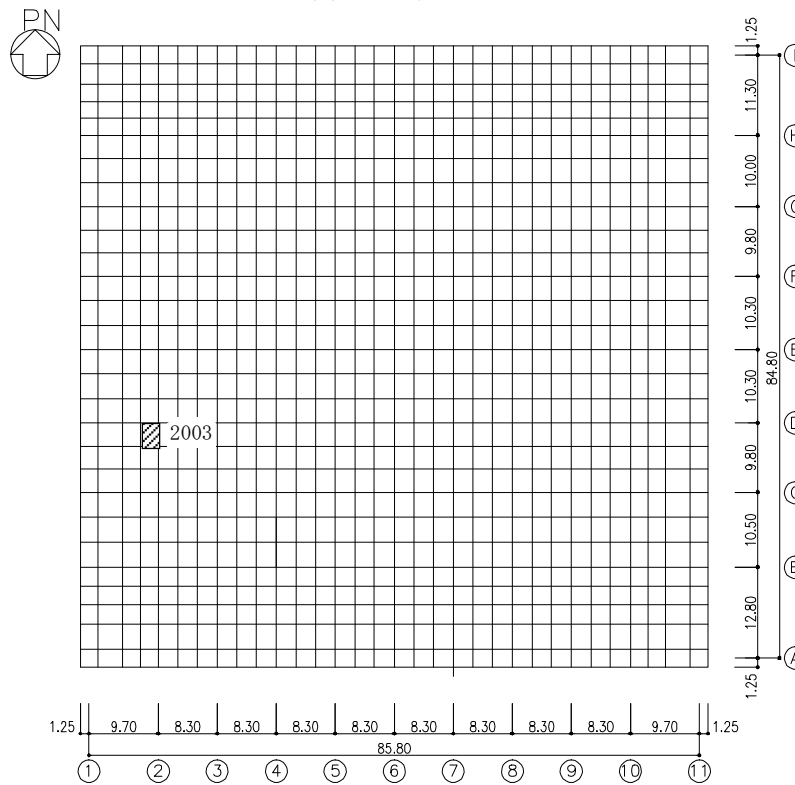
基礎スラブの評価結果を、軸力及び曲げモーメントに対する評価については、許容限界に対する発生曲げモーメントの割合が最も大きい要素に対して、また、面外せん断力に対する評価については、許容限界に対する発生面外せん断力の割合が最も大きい要素に対して示す。当該要素の位置を第5.2.1-1図、第5.2.1-2図に、評価結果を第5.2.1-1表に示す。なお、基礎スラブ厚及び配筋は『設計及び工事の方法の認可申請書（MOX燃料加工施設）第1回申請 添付書類Ⅲ-2-1-1-2「燃料加工建屋の耐震計算書」（平成22・05・21原第9号 平成22年10月22日認可）』による。

発生曲げモーメント及び発生面外せん断力が、それぞれの許容限界を超えないことを確認した。



(要素No. 1316)

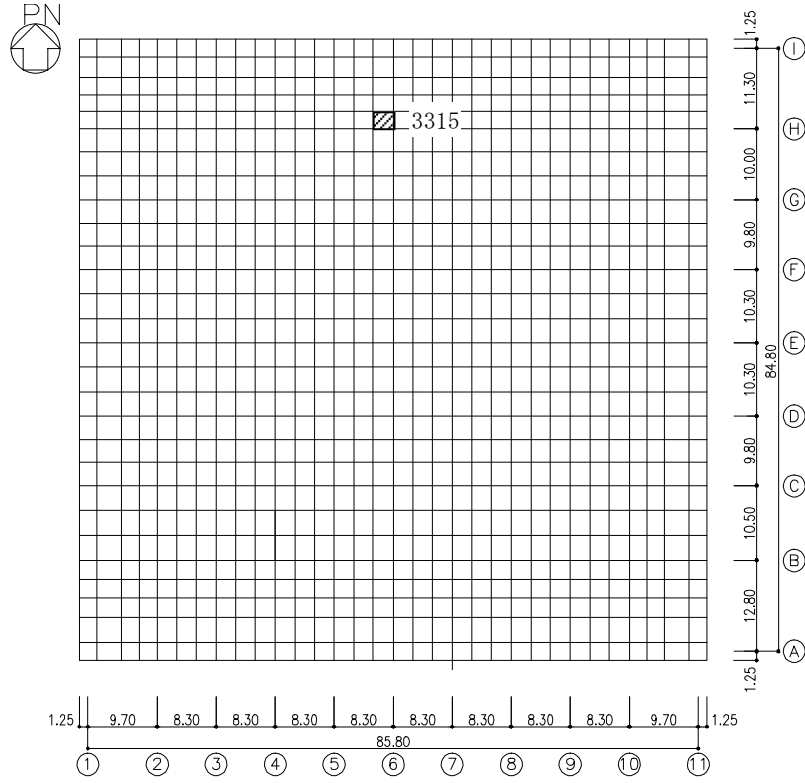
(a) NS方向



(要素No. 2003)

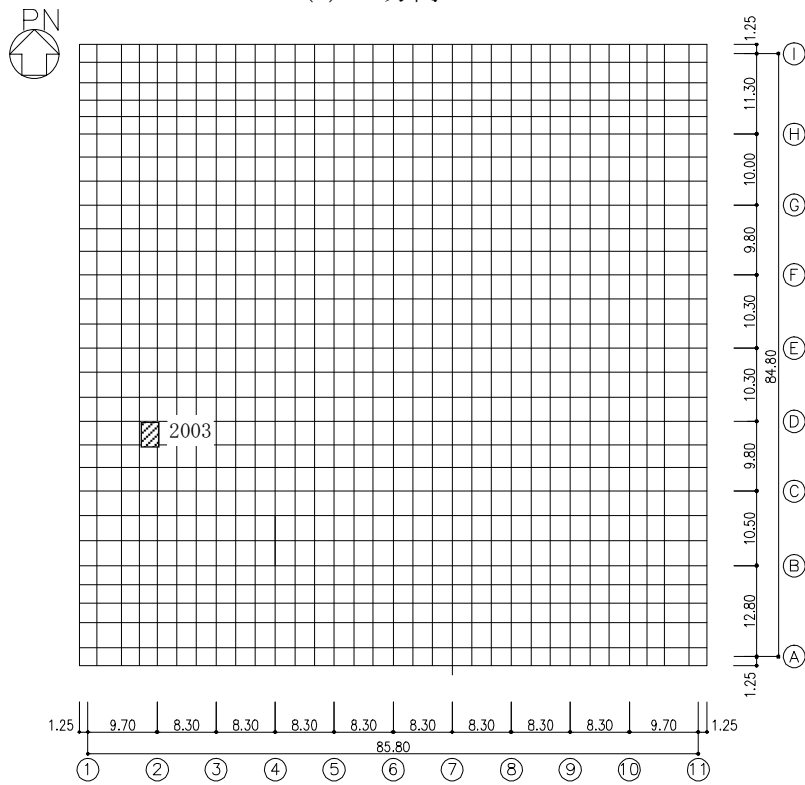
(b) EW方向

第5.2.1-1図 軸力及び曲げモーメントに対する評価結果を示す要素の位置図



(要素No. 3315)

(a) NS方向



(要素No. 2003)

(b) EW方向

第5.2.1-2図 面外せん断力に対する評価結果を示す要素の位置図

第5.2.1-1表 基礎スラブの評価結果

(a) 軸力及び曲げモーメントに対する評価

方向	解析結果			許容値 (kN・m/m)	検定比	判定
	要素番号	荷重組合せ ケース	発生曲げモーメント (kN・m/m)			
NS	1316	4	17268	22399	0.771	OK
EW	2003	3	17550	28195	0.623	OK

注記1：許容値は曲げ終局強度を示す。

注記2：検定比＝（発生曲げモーメント） / （許容値）

注記3：軸力は圧縮を正とする

(b) 面外せん断力に対する評価

方向	解析結果			許容値 (kN/m)	検定比	判定
	要素番号	荷重組合せ ケース	発生面外せん断力 (kN/m)			
NS	3315	7	4050	4859	0.834	OK
EW	2003	3	6154	7223	0.853	OK

注記1：許容値は面外せん断終局強度を示す。

注記2：検定比＝（発生面外せん断力） / （許容値）

5.2.2 重要区域の壁の評価結果

重要区域の壁の評価結果を、許容限界に対する軸力、曲げモーメント及び面内せん断力により生じる鉄筋引張応力度の割合が最も大きい部位について示す。評価結果を第5.2.2-1表に、地下3階（T.M.S.L. 43.20～35.00m）重要区域の壁の評価結果を示す部位を第5.2.2-1図にそれぞれ示す。

軸力、曲げモーメント及び面内せん断力により生じる鉄筋引張応力度が許容限界を超えないことを確認した。

第5.2.2-1表 重要区域の壁の評価結果

方向	部位		評価鉄筋	荷重 組合せ ケース	解析結果		許容値		検定比	判定
	標高 T. M. S. L. (m)	壁位置			${}_s\sigma_t$ (N/mm ²)	${}_s\sigma_s$ (N/mm ²)	f_t (N/mm ²)	${}_sf_t$ (N/mm ²)		
NS	43.20~ 35.00	①	水平	12	-	230.4	345	345	0.668	OK
			鉛直		105.6	172.8				
EW	43.20~ 35.00	②	水平	16	-	183.5	345	345	0.532	OK
			鉛直		87.0	183.5				

注記1：表中の記号は以下とする。

${}_s\sigma_t$: 軸力及び曲げモーメントにより生じる鉄筋引張応力度

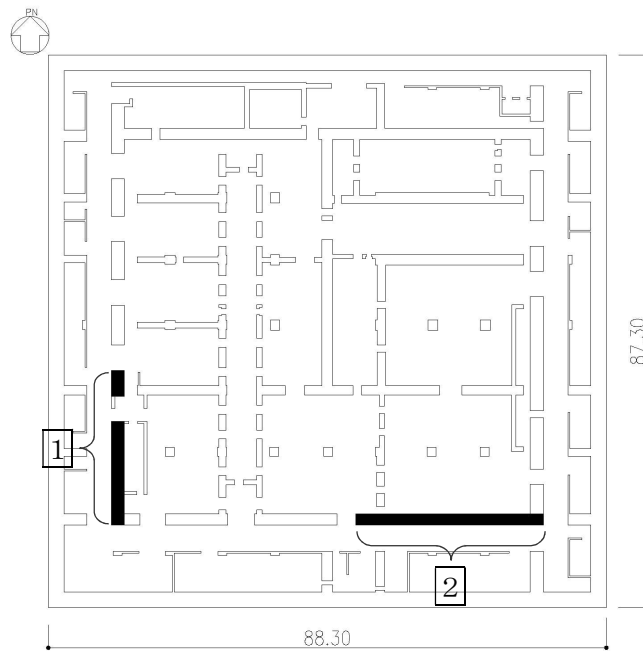
${}_s\sigma_s$: せん断力により生じる鉄筋引張応力度

f_t : 鉄筋の短期許容引張応力度

${}_sf_t$: 鉄筋のせん断補強用短期許容引張応力度

注記2：検定比 = ${}_s\sigma_t/f_t + {}_s\sigma_s/{}_sf_t$

MOX① III (2)-0106 G



第5.2.2-1図 B3F (T. M. S. L. 43.20~35.00m) 重要区域の壁の評価結果を示す部位

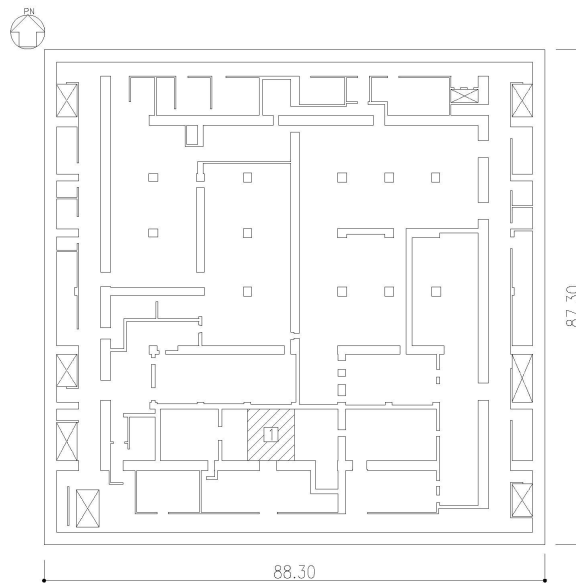
5.2.3 重要区域の床の評価結果

重要区域の床の評価結果を，許容限界に対する発生曲げモーメント又は発生面外せん断力の割合が最も大きい部位について示す。評価結果を第5.2.3-1表に，評価結果を示す部位を第5.2.3-1図にそれぞれ示す。

発生曲げモーメント及び発生面外せん断力が，それぞれの許容限界を超えないことを確認した。

第5.2.3-1表 重要区域の床の評価結果

方向		NS	EW
厚さt (mm) × 幅b (mm)		600 × 1000	
有効せい d (mm)		512	531
部位	標高	T. M. S. L. 43.20m	
	床位置	1	
配筋及び配筋量 (cm ²)	上端	D19@200 [14.35]	D19@200 [14.35]
	下端	D19@200 [14.35]	D19@200 [14.35]
曲げモーメント	発生曲げモーメント M (kN・m)	127	181
	短期許容曲げモーメント M _A (kN・m)	221	230
	検定比 M/M _A	0.575	0.787
判定		OK	OK
せん断力	発生面外せん断力 Q (kN)	193	206
	許容せん断力の割増し係数 α	1.0	1.0
	短期許容面外せん断力 Q _A (kN)	528	548
	検定比 Q/Q _A	0.366	0.376
判定		OK	OK



第5.2.3-1図 B2F (T. M. S. L. 43.20m) 重要区域の床スラブの評価結果を示す部位

6. その他の評価

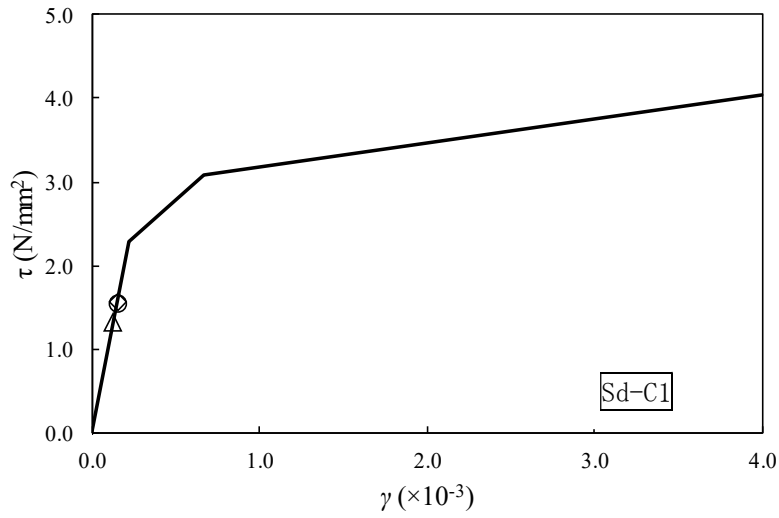
6.1 評価内容

『核燃料物質加工事業変更許可申請書（MOX燃料加工施設）（平成26・01・07燃計発第11号 令和2年12月9日許可）』に基づき、自主的な安全性の確認の評価を実施する。添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」に基づき、地震応答解析による評価における燃料加工建屋の各層の最大せん断ひずみ度が、弾性設計用地震動Sdによる地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、おおむね弾性範囲内に留まることを確認する。

なお、第4.4.2-3表に示す通り、各層のせん断力は、弾性設計用地震動Sdによる地震力が静的地震力より大きいため、Sd地震時の各層の最大せん断ひずみ度がおおむね弾性範囲内に留まることで確認する。

6.2 評価結果

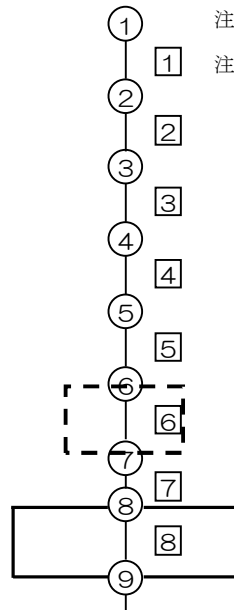
地盤物性のばらつきを考慮したせん断応力度（ τ ）-せん断ひずみ度（ γ ）関係と最大応答値を第6.2-1図に示す。最大応答せん断ひずみ度は、 0.153×10^{-3} （要素番号 [6]， -1σ ，NS方向，Sd-C1）であり、おおむね弾性範囲であることを確認した。



- 基本ケース
- △ 地盤物性のばらつきを考慮(+1σ)
- ◇ 地盤物性のばらつきを考慮(-1σ)

(単位：m)

- T.M.S.L. 77.50
- T.M.S.L. 70.20
- T.M.S.L. 62.80
- T.M.S.L. 56.80
- T.M.S.L. 50.30
- T.M.S.L. 43.20
- T.M.S.L. 35.00
- T.M.S.L. 34.23
- T.M.S.L. 31.53



注記1：○数字は質点番号を示す。

注記2：□数字は要素番号を示す。

第6.2-1図 せん断応力度 (τ) -せん断ひずみ度 (γ) 関係と最大応答値
(要素番号 6, NS方向)

Ⅲ－3－3

水平2方向及び鉛直方向地震力の
の組合せに関する影響評価結果

Ⅲ－3－3－1

建物・構築物

Ⅲ－3－3－1－1

建物・構築物の水平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

目 次

1. 概要	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	1
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結果	1
3.1 影響評価部位の抽出	1
3.2 影響評価部位の抽出結果	10
3.3 影響評価	11
3.4 影響評価結果	12
4. まとめ	27

1. 概要

本資料は、添付書類「耐震設計の基本方針」及び添付書類「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方針」に基づき、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、建物・構築物が有する耐震性に及ぼす影響について評価した結果を説明するものである。

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

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、基準地震動 S_s を用いる。基準地震動 S_s は、添付書類「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。

ここで、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基準地震動 S_s は、複数の基準地震動 S_s における地震動の特性及び包絡関係を、施設の特性による影響も考慮した上で確認し、本影響評価に用いる。

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結果

3.1 影響評価部位の抽出

(1) 耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物の耐震評価上の構成部位を整理し、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 3.1-1 表に示す。

(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 3.1-2 表及び第 3.1-3 表に示す。

なお、隣接する上位クラス建物・構築物への波及的影響確認のための建物・構築物の評価は、上位クラスの建物・構築物との相対変位による衝突の有無の判断が基本となる。そのため、せん断及び曲げ変形評価を行うこととなり、壁式構造では耐震壁（ラーメン構造では柱、梁）を主たる抽出対象部位とし、その他の構成部位については抽出対象に該当しない。

(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 3.1-1 表に示す耐震評価上の構成部位のうち、第 3.1-2 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 3.1-4 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、燃料加工建屋の基礎スラブを抽出した。

また、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、燃料加工建屋の地下外壁を抽出した。

(4) 3次元的な応答特性が想定される部位の抽出

第 3.1-1 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 3.1-3 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 3.1-5 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可能性がある部位」は、存在しなかった。

また、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可能性がある部位」は、存在しなかった。

第 3.1-1 表 燃料加工建屋における耐震評価上の構成部位の整理

対象評価部位		燃料加工建屋
		RC 造
柱	一般部	○
	地下部	○
	隅部	—
梁	一般部	○
	地下部	○
	鉄骨トラス	—
壁	一般部	○
	地下部	○
	鉄骨ブレース	—
床屋根	一般部	○
基礎 スラブ	矩形	○
	矩形以外	—

凡例 ○：対象の構造部材有り，—：対象の部材なし

第 3.1-2 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
①-1	直交する水平 2 方向の荷重が、 応力として集中	<p>応力の集中する隅柱等 (例)</p> <p>(隅柱)</p> <p>(円筒壁)</p> <p>(矩形基礎スラブ)</p>
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	<p>水圧を負担するプール等 (例)</p> <p>耐震壁</p> <p>面内荷重</p> <p>面外荷重(水圧)</p>

MOX① Ⅲ (3)-0756 G

第 3.1-3 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
②-1	面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい	<p>大スパンや吹き抜け部に設置された部位 (例)</p> <p>耐震壁 面内荷重 → ↑ 面外慣性力 (耐震構造部材)</p> <p>面内荷重 → ↑ 面外慣性力 (トラス)</p>
②-2	加振方向以外の方向に励起される振動	<p>塔状構造物などを含む、ねじれ挙動が想定される建物・構築物 (例)</p> <p>荷重 → ↑ 面外慣性力 (壁)</p> <p>(鉄骨架構)</p> <p>(床・屋根)</p> <p>面内荷重 → ↑ 面外慣性力 (柱 ブレース) (ブレース)</p>

MOX① Ⅲ (3)-0757 G

第 3.1-4 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を踏まえたスクリーニング)

対象評価部位		燃料加工建屋
		RC 造
柱	一般部	該当無し
	地下部	該当無し
	隅部	—
梁	一般部	該当無し
	地下部	該当無し
	鉄骨トラス	—
壁	一般部	該当無し
	地下部	①-2 要
	鉄骨ブレース	—
床屋根	一般部	該当無し
基礎 スラブ	矩形	①-1 要
	矩形以外	—

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」

第 3.1-5 表 水平 2 方向及び鉛直方向地震力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)

対象評価部位		燃料加工建屋
		RC 造
柱	一般部	不要
	地下部	不要
	隅部	—
梁	一般部	不要
	地下部	不要
	鉄骨トラス	—
壁	一般部	不要
	地下部	要
	鉄骨ブレース	—
床屋根	一般部	不要
基礎 スラブ	矩形	要
	矩形以外	—

凡例 要：荷重の組合せによる応答特性でのスクリーニングで抽出済み
不要：評価不要

(5) 3次元 FEM モデルによる精査

「(4) 3次元的な応答特性が想定される部位の抽出」にて3次元的な応答特性が想定される部位は抽出されなかったが、建物・構築物の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う。

精査方法及び結果を第 3.1-6 表に示す。

3次元 FEM モデルによる精査は、地震応答解析により水平 2 方向及び鉛直方向入力時の影響を評価することで行う。3次元 FEM モデルによる精査の結果、建物・構築物の有している耐震性への影響が小さいことから、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が必要な部位は抽出されなかった。

第 3.1-6 表 3次元 FEM モデルを用いた精査

耐震評価部位	対象 建物・構築物	3次元的な 応答特性	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
耐震評価部位全般	燃料加工建屋	局所的な応答	水平 2 方向及び鉛直方向入力時の応答の水平 1 方向入力時の応答に対する増分が小さいことを確認する。	水平 2 方向及び鉛直方向入力による左記の対象に有する耐震性への影響が想定されないため抽出しない。

3.2 影響評価部位の抽出結果

(1) 建物・構築物における影響評価部位の抽出結果

建物・構築物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定されるとして抽出した部位を第3.2-1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、燃料加工建屋の基礎スラブについて、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。

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」としては、施設の重要性を考慮し、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋の燃料貯蔵プールの壁を代表として、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を行う。

(2) 機器・配管系への影響が考えられる部位の抽出結果

建物・構築物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの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の観点から、機器・配管系への影響の可能性のある部位について検討した。

基礎スラブは、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ものの、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。

燃料貯蔵プールの壁は、燃料貯蔵プールの形状が整形で、地震力の負担について壁は方向性を持っており、また、建屋全体としても剛性の高い構造となっていることから、ねじれ挙動の可能性は低く水平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3.2-1表 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価部位の抽出結果

応答特性	耐震評価部位		対象建物・構築物
	基礎スラブ	矩形	
①-1	基礎スラブ	矩形	燃料加工建屋
①-2	壁	地下部	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 (燃料貯蔵プール)

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」

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 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部位として抽出された部位について、基準地震動 S_s 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、従来の設計手法の各部位の解析モデルに対して、基準地震動 S_s の各方向地震成分より、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*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)に基づいた評価により実施した。

* : REGULATORY GUIDE (RG) 1.92 “COMBINING MODAL RESPONSES AND SPATIAL COMPONENTS IN SEISMIC RESPONSE ANALYSIS”

3.4 影響評価結果

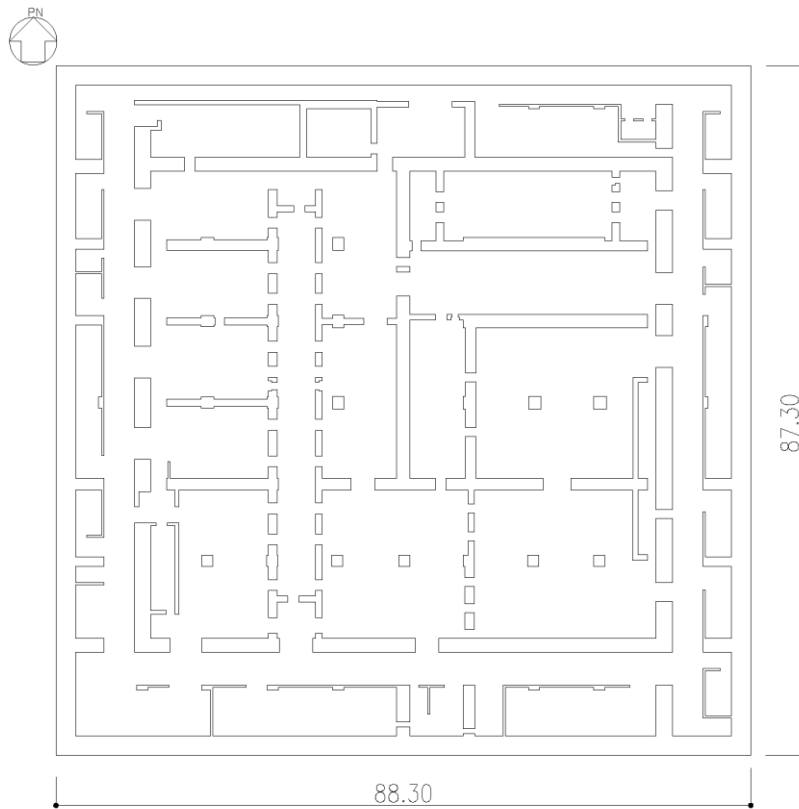
3.4.1 燃料加工建屋の構造概要

(1) 構造概要

本建屋は、地下3階、地上2階建で、主体構造は鉄筋コンクリート造である。平面規模は主要部分で87.30m(NS)×88.30m(EW)であり、建屋の高さは基礎スラブ下端から45.97mである。

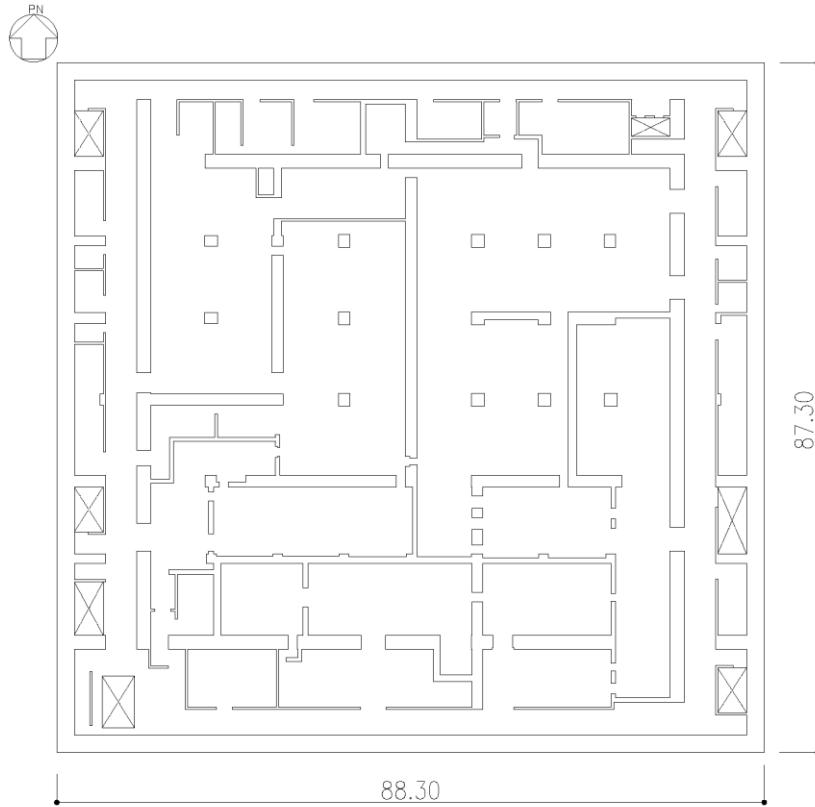
本建屋の主要耐震要素は、鉄筋コンクリート造の外壁及び一部の内壁である。また、基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。

燃料加工建屋の概略平面図を第3.4.1-1図に、概略断面図を第3.4.1-2図に示す。



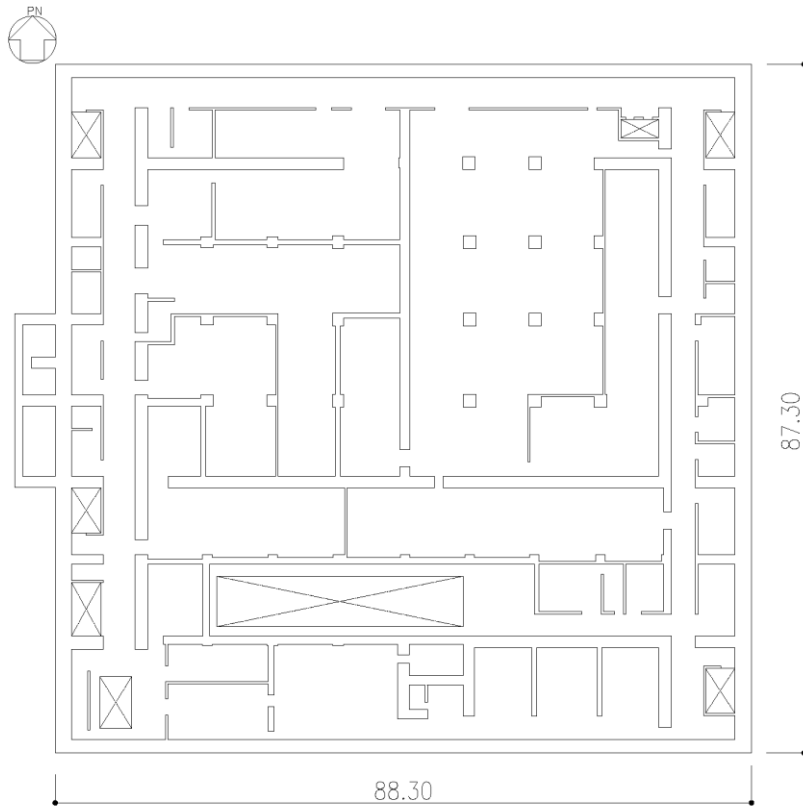
(単位：m)
注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第 3.4.1-1 図 概略平面図 (T. M. S. L. 35.00m) (1/7)



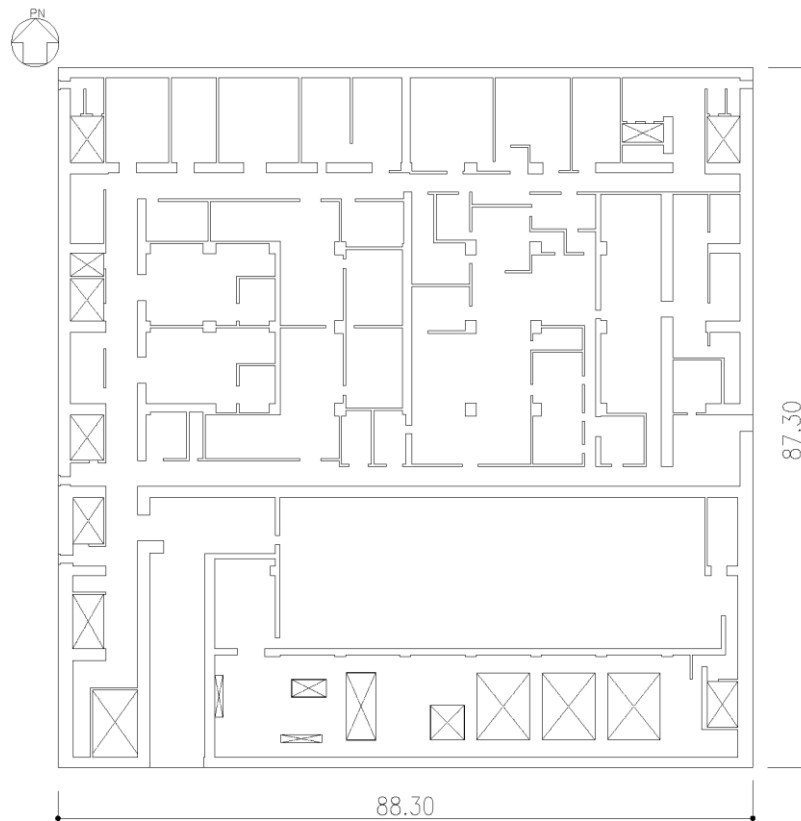
(単位：m)
注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第 3.4.1-1 図 概略平面図 (T.M.S.L. 43.20m) (2/7)



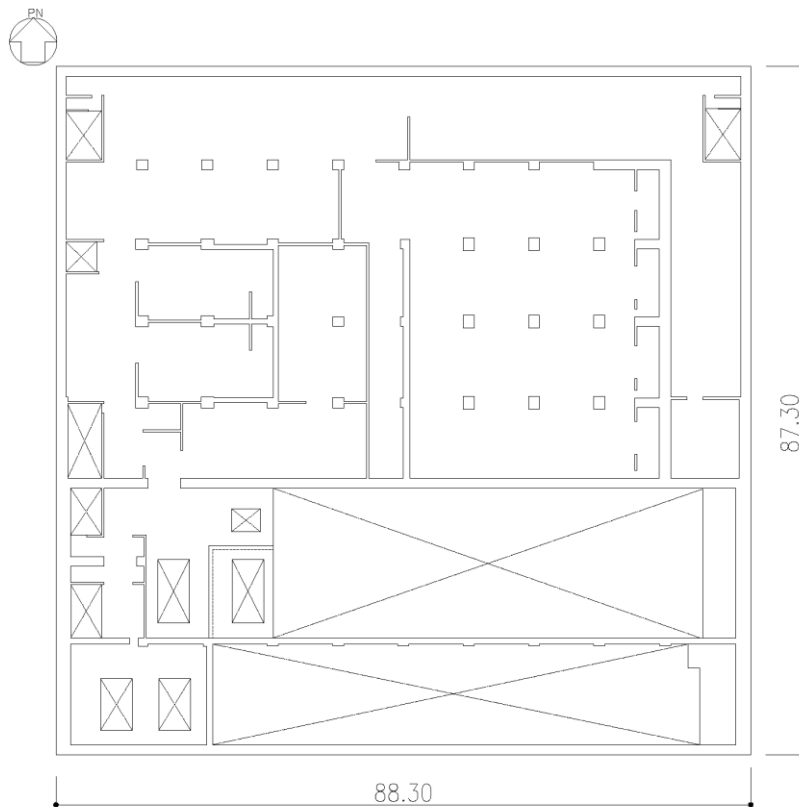
(単位：m)
注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第 3.4.1-1 図 概略平面図 (T. M. S. L. 50.30m) (3/7)



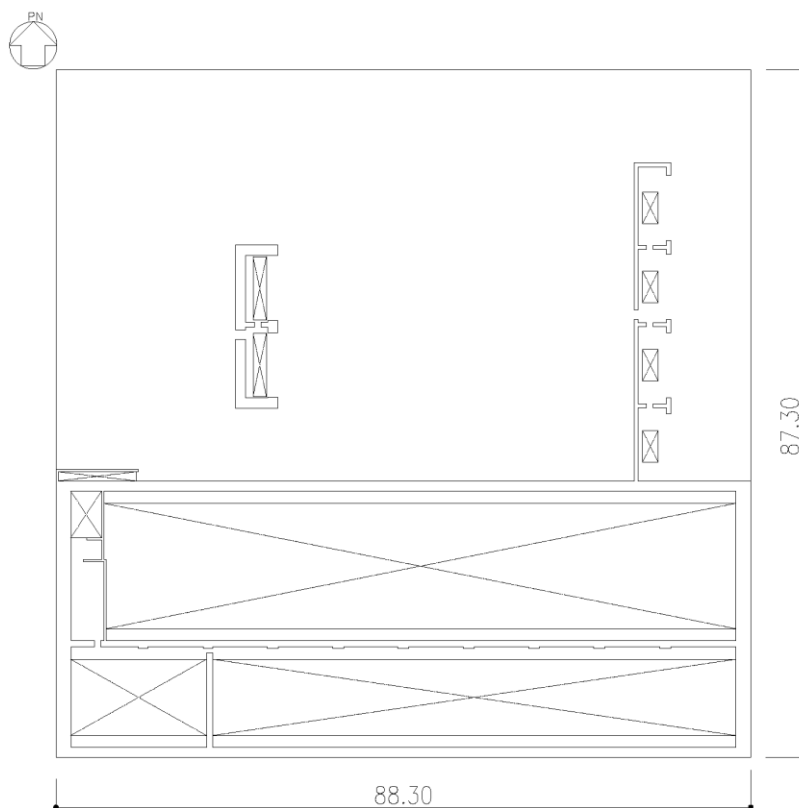
(単位：m)
注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第 3.4.1-1 図 概略平面図 (T. M. S. L. 56.80m) (4/7)



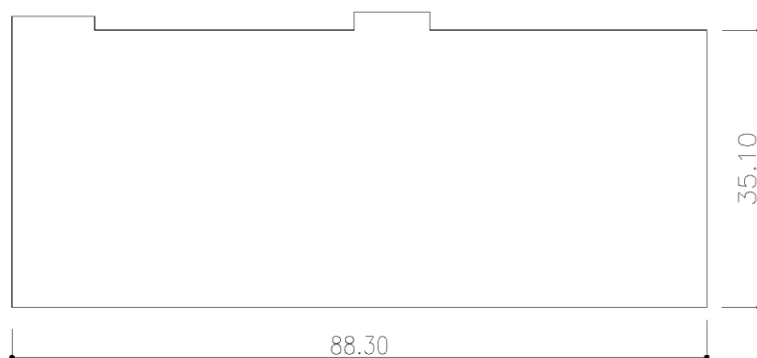
(単位：m)
注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第 3.4.1-1 図 概略平面図 (T.M.S.L. 62.80m) (5/7)



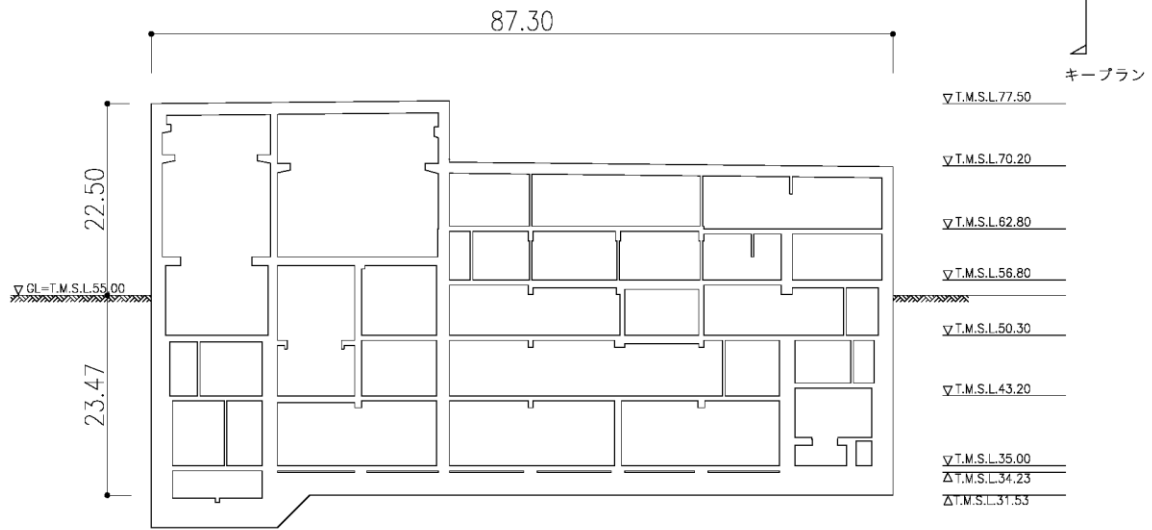
(単位：m)
注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第 3.4.1-1 図 概略平面図 (T. M. S. L. 70.20m) (6/7)



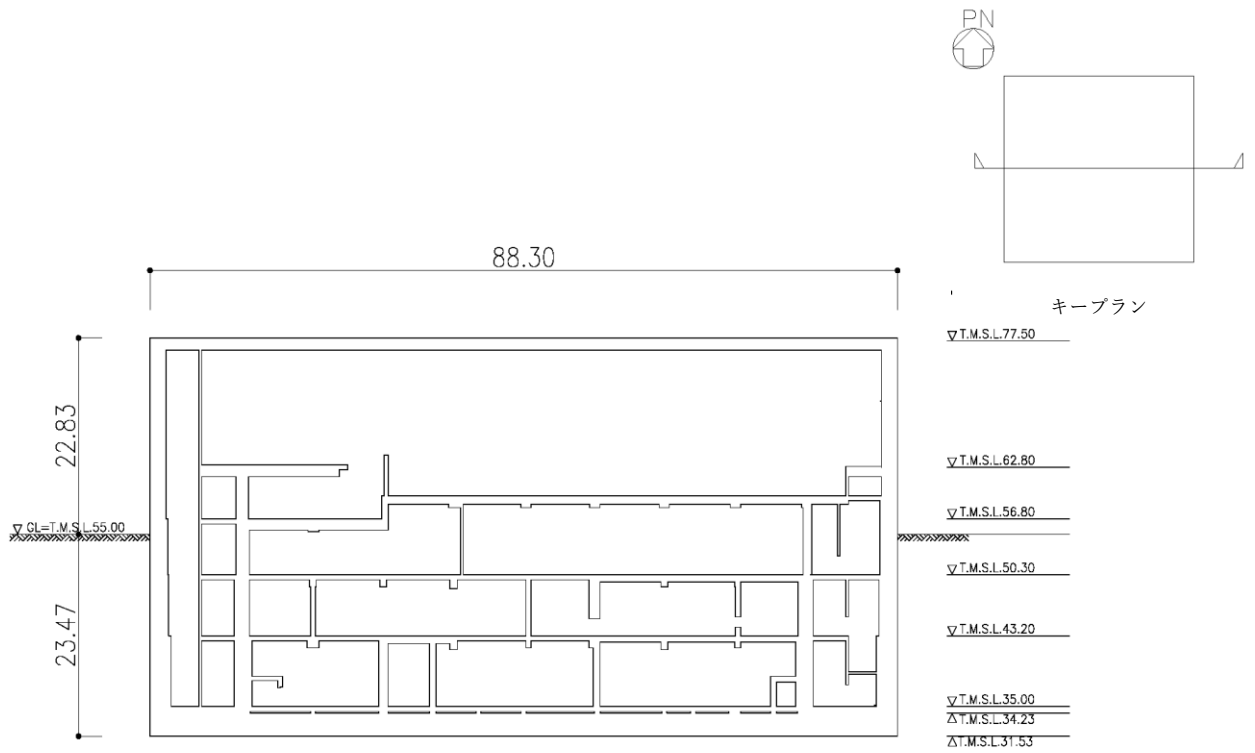
(単位：m)
注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第 3.4.1-1 図 概略平面図 (T. M. S. L. 77.50m) (7/7)



(a) NS 方向

(単位 : m)



(b) EW 方向

(単位 : m)

第 3.4.1-2 図 概略断面図

3.4.2 基礎スラブの評価

S_s地震時を対象として、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る燃料加工建屋の基礎スラブについて、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実施する。

基礎スラブについて、基準地震動 S_s による地震力を水平2方向及び鉛直方向に作用させ、FEMモデルを用いた弾性応力解析を実施する。FEM解析による断面の評価は、添付書類「燃料加工建屋の耐震計算書」に基づくこととする。

地震荷重は、添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」のうち、基準地震動 S_s により算定される地震力を用いる。

地震荷重以外の荷重については添付書類「燃料加工建屋の耐震計算書」に基づいて評価を実施する。

荷重の組合せは添付書類「燃料加工建屋の耐震計算書」にて設定されている荷重及び荷重の組合せを用いる。

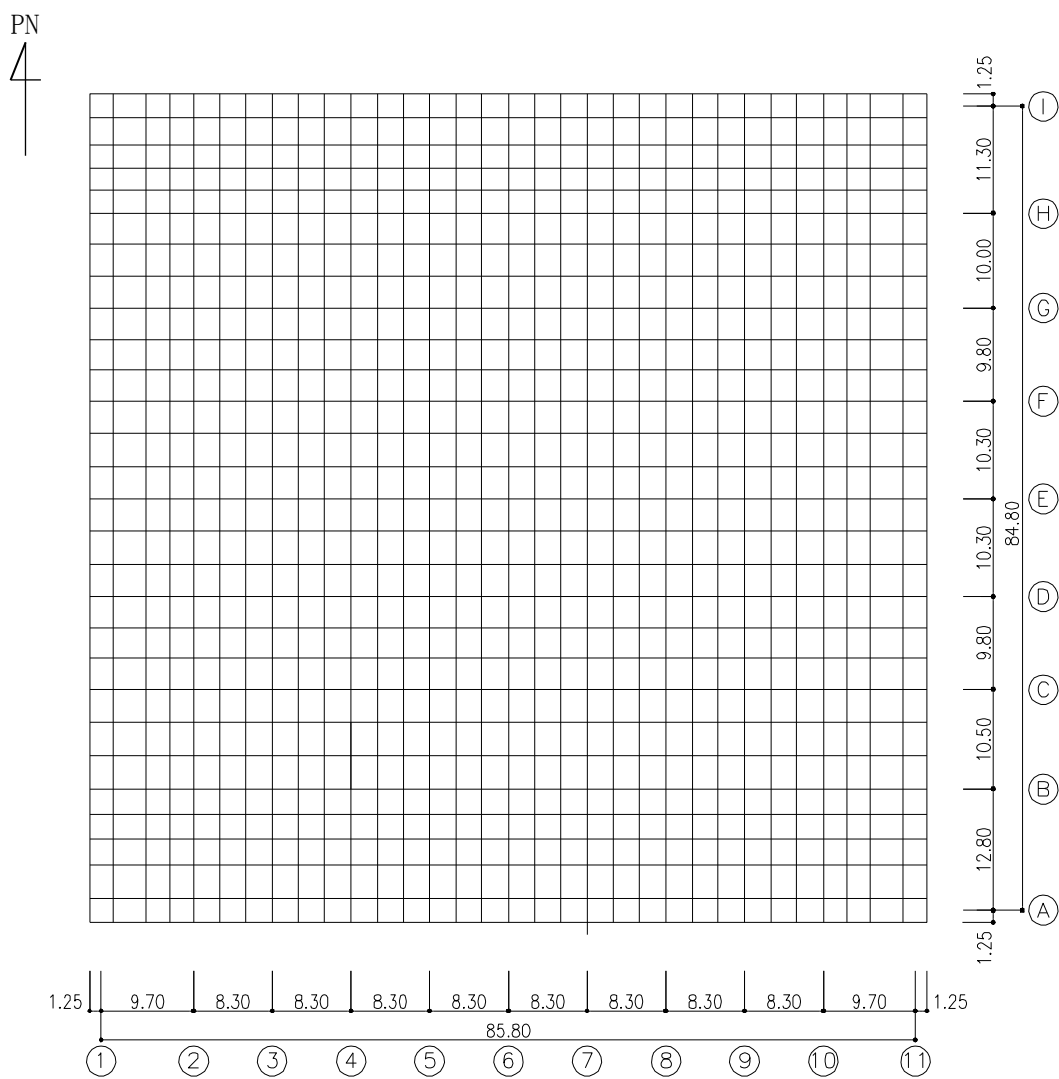
基礎スラブのモデル化においては上部構造の拘束を考慮し、シェル要素にてモデル化する。また、基礎スラブ底面に水平方向及び鉛直方向の地盤ばねを設ける。なお、基礎スラブ底面に設置した地盤ばねについては、引張力が発生したときに浮上りを考慮する。解析モデルの節点数は8226、要素数は9175である。解析モデルを第3.4.2-1図に示す。コンクリートの物性値を第3.4.2-1表に鉄筋コンクリートの単位体積重量を第3.4.2-2表に示す。

評価方法は、軸力及び曲げモーメントと面外せん断力に対して応力評価を行い、発生する応力が「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）」に基づく許容限界を超えないことを確認する。

評価結果を記載する要素の位置（許容限界に対する解析結果の割合が最大となる要素）を第3.4.2-2図及び第3.4.2-3図、評価結果を第3.4.2-3表及び第3.4.2-4表に示す。

評価の結果、S_s地震時における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる発生曲げモーメント及び発生面外せん断力がそれぞれの許容限界を超えないことを確認した。

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、基礎スラブが有する耐震性への影響はないことを確認した。



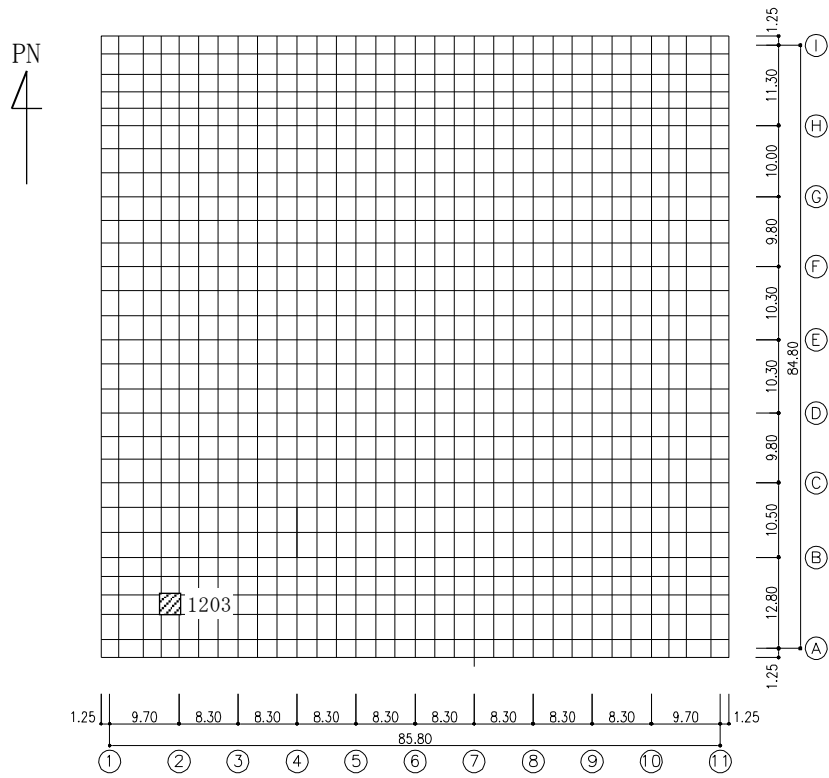
第 3. 4. 2-1 図 基礎スラブの解析モデル (単位 : m)

第 3. 4. 2-1 表 コンクリートの物性値

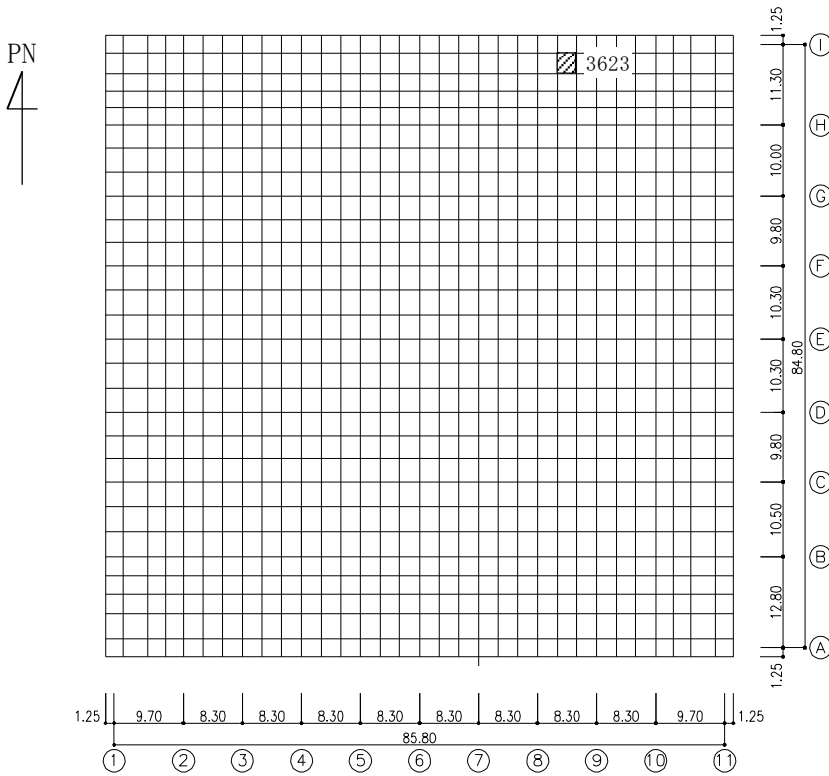
設計基準強度 Fc (N/mm ²)	ヤング係数 Ec (N/mm ²)	ポアソン比 ν
30	2.44 × 10 ⁴	0.2

第3. 4. 2-2表 鉄筋コンクリートの単位体積重量

単位体積重量 (kN/m ³)
24

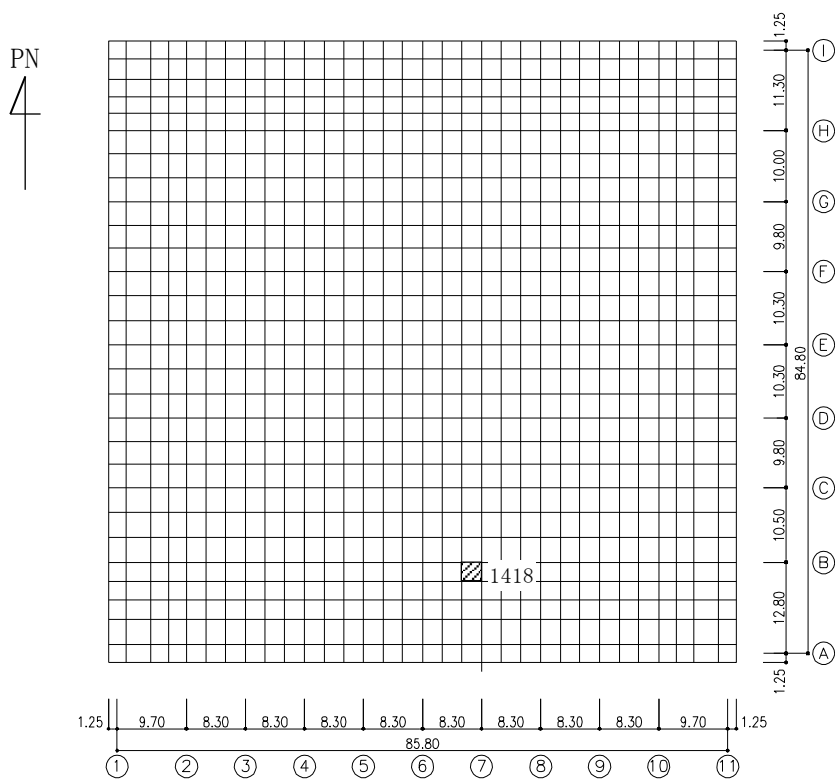


(a) NS 方向
(要素 No. 1203)

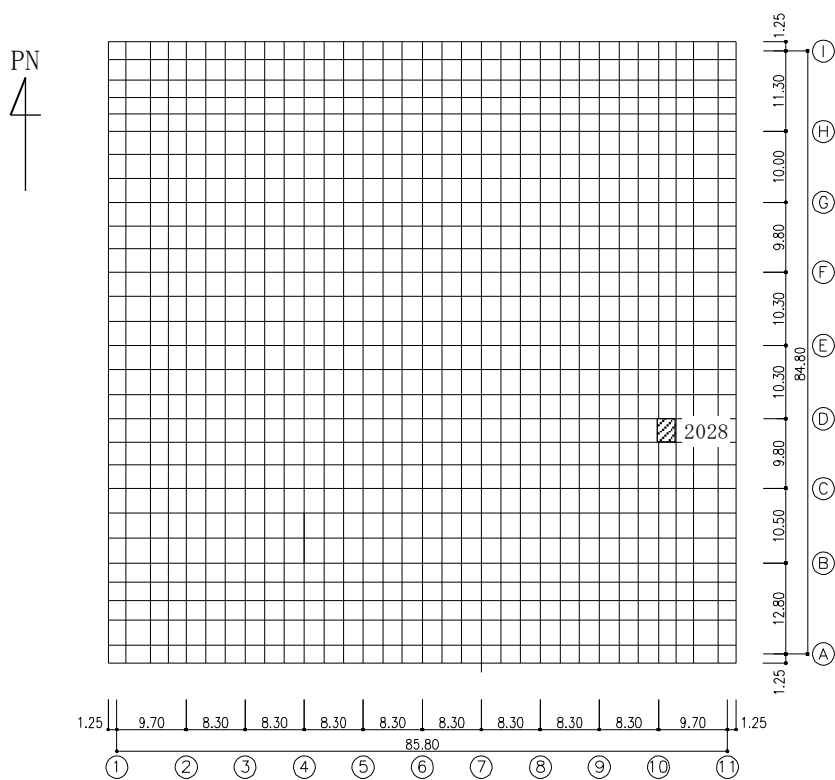


(b) EW 方向
(要素 No. 3623)

第 3.4.2-2 図 軸力及び曲げモーメントに対する評価結果を示す要素の位置図



(a) NS 方向
(要素 No. 1418)



(b) EW 方向
(要素 No. 2028)

第 3.4.2-3 図 面外せん断応力に対する評価結果を示す要素の位置図

第3.4.2-3表 軸力及び曲げモーメントに対する評価結果

方向	解析結果		許容値 (kN・m/m)	検定比	判定
	要素番号	発生曲げモーメント (kN・m/m)			
NS	1203	14727	26450	0.557	OK
EW	3623	2782	6283	0.443	OK

注記1：許容値は曲げ終局強度を示す。

注記2：検定比 = (発生曲げモーメント) / (許容値)

第3.4.2-4表 面外せん断力に対する評価結果

方向	解析結果		許容値 (kN/m)	検定比	判定
	要素番号	発生面外せん断力 (kN/m)			
NS	1418	6809	7963	0.856	OK
EW	2028	7195	7817	0.921	OK

注記1：許容値は面外せん断終局強度を示す。

注記2：検定比 = (発生面外せん断力) / (許容値)

4. まとめ

建物・構築物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性がある耐震評価部位を抽出し、その部位における耐震成立性への影響を確認した。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応力が許容値を満足することを確認した。

以上より、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せについては、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。

Ⅲ－４

計算機プログラム（解析コード） の概要

目 次

1.	はじめに	1
2.	解析コードの概要	2
2.1	MSC NASTRAN	2
2.2	NOVAK	3
2.3	ST-CROSS	4
2.4	TDAS	5

計算機プログラム（解析コード）を適用している添付書類

(1) 建物・構築物

目録番号	目録名称	適用コード名
Ⅲ-3-1-1-1	燃料加工建屋の地震応答計算書	NOVAK
		ST-CROSS
		TDAS
Ⅲ-3-1-1-2	燃料加工建屋の耐震計算書	MSC NASTRAN
Ⅲ-3-3-1-1	建物・構築物の水平 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	MSC NASTRAN
Ⅲ-別添-3-1-1	燃料加工建屋の基準地震動を 1.2 倍した地震力に対する耐震性評価結果	NOVAK
		ST-CROSS
		TDAS

1. はじめに

本資料は、添付書類「加工施設の耐震性に関する説明書」において使用した解析コードについて説明するものである。

2. 解析コードの概要

2.1 MSC NASTRAN

コード名 項目	MSC NASTRAN
開発機関	The MacNeal-Schwendler Corporation (現 MSC Software Corporation)
開発時期	1971年 (一般商用リリース)
使用したバージョン	Ver. 2012. 1. 0
使用目的	弾性応力解析
コードの概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ MSC NASTRAN (以下, 「本解析コード」という。) は, 航空機の機体強度解析用として開発された有限要素法による汎用解析計算機コードである。 ・ 動的解析, 静的解析, 熱伝導解析等の機能を有し, 固有振動数, 刺激係数及び応力等の算定が可能である。
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>本解析コードは, 燃料加工建屋の基礎スラブ及び壁における2次元又は3次元の有限要素法 (はり, シェルモデル) による静的解析で使用している。</p> <p>【検証 (Verification)】</p> <p>本解析コードの検証は以下のとおり実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 本解析コードの計算機能が適正であることは, 後述する妥当性確認の中で確認している。 ・ 動作環境を満足する計算機にインストールして用いていることを確認している。 <p>【妥当性確認 (Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認は以下のとおり実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 本解析コードは, 航空宇宙, 自動車, 造船, 機械, 土木及び建築などの様々な分野における使用実績を有しており, 妥当性は十分に確認されている。 ・ 応力解析及び熱伝導解析を対象として, 解析結果と理論解の比較を行い, 解析解が理論解と概ね一致することを確認している。 ・ 関西電力株式会社の「高浜発電所3号機」において, 使用済燃料ピットの弾性応力解析に本解析コード (Ver. 2012. 1. 0) が使用された実績がある。 ・ 本申請における用途及び適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。

2.2 NOVAK

項目 \ コード名	NOVAK
開発機関	株式会社竹中工務店
開発時期	1979年
使用したバージョン	Ver. 1.0
使用目的	地震応答解析モデルにおける側面地盤ばね算定
コードの概要	NOVAK（以下、「本解析コード」という。）は、Novak の論文※ ¹ に基づき、水平、上下、回転成分の単位深さあたりの地盤の複素ばね剛性を振動数領域で計算するプログラムである。
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>【検証 (Verification)】 本解析コードの検証は以下のとおり実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 水平方向に無限の広がりを持つ剛円盤の水平・上下・回転ばねを対象として、本解析コードの解析解と、「入門・建物と地盤との動的相互作用」（日本建築学会）に添付されているコードによる解析解がほぼ一致することを確認している。 ・ 本解析コードの運用環境について、動作環境を満足する計算機にインストールして用いていることを確認している。 <p>【妥当性確認 (Validation)】 本解析コードの妥当性確認は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 側面地盤ばね算定に対して、原子力産業界において、多数の解析で実績のある「NOVAK Ver. 2.1（開発機関：大成建設）」を用いた解析解と、本解析コードによる解析解を比較したベンチマーキングを行った結果、双方の解が概ね一致していることを確認した。 ・ 本申請における用途及び適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。

※1：M.NOVAK, T. NOGAMI and F. ABOUL-ELLA, " DYNAMIC SOIL REACTION FOR PLANE STRAIN CASE" , EM4, ASCE, 1978年

2.3 ST-CROSS

項目 \ コード名	ST-CROSS
開発機関	株式会社竹中工務店
開発時期	1977年（使用開始時期）
使用したバージョン	Ver. 1.0
使用目的	地震応答解析モデルにおける底面地盤ばね算定
コードの概要	<ul style="list-style-type: none"> ST-CROSS（以下、「本解析コード」という。）は、半無限均質地盤の地表面点加振解（グリーン関数）を用いて、指定した矩形基礎形状に応じたインピーダンスマトリックスを求めることができる計算機コードである。 原子力産業界において、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた高浜発電所3号機の安全性に関する総合評価（一次評価）の結果について（報告）」で地震応答解析における底面地盤ばね算定に本解析コードが使用された実績がある。
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>【検証(Verification)】 本解析コードの検証は以下のとおり実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> 基礎の底面地盤ばねについて、本解析コードで算定を行った解析解と、既往論文^{※1}に記載されている結果（理論解）を比較し、解析解と理論解が概ね一致することを確認した。 本解析コードの運用環境について、動作環境を満足する計算機にインストールして用いていることを確認している。 <p>【妥当性確認 (Validation)】 本解析コードの妥当性確認は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> 本解析に本解析コードを使用することの妥当性は、前述の検証の中で確認している。 本申請における用途及び適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。

※1：吉田ほか 平均変位評価による相互ばねについて，日本建築学会梗概集，1986年

2.4 TDAS

項目 \ コード名	TDAS
開発機関	株式会社竹中工務店
開発時期	1988年（使用開始時期）
使用したバージョン	Ver. 20121030
使用目的	質点系モデルによる地震応答解析
コードの概要	<ul style="list-style-type: none"> TDAS（以下、「本解析コード」という。）は、曲げせん断要素及びばね要素で構成される質点系モデルの固有値解析及び時間領域での建屋基礎の浮上りを考慮した地震応答解析等を行うことができるプログラムである。 1次元重複反射理論による地盤の振動解析（SHAKE）に基づき、埋め込みを伴う側面地盤ばね位置に入力する地盤応答を算定することができる。
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>【検証(Verification)】 本解析コードの検証は以下のとおり実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 質点系モデルについて、本解析コードで地震応答解析を行った解析解と、Nigam-Jennings の理論式による理論解を比較し、解析解と理論解が概ね一致することを確認している。 本解析コードの運用環境について、動作環境を満足する計算機にインストールして用いていることを確認している。 <p>【妥当性確認(Validation)】 本解析コードの妥当性確認は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> 多質点系地震応答解析に対して、既工事計画において実績のあるNORA2Dを用いた解析解と、本解析コードを用いた解析解を比較したベンチマーキングを行った結果、双方の解が概ね一致していることを確認した。 弾性地盤における周波数応答解析において、汎用ソフトウェアである LiQSMART を用いた解析解と、本解析コードを用いた解析解を比較したベンチマーキングを行った結果、双方の解が概ね一致していることを確認した。 本申請における用途及び適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。

Ⅲ－別添－ 3

重大事故等対処施設等の機能維持に関する計算書

Ⅲ－別添－3－1

基準地震動を1.2倍した地震力
に対する計算書

Ⅲ－別添－ 3 － 1 － 1

燃料加工建屋の基準地震動を
1.2 倍した地震力に対する耐震
性評価結果

目 次

1. 概要	1
2. 建物・構築物の評価方針	1
2.1 評価対象の選定	1
2.2 適用規格・基準等	3
2.3 評価方針	4
3. 解析方法	5
3.1 地震応答解析に用いる地震動	5
3.2 地震応答解析モデル	5
3.3 建物・構築物の入力地震動	23
3.4 解析方法及び解析条件	28
4. 解析結果	29
4.1 固有値解析結果	29
4.2 地震応答解析結果	29
5. 評価結果	54
6. まとめ	55

1. 概要

本資料は、添付書類「耐震設計の基本方針」及び「機能維持の基本方針」に基づき、選定において基準地震動を1.2倍した地震力を考慮する設備、及び地震を要因として発生する重大事故等に対処する重大事故等対処設備を設置する建物・構築物（以下、「建物・構築物」という。）に関する変形能力の確認結果を説明するものである。

2. 建物・構築物の評価方針

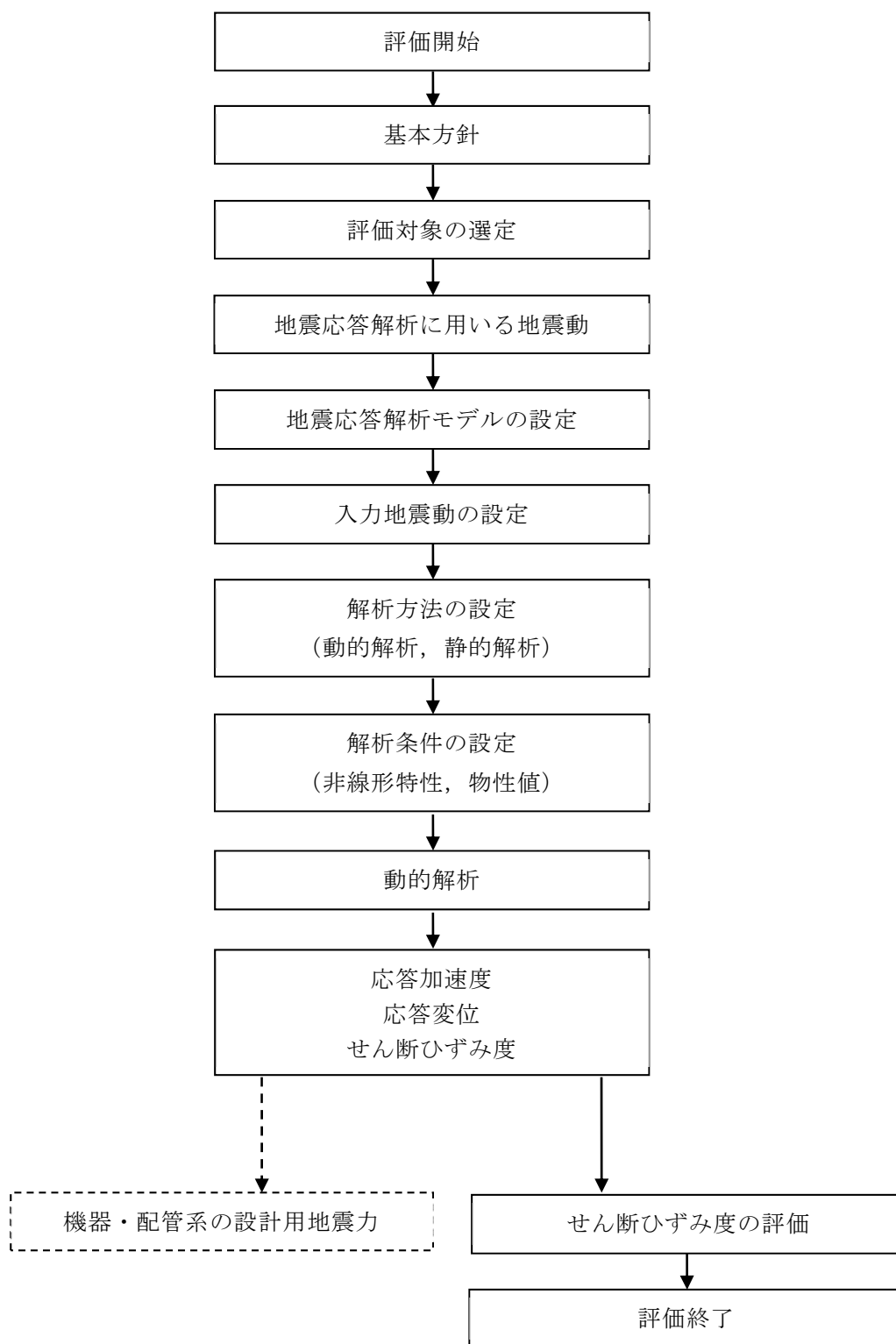
添付書類「機能維持の基本方針」に基づき、建物・構築物の評価について、第2.-1図に示す評価フローに基づき実施する。

2.1 評価対象の選定

評価対象とする建物・構築物を第2.1-1表に示す。なお、建物・構築物の概要については、添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」に示す。

第2.1-1表 評価対象建屋

評価対象	建屋内に設置される設備	
	選定において基準地震動を1.2倍した地震力を考慮する設備	地震を要因として発生する重大事故等に対処する重大事故等対処設備
燃料加工建屋	○	○



第 2. -1 図 評価フロー

2.2 適用規格・基準等

地震応答解析において適用する規格・基準等を以下に示す。

- 建築基準法・同施行令
- 日本産業規格
- 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）
- 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987（(社)日本電気協会）
- 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）
- 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）
（以下，「JEAG 4601-1991 追補版」という。）

2.3 評価方針

建物・構築物の評価における許容限界は、添付書類「機能維持の基本方針」に基づき、第2.3-1表のとおり設定し、建物・構築物全体としての変形能力について、終局耐力に対して適切な安全余裕を確保するため、基準地震動を1.2倍した地震力（以下、「 $1.2 \times S_s$ 」という。）に対する地震応答解析による耐震壁の最大せん断ひずみ度が許容限界を超えないことを確認する。

第2.3-1表 地震応答解析による評価における許容限界

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）
-	建物・構築物全体としての変形能力が終局耐力時の変形に対して適切な安全余裕を有すること	$1.2 \times S_s$	耐震壁*	最大せん断ひずみ度が許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ度 2.0×10^{-3}

*：建物・構築物全体としては、地震力は主に耐震壁で負担する構造となっており、柱、梁、間仕切壁等が耐震壁の変形に追従することと、全体に剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変位が小さく床スラブの変位が抑えられるため、各層の耐震壁が最大せん断ひずみ度の許容限界を満足していれば、建物・構築物に要求される機能は維持される。

3. 解析方法

3.1 地震応答解析に用いる地震動

地震応答解析に用いる地震動については、添付書類「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要」に示す、解放基盤表面レベルで定義された基準地震動 S_s の加速度時刻歴波形の振幅を 1.2 倍した地震動とする。

3.2 地震応答解析モデル

3.2.1 水平方向モデル

水平方向の地震応答解析モデルは、添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」に示すものを用いる。ただし、造成盛土 (T. M. S. L. 55.0m~48.6m) は、 $1.2 \times S_s$ による地盤応答レベルを踏まえ、建屋-地盤相互作用が見込めないと判断し、この部分の側面地盤ばねは考慮しないこととする。

第3.2.1-1図に水平方向の地震応答解析モデルを示す。また、 $1.2 \times S_s$ に対する地盤定数を第3.2.1-1表~第3.2.1-10表に、地盤ばね定数及び減衰係数を第3.2.1-11表~第3.2.1-20表に示す。

(単位：m)

T.M.S.L. 77.50

T.M.S.L. 70.20

T.M.S.L. 62.80

T.M.S.L. 56.80

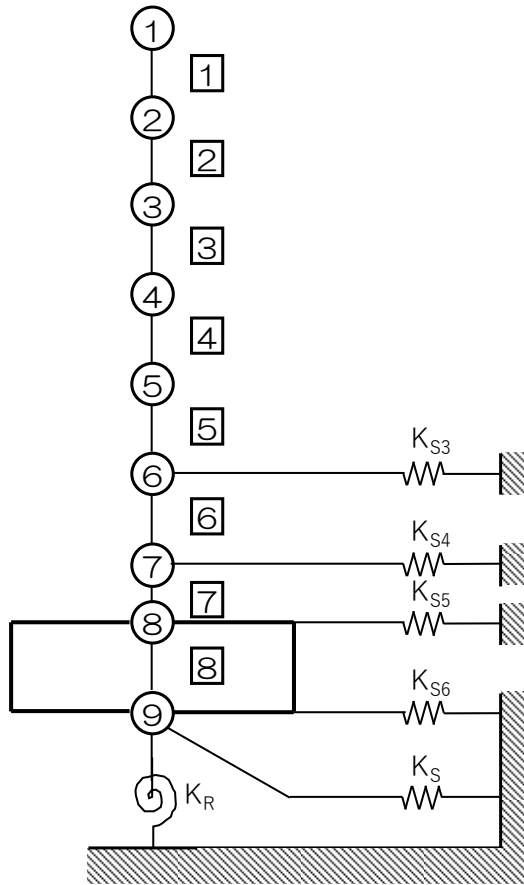
T.M.S.L. 50.30

T.M.S.L. 43.20

T.M.S.L. 35.00

T.M.S.L. 34.23

T.M.S.L. 31.53



注記 1：○数字は質点番号を示す。

注記 2：□数字は要素番号を示す。

第 3.2.1-1 図 地震応答解析モデル (水平方向)

第 3. 2. 1-1 表 地盤定数 (1.2×Ss-A)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.63	126	339	0.04	0.42
53.55		3.25	16.4	1.03	78.5	211	0.14	
50.30		1.70	16.5	0.477	53.2	143	0.19	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	20.5	344	880	0.05	0.41
43.20		4.10	17.0	18.0	322	825	0.07	
39.10		4.10	17.0	16.5	309	790	0.08	
35.00		0.77	17.0	15.8	302	773	0.08	
34.23		1.35	17.0	15.7	301	771	0.08	
32.88		1.35	17.0	15.5	299	766	0.08	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3. 2. 1-2 表 地盤定数 (1.2×Ss-B1)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.68	127	342	0.04	0.42
53.55		3.25	16.4	1.37	90.5	244	0.11	
50.30		1.70	16.5	1.10	80.9	218	0.15	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	21.9	355	910	0.05	0.41
43.20		4.10	17.0	19.4	335	857	0.06	
39.10		4.10	17.0	17.7	320	818	0.07	
35.00		0.77	17.0	16.9	312	799	0.07	
34.23		1.35	17.0	16.7	310	795	0.07	
32.88		1.35	17.0	16.4	308	788	0.08	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-3 表 地盤定数 (1.2×Ss-B2)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.70	127	343	0.04	0.42
53.55		3.25	16.4	1.33	89.2	240	0.12	
50.30		1.70	16.5	0.774	67.8	183	0.17	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	20.8	346	887	0.05	0.41
43.20		4.10	17.0	18.3	325	832	0.07	
39.10		4.10	17.0	16.7	310	795	0.07	
35.00		0.77	17.0	15.9	303	775	0.08	
34.23		1.35	17.0	15.7	301	771	0.08	
32.88		1.35	17.0	15.4	298	763	0.08	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-4 表 地盤定数 (1.2×Ss-B3)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.75	129	346	0.04	0.42
53.55		3.25	16.4	1.46	93.4	252	0.11	
50.30		1.70	16.5	0.911	73.6	198	0.16	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	20.9	347	889	0.05	0.41
43.20		4.10	17.0	18.8	329	843	0.06	
39.10		4.10	17.0	17.1	314	804	0.07	
35.00		0.77	17.0	16.0	304	778	0.08	
34.23		1.35	17.0	15.7	301	771	0.08	
32.88		1.35	17.0	15.3	297	761	0.08	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-5 表 地盤定数 (1.2×Ss-B4)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.63	126	339	0.04	0.42
53.55		3.25	16.4	1.07	80.0	215	0.14	
50.30		1.70	16.5	0.422	50.1	135	0.20	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	20.3	342	876	0.05	0.41
43.20		4.10	17.0	18.1	323	827	0.07	
39.10		4.10	17.0	16.3	307	785	0.08	
35.00		0.77	17.0	15.5	299	766	0.08	
34.23		1.35	17.0	15.2	296	758	0.08	
32.88		1.35	17.0	14.9	293	751	0.08	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-6 表 地盤定数 (1.2×Ss-B5)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.59	125	336	0.04	0.42
53.55		3.25	16.4	0.922	74.3	200	0.15	
50.30		1.70	16.5	0.380	47.5	128	0.20	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	20.2	341	874	0.05	0.41
43.20		4.10	17.0	17.4	317	811	0.07	
39.10		4.10	17.0	15.5	299	766	0.08	
35.00		0.77	17.0	14.7	291	746	0.08	
34.23		1.35	17.0	14.5	289	740	0.09	
32.88		1.35	17.0	14.2	286	733	0.09	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-7 表 地盤定数 (1.2×Ss-C1)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.70	127	343	0.04	0.42
53.55		3.25	16.4	1.03	78.5	211	0.14	
50.30		1.70	16.5	0.252	38.7	104	0.22	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	21.2	350	895	0.05	0.41
43.20		4.10	17.0	20.2	341	874	0.05	
39.10		4.10	17.0	17.7	320	818	0.07	
35.00		0.77	17.0	16.3	307	785	0.08	
34.23		1.35	17.0	15.9	303	775	0.08	
32.88		1.35	17.0	15.3	297	761	0.08	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-8 表 地盤定数 (1.2×Ss-C2)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.82	130	351	0.03	0.42
53.55		3.25	16.4	2.04	110	297	0.08	
50.30		1.70	16.5	1.95	108	290	0.10	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	22.6	361	924	0.04	0.41
43.20		4.10	17.0	20.3	342	876	0.05	
39.10		4.10	17.0	19.0	331	848	0.06	
35.00		0.77	17.0	18.4	326	834	0.06	
34.23		1.35	17.0	18.3	325	832	0.07	
32.88		1.35	17.0	18.1	323	827	0.07	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-9 表 地盤定数 (1.2×Ss-C3)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.66	127	341	0.04	0.42
53.55		3.25	16.4	1.47	93.8	252	0.11	
50.30		1.70	16.5	1.33	88.9	239	0.13	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	21.1	349	893	0.05	0.41
43.20		4.10	17.0	18.4	326	834	0.07	
39.10		4.10	17.0	16.8	311	797	0.07	
35.00		0.77	17.0	16.3	307	785	0.08	
34.23		1.35	17.0	16.2	306	783	0.08	
32.88		1.35	17.0	16.0	304	778	0.08	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-10 表 地盤定数 (1.2×Ss-C4)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^4$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
55.00	造成盛土	1.45	16.3	2.67	127	341	0.04	0.42
53.55		3.25	16.4	1.16	83.3	224	0.13	
50.30		1.70	16.5	0.481	53.5	144	0.19	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	20.8	346	887	0.05	0.41
43.20		4.10	17.0	18.9	330	845	0.06	
39.10		4.10	17.0	17.5	318	814	0.07	
35.00		0.77	17.0	16.8	311	797	0.07	
34.23		1.35	17.0	16.6	309	792	0.07	
32.88		1.35	17.0	16.4	308	788	0.08	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

第 3.2.1-11 表 地盤ばね定数と減衰係数 (1.2×Ss-A)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S3}	6	6.17×10^6	2.44×10^6
	K_{S4}	7	3.11×10^6	1.33×10^6
	K_{S5}	8	1.15×10^6	5.03×10^5
	K_{S6}	9	8.81×10^5	3.89×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.59×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.17×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S3}	6	6.17×10^6	2.44×10^6
	K_{S4}	7	3.11×10^6	1.33×10^6
	K_{S5}	8	1.15×10^6	5.03×10^5
	K_{S6}	9	8.81×10^5	3.89×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.57×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.37×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

第 3.2.1-12 表 地盤ばね定数と減衰係数 (1.2×Ss-B1)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S3}	6	6.62×10^6	2.52×10^6
	K_{S4}	7	3.34×10^6	1.38×10^6
	K_{S5}	8	1.22×10^6	5.18×10^5
	K_{S6}	9	9.35×10^5	4.00×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.59×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.17×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S3}	6	6.62×10^6	2.52×10^6
	K_{S4}	7	3.34×10^6	1.38×10^6
	K_{S5}	8	1.22×10^6	5.18×10^5
	K_{S6}	9	9.35×10^5	4.00×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.57×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.37×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

第 3.2.1-13 表 地盤ばね定数と減衰係数 (1.2×Ss-B2)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S3}	6	6.26×10^6	2.46×10^6
	K_{S4}	7	3.13×10^6	1.33×10^6
	K_{S5}	8	1.15×10^6	5.04×10^5
	K_{S6}	9	8.75×10^5	3.87×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.59×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.17×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S3}	6	6.26×10^6	2.46×10^6
	K_{S4}	7	3.13×10^6	1.34×10^6
	K_{S5}	8	1.15×10^6	5.04×10^5
	K_{S6}	9	8.75×10^5	3.88×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.57×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.37×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

第 3.2.1-14 表 地盤ばね定数と減衰係数 (1.2×Ss-B3)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S3}	6	6.36×10^6	2.47×10^6
	K_{S4}	7	3.21×10^6	1.35×10^6
	K_{S5}	8	1.15×10^6	5.04×10^5
	K_{S6}	9	8.69×10^5	3.86×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.59×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.17×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S3}	6	6.36×10^6	2.47×10^6
	K_{S4}	7	3.21×10^6	1.35×10^6
	K_{S5}	8	1.15×10^6	5.04×10^5
	K_{S6}	9	8.69×10^5	3.86×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.57×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.37×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

第 3.2.1-15 表 地盤ばね定数と減衰係数 (1.2×Ss-B4)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S3}	6	6.15×10^6	2.43×10^6
	K_{S4}	7	3.07×10^6	1.32×10^6
	K_{S5}	8	1.11×10^6	4.96×10^5
	K_{S6}	9	8.46×10^5	3.81×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.59×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.17×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S3}	6	6.15×10^6	2.44×10^6
	K_{S4}	7	3.07×10^6	1.32×10^6
	K_{S5}	8	1.11×10^6	4.96×10^5
	K_{S6}	9	8.46×10^5	3.81×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.57×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.37×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

第 3.2.1-16 表 地盤ばね定数と減衰係数 (1.2×Ss-B5)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S3}	6	6.02×10^6	2.41×10^6
	K_{S4}	7	2.91×10^6	1.29×10^6
	K_{S5}	8	1.06×10^6	4.84×10^5
	K_{S6}	9	8.06×10^5	3.72×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.59×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.17×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S3}	6	6.02×10^6	2.41×10^6
	K_{S4}	7	2.91×10^6	1.29×10^6
	K_{S5}	8	1.06×10^6	4.84×10^5
	K_{S6}	9	8.06×10^5	3.73×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.57×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.36×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

第 3.2.1-17 表 地盤ばね定数と減衰係数 (1.2×Ss-C1)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K _{S3}	6	6.65×10^6	2.53×10^6
	K _{S4}	7	3.33×10^6	1.37×10^6
	K _{S5}	8	1.17×10^6	5.08×10^5
	K _{S6}	9	8.69×10^5	3.86×10^5
底面スウェイばね	K _S	9	2.03×10^8	7.59×10^6
底面ロッキングばね	K _R	9	4.80×10^{11}	5.17×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K _{S3}	6	6.65×10^6	2.53×10^6
	K _{S4}	7	3.33×10^6	1.37×10^6
	K _{S5}	8	1.17×10^6	5.08×10^5
	K _{S6}	9	8.69×10^5	3.86×10^5
底面スウェイばね	K _S	9	2.03×10^8	7.57×10^6
底面ロッキングばね	K _R	9	4.88×10^{11}	5.37×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

第 3.2.1-18 表 地盤ばね定数と減衰係数 (1.2×Ss-C2)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S3}	6	6.87×10^6	2.57×10^6
	K_{S4}	7	3.58×10^6	1.42×10^6
	K_{S5}	8	1.34×10^6	5.42×10^5
	K_{S6}	9	1.03×10^6	4.19×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.59×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.19×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S3}	6	6.87×10^6	2.57×10^6
	K_{S4}	7	3.58×10^6	1.42×10^6
	K_{S5}	8	1.34×10^6	5.42×10^5
	K_{S6}	9	1.03×10^6	4.19×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.57×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.39×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

第 3.2.1-19 表 地盤ばね定数と減衰係数 (1.2×Ss-C3)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S3}	6	6.33×10^6	2.47×10^6
	K_{S4}	7	3.16×10^6	1.34×10^6
	K_{S5}	8	1.19×10^6	5.11×10^5
	K_{S6}	9	9.10×10^5	3.95×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.59×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.17×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S3}	6	6.33×10^6	2.47×10^6
	K_{S4}	7	3.16×10^6	1.34×10^6
	K_{S5}	8	1.19×10^6	5.11×10^5
	K_{S6}	9	9.10×10^5	3.95×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.57×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.88×10^{11}	5.37×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

第 3.2.1-20 表 地盤ばね定数と減衰係数 (1.2×Ss-C4)

(a) NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K _{S3}	6	6.36×10^6	2.47×10^6
	K _{S4}	7	3.30×10^6	1.37×10^6
	K _{S5}	8	1.21×10^6	5.16×10^5
	K _{S6}	9	9.35×10^5	4.00×10^5
底面スウェイばね	K _S	9	2.03×10^8	7.59×10^6
底面ロッキングばね	K _R	9	4.80×10^{11}	5.17×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K _{S3}	6	6.36×10^6	2.48×10^6
	K _{S4}	7	3.30×10^6	1.37×10^6
	K _{S5}	8	1.21×10^6	5.17×10^5
	K _{S6}	9	9.35×10^5	4.00×10^5
底面スウェイばね	K _S	9	2.03×10^8	7.57×10^6
底面ロッキングばね	K _R	9	4.88×10^{11}	5.37×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

3.2.2 鉛直方向モデル

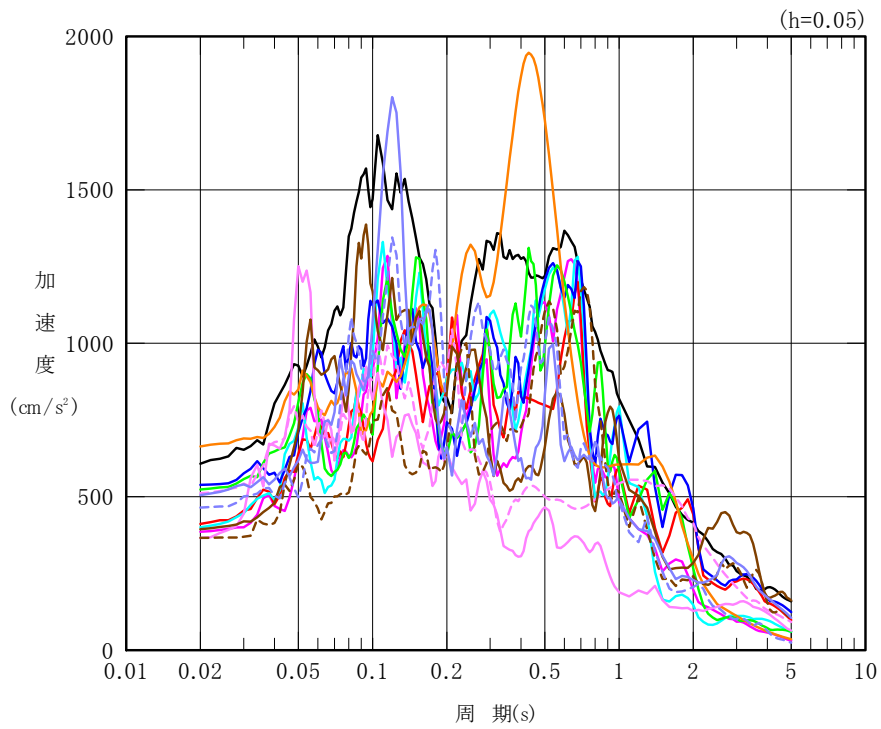
鉛直方向の地震応答解析モデルは、添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」に示すものを用いる。

1.2×Ssに対する地盤定数を第3.2.1-1表～第3.2.1-10表に示す。

3.3 建物・構築物の入力地震動

3.3.1 水平方向

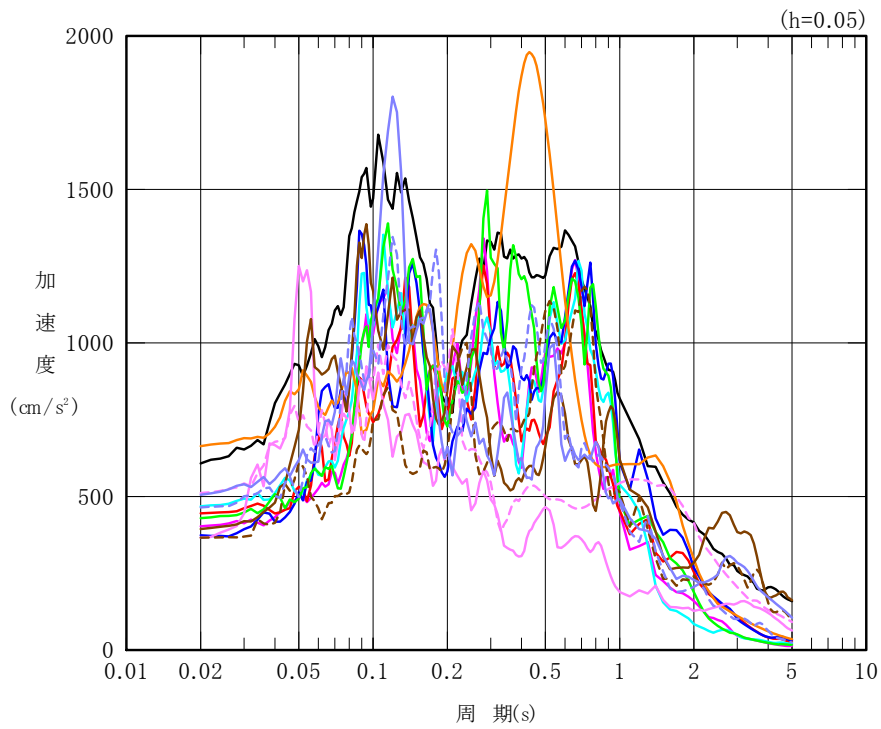
水平方向モデルへの入力地震動は、添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」に記載の方法に基づき算定する。ひずみ依存特性を考慮して求めた等価物性値を用いて、一次元波動論により算定した基礎底面位置（T.M.S.L. 31.53m）における地盤応答の加速度応答スペクトルを第 3.3.1-1 図～第 3.3.1-2 図に示す。



凡例

- : 1.2 × S_s-A (H)
- : 1.2 × S_s-B1 (NS)
- : 1.2 × S_s-B2 (NS)
- : 1.2 × S_s-B3 (NS)
- : 1.2 × S_s-B4 (NS)
- : 1.2 × S_s-B5 (NS)
- : 1.2 × S_s-C1 (NSEW)
- : 1.2 × S_s-C2 (NS)
- - - : 1.2 × S_s-C2 (EW)
- : 1.2 × S_s-C3 (NS)
- - - : 1.2 × S_s-C3 (EW)
- : 1.2 × S_s-C4 (NS)
- - - : 1.2 × S_s-C4 (EW)

第 3. 3. 1-1 図 入力地震動の加速度応答スペクトル (1.2 × S_s, NS 方向, T. M. S. L. 31. 53m)



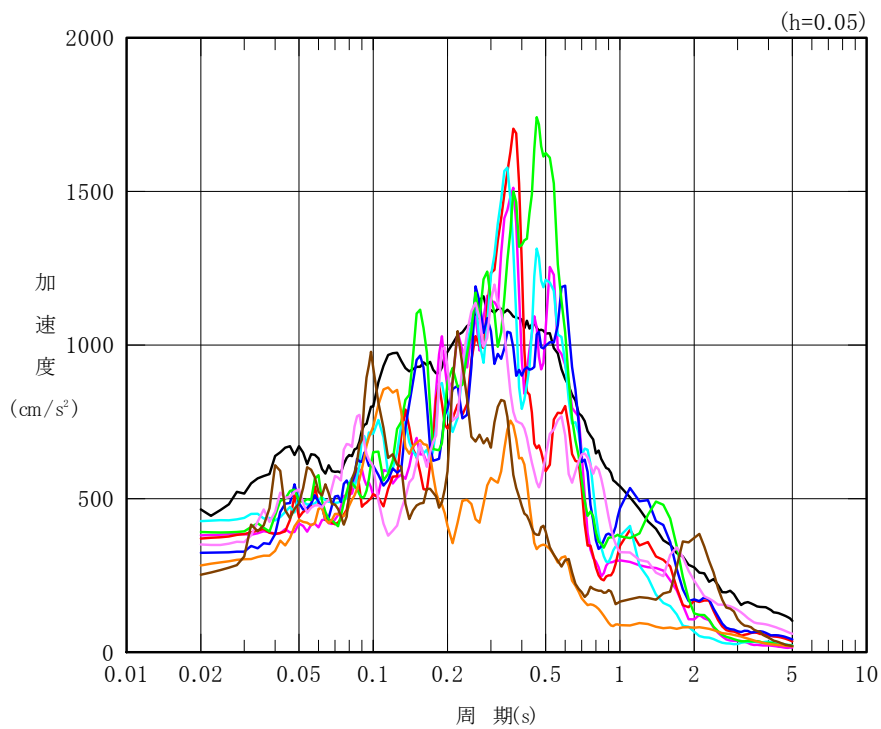
凡例

- : 1.2 × Ss-A (H)
- : 1.2 × Ss-B1 (EW)
- : 1.2 × Ss-B2 (EW)
- : 1.2 × Ss-B3 (EW)
- : 1.2 × Ss-B4 (EW)
- : 1.2 × Ss-B5 (EW)
- : 1.2 × Ss-C1 (NSEW)
- : 1.2 × Ss-C2 (NS)
- - - : 1.2 × Ss-C2 (EW)
- : 1.2 × Ss-C3 (NS)
- - - : 1.2 × Ss-C3 (EW)
- : 1.2 × Ss-C4 (NS)
- - - : 1.2 × Ss-C4 (EW)

第 3. 3. 1-2 図 入力地震動の加速度応答スペクトル (1.2 × Ss, EW 方向, T. M. S. L. 31. 53m)

3.3.2 鉛直方向

鉛直方向モデルへの入力地震動は、添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」に記載の方法に基づき算定する。ひずみ依存特性を考慮して求めた等価物性値を用いて、一次元波動論により算定した基礎底面位置（T. M. S. L. 31.53m）における地盤応答の加速度応答スペクトルを第 3.3.2-1 図に示す。



凡例

- : 1.2×Ss-A (V)
- : 1.2×Ss-B1 (UD)
- : 1.2×Ss-B2 (UD)
- : 1.2×Ss-B3 (UD)
- : 1.2×Ss-B4 (UD)
- : 1.2×Ss-B5 (UD)
- : 1.2×Ss-C1 (UD)
- : 1.2×Ss-C2 (UD)
- : 1.2×Ss-C3 (UD)

第 3.3.2-1 図 入力地震動の加速度応答スペクトル (1.2×Ss, 鉛直方向, T.M.S.L. 31.53m)

3.4 解析方法及び解析条件

解析方法及び解析条件については、添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」に記載の方法を用いる。

4. 解析結果

地震応答解析に採用した解析モデルの一覧を第 4. -1 表に示す。

4.1 固有値解析結果

基礎浮上り非線形モデルによる固有値解析結果（固有周期，固有振動数及び刺激係数）第 4.1-1 表～第 4.1-10 表に示す。刺激関数図を $1.2 \times S_s$ -A の結果を代表として，第 4.1-1 図～第 4.1-3 図に示す。

なお，刺激係数は，各次の固有ベクトル $\{u\}$ に対し，最大振幅が 1.0 となるように規準化した値を示す。

4.2 地震応答解析結果

$1.2 \times S_s$ による最大応答値を第 4.2-1 図～第 4.2-8 図及び第 4.2-1 表～第 4.2-8 表に示す。

第 4. -1 表 地震応答解析に採用した解析モデル (1.2×Ss)

(a) NS 方向

1.2×Ss-A (H)	1.2×Ss-B1 (NS)	1.2×Ss-B2 (NS)	1.2×Ss-B3 (NS)	1.2×Ss-B4 (NS)	1.2×Ss-B5 (NS)
①	①	①	①	①	①

1.2×Ss-C1 (NSEW)	1.2×Ss-C2 (NS)	1.2×Ss-C2 (EW)	1.2×Ss-C3 (NS)	1.2×Ss-C3 (EW)	1.2×Ss-C4 (NS)	1.2×Ss-C4 (EW)
①	①	①	①	①	①	①

(b) EW 方向

1.2×Ss-A (H)	1.2×Ss-B1 (EW)	1.2×Ss-B2 (EW)	1.2×Ss-B3 (EW)	1.2×Ss-B4 (EW)	1.2×Ss-B5 (EW)
①	①	①	①	①	①

1.2×Ss-C1 (NSEW)	1.2×Ss-C2 (NS)	1.2×Ss-C2 (EW)	1.2×Ss-C3 (NS)	1.2×Ss-C3 (EW)	1.2×Ss-C4 (NS)	1.2×Ss-C4 (EW)
①	①	①	①	①	①	①

凡例

- ① : 基礎浮上り非線形モデル
- ② : 誘発上下動を考慮するモデル
- ③ : 地盤 3 次元 FEM モデル

(c) 鉛直方向

1.2×Ss-A (V)	1.2×Ss-B1 (UD)	1.2×Ss-B2 (UD)	1.2×Ss-B3 (UD)	1.2×Ss-B4 (UD)	1.2×Ss-B5 (UD)
①	①	①	①	①	①

1.2×Ss-C1 (UD)	1.2×Ss-C2 (UD)	1.2×Ss-C3 (UD)
①	①	①

凡例

- ① : 鉛直ばねモデル
- ② : 地盤 3 次元 FEM モデル

第 4.1-1 表 固有値解析結果 (1.2×Ss-A)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.312	3.20	1.379	地盤連成
2	0.157	6.35	-0.332	
3	0.084	11.88	-0.159	
4	0.065	15.32	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.309	3.24	1.335	地盤連成
2	0.158	6.32	0.318	
3	0.080	12.47	-0.132	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1-2 表 固有値解析結果 (1.2×Ss-B1)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.312	3.20	1.380	地盤連成
2	0.157	6.36	-0.333	
3	0.084	11.88	-0.159	
4	0.065	15.32	0.136	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.309	3.24	1.335	地盤連成
2	0.158	6.32	0.319	
3	0.080	12.47	-0.133	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1-3 表 固有値解析結果 (1.2×Ss-B2)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.312	3.20	1.379	地盤連成
2	0.157	6.35	-0.333	
3	0.084	11.88	-0.159	
4	0.065	15.32	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.309	3.24	1.335	地盤連成
2	0.158	6.32	0.319	
3	0.080	12.47	-0.132	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1-4 表 固有値解析結果 (1.2×Ss-B3)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.312	3.20	1.380	地盤連成
2	0.157	6.35	-0.333	
3	0.084	11.88	-0.159	
4	0.065	15.32	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.309	3.24	1.335	地盤連成
2	0.158	6.32	0.319	
3	0.080	12.47	-0.132	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1-5 表 固有値解析結果 (1.2×Ss-B4)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.313	3.20	1.379	地盤連成
2	0.157	6.35	-0.332	
3	0.084	11.88	-0.158	
4	0.065	15.32	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.309	3.24	1.335	地盤連成
2	0.158	6.32	0.318	
3	0.080	12.47	-0.132	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1-6 表 固有値解析結果 (1.2×Ss-B5)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.313	3.20	1.379	地盤連成
2	0.157	6.35	-0.332	
3	0.084	11.88	-0.158	
4	0.065	15.32	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.309	3.23	1.334	地盤連成
2	0.158	6.32	0.318	
3	0.080	12.47	-0.132	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1-7 表 固有値解析結果 (1.2×Ss-C1)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.312	3.20	1.380	地盤連成
2	0.157	6.36	-0.333	
3	0.084	11.88	-0.159	
4	0.065	15.32	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.309	3.24	1.335	地盤連成
2	0.158	6.32	0.319	
3	0.080	12.47	-0.133	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1-8 表 固有値解析結果 (1.2×Ss-C2)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.312	3.21	1.380	地盤連成
2	0.157	6.36	-0.333	
3	0.084	11.88	-0.160	
4	0.065	15.33	0.136	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.308	3.25	1.335	地盤連成
2	0.158	6.33	0.320	
3	0.080	12.47	-0.133	
4	0.060	16.71	0.071	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1-9 表 固有値解析結果 (1.2×Ss-C3)

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.312	3.20	1.380	地盤連成
2	0.157	6.35	-0.333	
3	0.084	11.88	-0.159	
4	0.065	15.32	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.309	3.24	1.335	地盤連成
2	0.158	6.32	0.319	
3	0.080	12.47	-0.132	
4	0.060	16.71	0.070	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.199	5.02	1.096	地盤連成
2	0.046	21.96	-0.125	

第 4.1-10 表 固有値解析結果 (1.2×Ss-C4)

(a) NS 方向

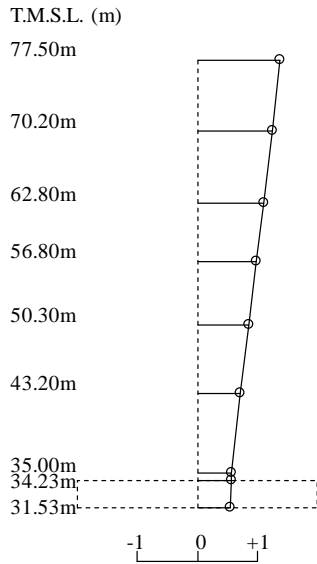
次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.312	3.20	1.380	地盤連成
2	0.157	6.36	-0.333	
3	0.084	11.88	-0.159	
4	0.065	15.32	0.135	

(b) EW 方向

次数	固有周期(s)	固有振動数(Hz)	刺激係数	卓越モード
1	0.309	3.24	1.335	地盤連成
2	0.158	6.32	0.319	
3	0.080	12.47	-0.133	
4	0.060	16.71	0.070	

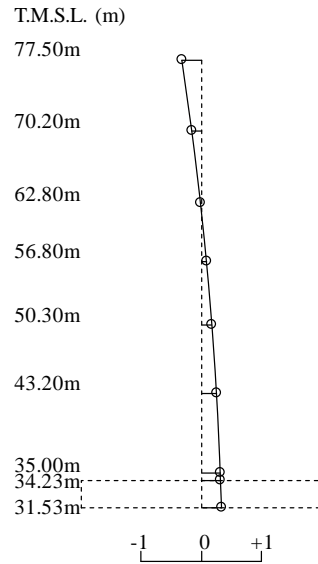
1 次モード

固有周期 $T_1=0.312$ (s)
 固有振動数 $f_1=3.20$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.379$



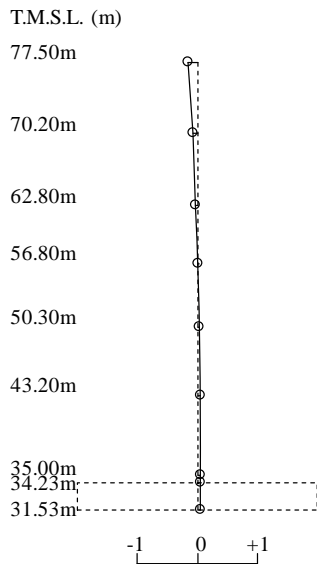
2 次モード

固有周期 $T_2=0.157$ (s)
 固有振動数 $f_2=6.35$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=-0.332$



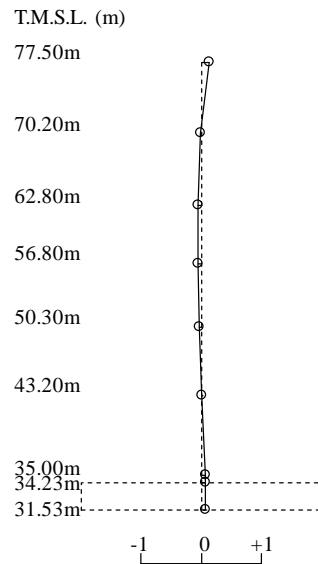
3 次モード

固有周期 $T_3=0.084$ (s)
 固有振動数 $f_3=11.88$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_3=-0.159$



4 次モード

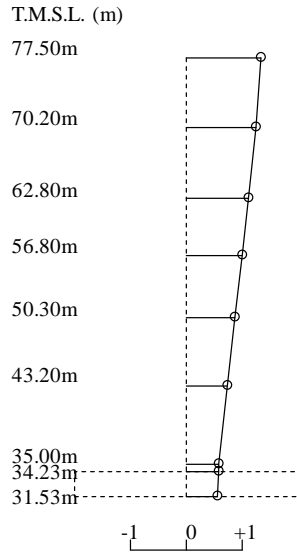
固有周期 $T_4=0.065$ (s)
 固有振動数 $f_4=15.32$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_4=0.135$



第 4.1-1 図 刺激関数図 (1.2×Ss-A, NS 方向)

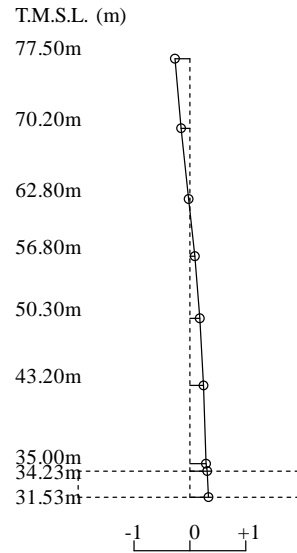
1 次モード

固有周期 $T_1=0.309$ (s)
 固有振動数 $f_1=3.24$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.335$



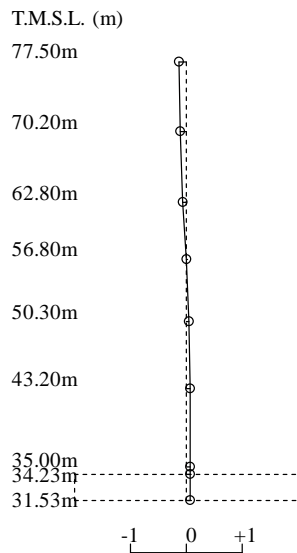
2 次モード

固有周期 $T_2=0.158$ (s)
 固有振動数 $f_2=6.32$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=0.318$



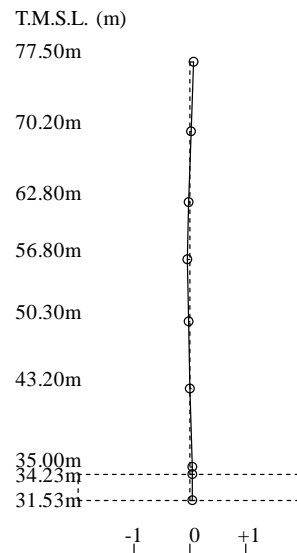
3 次モード

固有周期 $T_3=0.080$ (s)
 固有振動数 $f_3=12.47$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_3=-0.132$



4 次モード

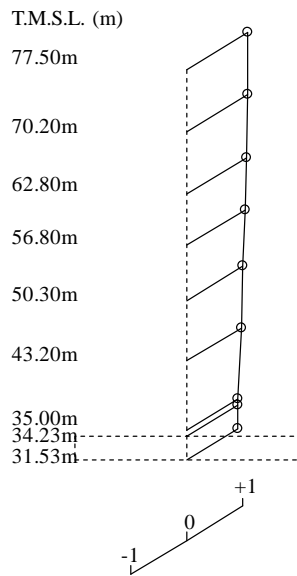
固有周期 $T_4=0.060$ (s)
 固有振動数 $f_4=16.71$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_4=0.070$



第 4.1-2 図 刺激関数図 (1.2×Ss-A, EW 方向)

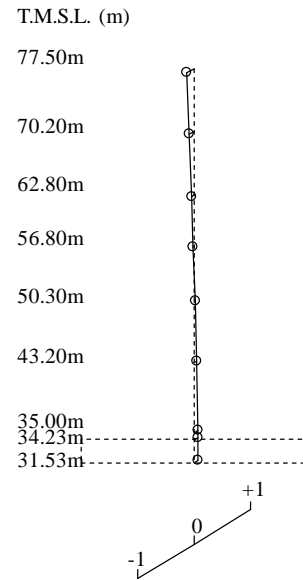
1 次モード

固有周期 $T_1=0.199$ (s)
 固有振動数 $f_1=5.02$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.096$

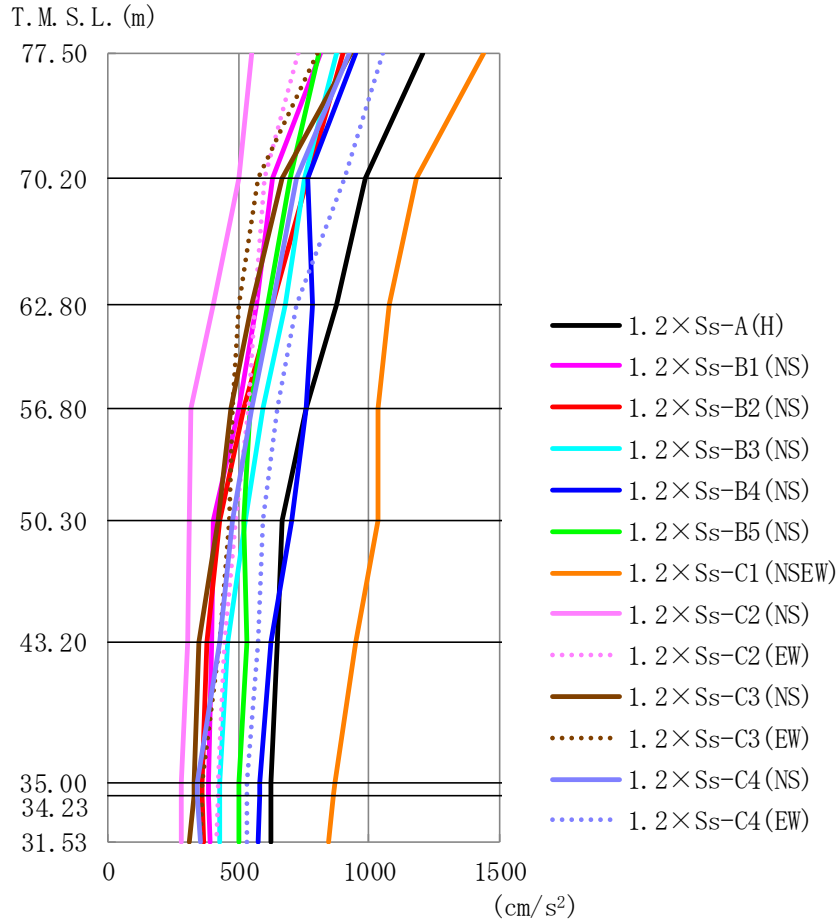


2 次モード

固有周期 $T_2=0.046$ (s)
 固有振動数 $f_2=21.96$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=-0.125$



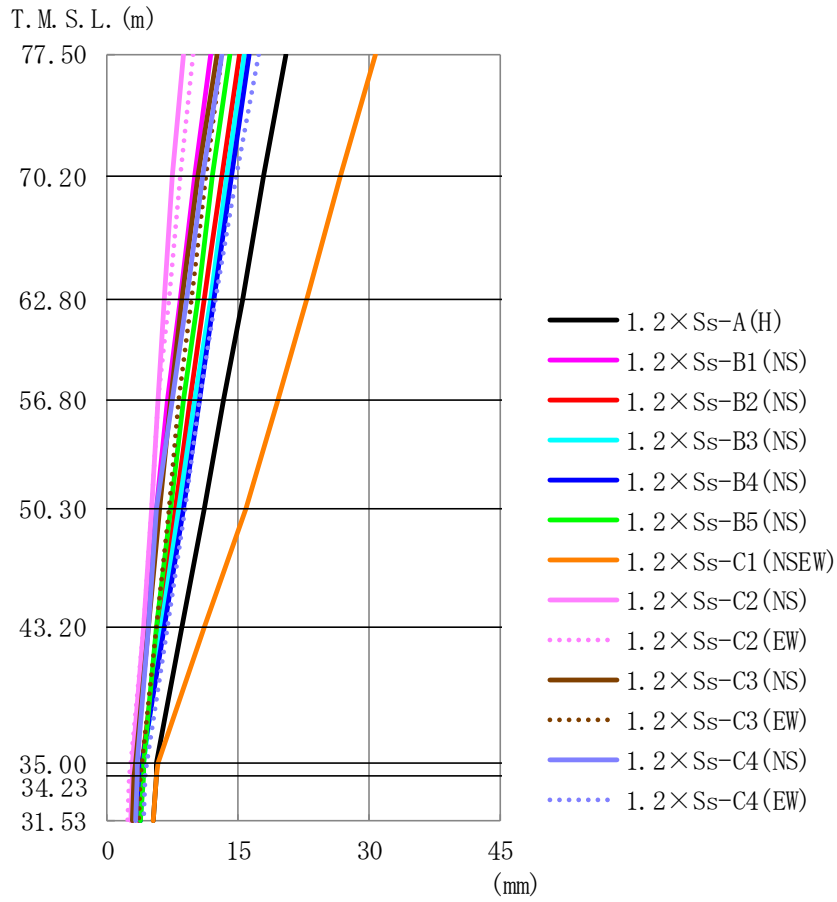
第 4.1-3 図 刺激関数図 (1.2×Ss-A, 鉛直方向)



第 4.2-1 図 最大応答加速度 (1.2×Ss, NS 方向)

第 4.2-1 表 最大応答加速度一覽表 (1.2×Ss, NS 方向)

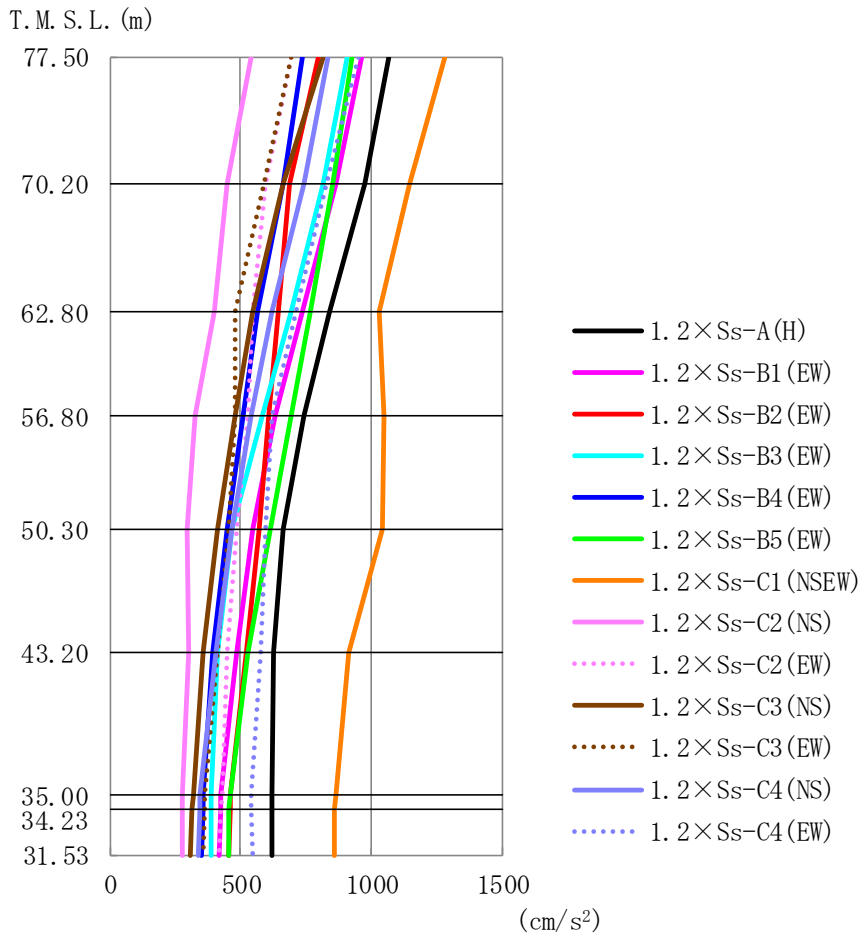
T.M.S.L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)													最大値
		1.2×Ss-A (H)	1.2×Ss-B1 (NS)	1.2×Ss-B2 (NS)	1.2×Ss-B3 (NS)	1.2×Ss-B4 (NS)	1.2×Ss-B5 (NS)	1.2×Ss-C1 (NSEW)	1.2×Ss-C2 (NS)	1.2×Ss-C2 (EW)	1.2×Ss-C3 (NS)	1.2×Ss-C3 (EW)	1.2×Ss-C4 (NS)	1.2×Ss-C4 (EW)	
77.50	1	1207	812	897	878	948	809	1440	549	730	930	801	921	1053	1440
70.20	2	987	631	766	752	767	696	1183	501	597	670	575	721	905	1183
62.80	3	875	571	627	680	781	614	1080	405	562	552	498	629	721	1080
56.80	4	760	501	520	595	761	541	1034	317	537	472	474	552	650	1034
50.30	5	666	403	427	525	704	521	1032	312	491	420	465	478	595	1032
43.20	6	648	395	381	460	624	535	948	304	444	345	428	426	576	948
35.00	7	622	386	363	427	580	502	866	278	421	330	360	341	531	866
34.23	8	622	386	363	426	578	501	863	278	419	326	357	343	531	863
31.53	9	622	388	365	428	574	500	842	279	417	313	353	352	534	842



第 4.2-2 図 最大応答変位 (1.2×Ss, NS 方向)

第 4.2-2 表 最大応答変位一覧表 (1.2×Ss, NS 方向)

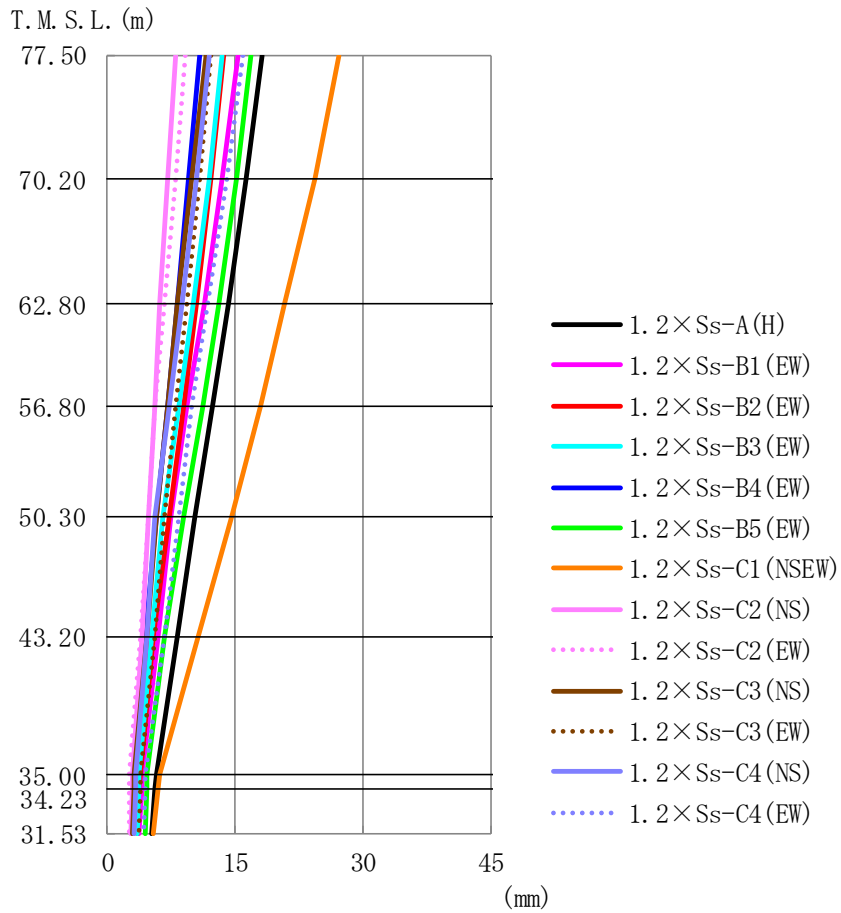
T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)													最大値
		1.2×Ss-A (H)	1.2×Ss-B1 (NS)	1.2×Ss-B2 (NS)	1.2×Ss-B3 (NS)	1.2×Ss-B4 (NS)	1.2×Ss-B5 (NS)	1.2×Ss-C1 (NSEW)	1.2×Ss-C2 (NS)	1.2×Ss-C2 (EW)	1.2×Ss-C3 (NS)	1.2×Ss-C3 (EW)	1.2×Ss-C4 (NS)	1.2×Ss-C4 (EW)	
77.50	1	20.4	11.9	15.1	15.7	16.2	14.0	30.7	8.81	9.80	12.6	13.1	13.1	17.4	30.7
70.20	2	17.9	9.92	13.1	13.7	14.2	12.0	26.7	7.48	8.39	10.4	11.3	11.0	14.8	26.7
62.80	3	15.5	8.27	11.2	11.8	12.3	10.3	22.9	6.51	7.04	8.54	9.61	9.03	12.4	22.9
56.80	4	13.4	6.88	9.47	10.0	10.5	8.80	19.5	5.82	5.86	7.26	8.19	7.40	10.5	19.5
50.30	5	11.1	5.52	7.77	8.15	8.65	7.25	15.8	5.06	5.05	5.91	6.99	5.69	8.82	15.8
43.20	6	8.53	4.29	5.94	6.12	6.52	5.59	11.2	4.18	4.09	4.72	5.67	4.61	6.86	11.2
35.00	7	5.67	3.11	3.93	4.08	3.89	4.12	5.75	2.92	2.63	3.20	3.91	3.39	4.45	5.75
34.23	8	5.54	3.06	3.84	4.01	3.87	4.05	5.55	2.86	2.56	3.13	3.83	3.35	4.34	5.55
31.53	9	5.19	2.91	3.62	3.83	3.84	3.86	5.26	2.72	2.38	2.94	3.61	3.26	4.06	5.26



第 4.2-3 图 最大応答加速度 (1.2×Ss, EW 方向)

第 4.2-3 表 最大応答加速度一覽表 (1.2×Ss, EW 方向)

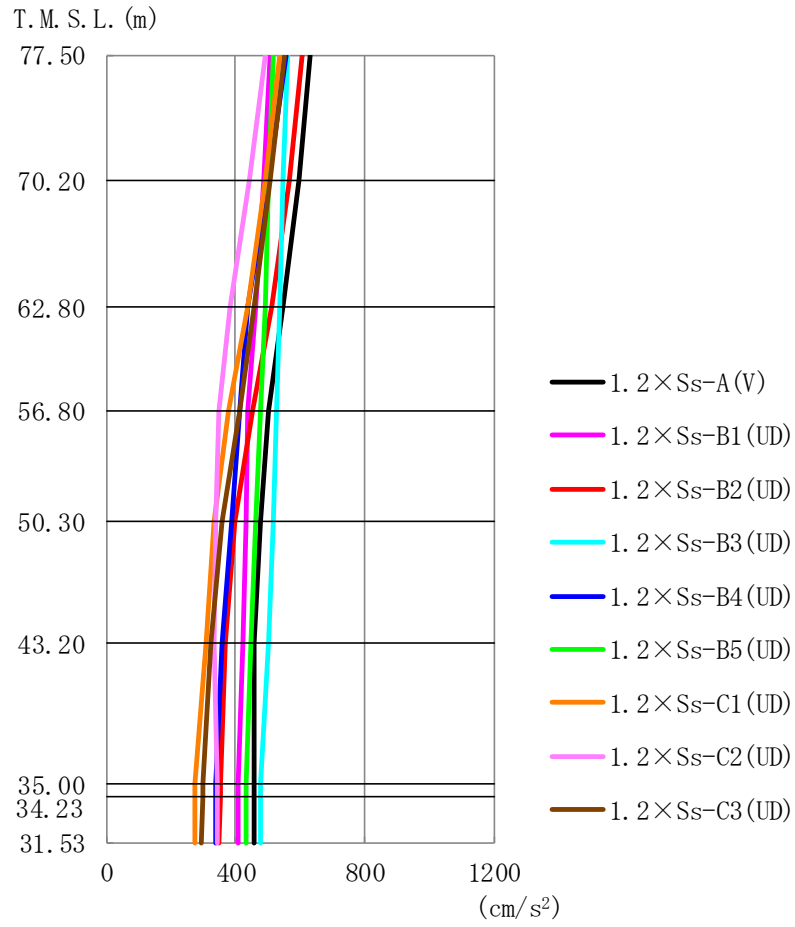
T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)												最大値	
		1.2×Ss-A (H)	1.2×Ss-B1 (EW)	1.2×Ss-B2 (EW)	1.2×Ss-B3 (EW)	1.2×Ss-B4 (EW)	1.2×Ss-B5 (EW)	1.2×Ss-C1 (NSEW)	1.2×Ss-C2 (NS)	1.2×Ss-C2 (EW)	1.2×Ss-C3 (NS)	1.2×Ss-C3 (EW)	1.2×Ss-C4 (NS)		1.2×Ss-C4 (EW)
77.50	1	1064	959	795	906	734	922	1277	543	690	815	694	834	946	1277
70.20	2	972	865	686	812	662	849	1143	448	597	663	591	739	830	1143
62.80	3	838	737	642	692	564	766	1028	401	544	543	477	619	711	1028
56.80	4	739	634	606	582	511	696	1045	329	526	481	477	540	618	1045
50.30	5	664	547	568	464	448	613	1040	296	483	411	455	469	597	1040
43.20	6	624	484	522	414	390	526	910	301	451	355	411	405	575	910
35.00	7	619	427	459	388	356	457	865	279	427	319	362	344	542	865
34.23	8	619	424	457	388	355	457	858	278	426	315	360	342	542	858
31.53	9	620	420	454	389	353	455	856	277	420	310	358	341	545	856



第 4.2-4 図 最大応答変位 (1.2×Ss, EW 方向)

第 4.2-4 表 最大応答変位一覧表 (1.2×Ss, EW 方向)

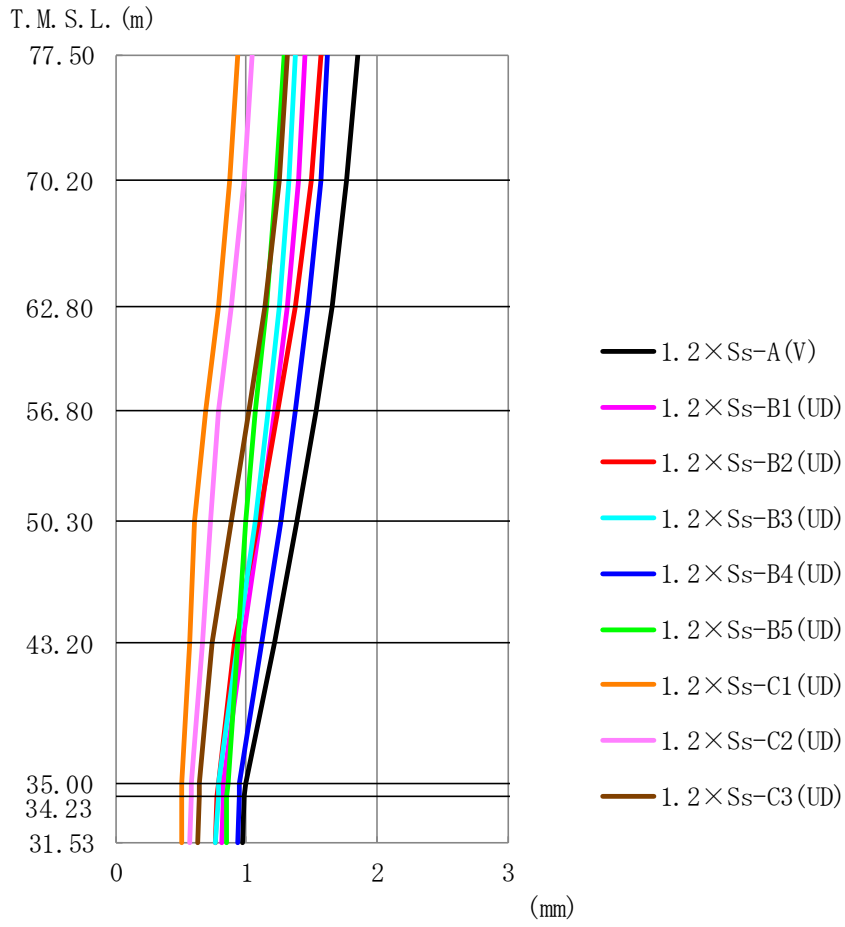
T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)													最大値
		1.2×Ss-A (H)	1.2×Ss-B1 (EW)	1.2×Ss-B2 (EW)	1.2×Ss-B3 (EW)	1.2×Ss-B4 (EW)	1.2×Ss-B5 (EW)	1.2×Ss-C1 (NSEW)	1.2×Ss-C2 (NS)	1.2×Ss-C2 (EW)	1.2×Ss-C3 (NS)	1.2×Ss-C3 (EW)	1.2×Ss-C4 (NS)	1.2×Ss-C4 (EW)	
77.50	1	18.2	15.3	13.7	13.5	10.8	16.8	27.1	8.03	9.06	11.5	12.1	11.9	15.8	27.1
70.20	2	16.4	13.5	12.2	12.0	9.58	15.1	24.3	7.12	8.04	9.94	10.9	10.5	14.0	24.3
62.80	3	14.2	11.3	10.5	10.1	8.19	13.0	20.9	6.22	6.78	8.27	9.37	8.76	11.8	20.9
56.80	4	12.4	9.38	9.03	8.37	7.07	11.1	18.0	5.59	5.64	7.10	8.07	7.25	9.87	18.0
50.30	5	10.3	7.53	7.32	6.58	5.81	9.03	14.7	4.84	4.74	5.79	6.72	5.65	8.32	14.7
43.20	6	8.18	5.86	5.47	5.23	4.48	6.78	10.6	4.03	3.89	4.55	5.48	4.57	6.62	10.6
35.00	7	5.68	4.13	3.86	3.69	3.18	4.63	6.18	2.92	2.62	3.20	3.91	3.39	4.50	6.18
34.23	8	5.56	4.04	3.78	3.63	3.12	4.57	6.00	2.87	2.58	3.14	3.84	3.34	4.41	6.00
31.53	9	5.21	3.77	3.54	3.44	2.94	4.42	5.44	2.74	2.49	2.96	3.62	3.22	4.16	5.44



第 4.2-5 図 最大応答加速度 (1.2×Ss, 鉛直方向)

第 4.2-5 表 最大応答加速度一覧表 (1.2×Ss, 鉛直方向)

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)									最大値
		1.2×Ss-A (V)	1.2×Ss-B1 (UD)	1.2×Ss-B2 (UD)	1.2×Ss-B3 (UD)	1.2×Ss-B4 (UD)	1.2×Ss-B5 (UD)	1.2×Ss-C1 (UD)	1.2×Ss-C2 (UD)	1.2×Ss-C3 (UD)	
77.50	1	633	509	607	560	557	517	536	493	550	633
70.20	2	595	488	567	549	501	505	494	442	509	595
62.80	3	547	462	512	539	440	492	436	386	458	547
56.80	4	501	440	452	530	415	477	379	349	411	530
50.30	5	480	432	400	517	390	462	336	337	361	517
43.20	6	460	421	369	501	360	450	311	332	322	501
35.00	7	458	408	352	478	339	434	274	344	299	478
34.23	8	458	408	351	477	339	433	274	345	298	477
31.53	9	460	407	350	476	338	432	274	345	296	476



第 4.2-6 図 最大応答変位 (1.2×Ss, 鉛直方向)

第 4.2-6 表 最大応答変位一覧表 (1.2×Ss, 鉛直方向)

T. M. S. L. (m)	観 点 番 号	最大応答変位 (mm)									最大値
		1.2×Ss-A (V)	1.2×Ss-B1 (UD)	1.2×Ss-B2 (UD)	1.2×Ss-B3 (UD)	1.2×Ss-B4 (UD)	1.2×Ss-B5 (UD)	1.2×Ss-C1 (UD)	1.2×Ss-C2 (UD)	1.2×Ss-C3 (UD)	
77.50	1	1.85	1.45	1.57	1.38	1.63	1.29	0.935	1.04	1.32	1.85
70.20	2	1.77	1.40	1.49	1.33	1.57	1.23	0.878	0.979	1.25	1.77
62.80	3	1.66	1.31	1.37	1.25	1.48	1.15	0.790	0.885	1.14	1.66
56.80	4	1.54	1.22	1.24	1.17	1.38	1.07	0.693	0.785	1.02	1.54
50.30	5	1.39	1.11	1.09	1.07	1.26	1.00	0.606	0.731	0.883	1.39
43.20	6	1.21	0.977	0.913	0.940	1.12	0.937	0.564	0.664	0.743	1.21
35.00	7	0.997	0.826	0.781	0.789	0.950	0.855	0.509	0.578	0.640	0.997
34.23	8	0.987	0.819	0.777	0.782	0.943	0.851	0.506	0.574	0.637	0.987
31.53	9	0.968	0.806	0.767	0.768	0.929	0.843	0.501	0.566	0.631	0.968

第4.2-7表 最大応答せん断ひずみ度 (1.2×Ss, NS方向)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ度(×10 ⁻³)												第1折点 γ ₁ (×10 ⁻³)	第2折点 γ ₂ (×10 ⁻³)	
		1.2×Ss-A (H)	1.2×Ss-B1 (NS)	1.2×Ss-B2 (NS)	1.2×Ss-B3 (NS)	1.2×Ss-B4 (NS)	1.2×Ss-B5 (NS)	1.2×Ss-C1 (NEEW)	1.2×Ss-C2 (NS)	1.2×Ss-C2 (EW)	1.2×Ss-C3 (NS)	1.2×Ss-C3 (EW)	1.2×Ss-C4 (NS)			1.2×Ss-C4 (EW)
77.50	1	0.158	0.106	0.118	0.115	0.124	0.106	0.197	0.0720	0.0952	0.122	0.105	0.121	0.138	0.186	0.559
70.20	2	0.148	0.0952	0.111	0.108	0.113	0.102	0.168	0.0679	0.0833	0.106	0.0909	0.108	0.133	0.197	0.591
62.80	3	0.181	0.110	0.136	0.135	0.143	0.127	0.211	0.0832	0.105	0.120	0.104	0.132	0.160	0.208	0.623
56.80	4	0.184	0.111	0.134	0.139	0.154	0.131	0.225	0.0816	0.110	0.115	0.100	0.133	0.157	0.214	0.642
50.30	5	0.199	0.121	0.139	0.153	0.177	0.142	0.356	0.0813	0.122	0.119	0.112	0.142	0.164	0.219	0.658
43.20	6	0.209	0.130	0.161	0.175	0.217	0.159	0.427	0.110	0.130	0.127	0.149	0.149	0.191	0.224	0.673
35.00																

(単位：m)

T.M.S.L. 77.50

T.M.S.L. 70.20

T.M.S.L. 62.80

T.M.S.L. 56.80

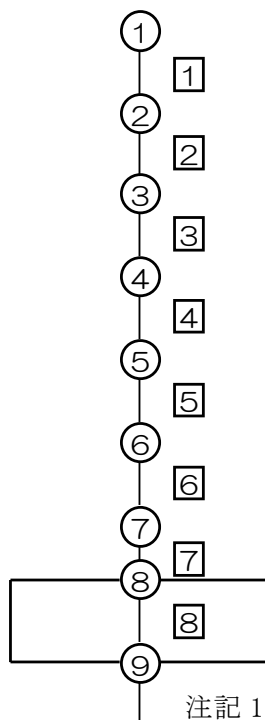
T.M.S.L. 50.30

T.M.S.L. 43.20

T.M.S.L. 35.00

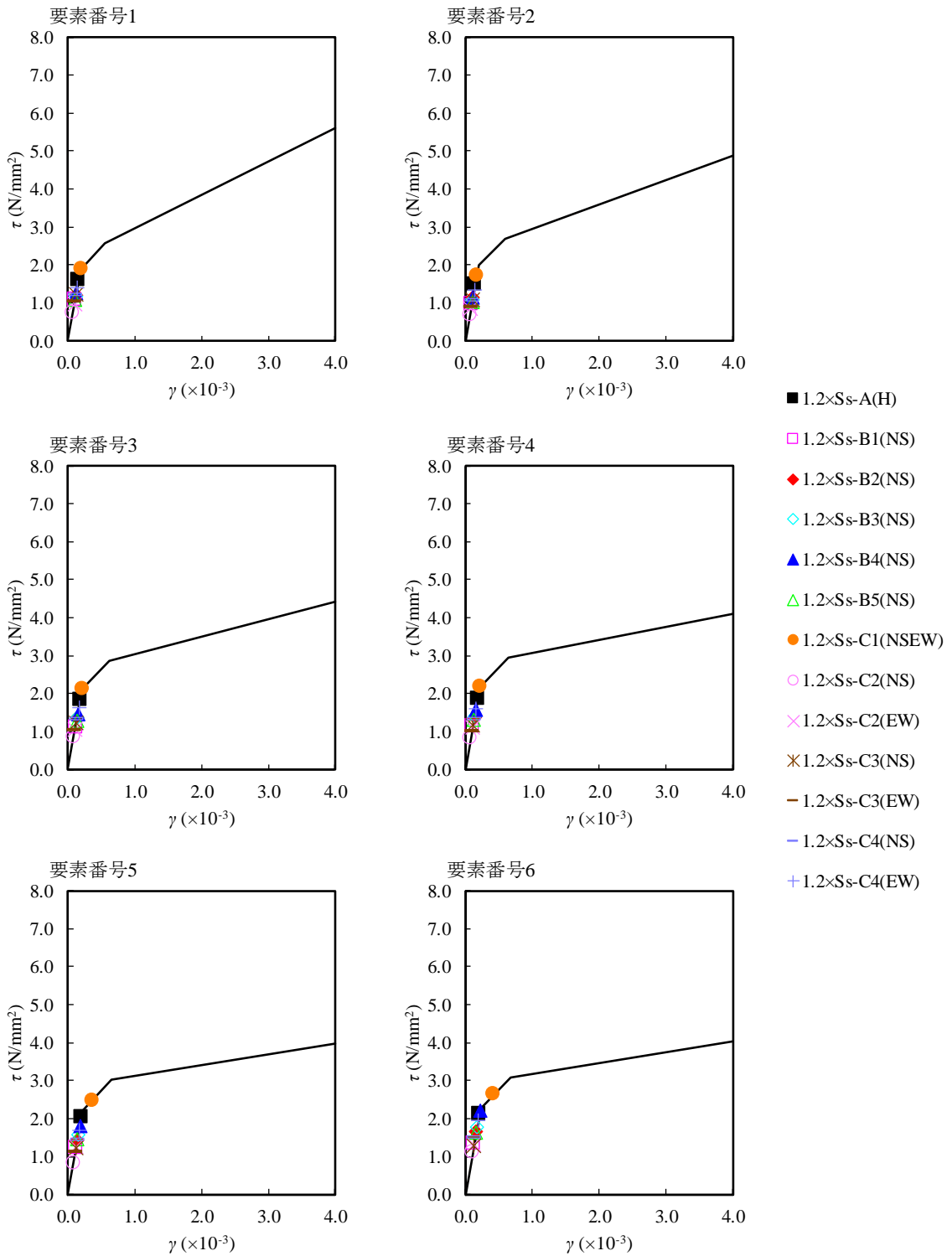
T.M.S.L. 34.23

T.M.S.L. 31.53



注記1：○数字は質点番号を示す。

注記2：□数字は要素番号を示す。



第 4.2-7 図 $\tau - \gamma$ 関係と最大応答値 (1.2xSs, NS 方向)

第4.2-8表 最大応答せん断ひずみ度 (1.2×Ss, EW方向)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ度(×10 ⁻³)												第1折点 γ_1 (×10 ⁻³)	第2折点 γ_2 (×10 ⁻³)	
		1.2×Ss-A (H)	1.2×Ss-B1 (EW)	1.2×Ss-B2 (EW)	1.2×Ss-B3 (EW)	1.2×Ss-B4 (EW)	1.2×Ss-B5 (EW)	1.2×Ss-C1 (NSEW)	1.2×Ss-C2 (NS)	1.2×Ss-C2 (EW)	1.2×Ss-C3 (NS)	1.2×Ss-C3 (EW)	1.2×Ss-C4 (NS)			1.2×Ss-C4 (EW)
77.50	1	0.0620	0.0561	0.0463	0.0527	0.0427	0.0538	0.0744	0.0319	0.0400	0.0474	0.0403	0.0485	0.0551	0.186	0.559
70.20	2	0.121	0.109	0.0878	0.103	0.0835	0.106	0.141	0.0578	0.0765	0.0868	0.0760	0.0938	0.106	0.197	0.591
62.80	3	0.158	0.141	0.114	0.133	0.107	0.141	0.188	0.0709	0.0955	0.106	0.0944	0.120	0.136	0.208	0.623
56.80	4	0.180	0.158	0.135	0.149	0.119	0.163	0.215	0.0803	0.111	0.115	0.102	0.135	0.155	0.214	0.642
50.30	5	0.183	0.156	0.143	0.148	0.123	0.169	0.297	0.0766	0.114	0.116	0.104	0.134	0.156	0.219	0.658
43.20	6	0.185	0.157	0.164	0.142	0.121	0.175	0.315	0.0964	0.115	0.116	0.132	0.133	0.170	0.224	0.673
35.00	6	0.185	0.157	0.164	0.142	0.121	0.175	0.315	0.0964	0.115	0.116	0.132	0.133	0.170	0.224	0.673

(単位：m)

T.M.S.L. 77.50

T.M.S.L. 70.20

T.M.S.L. 62.80

T.M.S.L. 56.80

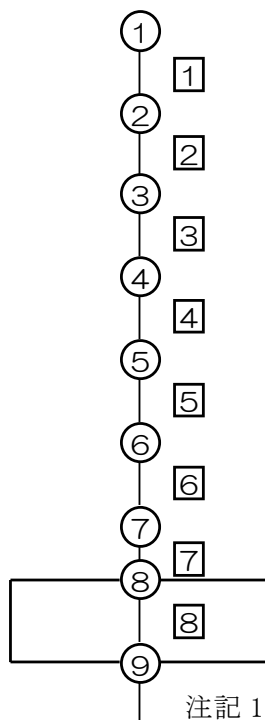
T.M.S.L. 50.30

T.M.S.L. 43.20

T.M.S.L. 35.00

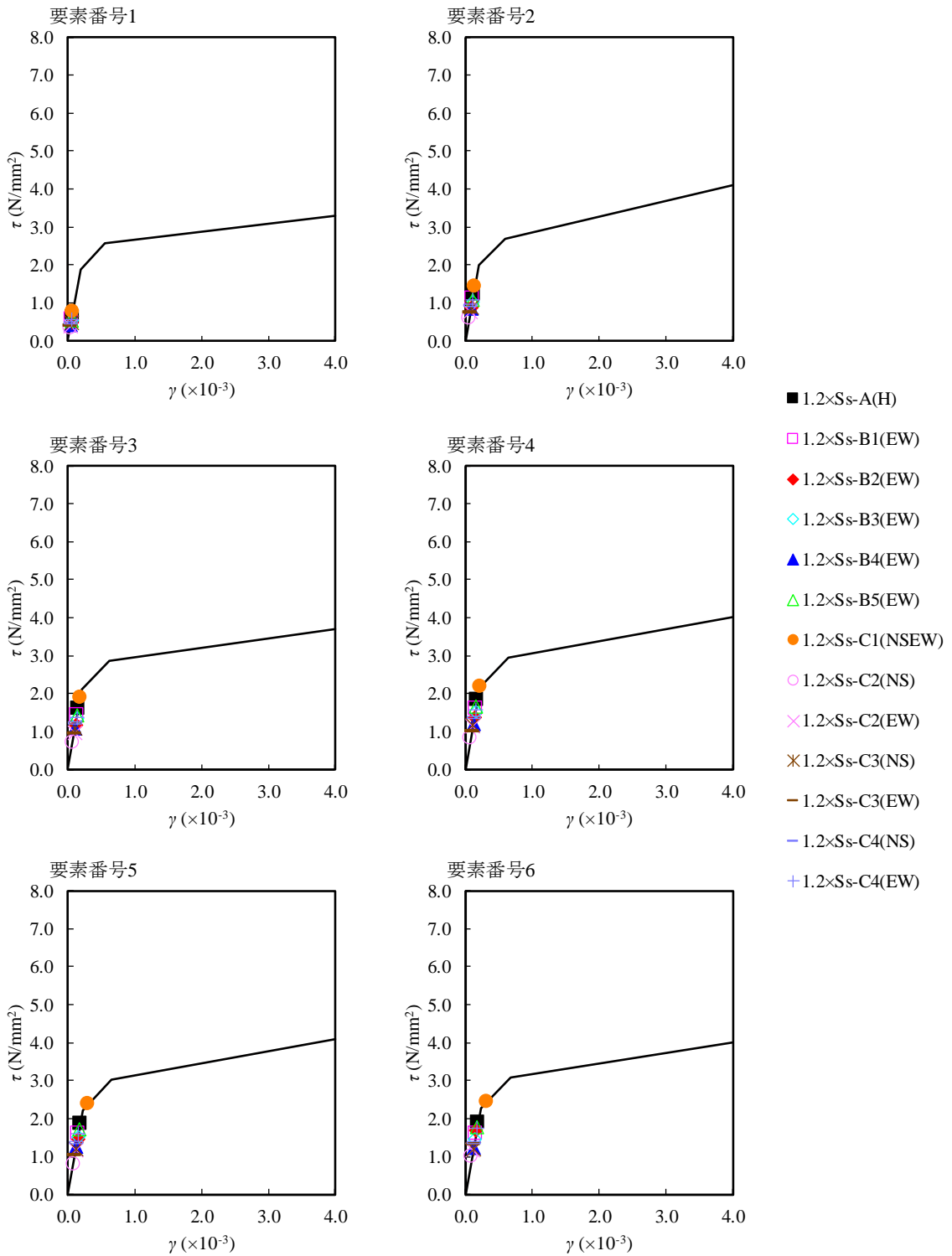
T.M.S.L. 34.23

T.M.S.L. 31.53



注記1：○数字は質点番号を示す。

注記2：□数字は要素番号を示す。



第 4.2-8 図 $\tau - \gamma$ 関係と最大応答値 (1.2×Ss, EW 方向)

5. 評価結果

1.2×Ss による燃料加工建屋の耐震壁の最大せん断ひずみ度が許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認する。第 5. -1 表に 1.2×Ss による最大せん断ひずみ度と許容限界の比較結果を示す。

最大せん断ひずみ度は、NS 方向では 1.2×Ss-C1 において 0.427×10^{-3} (要素番号 6) , EW 方向では 1.2×Ss-C1 において 0.315×10^{-3} (要素番号 6) であり、許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。

第 5. -1 表 1.2×Ss による最大せん断ひずみ度と許容限界の比較結果

1.2×Ssによる最大せん断ひずみ度		許容限界	判定
NS方向	EW方向		
0.427×10^{-3} (1.2×Ss-C1)	0.315×10^{-3} (1.2×Ss-C1)	2.0×10^{-3}	OK

6. まとめ

「5. 評価結果」のとおり，燃料加工建屋における重大事故評価については，「3.1 地震応答解析に用いる地震動」における地震動に対して，耐震壁の最大せん断ひずみ度が，添付書類「機能維持の基本方針」における許容限界を超えないことを確認した。

IV 強度に関する説明書

IV－2

竜巻への配慮が必要な施設の強度に関する計算書

IV－2－1

竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針

IV-2-1-1

竜巻より防護すべき施設を収納
する施設の強度計算の方針

IV-2-1-1-1

竜巻より防護すべき施設を収納
する施設の強度計算の方針（燃
料加工建屋）

目 次

1. 概要	1
2. 強度評価の基本方針	1
2.1 強度評価対象施設	1
2.2 評価方針	2
2.2.1 評価の分類	2
3. 構造強度設計	3
3.1 構造強度の設計方針	3
3.2 機能維持の方針	3
4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界	7
4.1 荷重及び荷重の組合せ	7
4.2 許容限界	13
4.2.1 建屋	14
5. 強度評価方法	16
5.1 建屋に関する評価式	16
5.1.1 鉄筋コンクリート構造物	16
6. 適用規格	19

1. 概要

本資料は、「加工施設の技術基準に関する規則」（以下、「技術基準規則」という。）第八条に適合し、技術基準規則第30条に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備に配慮する設計とするため、添付書類「V-1-1-1 加工施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち「V-1-1-1-2 竜巻への配慮に関する説明書」の「V-1-1-1-2-2 設計対処施設の設計方針」に基づき、評価対象施設が、設計竜巻に対して要求される強度を有することを確認するための強度評価方針について説明するものである。

強度評価は、添付書類「V-1-1-1 加工施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち「V-1-1-1-2 竜巻への配慮に関する説明書」に示す適用規格を用いて実施する。

設計対処施設のうち、建屋に対する具体的な計算の方法及び結果は、添付書類「IV-2-2-1 竜巻への配慮が必要な施設を収納する建屋の強度計算書」に示す。

2. 強度評価の基本方針

強度評価は、「2.1 評価対象施設」に示す設計対処施設について、「4.1 荷重及び荷重の組合せ」で示す設計荷重(竜巻)が、「4.2 許容限界」で示す許容限界内にあることを「5. 強度評価方法」に示す計算方法を使用し、「6. 適用規格」に示す適用規格を用いて確認する。

2.1 評価対象施設

添付書類「V-1-1-1-2-2 設計対処施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」にて構造強度上の性能目標を設定している竜巻の影響を考慮する施設を強度評価の対象とする。強度評価を行うにあたり評価対象施設は以下に分類される燃料加工建屋である。強度評価における分類を第2.1-1表に示す。

(1) 竜巻防護対象施設を収納する建屋

竜巻より防護すべき施設を収納する施設であり、施設を防護する外殻となる施設とする。

第2.1-1表 強度評価における施設分類

強度評価における分類	施設名称
(1) 竜巻より防護すべき施設を収納する施設	燃料加工建屋

2.2 評価方針

竜巻の影響を考慮する施設は、添付書類「V-1-1-1-2-2 設計対処施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」にて設定している構造強度上の性能目標を達成するため、竜巻に対する強度評価を実施する。

強度評価の評価方針は、それぞれ「2.2.1 (1) 衝突評価」の方針及び「2.2.1 (2) 構造評価」の方針に分類でき、評価対象施設はこれらの評価を実施する。

2.2.1 評価の分類

(1) 衝突評価

衝突評価は、竜巻による飛来物による衝撃荷重に対する直接的な影響の評価として、評価対象施設に、貫通、裏面剥離が生じないことを確認する評価とする。

評価対象施設の構造を考慮し、飛来物の衝突により想定される損傷モードを以下のとおり分類し、それぞれの評価方針を設定する。

a. 建屋

- (a) 貫通評価
- (b) 裏面剥離評価

(2) 構造強度評価

構造強度評価は、竜巻の風圧力による荷重、気圧差による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他の荷重(通常時に作用している荷重、積雪荷重)を適切に組み合わせた荷重(以下「設計荷重(竜巻)」という。)により生じる応力等に対し、評価対象施設が、当該施設の機能を維持可能な構造強度を有することを確認する。

a. 建屋

建屋の構造評価は、鉄筋コンクリート造構造物を対象とし、その構造を踏まえた評価項目を抽出する。

- (a) 鉄筋コンクリート造構造物
 - イ. 変形評価
 - ロ. 荷重評価

3. 構造強度設計

「V-1-1-1-2-1 竜巻への配慮に関する基本方針」で設定している設計竜巻に対し、「2.1 評価対象施設」で設定している施設が、構造強度設計上の性能目標を達成するように、構造強度の設計方針を設定する。

施設の構造強度の設計方針を設定し、設計荷重(竜巻)に対し、施設の構造強度を維持するように構造設計と評価方針を設定する。

3.1 構造強度の設計方針

添付書類「V-1-1-1-2-2 設計対処施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している構造強度上の性能目標を達成するための設計方針を「2.1 評価対象施設」で設定している評価対象施設に対して示す。

(1) 竜巻により防護すべき施設を収納する施設

燃料加工建屋は、添付書類「V-1-1-1-2-2 設計対処施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1 (3) 要求機能及び性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、設計荷重(竜巻)に対し、竜巻による飛来物から防護すべき施設を収納する施設のうち、竜巻より防護すべき施設を収納する施設の外殻を構成する部材を飛来物が貫通せず、また、竜巻より防護すべき施設に波及的影響を与えないために、竜巻より防護すべき施設を収納する施設のうち、その外殻を構成する部材の脱落及び転落が生じない設計とする。

3.2 機能維持の方針

添付書類「V-1-1-1-2-2 設計対処施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している構造強度上の性能目標を達成するために「3.1 構造強度の設計方針」に示す設計方針を踏まえ、「4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界」で設定している荷重を適切に考慮して、施設の構造設計及びそれを踏まえた評価方針を設定する。

a. 建屋(燃料加工建屋)

(a) 構造設計

建屋は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び「4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

建屋に作用する荷重は、外殻を構成する屋根及び壁に作用し、建屋に配置された耐震壁を介し、直接岩盤等に支持する基礎スラブへ伝達する構造とする。

(b) 評価方針

イ. 衝突評価

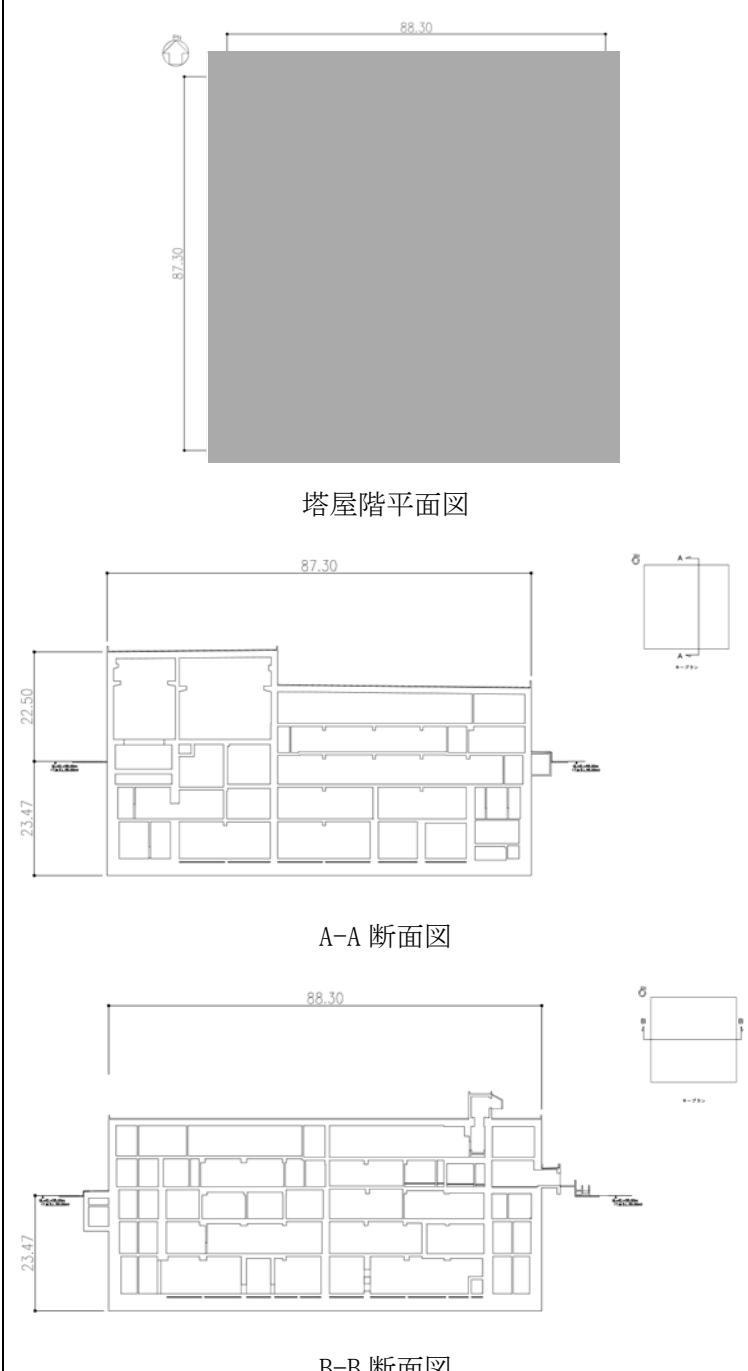
建屋の衝突評価については、飛来物が竜巻により防護すべき施設の外殻を構成する部材を貫通しない設計とするために、飛来物による衝撃荷重に対し、当該部材が飛来物の貫通を生じない最小厚さ以上であることを計算により確認する。評価方法としては、「5.1.1(3) 強度評価方法」に示す限界厚さ評価式により算出した厚さを基に行う。

ロ. 構造評価

建屋の構造強度評価については、竜巻により防護すべき施設に波及的影響を与えない確認として、飛来物による衝撃荷重に対し、竜巻により防護すべき施設を収納する施設の外殻となる部材自体の脱落を生じない設計とするために、外殻となる屋根スラブ及び壁面のうち、コンクリートの裏面剥離により収納する外部事象防護対象施設への影響が考えられる箇所については、裏面剥離によるコンクリート片の飛散が生じない最小厚さ以上であることを計算により確認する。評価方法としては、「5.1.1(3) 強度評価方法」に示す限界厚さ評価式により算出した厚さを基に評価を行う。

また、竜巻より防護すべき施設を収納する施設の外殻となる建屋の倒壊及び部材の脱落を生じない設計とするために、設計荷重(竜巻)に対し、屋根及び耐震壁に終局状態に至るようなひずみ又は応力が生じないことを計算及び解析により確認する。評価方法としては、「5.1.1(3) 強度評価方法」に示す強度評価式により算出した応力等並びに建屋の質点系モデルを用いて算出したせん断ひずみ度を基に評価を行う。

第 3.1-1 表 建屋の構造計画

施設 名称	計画の概要		説明図
	主要構造	支持構造	
燃料 加工 建屋	鉄筋コン クリート 造	荷重は建 屋の外殻 を構成す る屋根及 び壁に作 用し、建 屋に配置 された耐 震壁等を 介し、基 礎スラブ へ伝達す る構造と する。	 <p>The '説明図' (Explanatory Diagram) section contains three architectural drawings: <ul style="list-style-type: none"> 塔屋階平面図 (Tower House Floor Plan): A shaded rectangular area representing the tower house floor. Dimensions are 88.30 (width) and 87.30 (height). A small circle with a dot is located at the top-left corner. A-A 断面図 (A-A Section): A detailed cross-section of the building. The total width is 87.30. The left side has a height of 23.47, and the right side has a height of 22.50. It shows internal walls, columns, and floor levels. B-B 断面図 (B-B Section): Another detailed cross-section of the building. The total width is 88.30. The left side has a height of 23.47. It shows internal walls, columns, and floor levels. </p>

MOX① IV(2)-0010 G

第 3.1-2 表 竜巻の影響を考慮する施設 強度評価体操部位

分類	施設名称	評価対象部位	評価項目	評価項目分類	選定理由
竜巻により防護すべき施設を収納する施設	燃料加工建屋	屋根、壁、構造躯体	衝突評価	貫通評価	竜巻より防護すべき施設を収納する施設の外殻となる部分への飛来物の衝突を考慮し、竜巻防護対象施設を設置する区画の構成部材に飛来物の貫通が生じないことを確認するため、竜巻防護対象施設を設置する区画の壁及び屋根を評価部位として選定する。
				裏面剥離評価	竜巻より防護すべき施設を収納する施設の外殻となる部分への飛来物の衝突を考慮し、竜巻防護対象施設を設置する区画の構成部材に裏面剥離が生じないことを確認するため、竜巻防護対象施設を設置する区画の壁及び屋根を評価部位として選定する。
			構造評価	変形評価	竜巻より防護すべき施設を収納する施設の外殻となる部分への竜巻による荷重を考慮し、燃料加工建屋の倒壊、構成部材の転倒及び脱落並びに燃料加工建屋に過大な変形が生じないことを確認するため、竜巻より防護すべき施設を収納する施設の外殻となる建屋全体を評価対象部位として選定する。
				荷重評価	竜巻より防護すべき施設を収納する施設の外殻となる部分への竜巻による荷重を考慮し、燃料加工建屋の屋根の構造健全性を確認するため、屋根を評価対象部位として選定する。

4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界

竜巻の影響を考慮する施設の強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せを「4.1 荷重及び荷重の組合せ」に、許容限界を「4.2 許容限界」に示す。

4.1 荷重及び荷重の組合せ

設計対処施設の強度評価にて考慮する荷重及び荷重の組合せは、以下のとおり設定する。

(1) 荷重の種類

a. 通常時に作用している荷重(F_d)

通常時に作用している荷重は、持続的に生じる荷重であり、固定荷重、積載荷重とする。

b. 竜巻による荷重(W_T)

竜巻による荷重は、設計竜巻の以下の特性値を踏まえ、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び飛来物による衝撃荷重とする。設計竜巻の特性値を第 4.1-1 表に示す。

- 竜巻の最大気圧低下量 (ΔP_{max})

$$\Delta P_{max} = \rho \times V_{Rm}^2$$

ρ : 空気密度 (=1.22 (kg/m³))

V_{Rm} : 竜巻の最大接線風速 (m/s)

- 竜巻の最大接線速度 (V_{Rm})

$$V_{Rm} = V_D - V_T$$

V_D : 竜巻の最大風速 (m/s)

V_T : 竜巻の移動速度 (m/s)

- 竜巻の移動速度 (V_{Rm})

$$V_T = 0.15 \times V_D$$

V_D : 竜巻の最大風速 (m/s)

第 4.1-1 表 設計竜巻の特性値

最大風速 V_D (m/s)	移動速度 V_T (m/s)	最大接線風速 V_{Rm} (m/s)	最大気圧低下量 ΔP_{max} (N/m ²)
100	15	85	8,900

(a) 風圧力による荷重(W_w)

風圧力による荷重は、竜巻の最大風速による荷重である。竜巻による最大風速は、一般的には水平方向の風速として設定されるが、鉛直方向の風圧力に対して脆弱と考えられる竜巻の影響を考慮する施設が存在する場合には、鉛直方向の最大風速等に基づいて算出した鉛直方向の風圧力についても考慮する。

風圧力による荷重は、施設の形状により変化するため、施設の部位ごとに異なる。そのため、各施設及び評価対象部位に対して厳しくなる方向からの風を想定し、施設の部位ごとに荷重を設定する。

ガスト影響係数(G)は設計竜巻の風速が最大瞬間風速をベースとしていること等から、施設の形状によらず「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」(平成25年6月19日 原規技発第13061911号 原子力規制委員会決定)(以下「竜巻ガイド」という。)を参照して、 $G=1.0$ とする。空気密度(ρ)は「建築物荷重指針・同解説」((社)日本建築学会(2004改定))より $\rho=1.22 \text{ kg/m}^3$ とする。

設計用速度圧については施設の形状に影響を受けないため、設計竜巻の設計用速度圧(q)は施設の形状によらず $q=6,100 \text{ N/m}^2$ と設定する。

(b) 気圧差による荷重(W_p)

外気と隔離されている区画の境界部など、気圧差による圧力影響を受ける竜巻より防護すべき施設を収納する施設の建屋の壁、屋根等においては、竜巻による気圧低下によって生じる施設等の内外の気圧差による荷重が発生する。閉じた施設(通気がない施設)については、この圧力差により閉じた施設の隔壁に外向きに作用する圧力が生じるとみなし設定することを基本とする。

部分的に閉じた施設(通気がある施設等)については、施設の構造健全性を評価する上で厳しくなるよう作用する荷重を設定する。

気圧差による荷重は、施設の形状により変化するため、施設の部位ごとに異なる。そのため、各施設の部位ごとに荷重を算出する。

最大気圧低下量(P_{\max})は空気密度及び最大接線風速から、 $\Delta P_{\max}=8,900 \text{ N/m}^2$ とする。

(c) 飛来物による衝撃荷重(W_M)

鋼製材の衝突による影響が大きくなる向きで外部事象防護対象施設等に衝突した場合の衝撃荷重を算出する。衝突評価においても、飛来物の衝突による影響が大きくなる向きで衝突することを考慮して評価を行う。

飛来物の寸法、質量及び飛来速度を第4.1-2表に示す。飛来物の飛来速度については、事業(変更)許可を受けたとおり設定する。

第 4.1-2 表 飛来物の諸元

飛来物の種類	鋼製材
寸法 (m)	長さ×幅×奥行き 4.2×0.3×0.2
質量 (kg)	135
最大水平速度 (m/s)	51
最大鉛直速度 (m/s)	34

c. 積雪荷重(SL)

組み合わせる積雪は、「青森県建築基準法等施行細則」による六ヶ所村の垂直積雪量 190cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮し 66.5 cm とする。積雪荷重については、建築基準法施行令第 86 条第 2 項により、積雪量 1cm ごとに 30N/m² の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。

(2) 荷重の組合せ

竜巻の影響を考慮する施設の設計に用いる竜巻の荷重は、気圧差による荷重(W_P)を考慮した複合荷重 W_{T1} 並びに設計竜巻の風圧力による荷重(W_W)、気圧差による荷重(W_P)及び飛来物による衝撃荷重(W_M)を組み合わせた複合荷重 W_{T2} を以下のとおり設定する。

$$W_{T1} = W_P$$

$$W_{T2} = W_W + 0.5 \cdot W_P + W_M$$

竜巻の影響を考慮する施設には W_{T1} 及び W_{T2} の両荷重をそれぞれ作用させる。各施設の設計竜巻による荷重の組合せについては、施設の設置状況及び構造を踏まえ適切な組合せを設定する。施設分類ごとの荷重の組合せの考え方を以下に示す。

a. 竜巻より防護すべき施設を内包する施設

設計竜巻による荷重とこれに組み合わせる荷重として、風圧力による荷重、気圧差による荷重、飛来物による衝撃荷重及び常時作用する荷重の組合せを基本とする。

荷重の組合せ一覧表を第 4.1-3 表に示す。

第 4.1-3 表 荷重の組合せ一覧表(建物)

分類	荷重の種類	内容	短期荷重
			(竜巻)
通常時に作用している荷重	・固定荷重	構造物自体の重さによる荷重	○
	・機器配管荷重	建物に設置される機器及び配管の荷重	○
	・積載荷重	家具, 什器, 人員荷重のほか, 機器・配管荷重に含まれない小さな機器類の荷重	○
	・土圧荷重(静土圧)	地下外壁に作用する土圧	○
	・水圧荷重(静水圧)	地下外壁に作用する水圧	○
個別荷重	・積雪荷重	積雪深さに応じて算定する荷重	○ (190cm×0.35)
	・地震荷重	Ss, Sd, 1/2Sd 及び静的地震力による荷重 地震時土圧及び設備・機器からの反力もこれに含まれる	—
	・風荷重	基準風速 34m/s(瞬間風速 45.4m/s 相当)に応じて算定する荷重	—
	・竜巻荷重	設計竜巻(100m/s)による風圧力, 気圧差及び飛来物の衝撃荷重	○
	・降下火砕物による荷重	降下火砕物の堆積量(55cm)に応じて算定する荷重	—

注1 ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しいことが判明している場合には, その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないことがある。

(3) 荷重の算定方法

「4.1(1) 荷重の種類」で設定している荷重の算出式を以下に示す。

a. 記号の定義

荷重の算出に用いる記号を第 4.1-4 表に示す。

第 4.1-4 表 荷重の算出に用いる記号

記号	単位	定義
A	m ²	施設の受圧面積
C	—	風力係数(施設の形状や風圧力が作用する部位(屋根, 壁等)に応じて設定する。)
G	—	ガスト影響係数
G	m/s ²	重力加速度
H	N	自重による荷重
m	kg	質量
q	N/m ²	設計用速度圧
R _M	m	最大接線風速半径
V _D	m/s	設計竜巻の風速
V _{Rm}	m/s	設計竜巻の最大接線風速
W _M	N	飛来物による衝撃荷重
W _P	N	気圧差による荷重
W _W	N	風圧力による荷重
ρ	kg/m ³	空気密度
ΔP _{max}	N/m ²	最大気圧低下量

b. 自重による荷重の算出

自重による荷重は以下のとおり計算する。

$$H=m \cdot g$$

c. 竜巻による荷重の算出

(a) 風圧力による荷重(W_w)

風圧力による荷重は、竜巻の最大風速による荷重であり、竜巻ガイドを参考に次式のとおり算出する。

$$W_w=q \cdot G \cdot C \cdot A$$

ここで、

$$q=(1/2) \cdot \rho \cdot V_D^2$$

(b) 気圧差による荷重(W_p)

気圧差による荷重は、次式のとおり算出する。

$$W_p=\Delta P_{\max} \cdot A$$

ここで、

$$\Delta P_{\max}=\rho \cdot V_{Rm}^2$$

(c) 飛来物による衝撃荷重(W_M)

飛来物による衝撃荷重は、飛来物が衝突する竜巻の影響を考慮する施設、評価対象部位及び評価方法に応じて適切に設定する必要があるため、個別計算書にその算出方法を含めて記載する。

評価条件を第 4.1-5 表に示す。

第 4.1-5 表 評価条件

最大風速 V_D (m/s)	空気密度 ρ (kg/m ³)	ガスト影響 係数 G (-)	設計用 速度圧 q (N/m ²)	最大接線 風速 V_{Rm} (m/s)	最大気圧 低下量 ΔP (N/m ²)
100	1.22	1.0	6,100	85	8,900

4.2 許容限界

許容限界は、「V-1-1-1-2-2 設計対処施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標及び「3.2 機能維持の方針」に示す評価方針を踏まえて、評価項目ごとに設定する。

「4.1 荷重及び荷重の組合せ」で設定している荷重及び荷重の組合せを含めた、評価項目ごとの許容限界を第 4.1-6 表に示す。

各施設の許容限界の詳細は、各計算書で評価対象部位の損傷モードを踏まえ評価項目を選定し、評価項目ごとに許容限界を定める。

4.2.1 建屋

(1) 許容限界の設定

a. 衝突評価

(a) 貫通評価(第 4.1-6 表)

建屋の衝突による貫通評価においては、飛来物による衝撃荷重に対し、飛来物が竜巻より防護すべき施設の外殻を構成する部材を貫通しない設計とするために、飛来物の貫通を生じない最小厚さ以上であることを計算により確認する評価方針としていることを踏まえ、竜巻より防護すべき施設を収納する施設の外殻を構成する部材の最小厚さを許容限界として設定する。

(b) 裏面剥離評価(第 4.1-6 表)

飛来物による衝撃荷重に対し、竜巻より防護すべき施設を内包する施設の外殻を構成する部材自体の脱落による影響を生じない設計とするために、裏面剥離によるコンクリート片の飛散が生じない最小厚さ以上であることを計算により確認する評価方針としていることを踏まえ、施設の最小部材厚さを許容限界として設定する。

b. 構造評価

(a) 変形評価(第 4.1-6 表)

竜巻防護対象施設に波及的影響を与えないよう、竜巻より防護すべき施設を内包する施設の倒壊、構成部材の転倒及び脱落並びに竜巻より防護すべき施設を内包する施設に過大な変形が生じない設計とするため、構造躯体に終局状態に至るような変形が生じないことを計算により確認する方針としていることを踏まえ、コンクリートの終局せん断ひずみに基づく許容限界として、コンクリートせん断ひずみ度 2.0×10^{-3} を設定する。

(b) 荷重評価(第 4.1-6 表)

竜巻防護対象施設に波及的影響を与えないよう、竜巻より防護すべき施設を内包する施設の屋根の構造健全性を確保する設計とするため、設計荷重に対して屋根が終局状態に至らないことを荷重比較により確認する。

鉛直荷重により、鉄筋コンクリート造の屋根に発生する応力は、曲げモーメントが支配的となる。その曲げモーメントは主に鉄筋で負担することから、鉄筋の許容応力度をもとに屋根の許容限界を設定する。具体的には、設計時長期荷重に対して、設計荷重(竜巻)の比が、鉄筋の長期許容応力度に対する短期許容応力度の比(以下「許容応力度比」という。)を下回ることを確認する。鉄筋の長期許容応力度及び短期許容応力度は、**鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(以下「RC 規準」という。)**に基づくものとし、鉄筋の短期許容応力度は RC 規準に示される下限値を用いる。以上より、鉄筋の許容応力度比の許容限界は 1.5 とする。

第 4.1-6 表 許容限界

施設分類	施設名称	荷重の組合せ	評価対象部位	評価項目	機能損傷モード		許容限界
					応力等の状態	限界状態	
竜巻により防護すべき施設を収納する施設	燃料加工建屋	W_M	壁, 屋根	衝突評価	貫通	貫通	燃料加工建屋の最小部材厚さが貫通限界厚さ以上とする。
				衝突評価	裏面剥離	裏面剥離	燃料加工建屋の最小部材厚さが裏面剥離限界厚さ以上とする。
		複合荷重 $W_{T1}(W_P+F_d)$ 複合荷重 $W_{T2}(W_W+0.5 \cdot W_P+W_M+F_d)$	耐震壁	構造評価	せん断	燃料加工建屋の倒壊, 構成部材の転倒及び脱落並びに燃料加工建屋の過大な変形	コンクリートのせん断ひずみ度 2.0×10^{-3} 以下とする。
	屋根				許容応力度比	終局状態	鉄筋の許容応力度比 1.5 以下とする。

5. 強度評価方法

評価手法は、以下に示す解析法により、適用性に留意の上、規格及び基準類や既往の文献において適用が妥当とされる手法に基づき実施することを基本とする。

- ・ 質点系モデルを用いた計算
- ・ 定式化された評価式を用いた評価

竜巻ガイドを参照して、設計竜巻による荷重は、地震荷重と同様に施設に作用する場合は、地震荷重と同様に外力として評価をするため、JEAG4601 を適用可能とする。

5.1 建屋に関する評価式

5.1.1 鉄筋コンクリート構造物

(1) 評価条件

- a. 貫通限界厚さは、NEI07-13 に示されている Degen 式を用いて算定する。
- b. 裏面剥離限界厚さは、NEI07-13 に示されている Chang 式を用いて算定する。
- c. 荷重及び応力は力学における標準式を用いて算出する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を第 5.1.1.1-1 表に示す。

第 5.1.1.1-1 表 評価対象部位及び評価内容

施設名称	評価対象部位	評価内容
燃料加工建屋	屋根 壁 構造躯体	貫通 裏面剥離 燃料加工建屋の倒壊，構 成部材の転倒及び脱落

(3) 強度評価方法

a. 記号の定義

Degen 式による貫通限界厚さの算定に用いる記号を第 5.1.1.1-2 表に、Chang 式による裏面剥離限界厚さの算定に用いる記号を第 5.1.1.1-3 表に、荷重の算定に用いる記号を第 5.1.1.1-4 表に示す。

第 5.1.1.1-2 表 Degen 式による貫通限界厚さの算定に用いる記号

記号	単位	記号の説明
α_e	—	低減係数
d	cm	設計飛来物直径
F _c	N/mm ²	コンクリートの設計基準強度
N	—	飛来物の形状係数
D	kgf/cm ³	飛来物直径密度 W/d ³
W	kgf	飛来物重量
V	m/s	設計飛来物の衝突速度

第 5.1.1.1-3 表 Chang 式による裏面剥離限界厚さの算定に用いる記号

記号	単位	記号の説明
α_s	—	低減係数
V ₀	m/s	飛来物基準速度
V	m/s	飛来物の衝突速度
M	kg	飛来物質量
d	cm	飛来物直径
f _c '	N/mm ²	コンクリートの設計基準強度

第 5.1.1.1-4 表 荷重の算定に用いる記号

記号	単位	記号の説明
W _M	N	飛来物による衝撃荷重
F _M	N	静的な衝撃荷重
m	kg	飛来物の質量
V	m/s	飛来物の衝突速度
t	s	接触時間
L _t	m	飛来物の最も短い辺の長さ

b. 評価方法

(a) Degen 式による貫通限界厚さの算定

Degen 式を以下に示す。

$$e = \alpha_e \{2.2(X/d) - 0.3(X/d)^2\} \cdot d \quad (X/d \leq 1.52 \text{ の場合})$$

$$e = \alpha_e \{0.69 + 1.29(X/d)\} \cdot d \quad (1.52 \leq X/d \leq 13.42 \text{ の場合})$$

ここで貫入深さ X は、

$$X/d = 2 \left\{ \left(12145 / \sqrt{f_c'} \right) \cdot N \cdot d^{0.2} \cdot D \cdot (V/1000)^{1.8} \right\}^{0.5} \quad (X/d \leq 2.0 \text{ の場合})$$

$$X/d = \left(12145 / \sqrt{f_c'} \right) \cdot N \cdot d^{0.2} \cdot D \cdot (V/1000)^{1.8} + 1 \quad (X/d \geq 2.0 \text{ の場合})$$

(b) Chang 式による裏面剥離限界厚さの算定

Chang 式を以下に示す。

$$S = 1.84 \alpha_s \cdot (V_0/V)^{0.13} \cdot (M \cdot V^2) / (d^{0.2} \cdot f_c'^{0.4})$$

(c) 荷重の算定

設計荷重のうち、風圧力による荷重 W_w 及び気圧差による荷重 W_p は、「4.1(1) 荷重の種類」に示す算出式を用いる。

飛来物による衝撃荷重を以下に示す。

$$W_M = F_M = m \cdot V / t = m \cdot V^2 / L_t$$

(d) 屋根の荷重評価の算定

$$P_C = P_B / P_A$$

6. 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- 建築基準法・同施行令・同告示
- 青森県建築基準法施行細則
- 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984
((社)日本電気協会)
- 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)
- 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)
- 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)
- Methodology for Performing Aircraft Impacts Assessments for New Plant
Designs(Nuclear Energy Institute 2011 Rev 8P(NEI07-13))
- 原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(原規技発第 1409172 号)

IV－2－2

竜巻への配慮が必要な施設の強度計算書

IV-2-2-1

竜巻への配慮が必要な施設を収
納する建屋の強度計算書

IV－2－2－1－1

竜巻への配慮が必要な施設を収
納する建屋の強度計算書（燃料
加工建屋）

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	12
2.4 適用規格	14
3. 強度評価方法	15
3.1 評価対象部位	15
3.2 荷重及び荷重の組合せ	16
3.3 許容限界	21
3.4 評価方法	24
4. 強度評価結果	28
4.1 衝突評価結果	28
4.2 構造評価結果	29

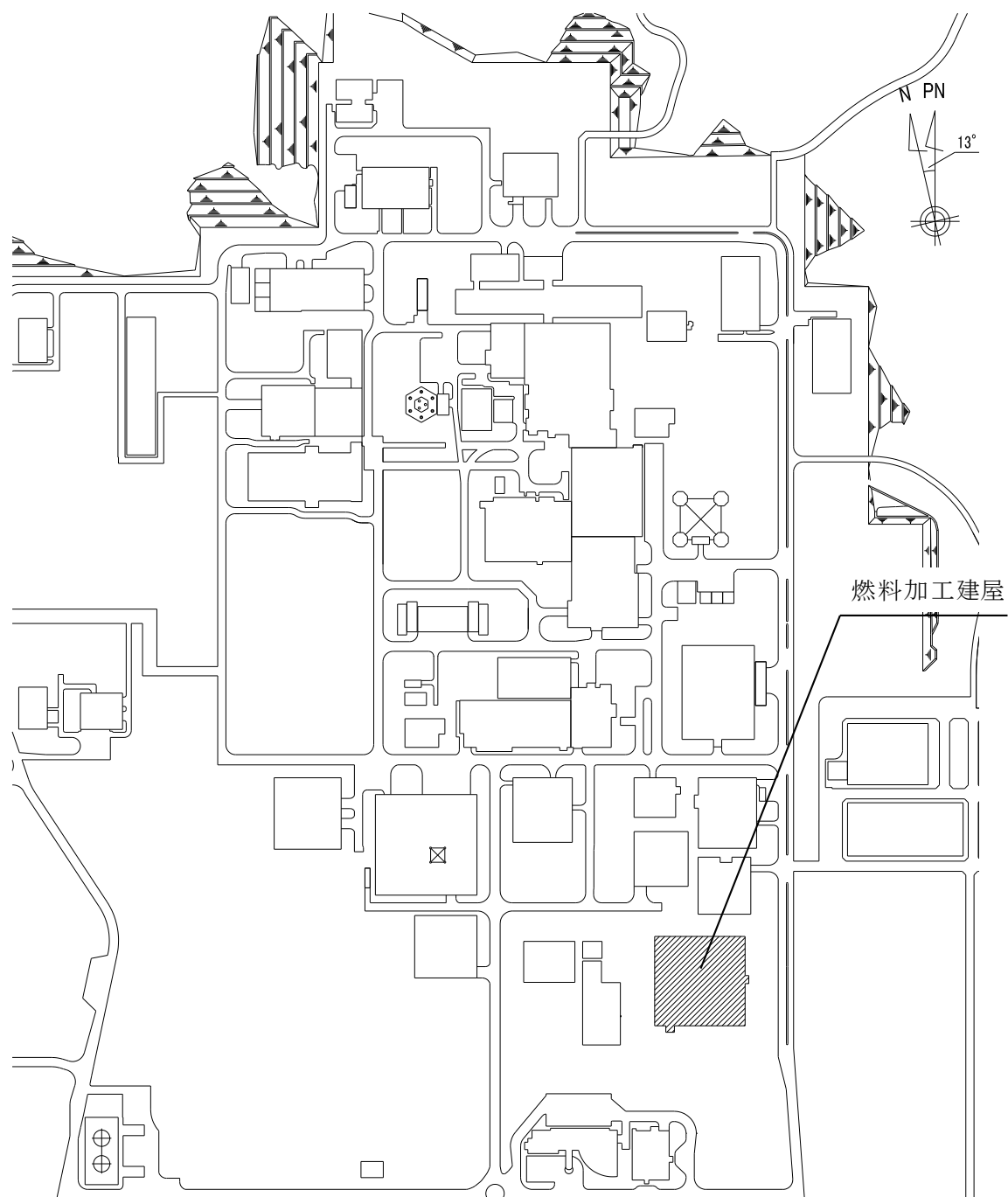
1. 概要

本資料は、添付書類「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、竜巻防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋が、風圧力による荷重、気圧差による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重を適切に組み合わせた荷重（以下、「設計荷重(竜巻)」という。）に対して、竜巻防護対象施設の安全機能を損なわないよう、燃料加工建屋の主要構造の構造健全性を維持することを確認するものである。

2. 基本方針

2.1 位置

燃料加工建屋の配置を第2.1-1図に示す。



MOX① IV(2)-0029 G

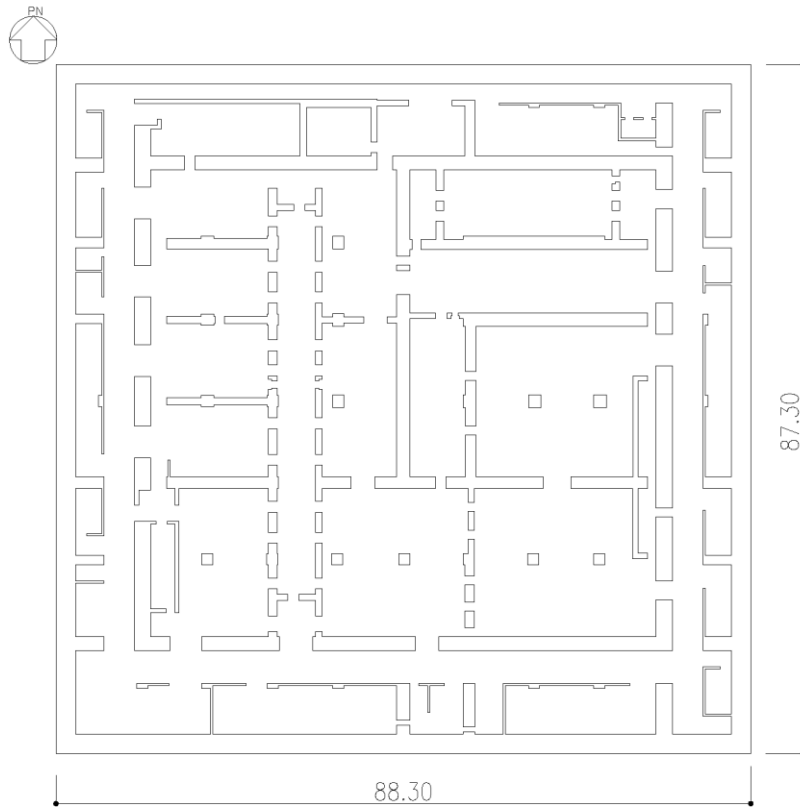
第2.1-1図 燃料加工建屋の配置図

2.2 構造概要

本建屋は、地下3階，地上2階建てで，主体構造は鉄筋コンクリート造である。平面規模は主要部分で87.30m(NS)×88.30m(EW)であり，建屋の高さは基礎スラブ下端から45.97mである。

本建屋の主要耐震要素は，鉄筋コンクリート造の外壁及び一部の内壁である。また，基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。

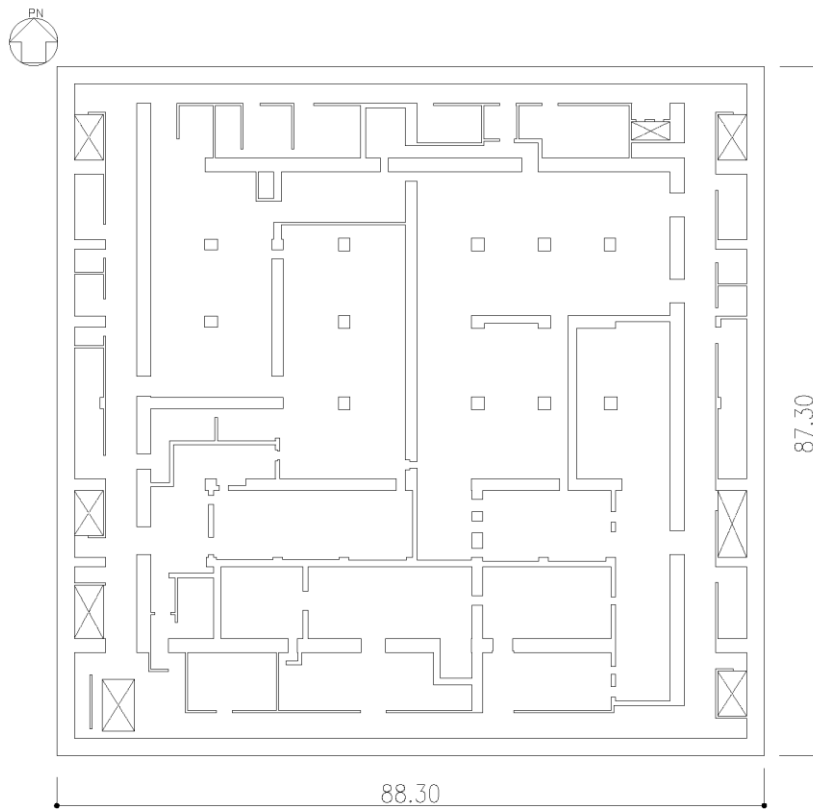
燃料加工建屋の概略平面図を第2.2-1図に，概略断面図を第2.2-2図に示す。



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

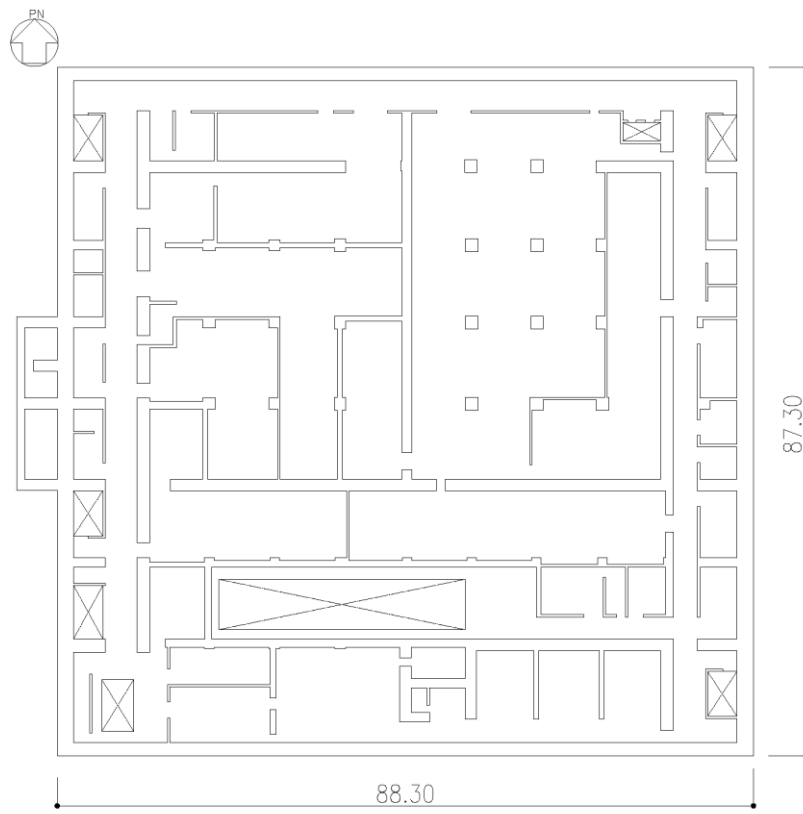
第2.2-1図 概略平面図(T.M.S.L. 35.00m)(1/7)



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

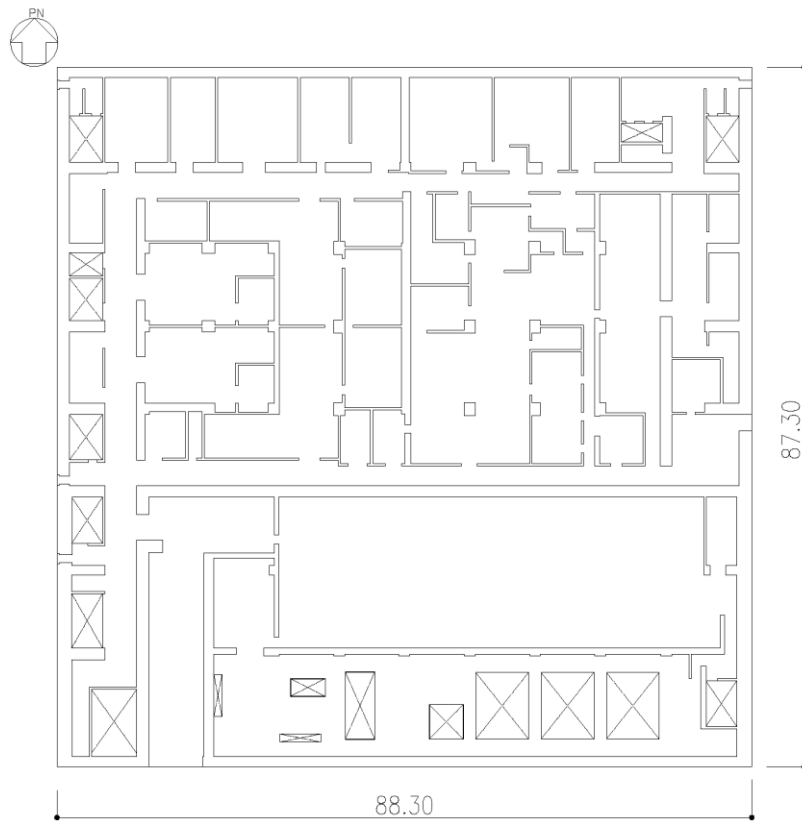
第2.2-1図 概略平面図(T. M. S. L. 43.20m) (2/7)



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

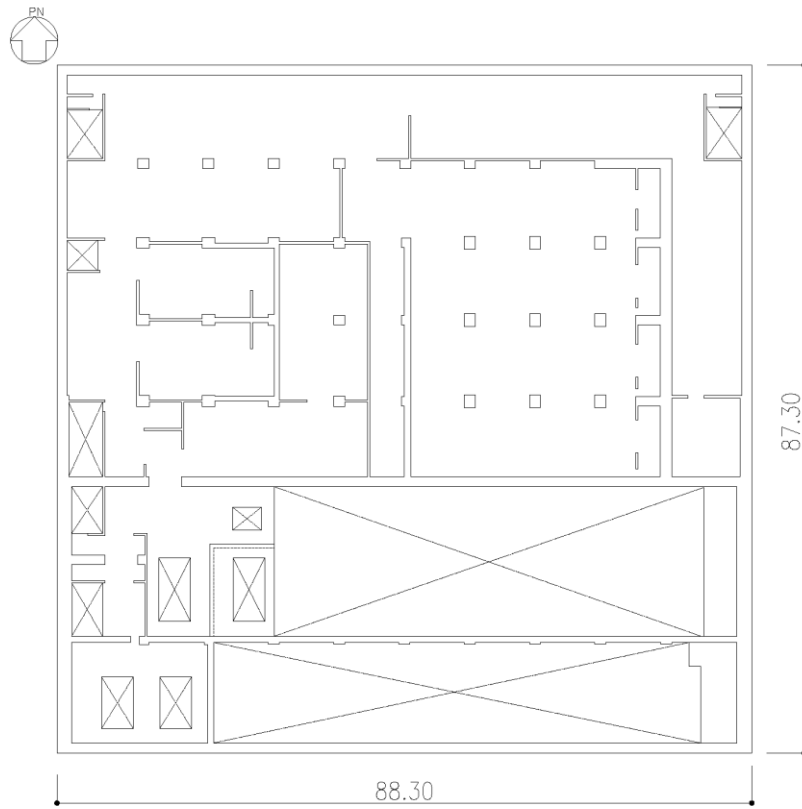
第2.2-1図 概略平面図(T. M. S. L. 50.30m) (3/7)



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

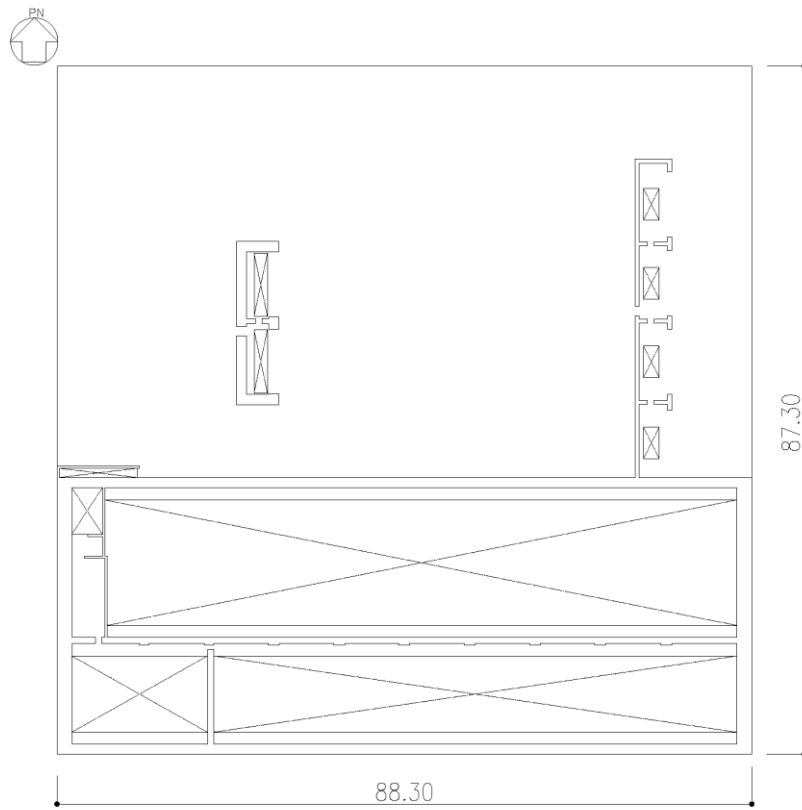
第2.2-1図 概略平面図(T.M.S.L. 56.80m) (4/7)



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第2.2-1図 概略平面図(T.M.S.L. 62.80m) (5/7)



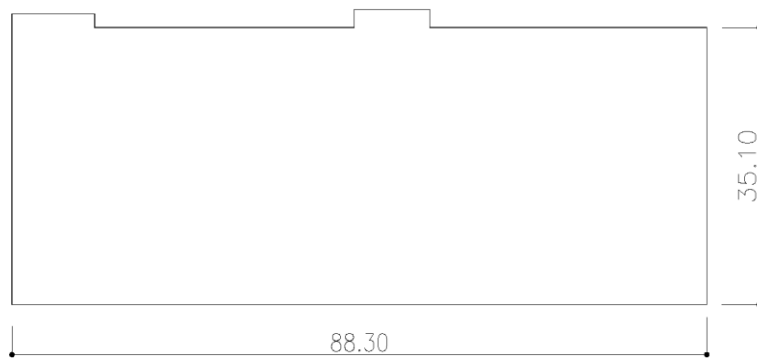
(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第2.2-1図 概略平面図(T. M. S. L. 70.20m) (6/7)



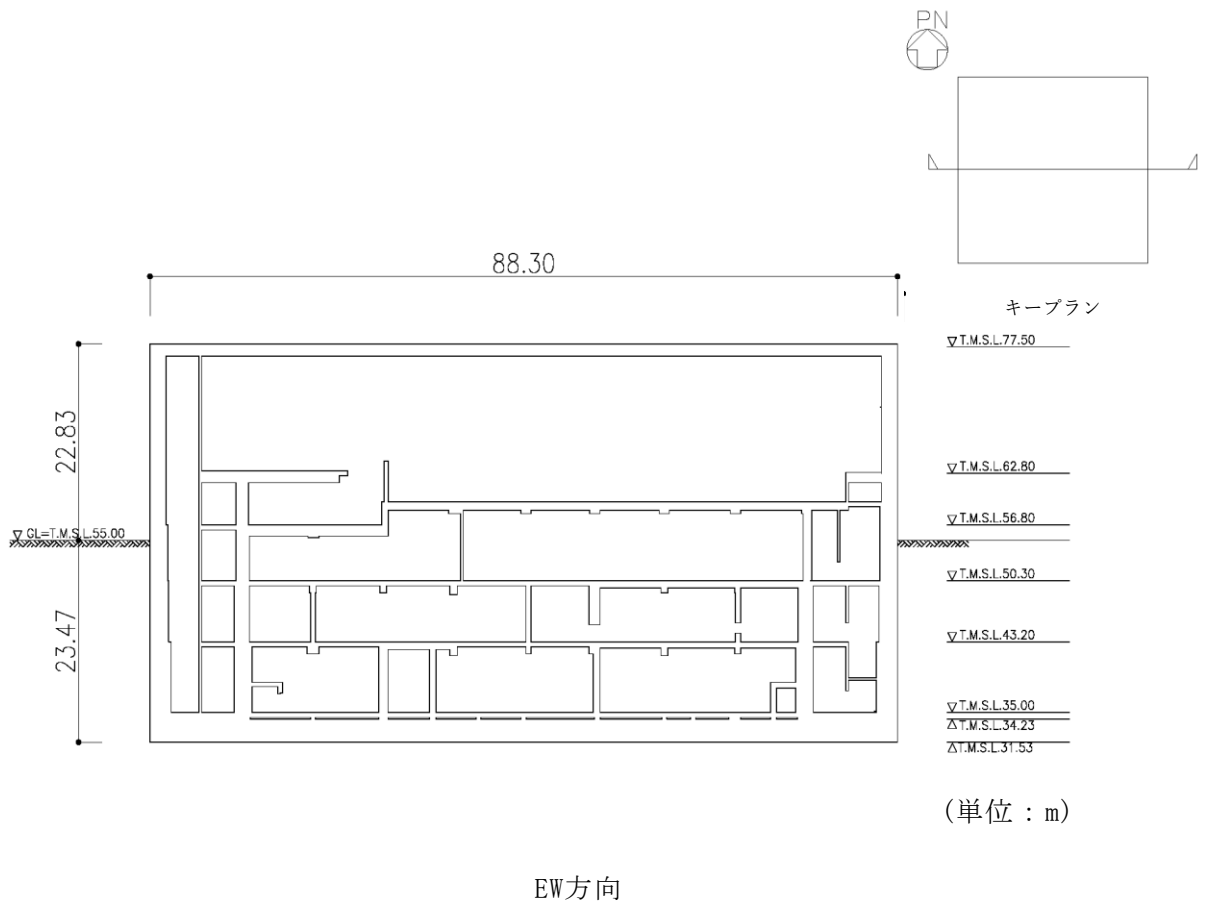
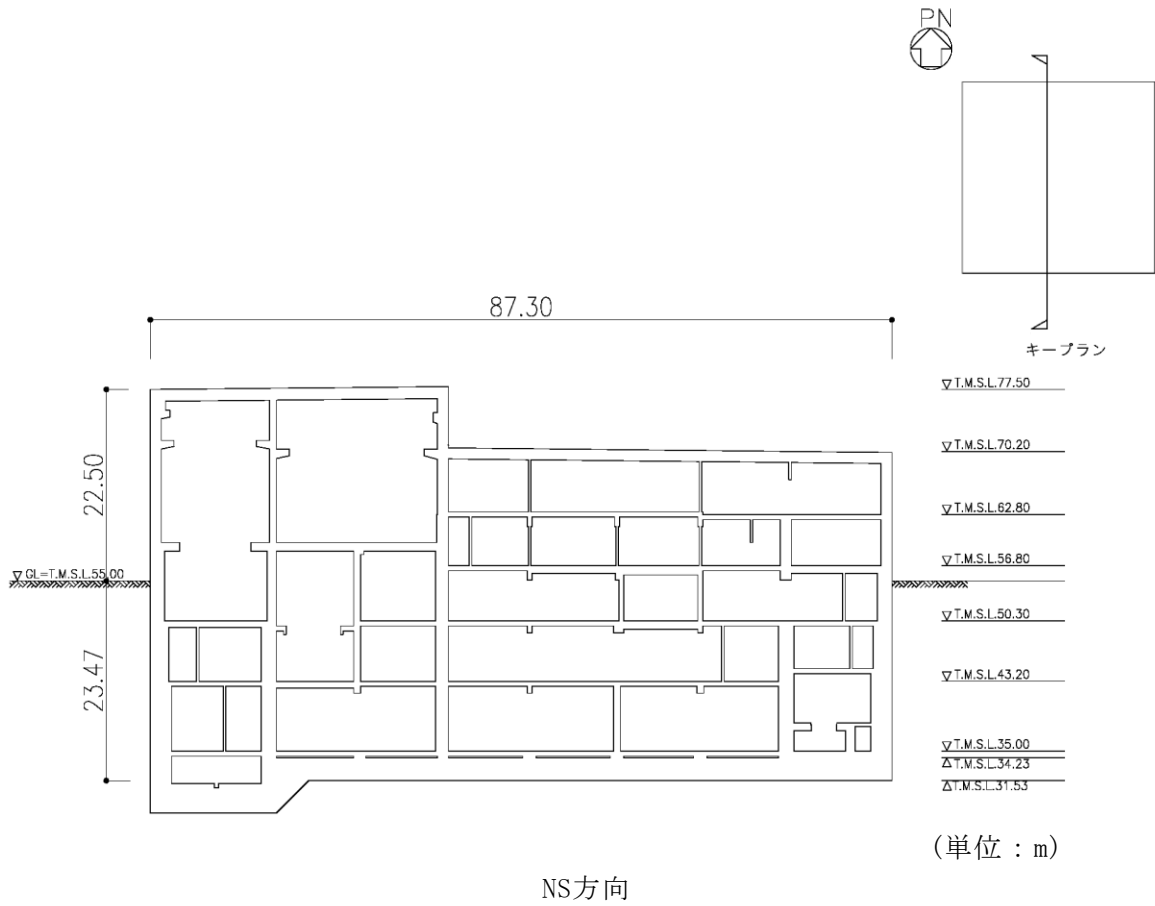
MOX① IV(2)-0037 G



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第2.2-1図 概略平面図(T. M. S. L. 77.50m) (7/7)



第 2.2-2 図 概略断面図

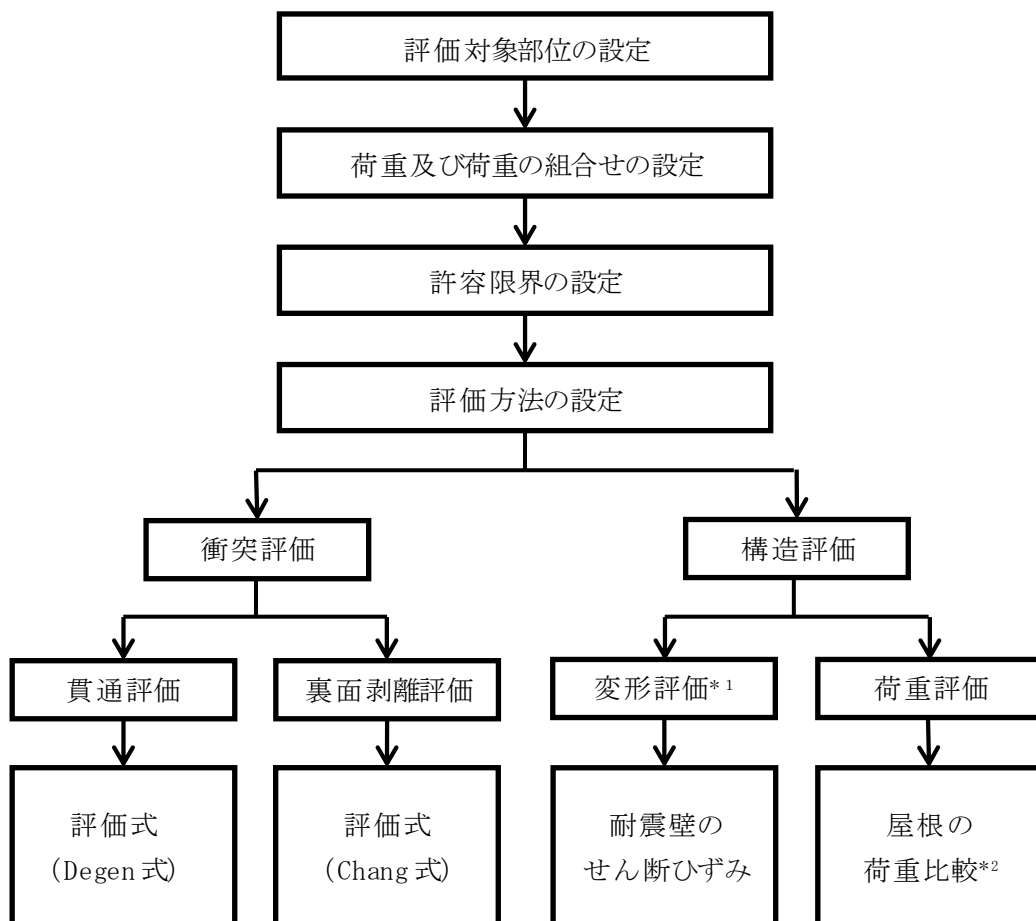
2.3 評価方針

燃料加工建屋の強度評価は、評価対象部位に発生する応力等が、許容限界に収まることを「3. 強度評価方法」の条件を用いて計算し、「4. 強度評価結果」にて確認する。

燃料加工建屋の構造を踏まえ、設計荷重(竜巻)の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。

設計飛来物の衝突評価として、竜巻防護対象施設を設置する区画の構成部材の貫通評価及び裏面剥離評価を行う。また、設計荷重(竜巻)に係る評価として、燃料加工建屋の倒壊、構成部材の過大な変形が生じないことを確認する構造評価を行う。

強度評価フローを第2.3-1図に示す。



注記 *1： 質点系モデルを用いた静的評価を実施する。

*2： 設計時長期荷重と設計荷重(竜巻)を用いた荷重比較を実施する。

第2.3-1図 強度評価フロー

2.3.1 衝突評価

(1) 貫通評価

設計飛来物が竜巻防護対象施設に直接的な影響を与えない設計とするために、設計飛来物による衝撃荷重に対し、竜巻防護対象施設を設置する区画の構成部材に設計飛来物の貫通が生じないことを計算により確認する。

具体的には、竜巻防護対象施設を設置する区画の壁及び屋根が、計算により求められる設計飛来物の貫通を生じない最小厚さ以上であることを確認する。

(2) 裏面剥離評価

設計飛来物が竜巻防護対象施設に間接的な影響を与えない設計とするために、設計飛来物による衝撃荷重に対し、竜巻防護対象施設を設置する区画の構成部材に設計飛来物の衝突による裏面剥離が生じないことを計算により確認する。

具体的には、竜巻防護対象施設を設置する区画の壁及び屋根が、計算により求められる設計飛来物の衝突による裏面剥離を生じない最小厚さ以上であることを確認する。

2.3.2 構造評価

(1) 変形評価

竜巻防護対象施設に波及的影響を与えないよう、燃料加工建屋の倒壊、構成部材の転倒及び脱落並びに燃料加工建屋に過大な変形が生じない設計とするために、設計荷重(竜巻)に対して建屋全体が終局状態に至るような変形が生じないことを計算により確認する。

(2) 荷重評価

竜巻防護対象施設に波及的影響を与えないよう、燃料加工建屋の屋根の構造健全性を確保する設計とするために、設計荷重(竜巻)に対して屋根が終局状態に至らないことを荷重比較により確認する。

2.4 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令・同告示
- ・ 青森県建築基準法施行細則
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- ・ 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」と記載しているものは上記3指針を指す。)
- ・ 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)(以下，「RC規準」という。)
- ・ 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)
(以下，「RC-N規準」という。)
- ・ Methodology for Performing Aircraft Impacts Assessments for New Plant Designs(Nuclear Energy Institute 2011 Rev 8P (NEI07-13))
- ・ 原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(原規技発第1409172号)

3. 強度評価方法

3.1 評価対象部位

燃料加工建屋の構造健全性の確認では、「3.2 荷重及び荷重の組合せ」に示す設計荷重(竜巻)に抵抗する部位を設定する。

3.1.1 衝突評価

設計飛来物の衝突に対して、竜巻防護対象施設を設置する区画を構成する部材の貫通及び裏面剥離が生じないことの確認において、設計飛来物が衝突する壁及び屋根を評価対象部位として設定する。

3.1.2 構造評価

設計荷重(竜巻)に対して、竜巻防護対象施設を設置する区画を構成する部材自体が竜巻防護対象施設へ衝突等の影響を与える変形に至らないことの確認において、設計荷重(竜巻)は、建物の屋根及び外壁に作用し、耐震壁を介して直接岩盤に支持する基礎スラブへ伝達されるため、変形評価において水平荷重に抵抗する耐震壁、荷重評価において鉛直荷重に抵抗する屋根を評価対象部位として設定する。

3.2 荷重及び荷重の組合せ

3.2.1 荷重の設定

強度評価に用いる荷重を以下(1)～(4)に示す。

また、荷重の算定に用いる竜巻の特性値を第3.2.1-1表に示す。

第3.2.1-1表 竜巻の特性値

最大風速 V_D (m/s)	移動速度 V_T (m/s)	最大接線 風速 V_{Rm} (m/s)	最大接線 風速半径 R_m (m)	最大気圧 低下量 ΔP_{max} (N/m ²)	最大気圧 低下率 $(dp/dt)_{max}$ (hPa/s)
100	15	85	30	8900	45

(1) 圧力による荷重(W_w)

風圧力による荷重は、下式により算定する。

また、風圧力による荷重の算定に用いる記号を第3.2.1-2表に示す。

$$W_w = q \cdot G \cdot C \cdot A$$

$$q = 1/2 \cdot \rho \cdot V_D^2$$

第3.2.1-2表 風圧力による荷重の算定に用いる記号

記号	単位	定義
W_w	N	風圧力による荷重
q	N/m ²	設計用速度圧($q=6100$)
G	—	ガスト影響係数($G=1.0$)
C	—	風力係数(「建築基準法及び同施行令」に基づき設定する。)
A	m ²	風の受圧面積
ρ	kg/m ³	空気密度($\rho=1.22$)
V_D	m/s	最大風速($V_D=100$)

受圧面積は、建屋の形状を考慮して算定する。風力係数及び受圧面積を第3.2.1-3表に示す。

なお、受圧面積算定において、隣接する建屋の遮断効果は安全側の評価となるよう考慮しない。

第3.2.1-3表 風力係数及び受圧面積

標高 T. M. S. L. (m)	風力係数C		受圧面積A(m ²)	
	風上	風下	NS方向	EW方向
78.7～70.2	0.800	0.400	760	570
70.2～62.8	0.800	0.400	660	660
62.8～55.0	0.800	0.400	750	740

(2) 気圧差による荷重(W_p)

気圧差による荷重は、気圧差による荷重が最大となる「閉じた施設」を想定し、下式により算定する。

また、気圧差による荷重の算定に用いる記号を第3.2.1-4表に示す。

$$W_p = \Delta P_{\max} \cdot A$$

第3.2.1-4表 気圧差による荷重の算定に用いる記号

記号	単位	定義
W_p	N	気圧差による荷重
ΔP_{\max}	N/m ²	最大気圧低下量($\Delta P_{\max}=8900$)
A	m ²	風の受圧面積(風向に垂直な面に投影した面積)

(3) 設計飛来物による荷重(W_M)

設計飛来物による荷重は、第3.2.1-5表に示す設計飛来物の諸元に基づき設定する。

第3.2.1-5表 設計飛来物の諸元

設計飛来物	長さ×幅×奥行き (m)	質量 (kg)	最大水平速度 (m/s)	最大鉛直速度 (m/s)
鋼製材	4.2×0.3×0.2	135	51	34

(4) 通常時に作用する荷重(F_d)

通常時に作用する荷重として、固定荷重、積載荷重、積雪荷重を考慮する。

a. 固定荷重(DL)

燃料加工建屋の屋根に作用する固定荷重を第3.2.1-6表に示す。

第3.2.1-6表 固定荷重

部位	仕上げ	固定荷重(DL)
屋根	押えコンクリート(t=100mm)	2300N/m ²
	断熱材(t=70mm)	200N/m ²
	アスファルト防水層(t=20mm)	300N/m ²
	水勾配用打増(t=40mm)	1000N/m ²
	仮設鉄骨	1600N/m ²
	デッキ	800N/m ²
	デッキ部コンクリート	1100N/m ²
	間仕切り壁	3915N/m ²
	コンクリートスラブ(t=1400mm)	33600N/m ²
	合計	44815N/m ²

b. 積載荷重(LL)

燃料加工建屋の屋根に作用する積載荷重を第3.2.1-7表に示す。

第3.2.1-7表 積載荷重

建屋	積載荷重(LL)
燃料加工建屋	1000N/m ²

c. 積雪荷重(SL)

燃料加工建屋の屋根に作用する積雪荷重を第3.2.1-8表に示す。

第3.2.1-8表 積雪荷重

建屋	積雪荷重(SL)
燃料加工建屋	5700N/m ²

3.2.2 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは、評価対象部位ごとに設定する。燃料加工建屋の評価に用いる荷重の組合せを第3.2.2-1表に示す。

第3.2.2-1表 衝突評価及び構造評価 荷重の組合せ

評価内容		評価部位	荷重の組合せ	
衝突 評価	貫通評価	壁 屋根	W_M	
	裏面剥離評価			
構造 評価	変形評価	耐震壁	複合荷重 W_{T1}	$W_P + F_d$
			複合荷重 W_{T2}	$W_W + 0.5 \cdot W_P + W_M + F_d$
	荷重評価	屋根	複合荷重 W_{T1}	$W_P + F_d$
			複合荷重 W_{T2}	$W_W + 0.5 \cdot W_P + W_M + F_d$

3.3 許容限界

3.3.1 衝突評価

(1) 貫通評価

衝突評価の許容限界は、Degen式(NEI07-13)を用いて算出される貫通限界厚さ e (cm)とする。Degen式における貫入深さ X (cm)は、「タービンミサイル評価について(昭和52年7月20日原子炉安全専門審査会)」で用いられている修正NDRC式を用いて算定する。貫通限界厚さの算出に用いる入力値及び貫通評価の許容限界を第3.3.1-1表及び第3.3.1-2表に示す。

Degen式を以下に示す。

$$e = \alpha_e \{0.69 + 1.29(X/d)\} \cdot d \quad (1.52 \leq X/d \leq 13.42 \text{ の場合})$$

$$e = \alpha_e \{2.2(X/d) - 0.3(X/d)^2\} \cdot d \quad (X/d \leq 1.52 \text{ の場合})$$

修正NDRC式を以下に示す。

$$X/d = 2 \{ (12145/\sqrt{Fc}) \cdot N \cdot d^{0.2} \cdot D \cdot (V/1000)^{1.8} \}^{0.5} \quad (X/d \leq 2.0 \text{ の場合})$$

$$X/d = 2 (12145/\sqrt{Fc}) \cdot N \cdot d^{0.2} \cdot D \cdot (V/1000)^{1.8} + 1 \quad (X/d \geq 2.0 \text{ の場合})$$

第3.3.1-1表 コンクリートの貫通限界厚さの算出に用いる入力値

記号	定義	数値		単位
D	設計飛来物直径密度 ($D=W/d^3$)	6.42×10^{-3}		kgf/cm ³
d	設計飛来物直径	27.6		cm
Fc	コンクリートの設計基準強度	306		kgf/cm ²
N	設計飛来物の形状係数	1.14		—
V	設計飛来物の衝突速度 (水平)	壁面	51	m/s
	設計飛来物の衝突速度 (鉛直)	屋根	34	
W	設計飛来物重量	135		kgf
α_e	低減係数	1.0		—

第3.3.1-2表 貫通評価の許容限界(Degen式による評価)

評価内容	評価対象部位	許容限界	
		貫通限界厚さ(mm)	
		鉛直方向	水平方向
貫通評価 (Degen式による評価)	壁及び屋根 コンクリート($F_c=30\text{N/mm}^2$)	175	247

(2) 裏面剥離評価

裏面剥離評価の許容限界は、Chang式 (NEI07-13)を用いて算出される裏面剥離限界厚さS(cm)とする。裏面剥離限界厚さの算出に用いる入力値及び裏面剥離評価の許容限界を第3.3.1-3表及び第3.3.1-4表に示す。

Chang式を以下に示す。

$$S = 1.84 \cdot \alpha_s \cdot (V_0/V)^{0.13} \cdot (W \cdot V^2/0.0980665)^{0.4} / (d^{0.2} \cdot f_c'^{0.4})$$

第3.3.1-3表 コンクリートの裏面剥離限界厚さの算出に用いる入力値

記号	定義	数値		単位
d	設計飛来物直径	27.6		cm
f _c '	コンクリートの設計基準強度	306		kgf/cm ²
V	設計飛来物の衝突速度 (水平)	壁面	51	m/s
	設計飛来物の衝突速度 (鉛直)	屋根	34	
V ₀	飛来物基準速度	60.96		m/s
W	設計飛来物重量	135		kgf
α _s	低減係数	1.0		—

第3.3.1-4表 裏面剥離評価の許容限界(Chang式による評価)

評価内容	評価対象部位	許容限界	
		裏面剥離限界厚さ(mm)	
		鉛直方向	水平方向
裏面剥離評価 (Chang式による評価)	壁及び屋根 コンクリート (F _c =30N/mm ²)	314	412

3.3.2 構造評価

構造健全性を維持する設計とすることを、構造強度設計上の性能目標としているため、終局耐力に対して妥当な安全余裕を有する許容限界として、耐震壁の評価基準は、「JEAG4601」に基づき最大せん断ひずみ度 2.0×10^{-3} 、屋根の評価基準は、「RC規準」に基づき短期許容応力度(鉄筋の許容応力度比 1.5^*)とする。

構造評価の許容限界を第3.3.2-1表に示す。

第3.3.2-1表 構造評価の許容限界

要求性能	構造強度設計上の性能目標	部位	構造健全性維持のための考え方	許容限界	評価基準
構造健全性	構造健全性を維持すること	耐震壁	最大せん断ひずみ度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	終局耐力に対し妥当な安全余裕を有する許容限界	最大せん断ひずみ度 2.0×10^{-3}
		屋根	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	終局耐力に対し妥当な安全余裕を有する許容限界	鉄筋の許容応力度比 1.5^*

注記 *：鉛直荷重により、鉄筋コンクリート造の屋根に発生する応力は、曲げモーメントが支配的となる。その曲げモーメントは主に鉄筋で負担することから、鉄筋の許容応力度をもとに屋根の許容限界を設定する。具体的には、設計時長期荷重に対して、設計荷重(竜巻)の比が、鉄筋の長期許容応力度に対する短期許容応力度の比(以下、「許容応力度比」という。)を下回ることを確認する。鉄筋の長期許容応力度及び短期許容応力度は、「RC規準」に基づくものとし、鉄筋の短期許容応力度は「RC規準」に示される下限値を用いる。以上より、鉄筋の許容応力度比の許容限界は 1.5 とする。

3.4 評価方法

3.4.1 衝突評価

(1) 貫通評価(Degen 式による評価)

竜巻防護対象施設を設置する区画の壁及び屋根の部位厚が許容限界(貫通限界厚さ)を上回ることを確認する。

(2) 裏面剥離評価(Chang式による評価)

竜巻防護対象施設を設置する区画の壁及び屋根の部位厚が許容限界(裏面剥離限界厚さ)を上回ることを確認する。

3.4.2 構造評価

(1) 変形評価

燃料加工建屋について、建屋の質点系モデルを用いて、設計荷重(竜巻)により耐震壁に発生するせん断ひずみ度を算出し、許容限界を超えないことを確認する。

燃料加工建屋の評価は、質点系モデルを用い静的に載荷する。燃料加工建屋の質点系モデルを第3.4.2-1図に示す。質点系モデルの諸元(重量及び剛性)は、添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」による。

設計荷重(竜巻)のうち、風圧力による荷重 W_W は、建屋の形状を考慮して算出した風力係数及び受圧面積に基づき算定する。

気圧差による荷重 W_P は、作用方向として建屋の内側から外側に作用し、建屋の層全体としては相殺されるが、安全側の評価となるよう、質点系モデルにおける加力方向にのみ作用するものとする。

設計飛来物による衝撃荷重 W_M は、設計飛来物と被衝突体の接触時間を設定し、設計飛来物の衝突前の運動量と衝撃荷重による力積が等しいものとして算定した静的な衝撃荷重 F_M を、最上部である質点に作用させる。接触時間 t が短くなるように、 L_t は安全側の評価となるよう設計飛来物の最も短い辺の長さとする。設計飛来物による衝撃荷重の算定式を以下に示す。また、衝撃荷重の算定に用いる記号及び複合荷重の荷重条件を第3.4.2-1表及び第3.4.2-2表に示す。

$$W_M = F_M = m \cdot V/t = m \cdot V^2/L_t$$

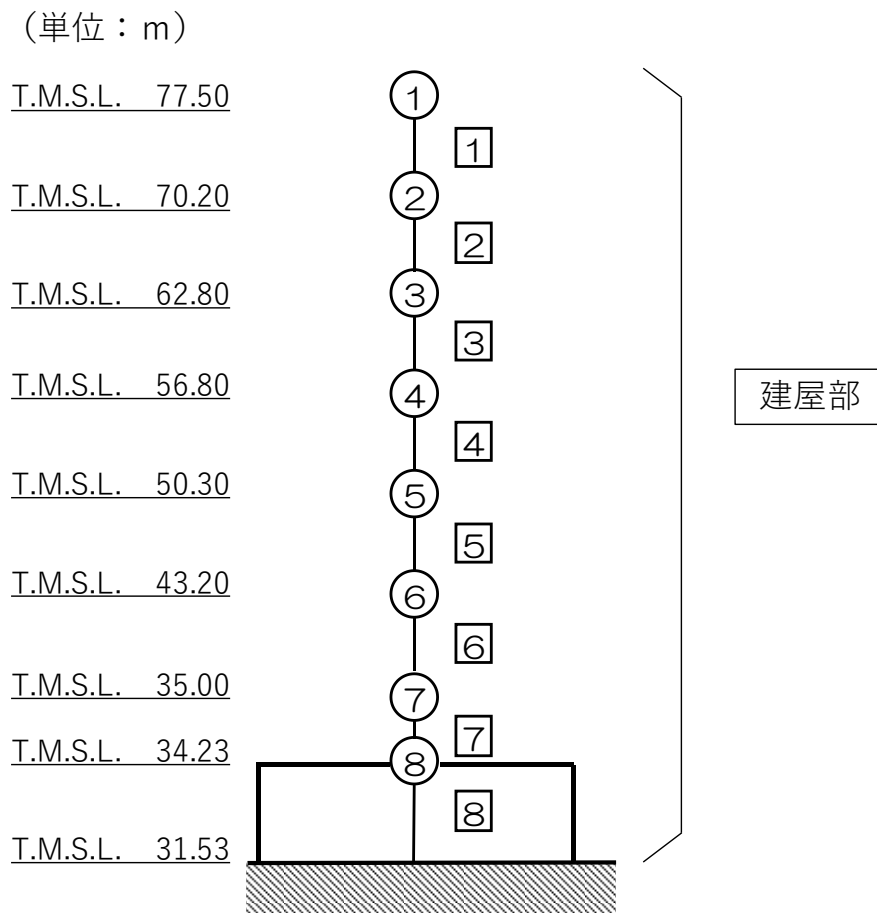
第3.4.2-1表 衝撃荷重の算定に用いる記号

記号	単位	定義
W_M	N	設計飛来物による衝撃荷重
F_M	N	静的な衝撃荷重
m	kg	設計飛来物質量($m=135$)
V	m/s	設計飛来物の衝突速度(水平, $V=51$)
t	s	接触時間($t=L_t/V$)
L_t	m	設計飛来物の最も短い辺の長さ($L_t=0.2$)

第3.4.2-2表 複合荷重の荷重条件

荷重	種類		値(kN)
複合荷重	W_{T1}	W_P	$8.9 \cdot A$
	W_{T2}	$W_W + 0.5 \cdot W_P + W_M$	$11.77 \cdot A + 1756$
	採用値 ($\max(W_{T1}, W_{T2})$)		$11.77 \cdot A + 1756$

解析には、解析コード「TDAS Ver. 20121030」を用いる。なお、評価に用いた解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



注記 *1：○数字は質点番号を示す。
 *2：□数字は要素番号を示す。

第3.4.2-1図 燃料加工建屋 質点系モデル

(2) 荷重評価

燃料加工建屋の屋根について、風圧力による荷重 W_w 、気圧差による荷重 W_p 及び通常時に作用する荷重 F_d による荷重条件にて構造健全性を確認する。

具体的な評価として、設計時長期荷重 P_A に対する、設計荷重(竜巻) P_B の比 P_C が、鉄筋の許容限界(鉄筋の許容応力度比1.5)を超えないことを確認する。

屋根の強度評価に用いる記号を第3.4.2-3表に示す。

第3.4.2-3表 屋根の強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
P_A	N/m^2	設計時長期荷重
P_B	N/m^2	設計荷重(竜巻)(設計時長期荷重+複合荷重)
P_C	—	P_A に対する P_B の比($P_C = P_B / P_A$)

設計荷重(竜巻) P_B 算定において、設計時長期荷重 P_A が鉛直下向きに作用することに対して、風圧力による荷重 W_w 及び気圧差による荷重 W_p は燃料加工建屋が閉鎖型の建屋であることから、鉛直上向きに作用する。

複合荷重の荷重条件及び燃料加工建屋の屋根の荷重条件を第3.4.2-4表及び第3.4.2-5表に示す。ここで、荷重条件算定時に上向き荷重は負の値とする。

第3.4.2-4表 複合荷重の荷重条件

荷重	種類		値(N/m^2)
複合荷重	W_{T1}	W_p	-8900
	W_{T2}	$W_w + 0.5 \cdot W_p$	-10550
	採用値($\max(W_{T1}, W_{T2})$)		-8900

第3.4.2-5表 屋根の荷重条件

荷重	種類	値(N/m^2)
設計時長期荷重： P_A	①固定荷重(DL)	44815
	②積載荷重(LL)	1000
	③積雪荷重(SL)	5700
	計	51600
設計荷重(竜巻)： P_B	①固定荷重(DL)	44815
	②積載荷重(LL)	1000
	③積雪荷重(SL)	5700
	④複合荷重($\max(W_{T1}, W_{T2})$)	-8900
	計	42700

4. 強度評価結果

4.1 衝突評価結果

(1) 貫通評価

燃料加工建屋の貫通評価結果を第4.1-1表に示す。

壁及び屋根の最小厚さは、Degen式による評価における貫通限界厚さ以上であることを確認した。

第 4.1-1 表 貫通評価結果 (Degen 式による評価)

建屋名	評価対象 部位	最小厚さ (mm)	貫通限界 厚さ (mm)	判定
燃料加工建屋	壁	1300	247	可
	屋根	1300	175	可

(2) 裏面剥離評価

燃料加工建屋の裏面剥離評価結果を第4.1-2表に示す。

壁及び屋根の最小厚さは、Chang式による評価における裏面剥離限界厚さ以上であることを確認した。

第 4.1-2 表 裏面剥離評価結果 (Chang 式による評価)

建屋名	評価対象 部位	最小厚さ (mm)	裏面剥離限界 厚さ (mm)	判定
燃料加工建屋	壁	1300	412	可
	屋根	1300	314	可

4.2 構造評価結果

(1) 変形評価

燃料加工建屋の耐震壁の構造評価結果を第4.2-1表に示す。

耐震壁に生じるせん断ひずみ度が許容限界を超えないことを確認した。

第4.2-1表 変形評価結果(耐震壁)

建屋名	評価結果	許容限界	判定
燃料加工建屋	0.0079×10^{-3}	2.0×10^{-3}	可

(2) 荷重評価

燃料加工建屋の屋根の構造評価結果を第4.2-2表に示す。

設計長期荷重 P_A に対する、設計荷重(竜巻) P_B の比 P_{cl} は、許容限界を超えないことを確認した。

第4.2-2表 荷重評価結果(屋根)

建屋名	評価結果	許容限界	判定
燃料加工建屋	0.83	1.5	可

IV－3

火山への配慮が必要な施設の強度に関する計算書

IV－3－1

火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針

IV－3－1－1

火山への配慮が必要な施設を収
納する建屋の強度計算の方針

IV－3－1－1－1

火山への配慮が必要な施設を収
納する建屋の強度計算の方針
(燃料加工建屋)

目 次

1. 概要	1
2. 強度評価の基本方針	1
2.1 強度評価の対象施設	1
3. 構造強度設計	2
3.1 構造強度の設計方針	2
3.2 機能維持の方針	3
4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界	5
4.1 荷重及び荷重の組合せ	5
4.2 許容限界	8
5. 強度評価方法	9
6. 適用規格	10

1. 概要

本資料は、「加工施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第八条に適合し、技術基準規則第 30 条に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備に配慮する設計とするため、添付書類「V-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」に設定している設計対処施設が、降下火砕物に対して構造健全性を維持することを確認するための強度評価方針について説明するものである。

強度評価は、添付書類「V-1-1-1 加工施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち「V-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」に示す適用規格を用いて実施する。

設計対処施設のうち、建屋に対する具体的な計算の方法及び結果は、添付書類「IV-3-2 火山への配慮が必要な施設の強度計算書」に示す。

2. 強度評価の基本方針

強度評価は、「2.1 強度評価の対象施設」に示す設計対処施設について、「4. 荷重の組合せ及び許容限界」で示す降下火砕物の堆積による荷重と組み合わせべき他の荷重による組合せ荷重により発生する応力等が、「4.2 許容限界」で示す許容限界内にあることを、「5. 強度評価方法」で示す評価方法及び考え方を使用し、「6. 適用規格」で示す適用規格を用いて確認する。

2.1 強度評価の対象施設

添付書類「V-1-1-1-3-3 設計対処施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」にて設定している構造物への荷重を考慮する施設は、燃料加工建屋である。

3. 構造強度設計

添付書類「V-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」で設定している降下火砕物特性に対し、燃料加工建屋が構造強度設計上の性能目標を達成するように、添付書類「V-1-1-1-3-3 設計対処施設の設計方針」の「5. 機能設計」で設定している燃料加工建屋が有する機能を踏まえて、構造強度の設計方針を設定する。

燃料加工建屋の構造強度の設計方針を設定し、想定する荷重及び荷重の組合せを設定し、それらの荷重に対し、各施設の構造強度を保持するように構造設計と評価方針を設定する。

3.1 構造強度の設計方針

燃料加工建屋は、「V-1-1-1-3-3 設計対処施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」の「4.1 (2) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、想定する降下火砕物、積雪及び風(台風)による荷重に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、部材又は建屋全体として構造健全性を維持する設計とし、鉄筋コンクリート造の屋根を、鉄筋コンクリート造の耐震壁等で支持し、支持性能を有する基礎により支持する構造とする。降下火砕物の堆積による荷重を短期荷重とするために、降下火砕物を適切に除去することを保安規定に定める。

3.2 機能維持の方針

(1) 構造設計

燃料加工建屋は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び「V-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.3 (2) 荷重の組合せ及び許容限界」で設定する荷重を踏まえ、以下の構造とする。

燃料加工建屋は、鉄筋コンクリート造の屋根を、鉄筋コンクリート造の耐震壁で支持し、十分な支持性能を有する基礎により支持する構造とする。鉄筋コンクリート造の屋根及び鉄筋コンクリート造の耐震壁は適切な強度を有する構造とする。想定する設計荷重(火山)に対しては、降下火砕物が堆積する鉄筋コンクリート造の屋根に作用する構造とする。また、風荷重に対しては、鉄筋コンクリート造の耐震壁に作用する構造とする。

(2) 評価方針

燃料加工建屋は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

燃料加工建屋は、想定する設計荷重(火山)に対しては、建屋が許容限界内に留まることを、応力解析モデル等を用いて確認する。

設計荷重(火山)に対する強度評価を、添付書類「IV-3-2-1-1 火山への配慮が必要な施設を収納する建屋の強度計算書(燃料加工建屋)」に示す。

第 3. 1-1 表 建屋の構造計画

施設 名称	計画の概要		説明図
	主要構造	支持構造	
燃料 加工 建屋	鉄筋コン クリート 造	荷重は建 屋の外殻 を構成す る屋根及 び外壁に 作用し、 建屋に配 置された 耐震壁等 を介し、 基礎スラ ブへ伝達 する構造 とする。	<p>The drawings show the structural layout of the building. The top drawing is the 'Tower Floor Plan' (塔屋階平面図), a solid grey rectangle with dimensions 88.30 (width) and 87.30 (height). The middle drawing is the 'A-A Section' (A-A 断面図), showing a cross-section with a total width of 87.30 and a total height of 23.47. The bottom drawing is the 'B-B Section' (B-B 断面図), showing a cross-section with a total width of 88.30 and a total height of 23.47. Each section drawing includes a small inset diagram showing the location of the section line (A-A or B-B) on the respective plan view.</p>

MOX① IV (3)-0009 G

4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界

燃料加工建屋の強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せを「4.1 荷重及び荷重の組合せ」に、許容限界を「4.2 許容限界」に示す。

4.1 荷重及び荷重の組合せ

燃料加工建屋の強度評価にて考慮する荷重は、添付書類「V-1-1-1 加工施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち「V-1-1-1-3-3 設計対処施設の設計方針」にて設定しており、それらを「(1) 荷重の種類」に示す。また、燃料加工建屋の強度評価にて考慮する荷重の組合せの考え方は、添付書類「V-1-1-1 加工施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち「V-1-1-1-3-3 設計対処施設の設計方針」にて定めており、これらを踏まえて、強度評価において考慮すべき荷重の組合せを設定する。評価対象施設の荷重の組合せを「(2) 荷重の組合せ」に示す。

(1) 荷重の種類

a. 通常時に作用している荷重

通常時に作用している荷重は、「V-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.3 (2) a. 荷重の種類」で設定している通常時に作用している荷重に従って、自重、積載荷重とする。

b. 降下火砕物の堆積による荷重

降下火砕物の堆積による荷重は、添付書類「V-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.2 設計に用いる降下火砕物特性」の降下火砕物の特性及び「2.1.3 (2) a. 荷重の種類」に示す降下火砕物の堆積による荷重を踏まえて、湿潤密度 $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ の降下火砕物が 55cm 堆積した場合の荷重とする。

c. 積雪荷重

降下火砕物堆積時の積雪荷重は青森県建築基準法施行細則（昭和36年2月9日青森県規則第20号）による六ヶ所村の垂直積雪量 150cm に設定し、積雪量 1cm ごとに $30\text{N}/\text{m}^2$ が作用することを考慮する。

d. 風荷重

風荷重は、建築基準法施行令第87条および平成12年建設省告示第1454号に従い、地表面粗度区分Ⅱ、地方の区分に応じて定められた風速 $34\text{m}/\text{s}$ 及び建屋形状に基づき算定する。

(2) 荷重の組合せ

a. 降下火砕物の堆積による荷重, 積雪荷重及び風荷重の組合せ

降下火砕物の堆積による荷重, 積雪荷重及び風荷重については, それらの組合せを考慮し, 自然現象の荷重として扱う。自然現象の荷重は短期荷重として扱う。

b. 設計対処施設の荷重の組合せ

設計対処施設の荷重の組合せについては, 自然現象の荷重及び通常時に作用している荷重を組み合わせる。

なお, 通常時に作用している荷重, 積雪荷重及び風荷重については, 組み合わせることで降下火砕物の堆積による荷重の抗力となる場合には, 評価結果が厳しい結果を与えるように荷重の算出において考慮しないこととする。

上記を踏まえ, 対象施設の強度評価における荷重の組合せの設定については, 施設の設置状況及び構造等を考慮し設定する。対象施設ごとの荷重の組合せの考え方を第4.1-1表に示す。

第 4.1-1 表 設計対処施設の荷重の組合せ

設計対処施設の分類	施設名称	評価項目	荷重の種類				
			通常時に作用している荷重	降下火砕物の堆積による荷重	積雪荷重	風荷重	運転時の状態で作用する荷重
建屋	燃料加工建屋	構造強度	○	○	○	○	-

○：考慮する荷重を示す。

4.2 許容限界

燃料加工建屋の許容限界は、「V-1-1-1-3-3 設計対処施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」で設定している燃料加工建屋の性能目標及び「3.2 機能維持の方針」に示す評価方針を踏まえて、評価対象部位ごとに設定する。

降下火砕物の堆積による荷重及びその他の荷重に対する許容限界は、安全上適切と認められる規格及び基準（「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987（日本電気協会）」等）又は試験等で妥当性が確認されている値を用いる。外部事象防護対象施設を収納する建屋の構造健全性を評価するにあたっては、設計荷重（火山）が、評価対象部位の許容限界内に収まることを計算により確認する方針とする。

(a) 屋根

燃料加工建屋の構造強度評価においては、降下火砕物等堆積による鉛直荷重、風荷重及びその他の荷重に対し、評価対象部位に求められる機能が担保できる許容限界を設定する。燃料加工建屋の屋根スラブは、構造健全性を維持することを性能目標としていることから、終局耐力に対して妥当な安全裕度を有する許容限界を設定する。

(b) 耐震壁

燃料加工建屋の構造強度評価においては、降下火砕物等堆積による鉛直荷重、風荷重及びその他の荷重に対し、構造健全性を維持することを性能目標としていることから JEAG4601 に基づき最大せん断ひずみ 2.0×10^{-3} を耐震壁の許容限界として設定する。

5. 強度評価方法

評価手法は、定式化された評価式を用いた解析法により、適用性に留意の上、規格及び基準類や既文献において適用が妥当とされる手法に基づき実施することを基本とする。

建屋の強度評価方法を以下に示す。

(1) 評価条件

建屋の強度評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 屋根は、設計時長期荷重に対する、設計荷重(火山)の比により評価する。
- b. 耐震壁及び鉄骨架構は、質点系モデルを用いて評価を行う。
- c. 降下火砕物等堆積による鉛直荷重を短期荷重として評価する。
- d. 降下火砕物等堆積による鉛直荷重として 7150N/m^2 、風荷重については基準風速 34m/s を考慮する。
- e. 風荷重の算出は、建屋の形状を考慮して算出した風力係数及び受圧面積に基づき実施し、受圧面積算定において、隣接する建屋の遮断効果による面積の低減は考慮しない。
- f. 水平方向の風荷重が作用した場合、屋根に対し鉛直上向きの荷重が働き下向き荷重は低減されるため、屋根面の評価においては、保守的に水平方向の風荷重は考慮しない。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を第 5. -1 表に示す。

第 5. -1 表 評価対象部位および評価内容

評価対象部位	応力等の状態
屋根	比較荷重
耐震壁	変形

(3) 強度評価方法

a. 屋根の応力計算

屋根は、設計時長期荷重に対する、設計荷重(火山)積灰荷重、積雪荷重及び通常時に作用している荷重の和の比による評価式を用いて計算により確認する。設計時長期荷重に対して、設計荷重(火山)の比が、鉄筋の長期許容応力度に対する短期許容応力度の比を下回ることを確認する。

b. 耐震壁の応答計算

質点系モデルを用いて、風荷重により耐震壁に発生するせん断ひずみを求める。

6. 適用規格

「V-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」においては、降下火砕物の影響を考慮する施設の設計に係る適用規格を示している。

これらのうち、評価対象施設の強度評価に用いる規格、基準等を以下に示す。

- (1) 建築基準法・同施行令・同告示
- (2) 青森県建築基準法施行細則
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 ((社)日本電気協会)
- (4) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- (5) 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)
- (6) 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)
- (7) 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)

(参考文献)

- ・建築構造設計基準の資料 (国土交通省 平成 27 年度)

IV－3－2

火山への配慮が必要な施設の強度計算書

IV－3－2－1

火山への配慮が必要な施設を収
納する建屋の強度計算書

IV－3－2－1－1

火山への配慮が必要な施設を収
納する建屋の強度計算書（燃料
加工建屋）

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	12
2.4 適用規格	14
3. 強度評価方法	15
3.1 評価対象部位	15
3.2 荷重及び荷重の組合せ	16
3.3 許容限界	21
3.4 評価方法	22
4. 強度評価結果	25
4.1 鉛直荷重に対する強度評価結果	25
4.2 水平荷重に対する強度評価結果	25

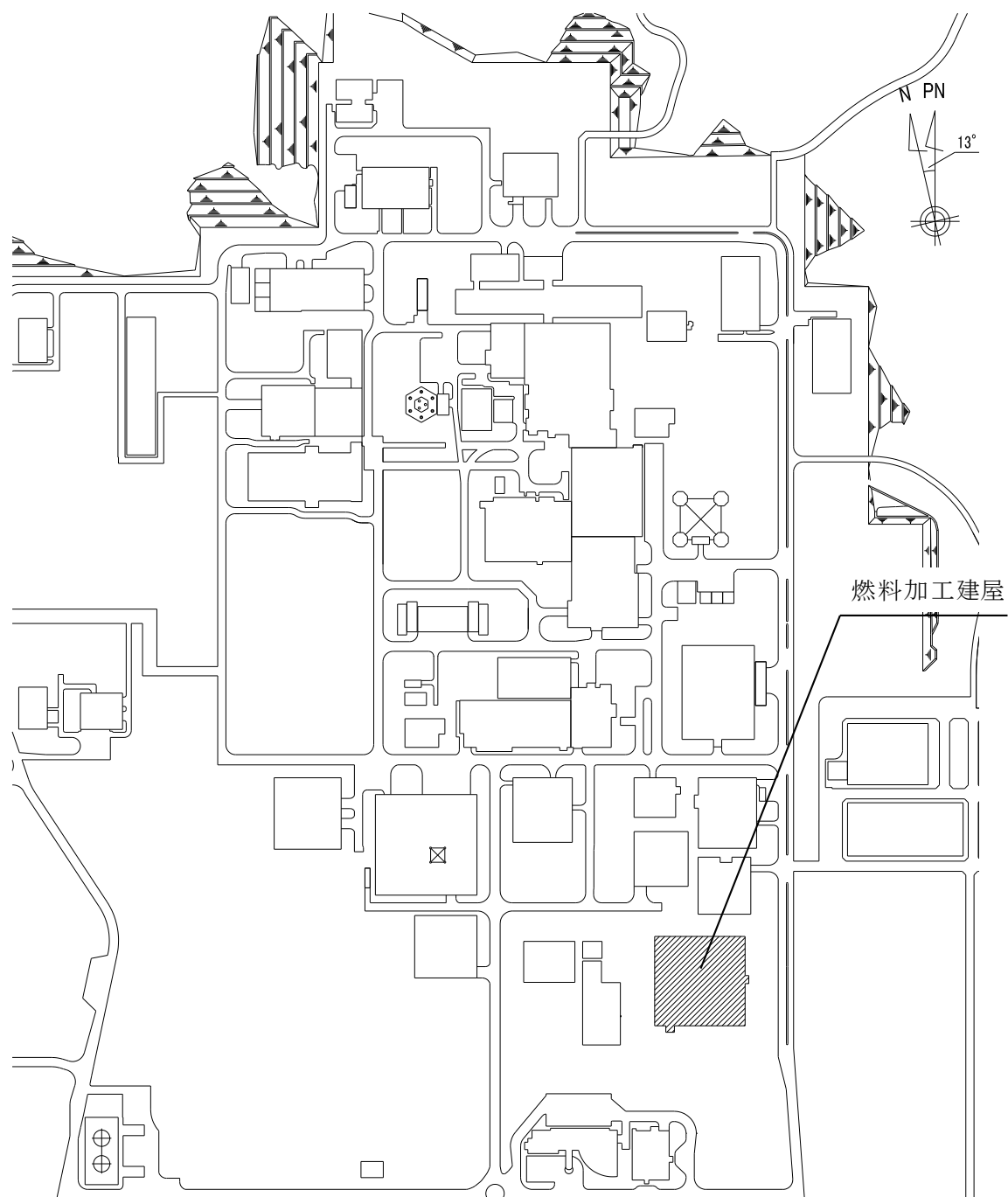
1. 概要

本資料は、添付書類「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋が、降下火砕物の堆積(以下、「積灰」という。)、積雪及び風(台風)の荷重の組合せ荷重(以下、「設計荷重(火山)」という。)に対して、降下火砕物防護施設の安全機能を損なわないよう、燃料加工建屋の主要構造の構造健全性を維持することを確認するものである。

2. 基本方針

2.1 位置

燃料加工建屋の配置を第2.1-1図に示す。



MOX① IV(3)-0021 G

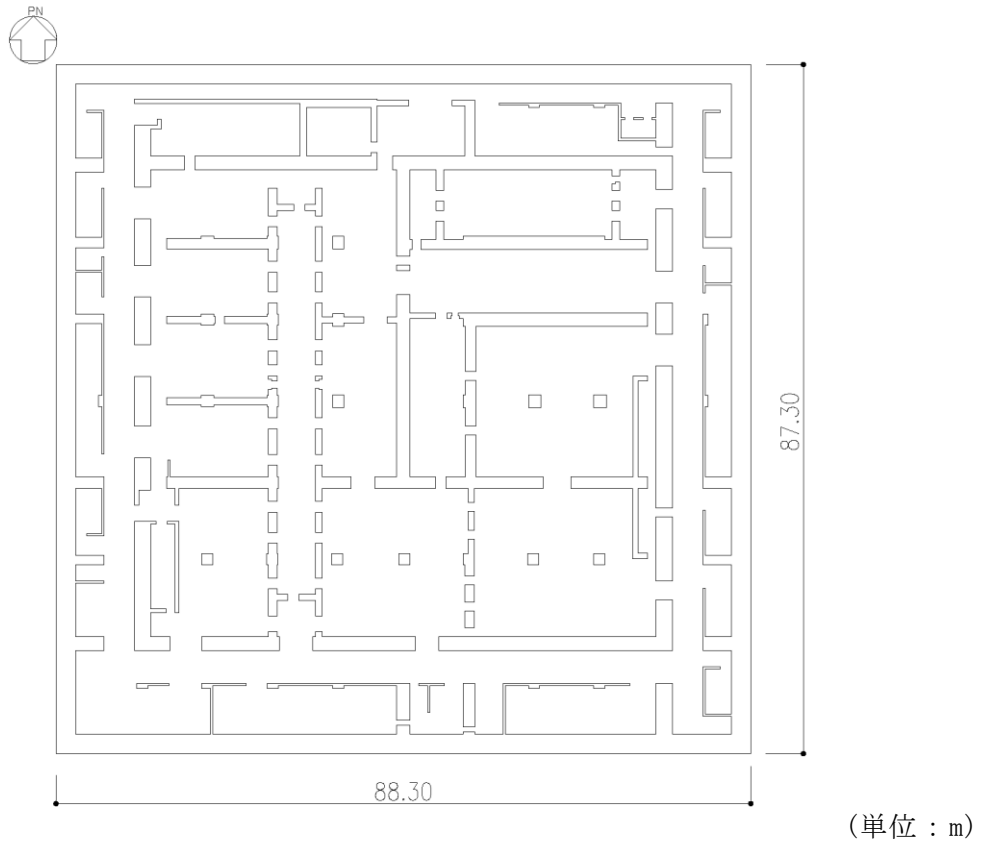
第2.1-1図 燃料加工建屋の配置図

2.2 構造概要

本建屋は、地下3階，地上2階建てで，主体構造は鉄筋コンクリート造である。平面規模は主要部分で87.30m(NS)×88.30m(EW)であり，建屋の高さは基礎スラブ下端から45.97mである。

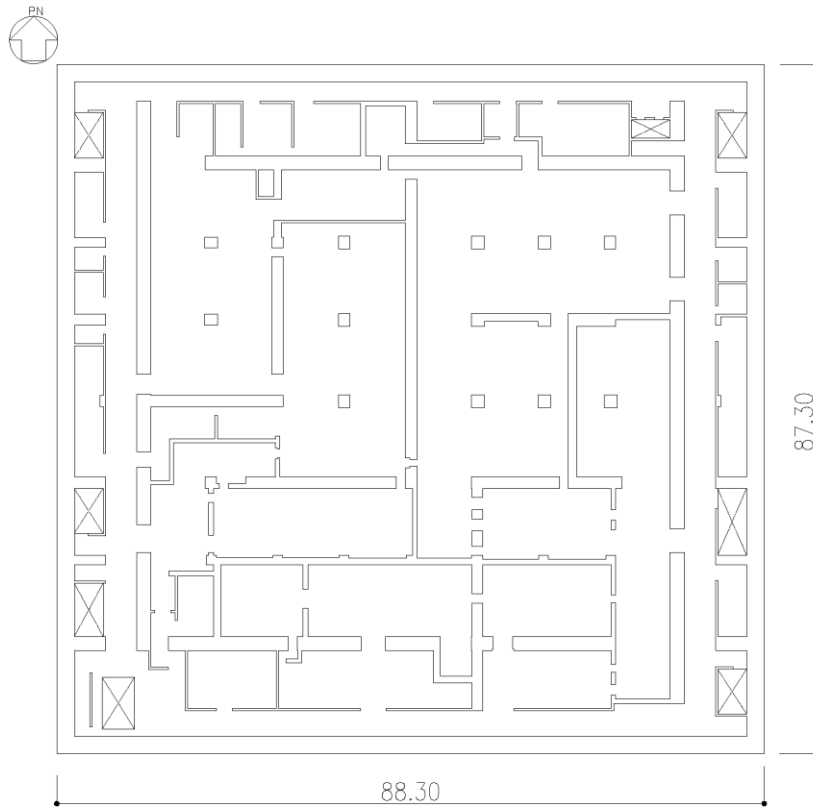
本建屋の主要耐震要素は，鉄筋コンクリート造の外壁及び一部の内壁である。また，基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。

燃料加工建屋の概略平面図を第2.2-1図に，概略断面図を第2.2-2図に示す。



注記 : 建屋寸法は, 壁外面押えとする。

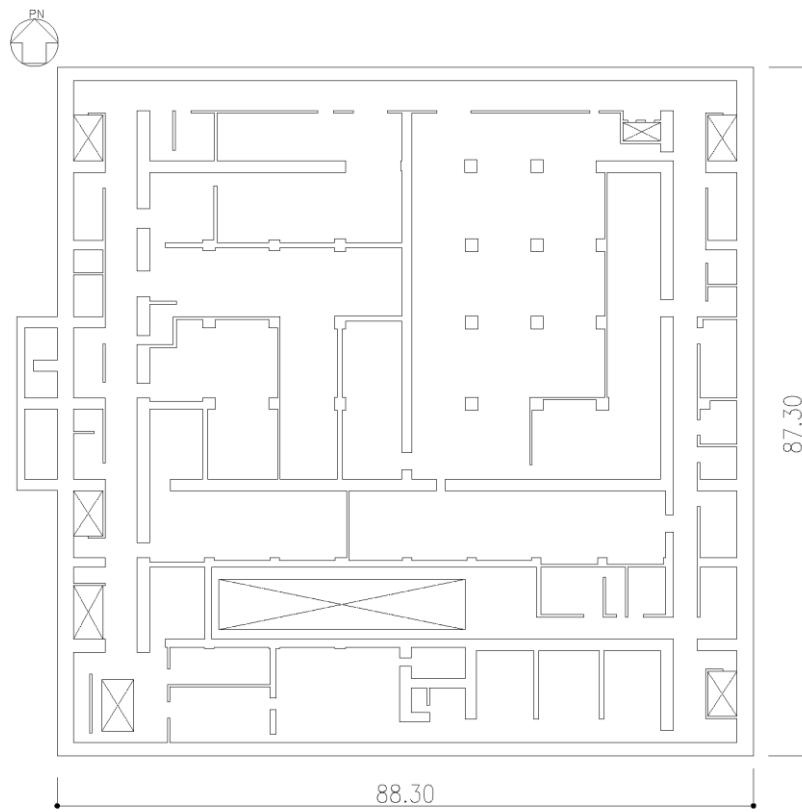
第2.2-1図 概略平面図(T.M.S.L. 35.00m) (1/7)



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

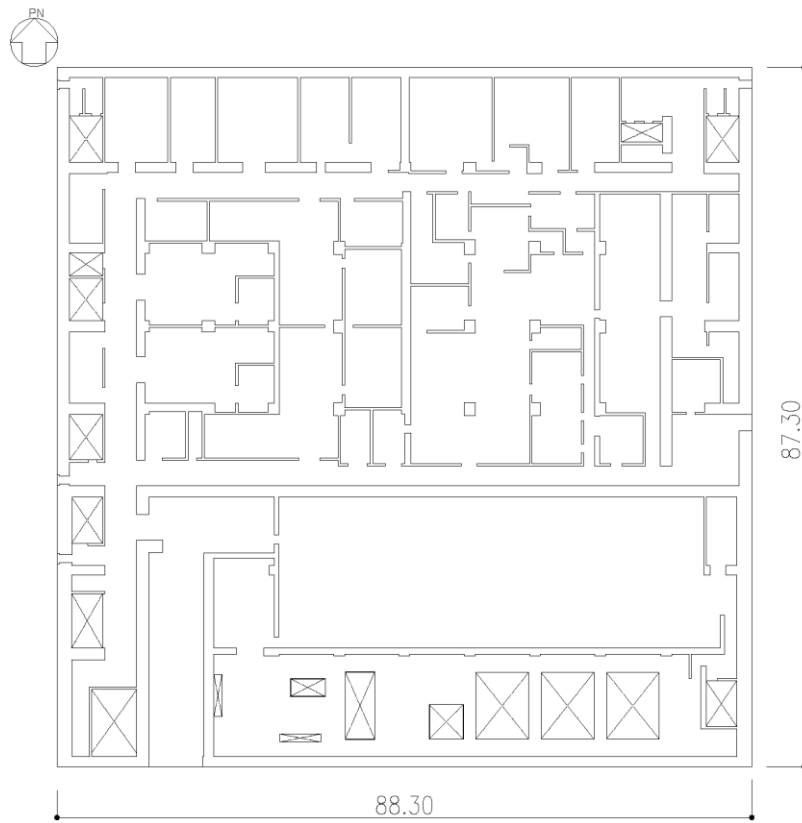
第2.2-1図 概略平面図(T. M. S. L. 43.20m) (2/7)



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

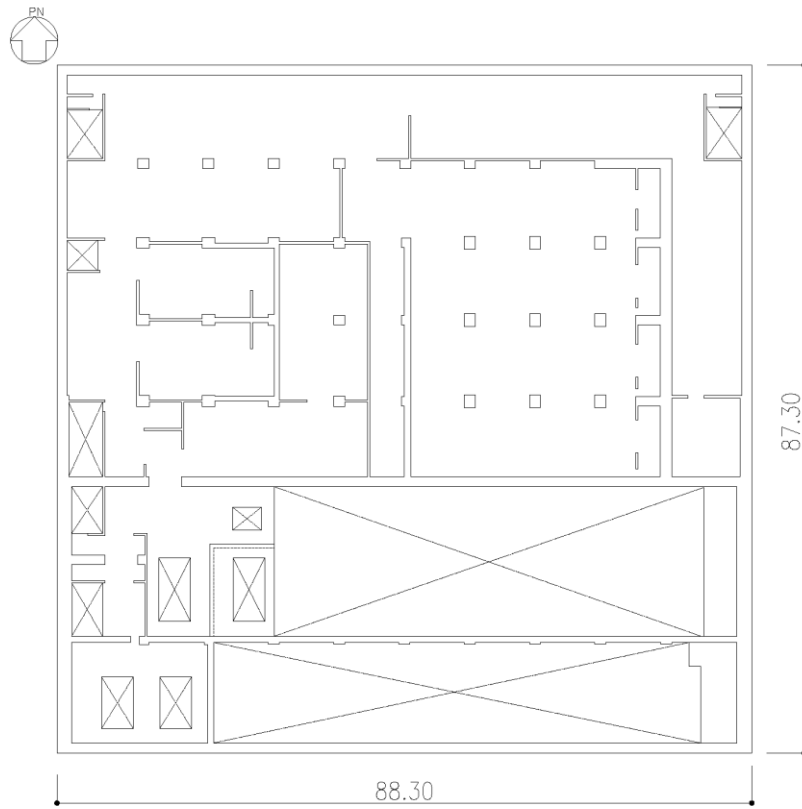
第2.2-1図 概略平面図(T.M.S.L. 50.30m) (3/7)



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

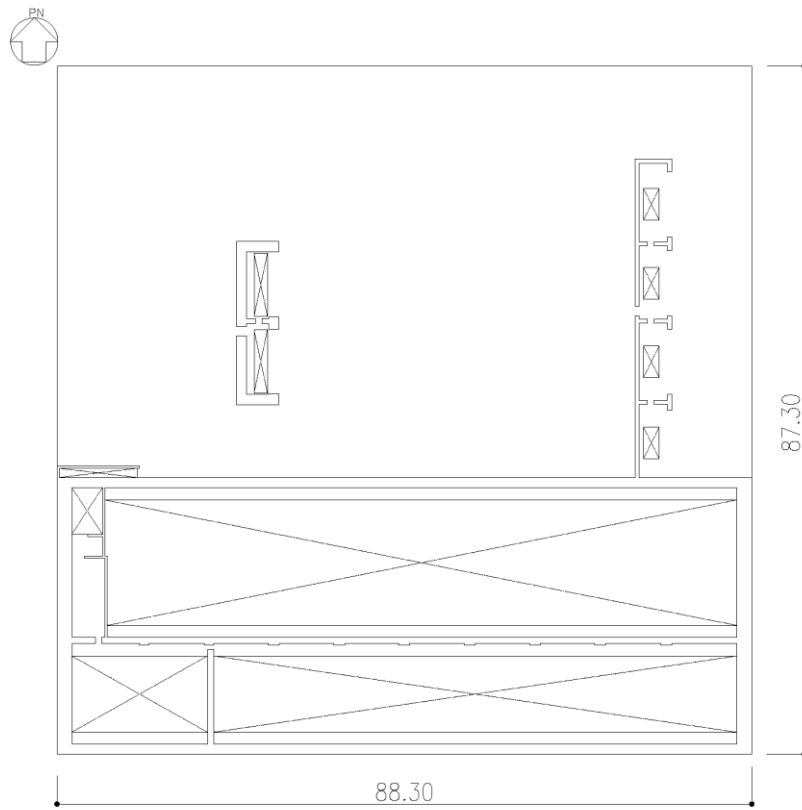
第2.2-1図 概略平面図(T.M.S.L. 56.80m)(4/7)



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第2.2-1図 概略平面図(T.M.S.L. 62.80m) (5/7)



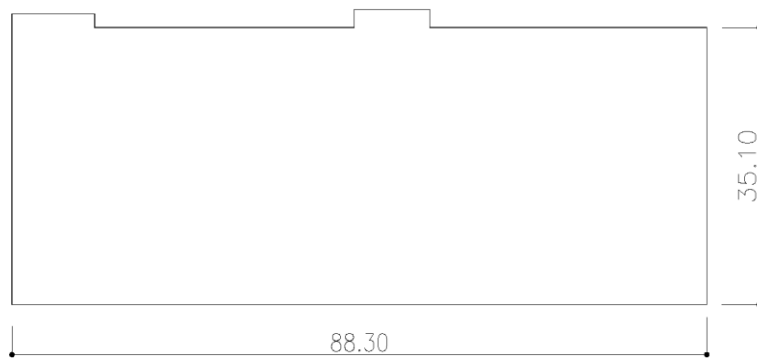
(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第2.2-1図 概略平面図(T. M. S. L. 70.20m) (6/7)



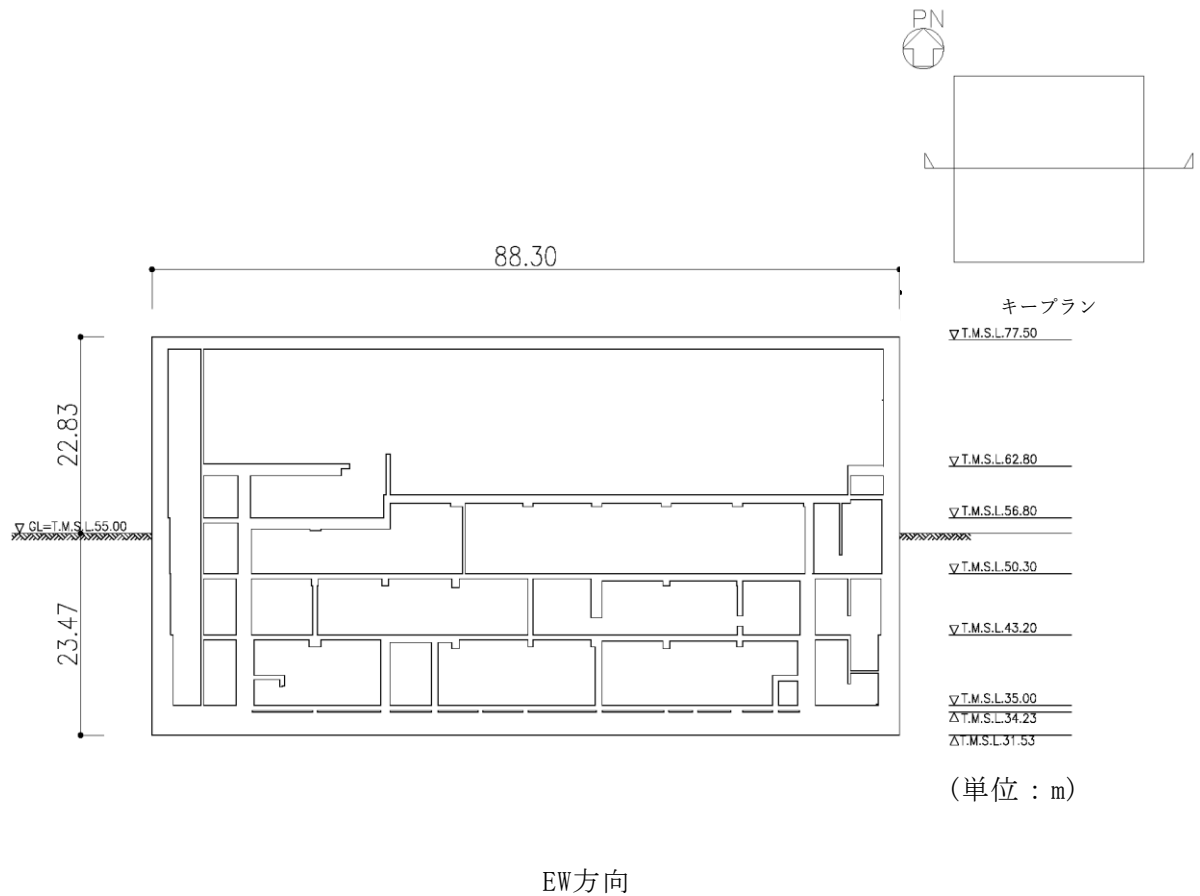
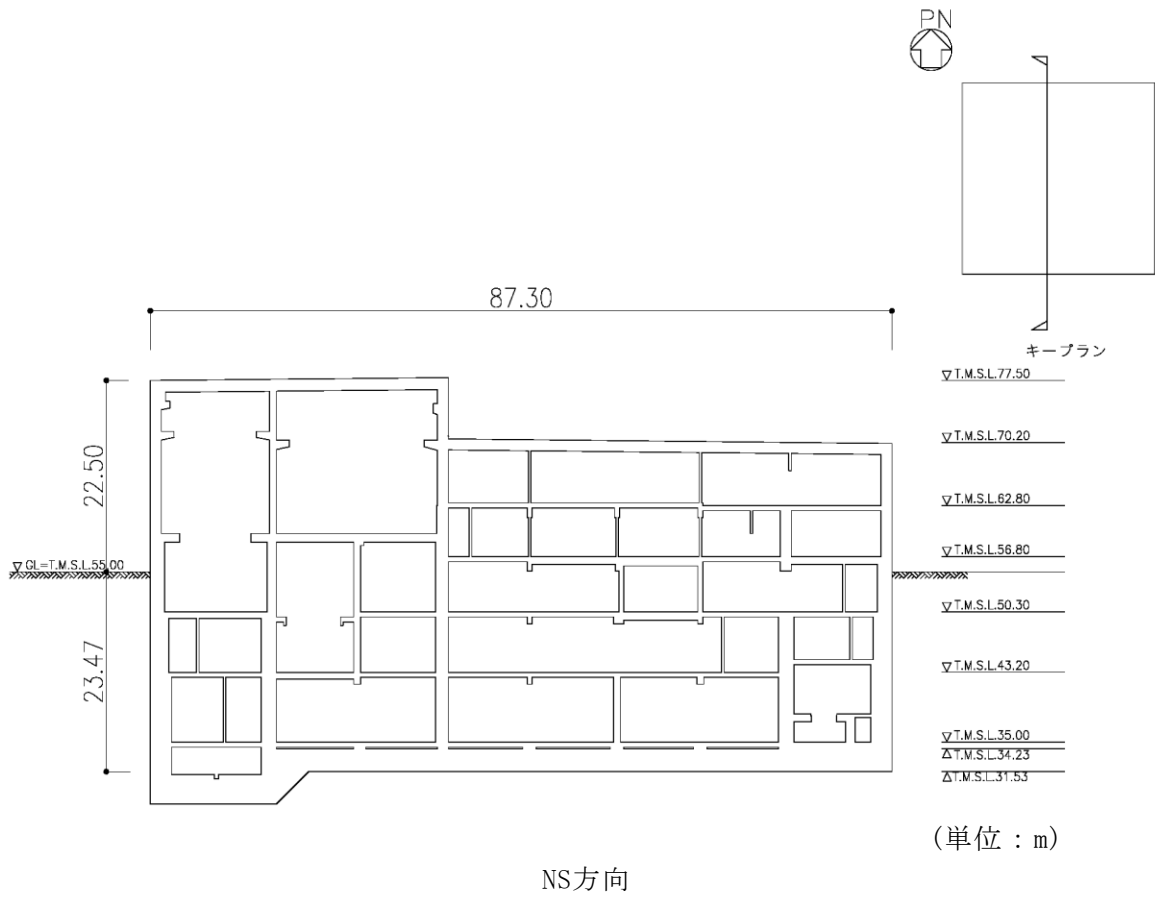
MOX① IV(3)-0029 G



(単位：m)

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第2.2-1図 概略平面図(T. M. S. L. 77.50m) (7/7)



第 2.2-2 図 概略断面図

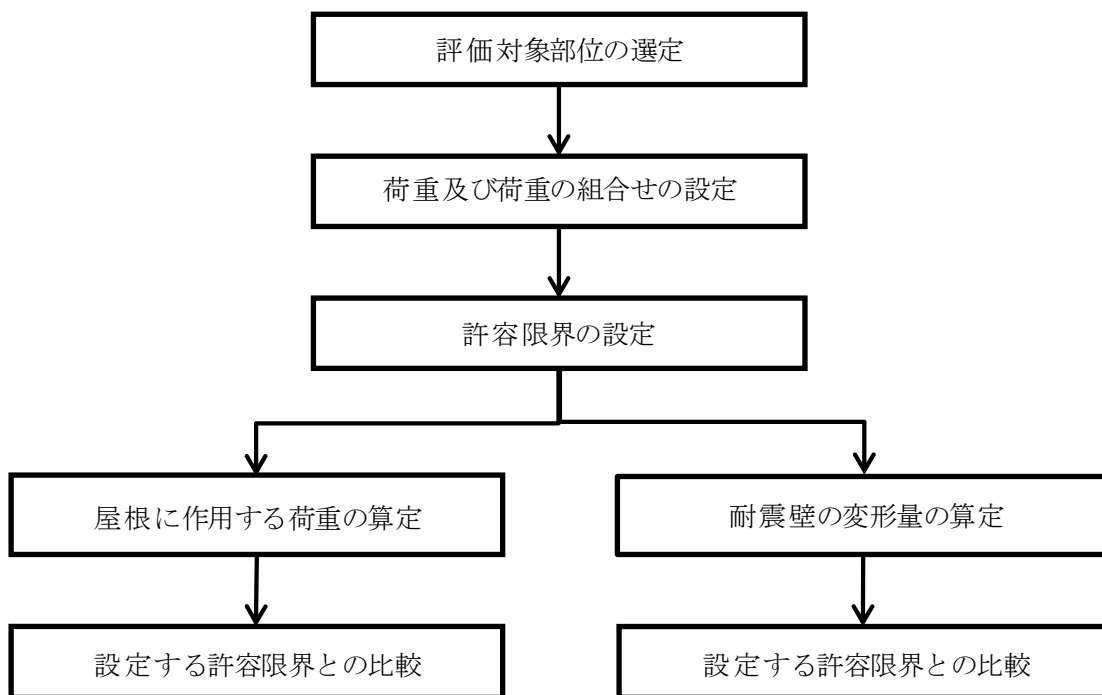
2.3 評価方針

燃料加工建屋の強度評価は、建屋の評価対象部位に発生する応力等が、許容限界に収まることを「3. 強度評価方法」の条件を用いて計算し、「4. 強度評価結果」にて確認する。

燃料加工建屋の構造を踏まえ、設計荷重(火山)の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を選定する。

設計荷重(火山)のうち、鉛直荷重である積灰荷重及び積雪荷重に対しては、屋根を評価対象部位とする。水平荷重である風荷重に対しては、建屋の耐震壁を評価対象部位とする。

強度評価フローを第2.3-1図に示す。



第 2.3-1 図 強度評価フロー

設計荷重(火山)は、「3.2 荷重及び荷重の組合せ」に従い設定する。なお、降下火砕物の除去を行い、長期にわたり荷重が作用しないことから、積灰荷重は短期荷重として扱う。

屋根は、設計時長期荷重 P_A に対する、設計荷重(火山) P_B (積灰荷重、積雪荷重及び通常時に作用する荷重の和)の比 P_C による評価式を用いて計算により確認する。評価に用いる記号を第2.3-1表に示す。

耐震壁は、建屋の質点系モデルを用いて、風荷重により建屋全体は終局状態に至るような変形が生じないことを解析にて確認する。

$$P_C = P_B / P_A$$

第 2.3-1 表 屋根の強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
P_A	N/m^2	設計時長期荷重
P_B	N/m^2	設計荷重(火山) (積灰荷重、積雪荷重及び通常時に作用する荷重の和)
P_C	—	P_A に対する P_B の比

2.4 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令・同告示
- ・ 青森県建築基準法施行細則
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984
((社)日本電気協会)
- ・ 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」と記載しているものは上記3指針を指す。)
- ・ 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) (以下，「RC規準」という。)
- ・ 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)
(以下，「RC-N規準」という。)

3. 強度評価方法

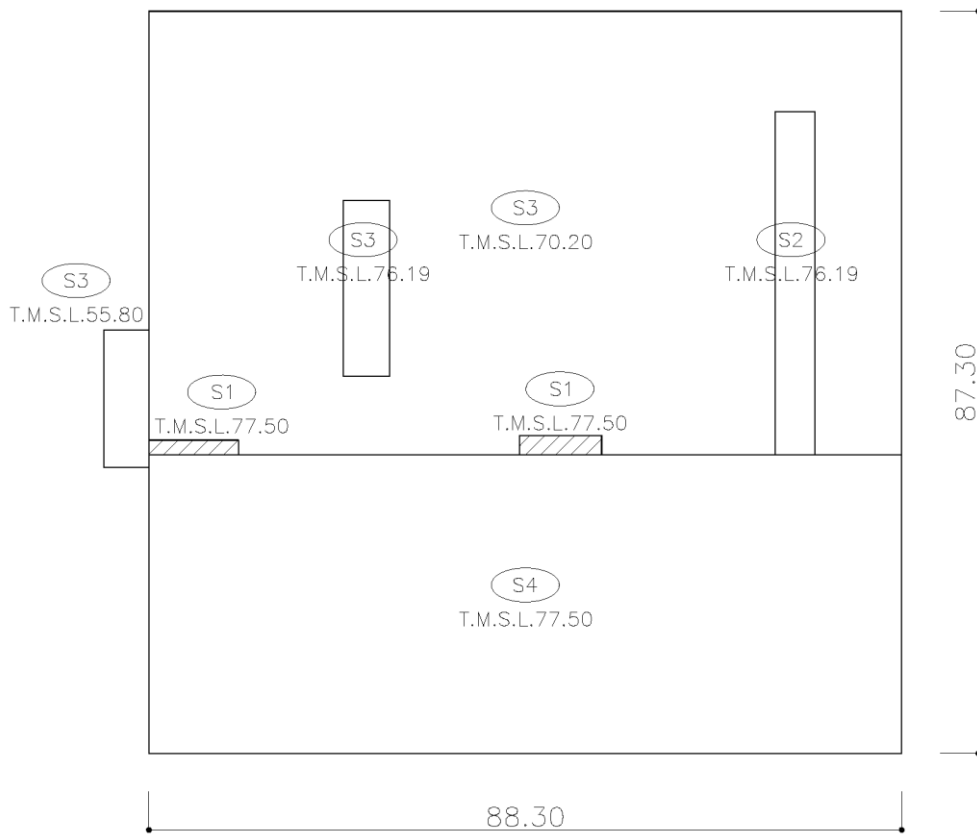
3.1 評価対象部位

燃料加工建屋の評価対象部位は、「2.3 評価方針」にて示す屋根及び耐震壁とする。

積灰荷重を含む鉛直荷重は、屋根に作用し、耐震壁を介して直接岩盤に支持する基礎スラブへ伝達されることから、屋根を評価対象部位とする。具体的な評価対象部位は、降下火砕物等が堆積する部分のうち、最もスラブ厚の薄い屋根とする。燃料加工建屋の評価部位の位置を第3.1-1図に示す。

水平荷重である風荷重は、外壁に作用し、耐震壁を介して直接岩盤に支持する基礎スラブへ伝達されることから、建屋の耐震壁を評価対象部位とする。

MOX① IV(3)-0034 G



記号	スラブ厚 (mm)
S1	300
S2	500
S3	1300
S4	1400

(単位 : m)

注記 * : 評価部位は で示す。

第 3.1-1 図 燃料加工建屋 屋根 評価部位の位置

3.2 荷重及び荷重の組合せ

3.2.1 荷重の設定

(1) 固定荷重(DL)

燃料加工建屋の屋根に作用する固定荷重を第3.2.1-1表に示す。

第3.2.1-1表 固定荷重

部位	仕上げ	固定荷重(DL)
屋根	押えコンクリート(t=100mm)	2300N/m ²
	断熱材(t=70mm)	200N/m ²
	アスファルト防水層(t=20mm)	300N/m ²
	水勾配用打増(t=40mm)	1000N/m ²
	仮設鉄骨	1600N/m ²
	デッキ	800N/m ²
	デッキ部コンクリート	1100N/m ²
	間仕切り壁	35460N/m ²
	コンクリートスラブ(t=300mm)	7200N/m ²
	合計	49960N/m ²

(2) 積載荷重(LL)

設計時の積載荷重は、什器、備品、人員及び軽微な機器による荷重として、「建築構造設計基準の資料(国土交通省 平成24年版)」における「屋上(通常人が使用しない場合)」の床版計算用積載荷重における値とする。積灰時の積載荷重は、降下火砕物の除去における人員荷重として1000N/m²とする。なお、降下火砕物の除去においては、重機等の大型機器は使用しない。積載荷重を第3.2.1-2表に示す。

第3.2.1-2表 積載荷重

状態	積載荷重(LL)
設計時	1000N/m ²
積灰時	1000N/m ²

(3) 積雪荷重(SL)

設計時の積雪荷重は、垂直積雪量190cmに設定し、積雪量1cmごとに30N/m²が作用することを考慮する。降下火砕物堆積時の積雪荷重は青森県建築基準法施行細則(昭和36年2月9日青森県規則第20号)による六ヶ所村の垂直積雪量150cmに設定し、積雪量1cmごとに30N/m²が作用することを考慮する。なお、設計時及び降下火砕物堆積時ともに、低減係数は考慮しない。積雪荷重を第3.2.1-3表に示す。

第3.2.1-3表 積雪荷重

状態	積雪荷重(SL)
設計時	5700N/m ²
積灰時	4500N/m ²

(4) 積灰荷重(VL)

降下火砕物の湿潤密度1.3g/cm³における層厚1cm当たりの荷重を安全側の評価となるよう130N/m²・cmとし、積灰荷重は、降下火砕物が55cm堆積した場合を設定する。積灰荷重を第3.2.1-4表に示す。

第3.2.1-4表 積灰荷重

状態	積灰荷重(VL)
積灰時	7150N/m ²

(5) 風荷重(WL)

風荷重の算定に用いる記号を第3.2.1-5表に示す。

風荷重は、建屋の形状を考慮して算出した風力係数及び風の受圧面積に基づく、下記に示す式に従い算出する。風荷重の算出に用いる受圧面積の算定において、隣接する建屋の遮断効果は、安全側の評価となるよう考慮しない。

風荷重算定に用いる入力条件を第3.2.1-6表及び第3.2.1-7表に示す。

$$WL = q \cdot C \cdot A$$

ここで、

$$q = 0.6 \cdot E' \cdot V_D^2$$

$$E' = E_r^2 \cdot G$$

$$E_r = 1.7 \cdot (H/Z_G)^\alpha \quad (H \text{が} Z_b \text{を超える場合})$$

$$E_r = 1.7 \cdot (Z_b/Z_G)^\alpha \quad (H \text{が} Z_b \text{以下の場合})$$

第3.2.1-5表 風荷重の算定に用いる記号

記号	単位	定義
WL	N	風荷重
q	N/m ²	設計用速度圧
C	—	風力係数(「建築基準法及び同施行令」に基づき設定する。)
A	m ²	風の受圧面積
E'	—	建築基準法施行令第87条第2項に規定する数値
V _D	m/s	基準風速(V _D =34)
E _r	—	建設省告示第1454号第2項の規定によって算出した平均風速の高さ方向の分布を表す係数
G	—	ガスト影響係数
H	m	全高
Z _G	m	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数字(Z _G =350)
Z _b	m	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数字(Z _b =5)
α	—	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数字(α=0.15)

第3.2.1-6表 設計風荷重の条件

建屋	全高H (m)	ガスト 影響係数G	設計用 速度圧q (N/m ²)
燃料加工建屋	23.10	2.12	1881

第3.2.1-7表 風力係数及び受圧面積

標高 T. M. S. L. (m)	風力係数C		受圧面積A(m ²)	
	風上	風下	NS方向	EW方向
78.7~70.2	0.794	0.400	760	570
70.2~62.8	0.706	0.400	660	660
62.8~55.0	0.578	0.400	750	740

3.2.2 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは、建屋の評価対象部位ごとに設定する。

通常時に作用する荷重は、固定荷重(DL)、積載荷重(LL)、積雪荷重(SL)の他、機器荷重(EL)及び配管荷重(PL)があるが、「2.3 評価方針」にて設定した評価式を用いた屋根の強度評価では、機器荷重(EL)及び配管荷重(PL)の値は安全側の評価となるよう考慮しない。また、建屋に水平方向の風荷重が作用すると、屋根に対し鉛直上向きの荷重が働き、鉛直下向きの荷重が低減されるため、鉛直方向の風荷重は安全側の評価となるよう考慮しない。

燃料加工建屋の評価に用いる荷重の組合せを第3.2.2-1表及び第3.2.2-2表に示す。

第3.2.2-1表 荷重の組合せ(屋根)

評価対象部位	設計時長期荷重 P_A	設計荷重(火山) P_B
屋根	①固定荷重(DL) ②積載荷重(LL, 設計時) ③積雪荷重(SL, 設計時)	①固定荷重(DL) ②積載荷重(LL, 積灰時) ③積雪荷重(SL, 積灰時) ④積灰荷重(VL)

第3.2.2-2表 荷重の組合せ(耐震壁)

評価対象部位	荷重の組合せ
耐震壁	①固定荷重(DL) ②積載荷重(LL, 積灰時) ③積雪荷重(SL, 積灰時) ④風荷重(WL) ⑤積灰荷重(VL)

3.3 許容限界

構造健全性を維持する設計とすることを、構造強度設計上の性能目標としているため、終局耐力に対して適切な安全余裕を有する許容限界として、屋根の評価基準は、「RC規準」に基づき短期許容応力度(鉄筋の許容応力度比1.5*)、耐震壁の評価基準は、「JEAG4601」に基づき最大せん断ひずみ度 2.0×10^{-3} とする。

建屋の評価における許容限界を第3.3-1表のとおり設定する。

第3.3-1表 建屋の屋根、耐震壁の許容限界

要求性能	構造強度設計上の性能目標	部位	構造健全性維持のための考え方	許容限界	評価基準
構造健全性	構造健全性を維持すること	屋根	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	終局耐力に対し適切な安全余裕を有する許容限界	鉄筋の許容応力度比 1.5*
		耐震壁	最大せん断ひずみ度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	終局耐力に対し適切な安全余裕を有する許容限界	最大せん断ひずみ度 2.0×10^{-3}

注記 *：鉛直荷重により、鉄筋コンクリート造の屋根に発生する応力は、曲げモーメントが支配的となる。その曲げモーメントは主に鉄筋で負担することから、鉄筋の許容応力度をもとに屋根の許容限界を設定する。具体的には、設計時長期荷重に対して、設計荷重(火山)の比が、鉄筋の長期許容応力度に対する短期許容応力度の比(以下、「許容応力度比」という。)を下回ることを確認する。鉄筋の長期許容応力度及び短期許容応力度は、「RC規準」に基づくものとし、鉄筋の短期許容応力度は「RC規準」に示される下限値を用いる。以上より、鉄筋の許容応力度比の許容限界は1.5とする。

3.4 評価方法

3.4.1 鉛直荷重に対する評価

燃料加工建屋の屋根の応力評価は、「2.3 評価方針」にて設定している評価式を用いる。この評価式において、設計時長期荷重 P_A に対する、設計荷重(火山) P_B の比 P_C が、鉄筋の許容限界(鉄筋の許容応力度比1.5)を超えないことを確認する。燃料加工建屋の屋根の評価条件を第3.4.1-1表に示す。

第3.4.1-1表 燃料加工建屋 屋根の評価条件

荷重	種類	値(N/m ²)
設計時長期荷重： P_A	①固定荷重(DL)	49960
	②積載荷重(LL, 設計時)	1000
	③積雪荷重(SL, 設計時)	5700
	計	56700
設計荷重(火山)： P_B	①固定荷重(DL)	49960
	②積載荷重(LL, 積灰時)	1000
	③積雪荷重(SL, 積灰時)	4500
	④積灰荷重(VL)	7150
	計	62700

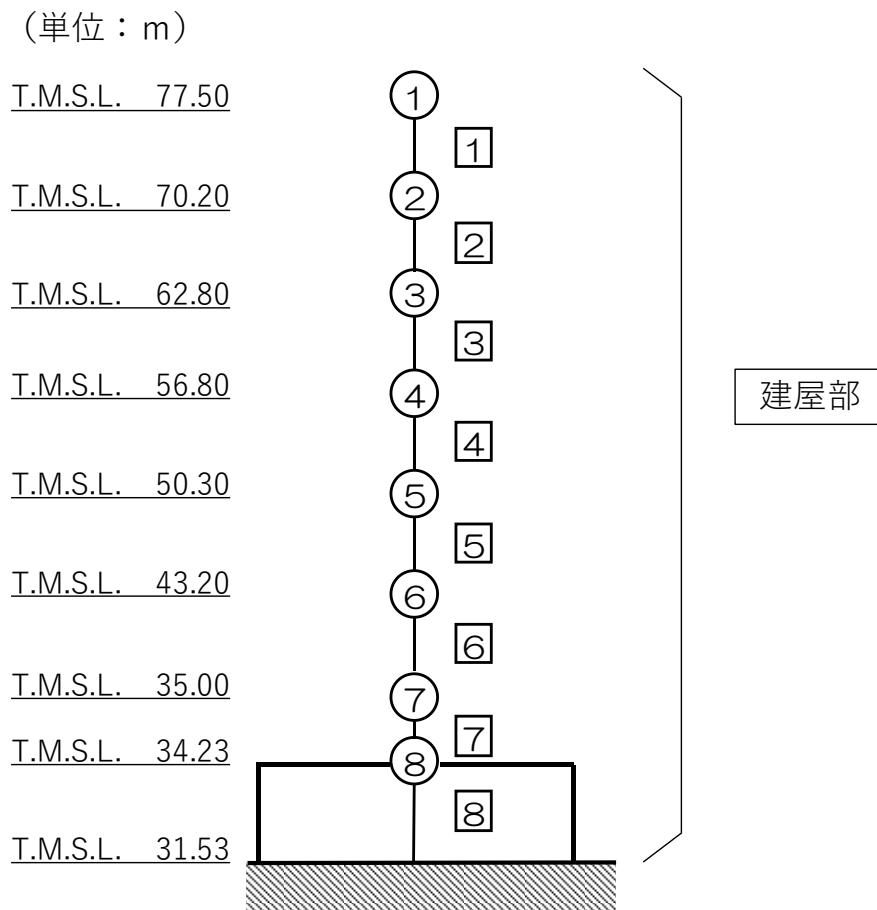
3.4.2 水平荷重に対する評価

燃料加工建屋の質点系モデルを用いて、風荷重により耐震壁に発生するせん断ひずみ度を評価し、耐震壁のせん断ひずみ度の許容限界(2.0×10^{-3})を超えないことを確認する。

燃料加工建屋の質点系モデルを第3.4.2-1図に示す。

燃料加工建屋の評価は、質点系モデルを用い静的に載荷する。質点系モデルの詳細は、添付書類「燃料加工建屋の地震応答計算書」による。

解析には、解析コード「TDAS Ver. 20121030」を用いる。なお、評価に用いた解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



注記 *1：○数字は質点番号を示す。
 *2：□数字は要素番号を示す。

第3.4.2-1図 燃料加工建屋 質点系モデル

4. 強度評価結果

4.1 鉛直荷重に対する強度評価結果

燃料加工建屋の屋根の強度評価結果を第 4.1-1 表に示す。

設計時長期荷重 P_A に対する、設計荷重(火山) P_B の比 P_C は、許容限界以下であることを確認した。

第 4.1-1 表 鉛直荷重に対する強度評価結果

建屋名	評価結果	許容限界	判定
燃料加工建屋	1.11	1.5	可

4.2 水平荷重に対する強度評価結果

燃料加工建屋の耐震壁の強度評価結果を第4.2-1表に示す。

耐震壁に生じるせん断ひずみ度は、許容限界を超えないことを確認した。

第 4.2-1 表 水平荷重に対する強度評価結果

建屋名	評価結果	許容限界	判定
燃料加工建屋	0.0013×10^{-3}	2.0×10^{-3}	可

IV－4

航空機に対する防護設計に関する説明書

IV－4－2

航空機に対する防護設計計算書

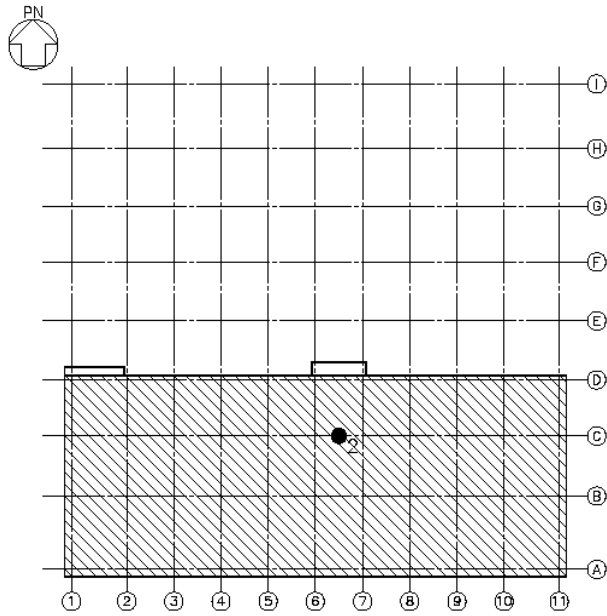
IV－4－2－1

燃料加工建屋の航空機に対する 防護設計計算書

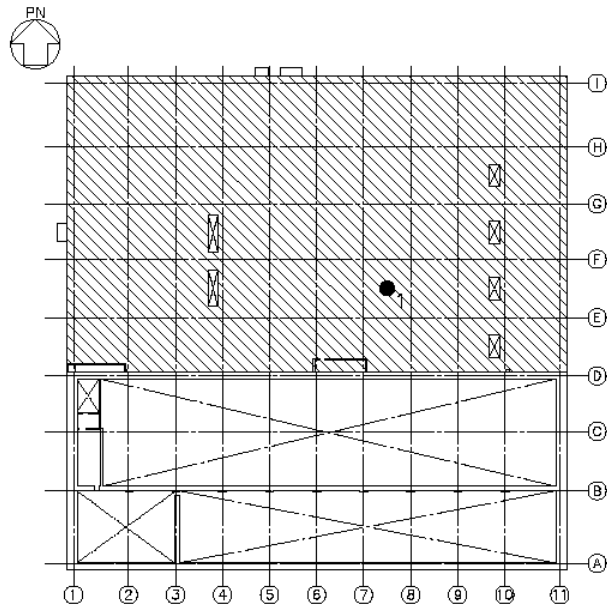
航空機に対する防護計算書については、平成 25 年 2 月 28 日付け原管研収第 121116001 号にて認可された設工認申請書(第 1 回)の添付書類 V の添付 1-2-1 「燃料加工建屋の航空機に対する防護計算書」(以下、「既認可防護計算書」という。)のうち、燃料加工建屋の設計変更に伴い、図の一部変更及び計算結果の一部の削除の変更を行う。

また、「既認可防護計算書」において代表的な解析部位としていた燃料加工建屋の地上 1 階屋上部分が、地上 2 階の増床に伴い地上 2 階の防護スラブ及び防護壁にて覆われる屋内となったことから当該解析部位の評価結果を削除する。



なお、覆われた範囲は、「既認可防護計算書」の防護スラブ(地上 2 階)の解析により代表される。



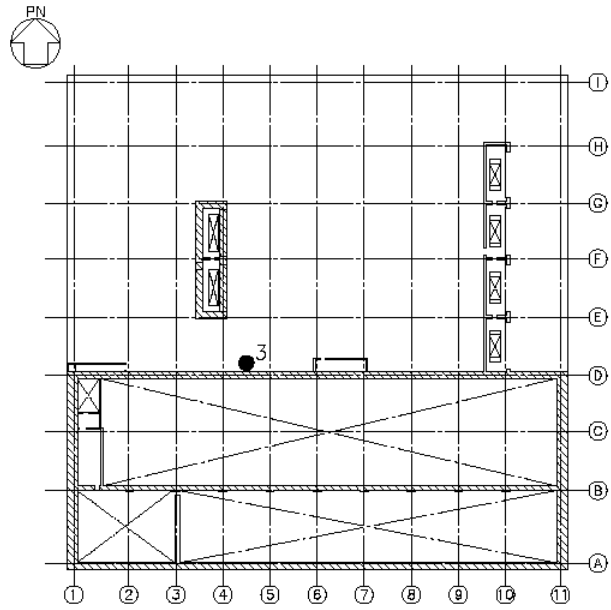
屋上階キープラン
(T. M. S. L. 77. 50m)





塔屋階キープラン
(T. M. S. L. 70. 20m)

 は防護スラブを示す。
 荷重載荷位置

第 3. 1-1 図 防護スラブの解析部位



塔屋階キープラン
(T. M. S. L. 70. 20m)

 は防護スラブを示す。
 荷重載荷位置

第 3. 1-2 図 防護壁の解析部位

第 3.3-1 表 解析結果

解析部位	支持スパン (m)	厚さ (m)	配筋 (片側, 両方向)	荷重載荷位置	ひずみ(単位: $\times 10^{-6}$)				判定	
					材料	最大値				許容値
						衝撃 荷重	鉛直 荷重 ^(注1)	組合せ 荷重		
T. M. S. L. 70.20m 屋根 7~8, E~F 通り間	10.3 \times 8.3	1.30	1-D35@200	スラブ中央 (図中の●1)	コンクリート(圧縮)	3946	400	4346	6500	可
					鉄筋(引張)	9189	1000	10189	60000	可
T. M. S. L. 77.50m 屋根 6~7, B~D 通り間	20.25	1.40	1-D38@200	スラブ中央 (図中の●2)	コンクリート(圧縮)	2420	400	2820	6500	可
					鉄筋(引張)	12342	1000	13342	60000	可
D 通り外側の外壁 4~5 通り間	7.25	1.30	1-D35@200	壁高さ中央 (図中の●3)	コンクリート(圧縮)	4450	400	4850	6500	可
					鉄筋(引張)	28567	-	28567	60000	可

注 1 表中の鉛直荷重によるひずみは、実際のひずみを包絡するように設定した材料の長期許容応力度相当のひずみを示す。

(長期許容応力度をヤング係数で除した値)

IV－6

計算プログラム（解析コード） の概要

目 次

計算機プログラム(解析コード)を適用している添付書類	1
1. はじめに	2
2. 解析コードの概要	3
2.1 TDAS	3

計算機プログラム(解析コード)を適用している添付書類

(1) 建物・構築物

目録番号	目録名称	適用コード名
IV-2-2-1-1	竜巻への配慮が必要な施設を収納する建屋の強度計算書 (燃料加工建屋)	TDAS
IV-3-2-1-1	火山への配慮が必要な施設を収納する建屋の強度計算書 (燃料加工建屋)	TDAS

1. はじめに

本資料は、添付書類Ⅳ「強度に関する説明書」において使用した解析コードについて説明するものである。

2. 解析コードの概要 2.1 TDAS

項目 \ コード名	TDAS
開発機関	株式会社竹中工務店
開発時期	1988年(使用開始時期)
使用したバージョン	Ver. 20121030
使用目的	質点系モデルによる地震応答解析
コードの概要	<ul style="list-style-type: none"> TDAS(以下、「本解析コード」という。)は、曲げせん断要素及びばね要素で構成される質点系モデルの固有値解析及び時間領域での建屋基礎の浮上りを考慮した地震応答解析等を行うことができるプログラムである。 1次元重複反射理論による地盤の振動解析(SHAKE)に基づき、埋め込みを伴う側面地盤ばね位置に入力する地盤応答を算定することができる。
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>【検証(Verification)】 本解析コードの検証は以下のとおり実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> 1質点系モデルについて、本解析コードで地震応答解析を行った解析解と、Nigam-Jenningsの理論式による理論解を比較し、解析解と理論解が概ね一致することを確認している。 本解析コードの運用環境について、動作環境を満足する計算機にインストールして用いていることを確認している。 <p>【妥当性確認(Validation)】 本解析コードの妥当性確認は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> 多質点系地震応答解析に対して、既工事計画において実績のあるNORA2Dを用いた解析解と、本解析コードを用いた解析解を比較したベンチマーキングを行った結果、双方の解が概ね一致していることを確認した。 弾性地盤における周波数応答解析において、汎用ソフトウェアであるLiQSMARTを用いた解析解と、本解析コードを用いた解析解を比較したベンチマーキングを行った結果、双方の解が概ね一致していることを確認した。 本申請における用途及び適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。

V その他の説明書

V - 1

説明書

V - 1 - 1

各施設に共通の説明書

V - 1 - 1 - 1

加工施設の自然現象等による損
傷の防止に関する説明書

V - 1 - 1 - 1 - 1

加工施設の自然現象等に対する
に損傷の防止に関する説明書

V - 1 - 1 - 1 - 1 - 1

加工施設の自然現象等による損
傷の防止に関する基本方針

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 自然現象	1
2.2 人為事象	3
2.3 組合せ	4
3. 外部からの衝撃への配慮	5
3.1 自然現象	5
3.1.1 自然現象に対する具体的な設計上の配慮	6
3.2 人為事象	10
3.2.1 人為事象に対する具体的な設計上の配慮	11
4. 組合せ	13
4.1 自然現象の組合せについて	13
4.2 組合せを考慮した荷重評価について	15

1. 概要

本資料は、自然現象等の外部からの衝撃への配慮について説明するものである。「加工施設の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)第六条(地震による損傷の防止)および第二十七条(地震による損傷の防止)については、添付書類「Ⅲ-1加工施設の耐震性に関する基本方針」にてその適合性を説明するため、本資料においては、地震を除く自然現象等の外部からの衝撃による損傷の防止に関する設計が、技術基準規則第八条(外部からの衝撃による損傷の防止)に適合することを説明する。また、技術基準規則第三十条に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備への配慮についても合わせて説明する。

なお、自然現象の組合せについては、全ての組合せを網羅的に確認するため、地震を含めた自然現象について本資料で説明する。

2. 基本方針

2.1 自然現象

安全機能を有する施設は、外部からの衝撃のうち自然現象による損傷の防止において、敷地内又はその周辺の自然環境を基に想定される風(台風)、竜巻、凍結、高温、降水、積雪、落雷、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び塩害の自然現象(地震及び津波を除く。)又は地震を含む自然現象の組合せに遭遇した場合において、自然現象そのものがもたらす環境条件及びその結果として施設で生じ得る環境条件において、その安全機能を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じる。

また、想定される自然現象(地震及び津波を除く。)に対する防護措置には、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な安全機能を有する施設以外の施設又は設備等(重大事故等対処設備を含む。)への措置を含める。

重大事故等対処設備は、外部からの衝撃による損傷の防止において、添付書類「V-1-1-4 安全機能を有する施設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」※に基づき、想定される自然現象(地震及び津波を除く。)に対して、位置的分散、悪影響防止、環境条件等を考慮し、必要な機能が損なわれないよう、防護措置、その他の適切な措置を講じる。

安全機能を有する施設が、竜巻、火山の影響、森林火災を除く自然現象によりその安全機能を損なうことがないように、外部からの衝撃より防護すべき施設は、安全上重要な機能を有する構築物、系統及び機器(以下「外部事象防護対象施設」という。)とする。竜巻、火山の影響及び森林火災から防護すべき施設は、それぞれ添付書類「V-1-1-1-2-1 竜巻への配慮に関する基本方針」、添付書類「V-1-1-1-3-2 設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設の選定」、添付書類「V-1-1-1-4-2 設計対処

施設及び外部火災の影響を考慮する施設の選定」にて述べる。

これに加え、外部事象防護対象施設を収納する建屋は、想定される自然現象(地震及び津波を除く。)に対し機械的強度を有すること等により、収納する外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

上記以外の安全機能を有する施設については、機能を維持すること若しくは損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修理等を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全機能を損なわない設計とする。

竜巻、火山の影響、森林火災以外の自然現象から防護すべき外部事象防護対象施設の詳細については、添付書類「V-1-1-1-2 防護対象施設の範囲」に示す。

※ 第1回申請における対象設備はない。

2.2 人為事象

安全機能を有する施設は、外部からの衝撃のうち加工施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)(以下「人為事象」という。))による損傷の防止において、敷地内又はその周辺の状況を基に想定される爆発、近隣工場等の火災、危険物を搭載した車両、有毒ガス、航空機落下、電磁的障害及び再処理事業所内における化学物質の漏えいに対してその安全機能が損なわれないよう、防護措置その他、対象となる発生源から一定の距離を置くことによる適切な措置を講じる。

また、想定される人為事象に対する防護措置には、安全上重要な施設がその安全性を損なわないために必要な安全上重要な施設以外の施設又は設備等(重大事故等対処設備を含む。))への措置を含める。

重大事故等対処設備は、外部からの衝撃による損傷の防止において、添付書類「V-1-1-4 安全機能を有する施設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」※に基づき、想定される人為事象に対して、位置的分散、悪影響防止、環境条件等を考慮し、必要な機能が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じる。

安全機能を有する施設が、近隣工場等の火災及び航空機落下を除く人為事象によりその安全機能を損なうことがないように、外部からの衝撃より防護すべき施設は、外部事象防護対象施設とする。近隣工場の火災から防護すべき施設は、添付書類「V-1-1-1-4-2 設計対処施設及び外部火災の影響を考慮する施設の選定」にて述べる。

これに加え、外部事象防護対象施設を収納する建屋は、想定される人為事象に対し機械的強度を有すること等により、収納する外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

上記以外の安全機能を有する施設については、機能を維持すること若しくは損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修理を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全機能を損なわない設計とする。

外部事象防護対象施設の詳細については、添付書類「V-1-1-1-1-2 防護対象施設の範囲」に示す。

※ 第1回申請における対象設備はない。

2.3 組合せ

地震を含む自然現象の組合せについて、外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備に影響を与えるおそれのある自然現象の組合せは、事業許可(変更許可)を受けたとおり、風(台風)及び積雪、竜巻及び積雪、火山の影響(降下火砕物)及び積雪、地震及び積雪、火山の影響(降下火砕物)及び風(台風)並びに地震及び風(台風)の組合せを、施設の形状、配置に応じて考慮する。

なお、敷地内又はその周辺で想定される自然現象のうち、洪水及び地滑り並びに津波については、立地的要因により設計上考慮する必要が無く、また他の自然現象と組み合わせる必要が無い。

組み合わせる積雪深は、組み合わせる自然現象の性質に応じて、六ヶ所村統計書における最深積雪深190cmに、建築基準法に定められた平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮するか、又は建築基準法に定める垂直積雪量150cmを考慮する。また、風(台風)により発生する荷重については、組み合わせる風速を建築基準法による基準風速34m/sとし、建築基準法施行令第87条第2項に関連するガスト係数を、組み合わせる自然現象の性質に応じて、平均的な風荷重が得られるよう適切に考慮する。

科学的技術的知見を踏まえ、外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備のうち、特に自然現象(地震及び津波を除く。)の影響を受けやすく、かつ、代替手段によってその機能の維持が困難であるか、又はその修復が著しく困難な構築物、系統及び機器は、当該施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象(地震及び津波を除く。)により作用する衝撃が設計基準事故及び重大事故等時に生じる応力と重なり合わない設計とする。

屋外で使用する重大事故等対処設備は、重大事故時において、万が一、使用中に機能を喪失した場合であっても、可搬型重大事故等対処施設によるバックアップが可能となるように位置的分散を考慮して可搬型重大事故等対処設備を複数保管する設計とすることにより、想定される自然現象(地震及び津波を除く。)による作用する衝撃が重大事故等時に生じる応力と重なり合わない設計とする。

3. 外部からの衝撃への配慮

3.1 自然現象

外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備は想定される自然現象(地震及び津波を除く。)に対しても、その安全機能を損なうおそれがないよう設計するとともに、必要に応じて、運転管理等の運用上の措置を含む適切な措置を講じる。

設計上考慮する自然現象(地震及び津波を除く。)は、事業許可(変更許可)を受けた以下の11 事象とする。

- ・ 風(台風)
- ・ 竜巻
- ・ 凍結
- ・ 高温
- ・ 降水
- ・ 積雪
- ・ 落雷
- ・ 火山の影響
- ・ 生物学的事象
- ・ 塩害
- ・ 森林火災

3.1.1 自然現象に対する具体的な設計上の考慮

(1) 風(台風)

敷地付近で観測された日最大瞬間風速は、八戸特別地域気象観測所での観測記録(1951年～2018年3月)で41.7m/s(2017年9月18日)である。外部事象防護対象施設及び外部事象防護対象施設を収納する建屋(以下、「外部事象防護対象施設等」という。)の設計に当たっては、この観測値を基準とし、建築基準法及び平成12年5月31日建設省告示第1454号「Eの数値を算出する方法並びに V_0 及び風力係数の数値を定める件」に基づき算出する風荷重に対して機械的強度を有する設計とすることにより安全機能を有する施設の安全機能を損なわない設計とする。ただし、建築基準法に基づき算出する風荷重は、設計竜巻の最大風速(100m/s)による風荷重を大きく下回るため、風(台風)に対する安全設計は竜巻に対する設計の中で確認する。

重大事故等対処設備は、建屋内への設置又は設計基準事故に対処するための設備と位置的分散を図り設置することにより、風(台風)の影響による損傷を防止できる設計とする。屋外の重大事故等対処設備は、風(台風)による風荷重により機能を損なわない設計とする。ただし、建築基準法に基づき算出する風荷重は、設計竜巻の最大風速(100m/s)による風荷重を大きく下回るため、風(台風)に対する防護設計は竜巻に対する設計の中で確認する。

(2) 竜巻

竜巻に対する具体的な設計については、添付書類「V-1-1-1-2 竜巻への配慮に関する説明書」に示す。

(3) 凍結

敷地付近で観測された日最低気温は、むつ特別地域気象観測所での観測記録(1935年～2018年3月)によれば -22.4°C (1984年2月18日)、八戸特別地域気象観測所での観測記録(1937年～2018年3月)によれば -15.7°C (1953年1月3日)である。外部事象防護対象施設等の設計に当たっては、敷地及び敷地周辺の観測値を適切に考慮するため、観測所気象年報からの六ヶ所地域気象観測所の観測値を参考にした結果、設計上考慮する外気温を -15.7°C とし、これに対して屋外の外部事象防護対象施設で凍結のおそれのあるものは保温等の凍結防止対策を行うことにより安全機能を損なわない設計とする。

重大事故等対処設備は、設計外気温に対して屋外施設で凍結のおそれのあるものは保温等の凍結防止対策を行うことにより、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計とする。

(4) 高温

敷地付近で観測された日最高気温は、むつ特別地域気象観測所での観測記録(1935年～2018年3月)によれば34.7℃(2012年7月31日)、八戸特別地域気象観測所での観測記録(1937年～2018年3月)によれば37.0℃(1978年8月3日)である。設計上考慮する外気温度については、これらの気温の観測値並びに敷地及び敷地周辺の観測値を適切に考慮し、外部事象防護対象施設等の設計においては、むつ特別地域気象観測所の夏季(6月～9月)の外気温度の観測データから算出する超過確率1%に相当する29℃を設計上考慮する外気温とし、崩壊熱除去等の安全機能を損なわない設計とする。

重大事故等対処設備は、設計上考慮する外気温に対して重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計とする。

(5) 降水

敷地付近で観測された日最大降水量は、八戸特別地域気象観測所での観測記録(1937年～2018年3月)で160.0mm(1982年5月21日)、むつ特別地域気象観測所での観測記録(1937年～2018年3月)で162.5mm(1981年8月22日及び2016年8月17日)である。また、敷地付近で観測された日最大1時間降水量は、八戸特別地域気象観測所での観測記録(1937年～2018年3月)で67.0mm(1969年8月5日)、むつ特別地域気象観測所での観測記録(1937年～2018年3月)で51.5mm(1973年9月24日)である。

外部事象防護対象施設等の設計に当たっては、排水溝及び排水路によって敷地外へ排水するとともに、建屋貫通部の止水処理をすること等により、八戸特別地域気象観測所で観測された日最大1時間降水量67.0mmの降雨を想定しても、雨水が当該建屋に浸入することを防止することで、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

重大事故等対処設備は、降水に対して排水溝及び敷地内排水路によって敷地外へ排水すること等により機能を損なわない設計とする。

(6) 積雪

建築基準法施行令第86条に基づく六ヶ所村の垂直積雪量は150cmとなっているが、敷地付近で観測された最深積雪深は、むつ特別地域気象観測所での観測記録(1935年～2018年3月)によれば170cm(1977年2月15日)であり、六ヶ所村統計書における記録(1973年～2002年)による最深積雪深は190cm(1977年2月)である。したがって、積雪荷重に対しては、六ヶ所村統計書における最深積雪深である190cmを考慮し、外部事象防護対象施設等の安全機能を損なわない設計とする。

また、換気設備の給気系においては防雪フードを設置し、降雪時に雪を取り込み難い設計とするとともに、給気を加熱することにより、雪の取り込みによる給気系の閉塞を防止する設計とする。

重大事故等対処設備は、積雪荷重に対して機械的強度を有する設計とすることで重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計とする。屋外の可搬型重大事故等対処設備は、除雪により、積雪荷重に対してその必要な機能が損なうおそれがない設計とする

(7) 落雷

落雷としては、再処理事業所及びその周辺で過去に観測された最大のものを参考に安全余裕を見込んで、想定する落雷の規模を270kAとする。落雷に対しては、「原子力発電所の耐雷指針」(JEAG4608-2007)、建築基準法及び消防法に基づき、日本産業規格に準拠した避雷設備を設置する設計とする。また、接地系及び避雷設備を接続することにより、接地抵抗の低減や雷撃に伴う接地系の電位分布の平坦化を考慮した設計とする。

重大事故等対処設備については、直撃雷に対して、当該設備は当該設備自体が接地系と接続した避雷設備を有する設計とする又は接地網と接続した避雷設備を有する建屋等に設置する。また、間接雷に対して、間接雷に対して、当該設備は雷サージによる影響を軽減できる設計とする。

(8) 火山の影響

火山の影響に対する具体的な設計については、添付書類「V-1-1-1-3 火山への配慮に関する説明書」に示す。

(9) 生物学的事象

生物学的事象としては、敷地周辺の生物の生息状況の調査に基づいて鳥類、昆虫類、小動物、魚類、底生生物及び藻類を対象生物に選定し、これらの生物が加工施設へ侵入することを防止又は抑制することにより、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

換気設備の外気取入口には、対象生物の侵入を防止又は抑制するための措置を施す設計とする。

具体的には、換気設備の外気取入口にはバードスクリーン又はフィルタを設置することにより、鳥類及び昆虫類の侵入を防止又は抑制する設計とする。

受変電設備及び屋外に設置する盤類は、密封構造、メッシュ構造及びシール処理を施す構造又はこれらを組み合わせることにより、鳥類、昆虫類及び小動物の侵入を防止又は抑制する設計とする。

重大事故等対処設備は、生物学的事象に対して、鳥類、昆虫類及び小動物の侵入を考慮し、これら生物の侵入を防止又は抑制することにより、重大事故等に対処するための機能を損なわない設計とする。

(10) 塩害

一般に大気中の塩分量は、平野部で海岸から 200m 付近までは多く、数百 m の付近で激減する傾向がある。加工施設は海岸から約 5km 離れており、塩害の影響は小さいと考えられるが、外部事象防護対象施設を収納する建屋の換気設備の給気系には除塩フィルタを設置することにより、屋内の施設への塩害の影響を防止する設計とする。また、外気を直接取り込む非常用所内電源設備の非常用発電機の給気系のうちフィルタまでの範囲は防食処理等の腐食防止対策として、腐食し難い金属を用いること又は塗装することにより腐食を防止する設計とする。以上のことから、塩害により外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。また、受電開閉設備については碍子部分の絶縁を保つために洗浄が行える手順を整備することを保安規定に定める。

重大事故等対処設備を設置または保管する建屋の換気設備への除塩フィルタ又は粒子フィルタの設置、屋外施設の塗装等による腐食防止対策及び受電開閉設備の絶縁性の維持対策により、重大事故等対処設備が重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計とする。

(11) 森林火災

森林火災に対する具体的な設計については、添付書類「V-1-1-1-4 外部火災への配慮に関する説明書」に示す。

3.2 人為事象

外部事象防護対象施設は想定される人為事象に対しても、その安全機能を損なうおそれがないよう設計するとともに、必要に応じて、運転管理等の運用上の措置を含む適切な措置を講ずる。

設計上考慮する人為事象として、事業許可(変更許可)を受けた5事象とする。

- ・爆発
- ・近隣工場等の火災
- ・有毒ガス
- ・電磁的障害
- ・再処理事業所内における化学物質の漏えい

屋内に保管する可搬型重大事故等対処設備は、人為事象に対して、外部からの衝撃による損傷の防止が図られた建屋内に保管する設計とする。その上で、屋内に保管する可搬型重大事故等対処設備の機能が、設計基準事故に対処するための設備の安全機能又は常設重大事故等対処設備の重大事故等に対処するために必要な機能と同時に損なわれるおそれがないよう、設計基準事故に対処するための設備又は常設重大事故等対処設備を設置する場所と異なる場所に保管する設計とする。

屋外に保管する可搬型重大事故等対処設備は、人為事象に対して、その機能が、設計基準事故に対処するための設備の安全機能又は常設重大事故等対処設備の重大事故等に対処するために必要な機能と同時に損なわれるおそれがないよう、設計基準事故に対処するための設備又は常設重大事故等対処設備が設置される建屋から100m以上の離隔距離を確保した場所に保管するとともに異なる場所にも保管することで位置的分散を図る。また、屋外に保管する可搬型重大事故等対処設備は、屋外に設置する設計基準事故に対処するための設備からも100m以上の離隔距離を確保する。

3.2.1 人為事象に対する具体的な設計上の配慮

(1) 爆発

爆発に対する具体的な設計については、添付書類「V-1-1-1-4 外部火災への配慮に関する説明書」に示す。

(2) 近隣工場等の火災

近隣工場等の火災に対する具体的な設計については、添付書類「V-1-1-1-4 外部火災への配慮に関する説明書」に示す。

(3) 有毒ガス

有毒ガスの漏えいについては、固定施設(六ヶ所ウラン濃縮工場)と可動施設(陸上輸送、海上輸送)からの流出が考えられる。

六ヶ所ウラン濃縮工場から漏えいする有毒ガスについては外部事象防護対象施設の安全機能に直接影響を及ぼすことは考えられないため、加工施設の運転員に対する影響を想定する。六ヶ所ウラン濃縮工場は、有毒ガスの漏えいが発生した場合の周辺監視区域境界の公衆に対する影響が小さくなるよう設計されており、中央監視室の居住性を損なうことはない。加工施設周辺の可動施設から発生する有毒ガスについては、敷地周辺には鉄道路線がないこと、最も近接する幹線道路については燃料加工建屋までは約500m離れていること及び海岸から加工施設までは約5km離れていることから、幹線道路及び船舶航路にて運搬される有毒ガスが漏えいしたとしても、中央監視室の居住性に影響を及ぼすことは考え難い。

万一、六ヶ所ウラン濃縮工場又は可動施設から発生した有毒ガスが制御室に到達するおそれがある場合に、施設の監視が適時実施できるように、資機材を確保し、手順を整備することを保安規定に定める。

詳細については、森林火災、爆発及び近隣工場等の火災と合わせて添付書類「V-1-1-1-4-7 二次的影響(ばい煙及び有毒ガス)に対する設計」※に示す。

※ 第1回申請における対象設備はない。

(4) 電磁的障害

安全上重要な施設の安全機能を維持するために必要な計測制御設備及び安全保護回路は、日本産業規格に基づいたノイズ対策を行うとともに、電氣的及び物理的な独立性を持たせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

重大事故等に対処するために必要な機能を維持するために必要な計測制御設備及び安全保護回路は、日本産業規格に基づいたノイズ対策を行うとともに、電氣的及び物理的な独立性を持たせることにより、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計とする。

(5) 再処理事業所内における化学物質の漏えい

再処理事業所内にて運搬及び貯蔵又は使用される化学物質としては、再処理施設の試薬建屋の機器に内包される化学薬品、再処理施設の各建屋の機器に内包される化学薬品並びに試薬建屋への受入れの際に運搬される化学物質がある。再処理事業所内において化学物質を貯蔵する施設については化学物質が漏えいし難い設計とするため、人為事象として試薬建屋への受入れの際に運搬される化学物質の漏えいを想定する。

これらの化学物質の漏えいによる影響としては、加工施設に直接被水すること等による安全性への影響及び漏えいした化学物質の反応等によって発生する有毒ガスによる人体への影響が考えられる。

再処理事業所内における化学物質の漏えいの影響が中央監視室に及ぶおそれがある場合に、施設の監視が適時実施できるように、資機材を確保し手順を整備することを保安規定に定める。

4. 組合せ

4.1 自然現象の組合せについて

外部事象防護対象施設の安全機能及び重大事故等対処設備の機能が損なわれないことを広く確認する観点から、地震を含めた自然現象の組合せについて、敷地及びその近傍の地学、気象学的背景を踏まえて検討する。

(1) 組合せを検討する自然現象の抽出

自然現象が外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備に与える影響を考慮し、組合せを検討する自然現象を抽出する。

想定される自然現象のうち、外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備に影響を与えるおそれのある自然現象の組合せは、事業許可(変更許可)を受けたとおり、風(台風)及び積雪、竜巻及び積雪、火山の影響(降下火砕物)及び積雪、地震及び積雪、火山の影響(降下火砕物)及び風(台風)並びに地震及び風(台風)の組合せを考慮する。

(2) 荷重の性質

外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備に影響を与えるおそれのある自然現象による荷重の性質を第 4.1-1 表に示す。

最大荷重の継続時間については、地震、竜巻及び風(台風)は最大荷重の継続時間が短い。これに対し、火山の影響及び積雪は、一度事象が発生すると、降下物が降り積もって堆積物となり、長時間にわたって荷重が作用するため、最大荷重の継続時間が長い。発生頻度については、地震、竜巻及び火山の影響は積雪及び風(台風)と比較して発生頻度が非常に低い。

上記の荷重の性質を考慮して、外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備に影響を与えるおそれのある自然現象の組合せについて検討する。

(3) 荷重の組合せについて

a. 風荷重及び積雪荷重の組合せ

風(台風)と積雪については、風荷重の継続時間は短い、積雪荷重の継続時間が長い。そのため組合せを考慮し、施設の形状及び配置により適切に組み合わせる。

組み合わせるべき荷重について、風荷重については、建築基準法の多雪区域における風荷重と積雪荷重の組合せの基準を適用して、「E の数値を算出する方法並びに V_D 及び風力係数を定める件」(平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1454 号)に定められた六ヶ所村の基準風速 34m/s を用いて求める荷重とする。

また、積雪荷重は、六ヶ所村統計書における観測記録上の極値 190cm に、「建築基準法施行令」第八十二条に定めるところの建築基準法の多雪区域における積雪荷重と地震荷重の組合せを適用して、平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。

ただし、上記の条件下での風(台風)と積雪の重ね合わせは、竜巻と積雪の重ね合わせに包絡されるため、実際の評価は竜巻に対する評価において実施する。

b. 竜巻荷重と積雪荷重の組合せ

竜巻と積雪については、竜巻荷重の継続時間は短いですが、積雪荷重の継続時間が長い
ため組合せを考慮し、施設の形状及び配置により適切に組み合わせる。

組み合わせるべき荷重について、積雪荷重は六ヶ所村統計書における観測記録上の
極値 190cm に、「建築基準法施行令」第八十二条の多雪区域における積雪荷重と地震荷
重の組合せと同様に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。

また、竜巻荷重については、風圧力による荷重、気圧差による荷重、飛来物による
衝撃荷重を適切に組み合わせた設計荷重(竜巻)を考慮する。詳細は添付書類「IV-2
竜巻への配慮が必要な施設の強度に関する計算書」で述べる。

c. 火山の影響(降下火砕物)による荷重と積雪荷重の組合せ

火山の影響(降下火砕物)と積雪の組合せについては、火山の影響(降下火砕物)によ
る荷重の継続時間が他の荷重と比較して長く、積雪荷重の継続時間も長いことから、
施設の形状及び配置により適切に組み合わせる。

組み合わせるべき荷重について、火山の影響(降下火砕物)による荷重と積雪荷重の
重ね合わせはいずれも継続時間が長く、持続的に影響を及ぼし得ることから、積雪荷
重は六ヶ所村統計書における最深積雪深である 190cm を用いて求めるのは過大となる
ことを考慮し、「青森県建築基準法等施行細則」に定められた六ヶ所村の垂直積雪量
150cm を用いて求める荷重とする。

また、火山の影響(降下火砕物)による荷重は、層厚 55cm、湿潤状態の降下火砕物が
堆積した場合の荷重を考慮する。詳細は添付書類「IV-3-1 火山への配慮が必要な施
設の強度計算の方針」で述べる。

d. 地震荷重と積雪荷重の組合せ

地震と積雪については、地震荷重の継続時間は短いですが、積雪荷重の継続時間が長い
ため組合せを考慮し、施設の形状及び配置により適切に組み合わせる。

組み合わせるべき荷重について、積雪荷重は、六ヶ所村統計書における観測記録上
の極値 190cm に、「建築基準法施行令」第八十二条に定めるところの建築基準法の多雪
区域における積雪荷重と地震荷重の組合せを適用して、平均的な積雪荷重を与えるた
めの係数 0.35 を考慮する。

また、組み合わせる地震動については、添付書類「III-1 加工施設の耐震性に関す
る基本方針」で述べる。

e. 火山の影響(降下火砕物)による荷重と風荷重の組合せ

火山の影響(降下火砕物)と積雪及び風(台風)の組合せについては、火山の影響(降下火砕物)による荷重の継続時間が他の荷重と比較して長いことから、施設の形状及び配置により適切に組み合わせる。

組み合わせるべき風荷重については、建築基準法の多雪区域における風荷重と積雪荷重の組合せの基準を適用して、「Eの数値を算出する方法並びに V_D 及び風力係数を定める件」(平成12年5月31日建設省告示第1454号)に定められた六ヶ所村の基準風速34m/sを用いる。

また、火山の影響(降下火砕物)による荷重は、層厚55cm、湿潤状態の降下火砕物が堆積した場合の荷重を考慮する。詳細は添付書類「IV-3-1 火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」で述べる。

f. 地震荷重と風荷重の組合せ

地震と風(台風)については、それぞれの最大荷重の継続時間が短く、同時に発生する確率が低いものの、風荷重の影響が大きいと考えられるような構造や形状の施設については、組合せを考慮する。組み合わせる風速の大きさは、「Eの数値を算出する方法並びに V_D 及び風力係数を定める件」(平成12年5月31日建設省告示第1454号)に定められた六ヶ所村の基準風速34m/sとする。ただし、風荷重は平均的な風荷重とするため、ガスト係数 G_f は1とする。

また、組み合わせる地震動については、添付書類「III-1 加工施設の耐震性に関する基本方針」で述べる。

4.2 組合せを考慮した荷重評価について

自然現象の組合せによる荷重の組合せについては、添付書類「III-1-1 耐震設計の基本方針」、添付書類「IV-2-1 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」及び添付書類「IV-3-1 火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて評価する。

第 4.1-1 表 自然現象の荷重の性質

荷重の種類	荷重の大きさ	最大荷重の継続時間	発生頻度(年 ⁻¹)
基準地震動	特大	短(150 秒程度)	$10^{-3} \sim 10^{-5}$ 程度*1
設計竜巻	特大	短(15 秒程度)*2	5.3×10^{-9} *3
火山の影響	大	長(30 日程度)*4	5.5×10^{-6} *5
積雪	小	長(1 週間程度)*4	2×10^{-2} 程度*6
風(台風)	小	短(10 分程度)	2×10^{-2} 程度*6

注記

- *1 事業変更許可申請書 添付資料五「イ.(ロ)(5)①d.(b) 動的地震力」より
- *2 竜巻影響エリア $\phi = 130\text{m}$ に最大接線風速半径 $R_m = 30\text{m}$ の 2 倍を加えた距離を、竜巻の移動速度 $V_t = 15\text{m/s}$ で横切る時間
- *3 風速 100m/s に相当する年超過確率
- *4 必要に応じて緩和措置を行う
- *5 北八甲田火山群の噴火年代(28~18 万年前)の逆数
- *6 50 年再現期待値

V - 1 - 1 - 1 - 1 - 2

防護対象施設の範囲

目 次

1. 概要	1
2. 外部事象防護対象施設の範囲	1

1. 概要

本資料は、安全機能を有する施設が自然現象等によりその安全機能を損なわないという技術基準の要求を満足させるために必要な安全機能を確認し、それらの安全機能が自然現象等により損なわれないために、防護すべき施設について説明するものである。

2. 外部事象防護対象施設の範囲

「加工施設の技術基準に関する規則」第八条においては、安全機能を有する施設が自然現象等によりその安全機能を損なうおそれがある場合適切に措置することが要求されている。この要求を満足させるために外部からの衝撃より防護すべき施設は、安全上重要な構築物、系統及び機器とする。

V - 1 - 1 - 1 - 2

竜巻への配慮に関する説明書

V - 1 - 1 - 1 - 2 - 1

竜巻への配慮に関する基本方針

目 次

1. 概要	1
2. 竜巻防護に関する基本方針	1
2.1 基本方針	1
2.1.1 竜巻より防護すべき施設	1
2.1.2 設計竜巻及び設計飛来物の設定	1
2.2 設計対処施設の選定	3
2.2.1 設計対処施設	3
2.2.1.1 竜巻防護対象施設を収納する建屋	3
2.2.1.2 建屋内の施設で外気と繋がっている竜巻防護対象施設	3
2.2.1.3 建屋に収納されるが防護が期待できない竜巻防護対象施設	3
2.2.1.4 竜巻防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設	3
2.2.2 竜巻の影響を考慮する施設の選定	4
2.2.3 評価対象施設	4
2.3 竜巻防護設計	4

1. 概要

本資料は、MOX 燃料加工施設の竜巻防護設計が「加工施設の技術基準に関する規則」(以下、「技術基準規則」という。)第八条に適合することを説明するとともに、技術基準規則第三十条に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備への配慮についても説明するものである。

2. 竜巻防護に関する基本方針

2.1 基本方針

安全機能を有する施設が、設計竜巻によりその安全機能が損なわれないよう、設計時にそれぞれの施設の設置状況等を考慮して、竜巻より防護すべき施設に対する設計竜巻からの影響を評価し、安全機能を有する施設が安全機能を損なうおそれがある場合は、影響に応じた防護対策を講ずる設計とする。

重大事故等対処設備は重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれないように、添付書類「V-1-1-4 安全機能を有する施設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」*の位置的分散、悪影響防止、環境条件等を考慮した設計とする。

添付書類「V-1-1-1-1-1 加工施設の自然現象等に対する損傷の防止に関する基本方針」の「3.1.1 (1) 風(台風)」に対する設計及び添付書類「V-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.2 設計に用いる降下火砕物特性」に記載している粒子の衝撃荷重による影響についても、竜巻に対する設計で確認する。

*第1回申請における対象設備はない。

2.1.1 竜巻より防護すべき施設

安全機能を有する施設のうち、安全評価上その機能を期待する施設の安全機能を維持し、かつ、臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわないようにするため、安全上重要な施設を竜巻防護対象施設とする。また、竜巻より防護すべき施設は、竜巻防護対象施設及び重大事故等対処設備とする。

2.1.2 設計竜巻及び設計飛来物の設定

設計竜巻及び設計飛来物の設定について、以下に示す。

(1) 設計竜巻の設定

事業許可(変更許可)を受けたとおり、設計竜巻の最大風速は 100m/s とする。設計竜巻の最大風速 100m/s に対して、風(台風)の風速は 41.7m/s であるため、風(台風)の設計は竜巻の設計に包絡される。

具体的な設計方針を、添付書類「V-1-1-1-2-2 設計対処施設の設計方針」に示す。

(2) 設計飛来物の設定

事業許可(変更許可)を受けたとおり、鋼製材(長さ×幅×奥行き 4.2m×0.3m×0.2m)を設計飛来物として設定する。

第 2.1.2-1 表に加工施設における設計飛来物の諸元を示す。

第 2.1.2-1 表 加工施設における設計飛来物

飛来物の種類	鋼製材
寸法 (m)	長さ×幅×奥行き 4.2×0.3×0.2
質量 (kg)	135
最大水平速度 (m/s)	51
最大鉛直速度 (m/s)	34

再処理事業所内をふかんした現地調査及び検討により抽出した、飛来物となるおそれのあるもののうち、運動エネルギー又は貫通力が設計飛来物である鋼製材よりも大きなものについては、固定、固縛、建屋収納又は敷地からの撤去により飛来物とならないよう保安規定に定め、管理を行う。車両については、周辺防護区域への入構を管理するとともに、竜巻の襲来が予想される場合には、停車又は走行している場所に応じて固縛するか又は周辺防護区域外の避難場所へ退避することにより、飛来物とならないよう手順を整備することを保安規定に定め、管理を行うことから、設計飛来物として考慮しない。

なお、降下火砕物の粒子は、砂よりも硬度が低い特性を持つため降下火砕物の粒子の衝突による影響は小さく、設計飛来物の影響に包絡される。

2.2 評価対象施設の選定

2.2.1 設計対処施設

設計対処施設は、竜巻防護対象施設の安全機能を損なわないよう、設計竜巻に対して設計上の考慮を行う施設全体とする。

設計対処施設は、以下のとおり分類される。

- ・ 竜巻防護対象施設を収納する建屋
- ・ 建屋内の施設で外気と繋がっている竜巻防護対象施設
- ・ 建屋に収納されるが防護が期待できない竜巻防護対象施設
- ・ 竜巻防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設

2.2.1.1 竜巻防護対象施設を収納する建屋

事業(変更)許可を受けたとおり、竜巻防護対象施設を収納する建屋を以下のとおり選定する。

- ・ 燃料加工建屋

2.2.1.2 建屋内の施設で外気と繋がっている竜巻防護対象施設※

事業(変更)許可を受けたとおり、建屋内の施設で外気と繋がっている竜巻防護対象施設を以下のとおり選定する。

- ・ 気体廃棄物の廃棄設備の工程室排気設備
- ・ 気体廃棄物の廃棄設備のグローブボックス排気設備
- ・ 非常用所内電源設備の非常用発電機の給気系及び排気系

2.2.1.3 建屋に収納されるが防護が期待できない竜巻防護対象施設※

事業(変更)許可を受けたとおり、建屋に収納されるが防護が期待できない竜巻防護対象施設を以下のとおり選定する。

- ・ 非常用所内電源設備の非常用発電機の給気系及び排気系

2.2.1.4 竜巻防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設※

事業(変更)許可を受けたとおり、竜巻防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設を以下のとおり選定する。

- ・ 気体廃棄物の廃棄設備の排気筒

※ 燃料加工建屋以外の設備については第1回申請における対象設備はない。

2.2.2 竜巻の影響を考慮する施設の選定

重大事故等対処設備を収納する建屋及び重大事故等対処設備のうち竜巻の影響を考慮する施設を示す。*

※ 竜巻の影響を考慮する施設については、第 1 回申請において対象設備はない。

2.2.3 評価対象施設

「2.2.1 設計対処施設」に示す、設計竜巻の影響により竜巻防護対象施設が安全機能を損なうおそれがないよう竜巻防護設計を行う施設を評価対象施設とする。

2.3 竜巻防護設計

竜巻に対する防護設計においては、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」（平成 25 年 6 月 19 日 原規技発第 13061911 号 原子力規制委員会決定）(以下、「竜巻ガイド」という。)を参考に、基準竜巻、設計竜巻及び設計荷重を適切に設定し、竜巻防護対象施設又は竜巻防護対象施設を収納する区画の構造健全性を確保するため、機械的強度を有する建物の壁及び屋根により保護すること等により、以下の事項に対して安全機能を損なわない設計とする。

- ・ 飛来物の衝突による建屋・構築物の貫通、裏面剥離及び設備(系統・機器)の損傷
- ・ 設計竜巻荷重及びその他の荷重(通常時作用している荷重、運転時荷重、竜巻以外の自然現象による荷重及び設計基準事故荷重)を適切に組み合わせた設計荷重(竜巻)
- ・ 竜巻による気圧の低下

重大事故等対処設備は、設計竜巻及び設計荷重を適切に設定し、重大事故等対処設備又は重大事故等対処設備を収納する区画の構造健全性を確保するため、機械的強度を有する、建物の外壁及び屋根により建物全体を保護する、あるいは竜巻防護対策を講ずることにより、以下の事項に対して重大事故等対処設備が重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計とする。若しくは、位置的分散等を考慮した設置又は保管をすることにより重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計とする。

- ・ 飛来物の衝突による建屋・構築物の貫通、裏面剥離及び設備(系統・機器)の損傷
- ・ 設計竜巻荷重及びその他の荷重(通常時に作用している荷重、運転時荷重及び竜巻以外の自然現象による荷重)を適切に組み合わせた設計荷重(竜巻)
- ・ 竜巻による気圧の低下

なお、重大事故等対処設備が重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計は、竜巻防護対象施設の安全機能を損なわない設計に包絡される。

評価対象施設に対する詳細設計については、添付書類「V-1-1-1-2-2 評価対象施設の設計方針」に、屋外の重大事故等対処設備については、添付書類「V-1-1-1-2-4 竜巻防護に関する屋外重大事故等対処設備の設計方針」*に示す。

※ 第 1 回申請における対象設備はない。

(1) 設計方針

a. 設計対処施設

(a) 竜巻防護対象施設及び重大事故等対処設備を収納する建屋

竜巻防護対象施設及び重大事故等対処設備を収納する建屋は、設計荷重(竜巻)に対して、主要構造の構造健全性を維持するとともに、個々の部材の破損により施設内の竜巻防護対象施設及び重大事故等対処設備が安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計とする。

また、設計飛来物の衝突に対しては、貫通及び裏面剥離の発生により竜巻防護対象施設及び重大事故等対処設備が安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計とする。

(b) 建屋内の施設で外気と繋がっている竜巻防護対象施設

外気と繋がっている竜巻防護対象施設は、気圧差荷重に対して構造健全性を維持し、安全機能を損なわない設計とする。

(c) 建屋に収納されるが防護が期待できない竜巻防護対象施設

建屋に収納される竜巻防護対象施設のうち、建屋が設計竜巻の影響により損傷する可能性があるために設計竜巻による影響から防護できない可能性のある竜巻防護対象施設は、竜巻防護対策を講ずることにより、設計荷重(竜巻)による影響に対して、安全機能を損なわない設計とし、安全上重要な施設の安全機能を損なわない設計とする。

(d) 竜巻防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設

竜巻防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設は、設計荷重(竜巻)を考慮しても倒壊又は隣接する竜巻防護対象施設への衝突に至らないことにより、周辺の竜巻防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

b. 竜巻の影響を考慮する施設

(a) 屋外の重大事故等対処設備

屋外の重大事故等対処設備は、添付書類「V-1-1-4 安全機能を有する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」※に基づき、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻の風圧力による荷重に対し、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう、位置的分散等を考慮した設置又は保管するとともに、浮き上がり又は横滑りによって設計基準事故対処設備や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突する可能性がある設備に対し、飛散させないよう固縛の措置をとることにより、設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備が同時に損傷しない設計とする。なお、具体的な設計方針については、添付書類「V-1-1-1-2-4 竜巻防護に関する屋外重大事故等対処設備の設計方針」※に記載する。

※ 第1回申請における対象設備はない。

(b) 建屋内の重大事故等対処設備

建屋内の重大事故等対処設備は、添付書類「V-1-1-4 安全機能を有する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」※に基づき、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻の風圧力による荷重に対し、環境条件を考慮しても、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわず、また設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に悪影響を及ぼさないよう、竜巻防護対象施設等を収納する建屋に位置的分散等を考慮した設置又は保管をする設計とする。

※ 第1回申請における対象設備はない。

c. 竜巻随件事象に対する設計

竜巻ガイドを参考に、過去の他地域における竜巻被害状況及びMOX燃料加工施設の配置を図面等により確認した結果、竜巻随件事象として以下の事象を想定し、これらの事象が発生した場合においても、竜巻防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。

(a) 火災

竜巻により再処理事業所内の屋外にある危険物貯蔵施設等(ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所及びディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所)が損傷し、漏えい及び防油堤内での火災が発生したとしても、火災源と竜巻防護対象施設の位置関係を踏まえて熱影響を評価した上で、竜巻防護対象施設の許容温度を超えないように防護対策を講じ、竜巻防護対象施設の安全機能に影響を与えない設計とすることを「V-1-1-1-4 外部火災への配慮に関する説明書」にて考慮する。

また、建屋内に収納される竜巻防護対象施設のうち、開口部を有する室に設置されるものは、設計飛来物に対して建物・構築物による防護対策を講ずることを考慮すると、設計飛来物が当該室に侵入することはないことから、設計竜巻により建屋内に火災が発生し、竜巻防護対象施設に影響を及ぼすことは考えられない。

(b) 溢水

再処理事業所内の屋外タンク等の破損による溢水を想定し、溢水源と竜巻防護対象施設の位置関係を踏まえた影響評価を行った上で、竜巻防護対象施設の安全機能が損なわれないよう必要に応じて堰を設ける等の防護対策を講じ、竜巻防護対象施設の安全機能に影響を与えない設計とすることを「V-1-1-7 加工施設内における溢水による損傷の防止に関する説明書」※にて考慮する。

建屋内に収納される竜巻防護対象施設のうち開口部を有する室に設置されるものは、飛来物防護板の設置による防護対策を講ずることを考慮すると、設計飛来物が当該室に侵入することはないことから、設計竜巻により建屋内に溢水が発生し、竜巻防護対象施設に影響を及ぼすことは考えられない。また、竜巻防護対象施設の無い開口部を有する室については、設計竜巻による建屋内の溢水が発生したとしても、竜巻防護対象施設の安全機能に影響を与えることはない。

※ 第1回申請における対象設備はない。

(c) 外部電源喪失

設計竜巻，設計竜巻と同時に発生する雷・雹等，あるいはダウンバースト等による外部電源喪失に対しては，非常用所内電源設備の安全機能を確保できる設計とすることにより，竜巻防護対象施設の安全機能を維持する設計とする。

V - 1 - 1 - 1 - 2 - 2

設計対処施設の設計方針

目 次

1. 概要	1
2. 設計の基本方針	1
3. 要求機能及び性能目標	1
3.1 竜巻防護対象施設を収納する建屋	2
3.2 建屋内の施設で外気と繋がっている竜巻防護対象施設	2
3.3 建屋に収納されるが防護が期待できない竜巻防護対象施設	3
3.4 竜巻防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設	3

1. 概要

本資料は、添付書類「V-1-1-1-2-1 竜巻への配慮に関する基本方針」に基づき、評価対象施設の施設分類、要求機能及び性能目標を明確にし、各施設分類の機能設計及び構造強度設計に関する設計方針について説明するものである。

2. 設計の基本方針

加工施設に影響を与える可能性がある竜巻の発生により、竜巻防護対象施設及び重大事故等対処設備が安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能を損なうおそれがないようにするため、設計対処施設及び重大事故等対処設備の設計を行う。設計対処施設及び重大事故等対処設備は、添付書類「V-1-1-1-2-1 竜巻への配慮に関する基本方針」にて設定している設計竜巻に対して、その機能が維持できる設計とする。なお、屋外の重大事故等対処設備の竜巻防護に関しての位置的分散による機能維持設計及び悪影響防止のための固縛設計に関する設計方針は、添付書類「V-1-1-1-2-3 固縛対象物の選定」に示す。

評価対象施設が構造強度設計上の性能目標を達成するための構造強度の設計方針等については、添付書類「IV-2-1 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示し、評価方法及び結果については、添付書類「IV-2-2 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算書」に示す。

また、竜巻防護対策として設置する竜巻防護対策設備については、地震、火山の影響及び外部火災により竜巻防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。耐震計算の方針、方法及び結果については、添付書類「Ⅲ 主要な加工施設の耐震性に関する説明書」に、火山の影響に関する評価方針、方法及び結果については「IV-3 火山への配慮が必要な施設の強度に関する計算書」に、外部火災の評価方針、方法及び結果については「V-1-1-1-4 外部火災への配慮に関する説明書」に示す。

3. 要求機能及び性能目標

設計竜巻の影響により竜巻防護対象施設及び重大事故等対処設備が安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能を損なうおそれがないよう竜巻防護設計を行う施設を添付書類「V-1-1-1-2-1 竜巻への配慮に関する基本方針」の「2.2.1 設計対処施設」において竜巻防護対象施設等を収納する建屋、建屋内の施設で外気と繋がっている竜巻防護対象施設、建屋に収納されるが防護が期待できない竜巻防護対象施設、竜巻防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設に分類している。これらを踏まえ、施設分類ごとに要求機能を整理するとともに、構造強度設計上の性能目標を設定する。

3.1 竜巻防護対象施設を収納する建屋

(1) 施設

(a) 燃料加工建屋

(2) 要求機能

竜巻防護対象施設及び重大事故等対処設備を収納する建屋は、設計荷重(竜巻)に対し、設計飛来物が竜巻防護対象施設及び重大事故等対処設備に衝突することを防止し、竜巻防護対象施設及び重大事故等対処設備の安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないことが要求される。

(3) 性能目標

竜巻防護対象施設及び重大事故等対処設備を収納する建屋は、設計荷重(竜巻)に対し、主要構造の構造健全性を維持するとともに、個々の部材の破損により竜巻防護対象施設が安全機能を損なわないこと、また、設計飛来物の衝突に対し、貫通及び裏面剥離の発生により竜巻防護対象施設の安全機能を損なわないことを構造強度設計上の性能目標とする。

3.2 建屋内の施設で外気と繋がっている竜巻防護対象施設

(1) 施設

(a) 気体廃棄物の廃棄設備の工程室排気設備

(b) 気体廃棄物の廃棄設備のグローブボックス排気設備

(c) 非常用所内電源設備の非常用発電機の給気系及び排気系

(2) 要求機能

建屋内の施設で外気と繋がっている竜巻防護対象施設は、設計竜巻の気圧差による荷重に対し、竜巻防護対象施設の安全機能を損なわないことが要求される。

(3) 性能目標

建屋内の施設で外気と繋がっている竜巻防護対象施設は、設計竜巻の気圧差による荷重に対し、構造健全性を維持することを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による風圧力による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重については、建屋により防護されることから考慮しない。

3.3 建屋に収納されるが防護が期待できない竜巻防護対象施設

(1) 施設

(a) 非常用所内電源設備の非常用発電機の給気系及び排気系

(2) 要求機能

建屋に収納されるが防護が期待できない竜巻防護対象施設は、設計荷重(竜巻)に対し、安全機能を損なわないことが要求される。

(3) 性能目標

建屋に収納されるが防護が期待できない竜巻防護対象施設は、設計荷重(竜巻)に対し、竜巻防護対策設備を設置することにより安全機能を損なわないことを構造強度設計上の性能目標とする。

3.4 竜巻防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設

(1) 施設

(a) 気体廃棄物の廃棄設備の排気筒

(2) 要求機能

竜巻防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設は、設計荷重(竜巻)に対し、竜巻防護対象施設の安全機能を損なわないことが要求される。

(3) 性能目標

竜巻防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設は、設計荷重(竜巻)に対し、竜巻防護対象施設に倒壊又は竜巻防護対象施設の安全機能に影響を及ぼすような変形を生じないことを構造強度設計上の性能目標とする。

V - 1 - 1 - 1 - 2 - 3

固縛対象物の選定

目次

1. 概要	1
2. 選定の基本方針	1
2.1 竜巻防護のための固縛対象物の選定の基本方針	1
3. 竜巻防護のための固縛対象物の選定	2
3.1 MOX燃料加工施設の屋外に保管する資機材等	2
3.1.1 飛来物の調査	2
3.1.2 固縛対象物の選定	3
3.2 屋外の重大事故等対処設備	7

1. 概要

本資料は、添付書類「V-1-1-1-2-1 竜巻への配慮に関する基本方針」に基づき、竜巻防護のための固縛対象物の選定について説明するものである。

2. 選定の基本方針

竜巻防護のための固縛対象物の選定の基本方針について説明する。

2.1 竜巻防護のための固縛対象物の選定の基本方針

竜巻防護対象施設に対して竜巻による飛来物の影響を防止する観点から、竜巻による飛来物として想定すべき資機材等を調査し、設計竜巻により飛来物となり竜巻防護対象施設等に波及的影響を及ぼす可能性があるものを固縛、固定、竜巻防護対象施設等からの離隔及び頑健な建屋内に収納又は撤去する。

屋外の重大事故等対処設備は、設計竜巻の風圧力による荷重に対して、位置的分散等を考慮した設置又は保管をすることにより、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計に加え、悪影響防止の観点から、浮き上がり又は横滑りによって設計基準事故に対処するための設備や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突し、損傷させる可能性のあるものについて固縛する。屋外の重大事故等対処設備については、添付書類「V-1-1-1-2-4 竜巻防護に関する屋外重大事故等対処設備の設計方針」※に示す。

※ 第1回申請における対象設備はない。

3. 竜巻防護のための固縛対象物の選定

再処理事業所内の屋外に保管する資機材等及び屋外の重大事故等対処設備のうち、固縛を実施するものの選定について説明する。

3.1 MOX燃料加工施設の屋外に保管する資機材等

3.1.1 飛来物の調査

再処理事業所内をふかんした現地調査及び検討により、飛来物となりうる資機材等を抽出した。

調査結果について表3.1.1-1表に示す。

第3.1.1-1表 竜巻防護の観点から想定すべき主な飛来物の一覧表

棒状	板状	塊状	
<ul style="list-style-type: none">・鉄骨・鋼管	<ul style="list-style-type: none">・鋼板・鋼製架台	<ul style="list-style-type: none">・トラック・社用バス・乗用車・工事用車両	<ul style="list-style-type: none">・自動販売機・ドラム缶・コンテナ

注：各ジャンルにおける代表的な形状にて整理した表であり、ジャンル内の物品全てが同一の形状となるわけではない

3.1.2 固縛対象物の選定

飛来物調査により抽出した、飛来物となり得る資機材等について、資機材等の寸法、質量及び形状より空力パラメータ ($C_D A/m$) を次式により算出する。

$$\frac{C_D A}{m} = \frac{c(C_{D1}A_1 + C_{D2}A_2 + C_{D3}A_3)}{m}$$

A : 代表面積 (m^2)

c : 係数 (0.33)

C_D : 抗力係数

M : 質量 (kg)

出典：東京工芸大学(平成23年2月)「平成21～22年度原子力安全基盤調査研究(平成22年度)竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」, 独立行政法人原子力安全基盤機構委託研究成果報告書

代表面積A (m^2) は、想定すべき飛来物の形状に応じて直方体又は円柱に置換した各面の面積を表し、資機材等の形状に応じて適切に選定する。また、抗力係数 C_D は、想定すべき飛来物の形状に応じた係数として、第3.1.2-1表に示す $C_{D1} \sim C_{D3}$ を用いる。

算出した空力パラメータを用いて、竜巻による風速場の中での飛来物の軌跡を解析する解析コードの「TONBOS」により、飛来物の速度、飛散距離及び飛散高さを算出する。

また、飛来物の運動エネルギー ($=1/2 \cdot m \cdot V^2$) は飛来物の質量と解析コード「TONBOS」により算出した速度から求める。

さらに、飛来物の貫通力として、飛来物の衝突による貫通が発生する時の部材厚(貫通限界厚さ)を算出する。貫通限界厚さは、コンクリートに対して米国NRCの基準類に算出式として記載されている修正NDRC式(4.1)及びDegen式(4.2)、鋼板に対して「タービンミサイル評価(昭和52年7月20日原子炉安全専門審査会)」の中で貫通厚さの算出式に使用されているBRL式から求める。

<修正NDRC式及びDegen式>

$$\left. \begin{array}{l} \frac{X_c}{a_c d} \leq 2 \quad \text{の場合} \quad \frac{X_c}{d} = 2 \left\{ \left(\frac{12145}{\sqrt{F_c}} \right) N d^{0.2} \frac{M}{d^3} \left(\frac{V}{1000} \right)^{1.8} \right\}^{0.5} \\ \frac{X_c}{a_c d} \geq 2 \quad \text{の場合} \quad \frac{X_c}{d} = 2 \left\{ \left(\frac{12145}{\sqrt{F_c}} \right) N d^{0.2} \frac{M}{d^3} \left(\frac{V}{1000} \right)^{1.8} \right\}^{0.5} \end{array} \right\} (4.1)$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{X_c}{a_c d} \leq 1.52 \quad \text{の場合} \quad t_p = a_p d \left\{ 2.2 \left(\frac{X_c}{a_c d} \right) - 0.3 \left(\frac{X_c}{a_c d} \right)^2 \right\} \\ 1.52 \leq \frac{X_c}{a_c d} \leq 13.42 \quad \text{の場合} \quad t_p = a_p d \left\{ 0.69 + 1.29 \left(\frac{X_c}{a_c d} \right) \right\} \end{array} \right\} (4.2)$$

t_p : 貫通限界厚さ (cm)

x_c : 貫入深さ (cm)

F_c : コンクリートの設計基準強度

d : 飛来物の直径 (cm)

(飛来物の衝突面の外形の最小投影面積に等しい円の直径)

M : 飛来物の質量 (kg)

V : 飛来物の最大水平速度 (m/s)

N : 飛来物の先端形状係数

α_c : 飛来物の低減係数

α_p : 飛来物の低減係数

<BRL式>

$$T^{\frac{3}{2}} = \frac{0.5mv^2}{1.4396 \times 10^9 \cdot K^2 \cdot d^{\frac{3}{2}}}$$

T : 貫通限界厚さ (m)

d : 飛来物が衝突する衝突断面の等価直径 (m)

(最も投影面積が小さくなる衝突断面の等価直径)

K : 鋼板の材質に関する係数 (=1.0)

m : 飛来物の質量 (kg)

v : 飛来物の飛来速度 (m/s)

固縛対象物の選定は、設計飛来物に包含されているか否かについての観点により、以下の項目を満たすものを抽出する。

[固縛対象物(設計飛来物に包含されない物)の選定]

- ・運動エネルギーが設計飛来物に設定している鋼製材の175kJより大きいもの。
- ・コンクリートに対する貫通力(貫通限界厚さ)が設計飛来物に設定している鋼製材の24.7cmより大きいもの。
- ・鋼板に対する貫通力(貫通限界厚さ)が設計飛来物に設定している鋼製材の7.9mより大きいもの。

設計飛来物に包含されない資機材等は、竜巻防護対象施設等及び竜巻防護対策設備までの距離又は障害物の有無を考慮し、離隔(退避含む)の対策を講ずることができない資機材等は竜巻防護対象施設等及び竜巻防護対策設備に波及的影響を及ぼす可能性があることから固定又は固縛する。

なお、評価に用いた解析コード「TONBOS」の検証、妥当性確認等の概要については、添付書類「V-1-1-1-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

固縛対象物の選定フローを第3.1.2-1図に示す。

第 3.1.2-1 表 飛来物の抗力係数

想定飛来物形状	C_{D1}	C_{D2}	C_{D3}
棒状物体	2.0	0.7(円形断面) 1.2(矩形断面)	0.7(円形断面) 1.2(矩形断面)
板状物体	1.2	1.2	2.0
塊状物体	2.0	2.0	2.0

3.2 屋外の重大事故等対処設備

屋外の重大事故等対処設備のうち、固縛を必要とする重大事故等対処設備(以下「固縛対象設備」という。)は、設計竜巻の風荷重により設計基準事故に対処するための設備や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突し、損傷させる可能性があるかの観点で選定する。

資機材等に対する固縛の要否と同様に、解析コードの「TONBOS」により、屋外重大事故等対処設備が飛散した時の速度、飛散距離及び飛散高さを算出する。算出された飛散距離と、竜巻防護対象施設等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備との配置及び障害物の有無を考慮し、悪影響を及ぼす可能性がある重大事故等対処設備は、固縛対象設備として選定する。なお、固縛対象設備として選定されなかった屋外の重大事故等対処設備は、「3.1 MOX燃料加工施設の屋外に保管する資機材等」と同様に、設計飛来物による影響に包含されるかの観点で固縛の要否を選定する。

なお、具体的な固縛対象設備については、添付書類「V-1-1-1-2-4 竜巻防護に関する屋外重大事故等対処設備の設計方針」※に記載する。

※ 第1回申請における対象設備はない。

V - 1 - 1 - 1 - 3

火山への配慮に関する説明書

V - 1 - 1 - 1 - 3 - 1

火山への配慮に関する基本方針

目 次

1. 概要	1
2. 火山防護に関する基本方針	1
2.1 基本方針	1
2.1.1 火山より防護すべき施設	1
2.1.2 設計に用いる降下火砕物特性	1
2.1.3 降下火砕物の影響に対する設計方針	2
2.2 適用規格	6

1. 概要

本資料は、MOX 燃料加工施設の火山防護設計が「加工施設の技術基準に関する規則」（以下、「技術基準規則」という。）第八条に適合することを説明し、技術基準規則第三十条に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備への配慮についても説明するものである。

2. 火山防護に関する基本方針

2.1 基本方針

MOX 燃料加工施設の火山防護設計は、安全機能を有する施設については想定される火山事象によりその安全性を損なわないこと、重大事故等対処設備については想定される火山事象により重大事故等に対処するために必要な機能が損なわないことを目的とし、技術基準規則に適合するように設計する。

想定される火山事象は、MOX 燃料加工施設の運用期間中において MOX 燃料加工施設の安全機能に影響を及ぼし得るとして事業許可(変更許可)を受けた降下火砕物であり、その直接的影響及び間接的影響について考慮する。

2.1.1 降下火砕物より防護すべき施設

安全機能を有する施設のうち、降下火砕物から防護する施設(以下「降下火砕物防護対象施設」という。)としては、安全評価上その機能を期待する構築物、系統及び機器を漏れなく抽出する観点から、安全上重要な構築物、系統及び機器を抽出し、降下火砕物により臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわないよう機械的強度を有すること等により、安全機能を損なわない設計とする。

上記に含まれない安全機能を有する施設については、降下火砕物に対して機能を維持すること若しくは降下火砕物による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障がない期間での修理を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物より防護すべき施設は、降下火砕物防護対象施設及び重大事故等対象設備とする。

2.1.2 設計に用いる降下火砕物特性

MOX 燃料加工施設における降下火砕物の設計条件については、事業許可(変更許可)を受けた層厚 55cm、密度 1.3g/cm^3 (湿潤状態)として設定する。その特性値を第 2.1.2-1 表に示す。

降下火砕物の特徴としては、以下のものがある。

- ・火山ガラス片及び鉱物結晶片から成る。ただし、砂よりもろく硬度は小さい。
- ・亜硫酸ガス、硫化水素、ふっ化水素等の毒性及び腐食性のある火山ガス成分が付着している。ただし、直ちに金属腐食を生じさせることはない。
- ・水に濡れると導電性を生じる。
- ・湿った降下火砕物は、乾燥すると固結する。
- ・降下火砕物の粒子の融点は、一般的な砂と比べ約 1000°C と低い。

第 2.1.2-1 表 降下火砕物の特性値

密度(湿潤)(g/cm ³)	層厚(cm)
1.3	55

2.1.3 降下火砕物の影響に対する設計方針

降下火砕物防護対象施設に係る降下火砕物の影響について評価を行う施設(以下、「設計対処施設」という。)及び重大事故等対象設備に係る降下火砕物の影響を考慮する施設(以下、「降下火砕物の影響を考慮する施設」という。)において、考慮する直接的影響因子が異なることから、設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設に関連する影響因子の組合せを設定する。

設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設の選定については、添付書類「V-1-1-1-3-2 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定」に示す。設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設と影響因子との関連については、添付書類「V-1-1-1-3-3 設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」に示す。

選定した設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設及び影響因子について、「2.1.2 設計に用いる降下火砕物特性」にて設定している降下火砕物に対する火山防護設計を実施する。設計においては、添付書類「V-1-1-1-1-1 加工施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」で設定している自然現象の組合せに従って、自然現象のうち、風(台風)及び積雪の荷重との組合せを考慮する。

重大事故等対処設備は、添付書類「V-1-1-4 安全機能を有する施設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」*の環境条件を考慮し設計する。詳細な設計については、添付書類「V-1-1-1-3-3 設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」に示す。

※ 第 1 回申請における対象設備はない。

(1) 設計方針

a. 構造物への荷重に対する設計方針

降下火砕物に対する防護設計を行うために、降下火砕物を湿潤状態とした場合における荷重、個々の設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設に通常時に作用している荷重、運転時荷重及び火山と同時に発生し得る自然現象による荷重を組み合わせた荷重(以下「設計荷重(火山)」という。)を設定する。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は、設計荷重(火山)に対し、建屋に収納される降下火砕物防護対象施設の必要な機能を損なわない設計とする。

屋外の重大事故等対処設備は、降下火砕物堆積時において、降下火砕物による荷重に対して、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計とする。

降下火砕物の荷重は湿潤状態の $7150\text{N}/\text{m}^2$ とする。なお、積雪単独の堆積荷重は $5700\text{N}/\text{m}^2$ (積雪量：190cm)であるため、積雪の設計は火山の設計に包絡される。

なお、当該施設に堆積する降下火砕物を適切に除去する手順を整備することを保安規定に定める。

b. 構造物への粒子の衝突に対する設計方針

構造物への粒子の衝突を考慮する施設は、構造物への降下火砕物の粒子の衝突の影響により、安全機能を損なわない設計とする。

なお、粒子の衝撃荷重による影響については、竜巻の設計飛来物の影響に包絡される。

c. 閉塞に対する設計方針

換気系、電気系及び計装制御系における閉塞を考慮する施設は、降下火砕物の侵入を防止することにより、降下火砕物を含む空気による流路の閉塞を防止し、安全機能を損なわない設計とする。

なお、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋においては、フィルタ類の交換又は清掃の手順を整備することを保安規定に定める。

また、非常用所内電源設備の非常用発電機に対しては降下火砕物用フィルタの追加設置など、さらなる降下火砕物対策の実施についての手順を整備することを保安規定に定める。

d. 磨耗に対する設計方針

換気系、電気系及び計装制御系における磨耗を考慮する施設は、降下火砕物の侵入を防止することにより、降下火砕物による磨耗を防止し、安全機能を損なわない設計とする。

なお、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋においては、フィルタ類の交換又は清掃の手順を整備することを保安規定に定める。

また、非常用所内電源設備の非常用発電機に対しては降下火砕物用フィルタの追加設置など、さらなる降下火砕物対策の実施についての手順を整備することを保安規定に定める。

e. 腐食に対する設計方針

構造物、換気系、電気系及び計装制御系における腐食を考慮する施設は、降下火砕物の侵入を防止すること、塗装及び腐食し難い金属の使用又は防食処理により、降下

火砕物に含まれる腐食性のあるガスによる化学的影響(腐食)を防止し、安全機能を損なわない設計とする。

なお、降下火砕物堆積後の長期的な腐食の影響については、堆積した降下火砕物の除去後に点検し、必要に応じて修理を行うこと並びに日常的な保守及び修理の手順を整備することを保安規定に定める。

f. 中央監視室等の大気汚染に対する設計方針

敷地周辺の大気汚染に対して、全工程停止及びグローブボックス排風機以外の送排風機を停止し、MOX 燃料加工施設を安定な状態に移行する措置を講ずるとともに、施設の監視が適時実施できるように、資機材を確保し手順を整備することを保安規定に定める。

g. 絶縁低下に対する設計方針

絶縁低下を考慮する施設は、降下火砕物の侵入を防止することにより、降下火砕物による絶縁低下を防止し、安全機能を損なわない設計とする。

h. 間接的影響に対する設計方針

間接的影響を考慮する施設は、想定する降下火砕物による間接的影響である長期(7日間)の外部電源喪失、敷地外における交通の途絶及び敷地内における交通の途絶によるアクセス制限事象に対し、安全機能を損なわない設計とする。

MOX 燃料加工施設の運転に影響を及ぼすと予見される場合には、全工程停止及びグローブボックス排風機以外の送排風機を停止し、火災による閉じ込め機能の不全を防止するために必要な安全上重要な施設へ7日間の電力を供給する措置を講ずる手順を整備することを保安規定に定める。

なお、敷地内の道路において降下火砕物が堆積した場合には、降灰後に除灰作業を実施し復旧する手順を整備することを保安規定に定める。

(2) 荷重の組合せ及び許容限界

添付書類「V-1-1-1-1-1 加工施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」で設定している自然現象の組合せに従って、降下火砕物、積雪及び風(台風)の荷重の組合せを考慮する。

構造物への荷重に対しては、降下火砕物の堆積による荷重とその他の荷重の組合せを考慮して構造強度評価を行い、その結果がそれぞれ定める許容限界以下となるよう設計する。

建築基準法における積雪の荷重の考え方に準拠し、降下火砕物を適切に除去する手順を整備することを保安規定に定めることで、降下火砕物の堆積による荷重を短期に生じる荷重とし、設備については、安全上適切と認められる規格及び基準(「原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1987」((社)日本電気協会)等)又は試験等で妥当性が確認されている許容限界とする。また、建屋については、機能設計上の性能目標を満足するように、建屋を構成する部位ごとに応じた許容限界を設定する。

設計に用いる降下火砕物、積雪及び風(台風)の組合せを考慮した荷重の算出については、添付書類「IV-3-1 火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す。

a. 荷重の種類

(a) 通常時に作用している荷重

通常時に作用している荷重としては、持続的に生じる荷重である自重、積載荷重を考慮する。

(b) 降下火砕物の堆積による荷重

湿潤状態の降下火砕物が堆積した場合の荷重を考慮する。ただし、この荷重は短期荷重とする。

(c) 積雪荷重

添付書類「V-1-1-1-1-1 加工施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」で設定している自然現象の組合せに従って、積雪荷重を考慮する。ただし、この荷重は短期荷重とする。

(d) 風荷重

添付書類「V-1-1-1-1-1 加工施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」で設定している自然現象の組合せに従って、風荷重を考慮する。ただし、この荷重は短期荷重とする。

(e) 運転時の状態で施設に作用する荷重

運転時の状態で施設に作用する荷重として、考慮する荷重はない。

b. 荷重の組合せ

- (a) 設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設における荷重の組合せとしては、設計に用いる通常時に作用している荷重、降下火砕物の堆積による荷重、積雪荷重及び風荷重を適切に考慮する。
- (b) 通常時に作用している荷重、積雪荷重及び風荷重については、組み合わせることで降下火砕物の堆積による荷重の抗力となる場合には、保守的に組合せないことを基本とする。
- (c) 設計に用いる降下火砕物の堆積による荷重、積雪荷重及び風荷重については、対象とする施設の設置場所、その他の環境条件によって設定する。

c. 許容限界

降下火砕物の堆積による荷重及びその他の荷重に対する許容限界は、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」（(社)日本電気協会)等の安全上適切と認められる規格及び基準等で妥当性が確認されている値を用いて、降下火砕物が堆積する期間を考慮し設定する。

添付書類「V-1-1-1-3-3 設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「3.2 影響因子を考慮した施設分類」において選定する構造物への静的負荷を考慮する施設のうち、設備については、許容荷重が設計荷重(火山)に対して安全余裕を有することにより構造健全性を失わないことを基本とする。

構造物への静的負荷を考慮する施設のうち、建屋については、収納する降下火砕物対象施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持できるように、建屋を構成する部位ごとに応じた許容限界を設定する。

許容限界の詳細については、添付書類「IV-3-1 火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す。

2.2 適用規格

適用する規格、基準等を以下に示す。

- (1) 建築基準法・同施行令・同告示
- (2) 青森県建築基準法施行細則
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 ((社)日本電気協会)
- (4) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- (5) 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)
- (6) 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)
- (7) 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)

V-1-1-1-3-2

設計対処施設及び降下火砕物の
影響を考慮する施設の選定

目 次

1. 概要	1
2. 選定の基本方針	1
3. 設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設の選定	2

1. 概要

本資料は、添付書類「V-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」に示す降下火砕物の影響に対する設計方針を踏まえて、降下火砕物の影響を考慮する施設の選定について説明するものである。

2. 選定の基本方針

設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設は、その設置状況や構造等により以下のとおり選定する。

降下火砕物防護対象施設に係る設計対処施設は以下により選定する。

屋内に設置している降下火砕物防護対象施設は、建屋にて防護されており直接降下火砕物とは接触しないため、降下火砕物防護対象施設の代わりに降下火砕物防護対象施設を収納する建屋を設計対処施設として選定する。

降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設を設計対処施設として選定する。

外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する降下火砕物防護対象施設を設計対処施設として選定する

重大事故等対処設備に係る降下火砕物の影響を考慮する施設は以下により選定する。

屋内に設置している重大事故等対処設備は、建屋にて防護されることから、重大事故等対処設備を収納する建屋を降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

降下火砕物を含む空気の流路となる重大事故等対処設備を降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

屋外に設置している常設重大事故等対処設備は、直接降下火砕物と接触するため、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

ただし、内的事象を要因とする重大事故等へ対処する常設重大事故等対処設備のうち安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設と兼用する常設重大事故等対処設備は、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間で修理の対応を行うこと、関連する工程の停止等又はこれらを適切に組み合わせることにより、その機能を確保する設計とする。

3. 設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設の選定

「2. 選定の基本方針」に示す選定方針を踏まえて、設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設を以下のとおり選定する。

(1) 設計対処施設

a. 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋

設計対処施設のうち、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋として、以下の建屋を選定する。

(a) 燃料加工建屋

b. 降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設

設計対処施設のうち、降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設として、以下の設備を選定する。

(a) 非常用所内電源設備の非常用発電機

c. 外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する降下火砕物防護対象施設

設計対処施設のうち、外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する降下火砕物防護対象施設として、以下の設備を選定する。

(a) 焼結設備、火災防護設備及び小規模試験設備のうち空気を取り込む機構を有する制御盤及び監視盤

(b) 非常用所内電源設備のうち空気を取り込む機構を有する電気盤

d. 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋

外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する降下火砕物防護対象施設への影響を防止するため、以下の設備を選定する。

(a) 気体廃棄物の廃棄設備の給気設備

(b) 非管理区域換気空調設備

(2) 降下火砕物の影響を考慮する施設

重大事故等対処設備を収納する建屋及び重大事故等対処設備のうち降下火砕物の影響を考慮する施設を示す。*

※ 降下火砕物の影響を考慮する施設については、第1回申請において対象設備はない。

V-1-1-1-3-3

設計対処施設及び降下火砕物の
影響を考慮する施設の設計方針

目 次

1.	概要	1
2.	設計の基本方針	1
3.	施設分類	3
3.1	設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設と影響因子との関連	3
3.2	影響因子を考慮した施設分類	6
4.	要求機能及び性能目標	7
4.1	構造物への荷重を考慮する施設	7
4.2	換気系，電気系及び計装制御系における閉塞を考慮する施設	8
4.3	換気系，電気系及び計装制御系における磨耗を考慮する施設	9
4.4	構造物，換気系，電気系及び計装制御系における腐食を考慮する施設	10
4.5	絶縁低下を考慮する施設	11
4.6	間接的影響を考慮する施設	12
5.	機能設計	13
5.1	構造物への荷重を考慮する施設	13
5.2	換気系，電気系及び計装制御系における閉塞を考慮する施設	14
5.3	換気系，電気系及び計装制御系における磨耗を考慮する施設	15
5.4	構造物，換気系，電気系及び計装制御系における腐食を考慮する施設	16
5.5	絶縁低下を考慮する施設	17
5.6	間接的影響を考慮する施設	18

1. 概要

本資料は、添付書類「V-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」に示す降下火砕物の影響に対する設計方針を踏まえて、設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設の影響因子との組合せ、施設分類、要求機能及び性能目標を明確にし、各施設分類の機能設計に関する設計方針について説明するものである。

2. 設計の基本方針

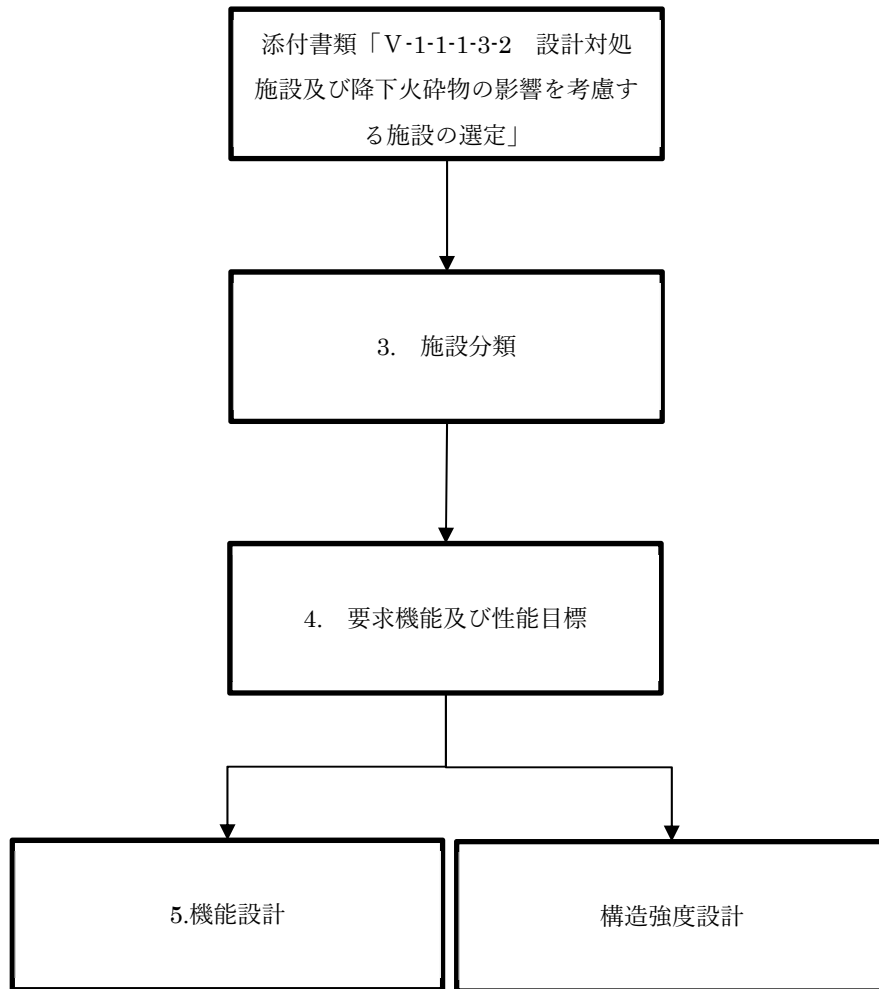
MOX 燃料加工施設に影響を与える可能性がある火山事象の発生により、「V-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」にて設定している降下火砕物より防護すべき施設がその安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう、設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設の設計を行う。設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設は、添付書類「V-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」にて設定している降下火砕物に対して、その機能が維持できる設計とする。

設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設の設計に当たっては、添付書類「V-1-1-1-3-2 設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設の選定」にて選定している施設を踏まえて、影響因子ごとに施設を分類する。その施設分類及び添付書類「V-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」にて設定している火山防護設計の目的を踏まえて、施設分類ごとに要求機能を整理するとともに、施設ごとに機能設計上の性能目標及び構造強度設計上の性能目標を定める。

降下火砕物の影響を考慮する施設の機能設計上の性能目標を達成するため、施設分類ごとに各機能の設計方針を示す。

なお、設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設が構造強度設計上の性能目標を達成するための構造強度の設計方針等については、添付書類「IV-3-1 火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示し、強度計算の方法及び結果については、添付書類「IV-3-2 火山への配慮が必要な施設の強度計算書」に示す。

設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設の設計フローを第 2-1 図に示す。



注：フロー中の番号は本資料での記載事項の章を示す。なお、構造強度設計については、添付書類「IV-3-1 火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す。

第 2-1 図 設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設の設計フロー

3. 施設分類

「V-1-1-1-3-2 設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設の選定」で抽出した各設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設において、考慮する直接的影響因子が異なることから、設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設と影響因子との関連について整理した上で、直接的影響及び間接的影響に対する各施設分類を以下に示す。

なお、降下火砕物の影響を考慮する施設については、第1回申請における対象設備はない。

3.1 設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設と影響因子との関連

設計にて考慮すべき直接的影響因子については、降下火砕物の特徴から以下のものが考えられる。

降下火砕物はマグマ噴出時に粉碎、急冷したガラス片、鈹物結晶片からなる粒子であり、堆積による構造物への荷重並びに施設への取り込みによる閉塞及び磨耗が考えられる。また、降下火砕物には亜硫酸ガス、硫化水素及びフッ化水素等の火山ガス成分が付着しているため、施設への接触による腐食及び施設への取り込みによる大気汚染が考えられる。さらに、降下火砕物は水に濡れると酸性を呈し導電性を生じるため、絶縁低下が考えられる。

これらの直接的影響因子を踏まえ、間接的影響を考慮する施設以外の設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設の形状、機能に応じて、影響因子を設定する。

(1) 構造物への荷重

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋及び屋外に設置する降下火砕物防護対象施設については、荷重による影響を考慮するため、構造物への荷重を影響因子として設定する。

(2) 構造物への粒子の衝突

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋及び屋外に設置する降下火砕物防護対象施設については、粒子の衝突による影響を考慮するため、構造物への粒子の衝突を影響因子として設定する。

なお、構造物への粒子の衝突による影響については、竜巻の設計飛来物の影響に包絡される。

(3) 閉塞

建屋内に収納される降下火砕物防護対象施設及び降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設については、閉塞による影響を考慮するため、換気系、電気系及び計装制御系における閉塞を影響因子として設定する。

(4) 磨耗

建屋内に収納される降下火砕物防護対象施設及び降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設については、磨耗による影響を考慮するため、換気系、電気系及び計装制御系における磨耗を影響因子として設定する。

(5) 腐食

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋、屋外に設置する降下火砕物防護対象施設及び降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設については、腐食による影響を考慮するため、構造物、換気系、電気系及び計装制御系における腐食を影響因子として設定する。

(6) 敷地周辺の大気汚染

中央監視室等については、大気汚染による影響を考慮するため、敷地周辺の大気汚染を影響因子として設定する。

(7) 絶縁低下

電気系及び計装制御系のうち、外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する設備については、絶縁低下による影響を考慮するため、絶縁低下を影響因子として設定する。

設定した影響因子(構造物への粒子の衝突を除く。)と間接的影響を考慮する施設以外の設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設との組合せを整理する。

設計対処施設の特性を踏まえて必要な設計項目を選定した結果を第 3.1-1 表に示す。

その結果を踏まえ、間接的影響を考慮する施設を含めた施設の分類を「3.2 影響因子を考慮した施設分類」に示す。

第3.1-1表 設計対処施設（間接的影響を考慮する施設を除く。）と影響因子の組合せ

設計対処施設		直接的影響の要因						
		建造物への荷重	建造物への粒子の衝突	換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞）	換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（磨耗）	建造物、換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）	敷地周辺の大気汚染	絶縁低下
①降下火砕物防護対象施設を収納する建屋 （（ ）内の記載は、建屋内に収納される降下火砕物防護対象施設に対する評価）	燃料加工建屋	○ (*1)	○ (*1)	— (○)	— (○)	○ (○)	— (*3)	— (○)
②降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設	非常用所内電源設備の非常用発電機	*1	*1	○	○	○	*3	*2
③外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する降下火砕物防護対象施設	焼結設備のうち空気を取り込む機構を有する制御盤及び監視盤	*1	*1	*2	*2	*2	*3	○ *2
	火災防護設備のうち空気を取り込む機構を有する制御盤及び監視盤							
	小規模試験設備のうち空気を取り込む機構を有する制御盤及び監視盤							
④外気を取り込む空調系統	非常用所内電源設備のうち空気を取り込む機構を有する電気盤	*1	*1	○	○	○	*3	○
	気体廃棄物の廃棄設備 給気設備 非管理区域換気空調設備							

*1：建屋により影響を無視できるため考慮不要

*2：外気を取り込む空調系統から建屋内部に降下火砕物を取り込まれることによる影響を考慮。

*3：居住環境を維持する必要がないため考慮不要。また、大気汚染に対して施設の監視が適時実施できるように、資機材を確保し手順を整備する。

3.2 影響因子を考慮した施設分類

降下火砕物により直接的影響を考慮する施設及び間接的影響を考慮する施設に対する各施設の分類を以下のとおりとする。

- (1) 構造物への静的負荷を考慮する施設
 - a. 燃料加工建屋

- (2) 換気系、電気系及び計装制御系における閉塞を考慮する施設
 - a. 燃料加工建屋
 - b. 非常用所内電源設備の非常用発電機
 - c. 気体廃棄物の廃棄設備 給気設備
 - d. 非管理区域換気空調設備

- (3) 換気系、電気系及び計装制御系における磨耗を考慮する施設
 - a. 燃料加工建屋
 - b. 非常用所内電源設備の非常用発電機
 - c. 気体廃棄物の廃棄設備 給気設備
 - d. 非管理区域換気空調設備

- (4) 構造物、換気系、電気系及び計装制御系における腐食を考慮する施設
 - a. 燃料加工建屋
 - b. 非常用所内電源設備の非常用発電機
 - c. 気体廃棄物の廃棄設備 給気設備
 - d. 非管理区域換気空調設備

- (5) 絶縁低下を考慮する施設
 - a. 焼結設備、火災防護設備及び小規模試験設備のうち空気を取り込む機構を有する制御盤及び監視盤
 - b. 非常用所内電源設備のうち空気を取り込む機構を有する電気盤
 - c. 燃料加工建屋
 - d. 気体廃棄物の廃棄設備 給気設備
 - e. 非管理区域換気空調設備

- (6) 間接的影響を考慮する施設
 - a. 非常用所内電源設備の非常用発電機

4. 要求機能及び性能目標

火山事象の発生に伴い、降下火砕物防護対象施設の安全機能を損なわないよう、また、重大事故等対処設備の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわないよう、火山防護設計を行う施設を「3. 施設分類」において、構造物への荷重を考慮する施設、換気系、電気系及び計装制御系における閉塞を考慮する施設、換気系、電気系及び計装制御系における磨耗を考慮する施設、構造物、換気系、電気系及び計装制御系における腐食を考慮する施設、敷地周辺の大気汚染を考慮する施設、絶縁低下を考慮する施設及び間接的影響を考慮する施設に分類している。これらを踏まえ、施設分類ごとに要求機能を整理するとともに、機能設計上の性能目標及び構造強度設計上の性能目標を設定する。

なお、降下火砕物の影響を考慮する施設については、第1回申請における対象設備はない。

4.1 構造物への荷重を考慮する施設

(1) 施設

a. 燃料加工建屋

(2) 要求機能

構造物への荷重を考慮する施設は、設計荷重(火山)を考慮した場合においても、降下火砕物防護対象施設が要求される機能を損なわないよう、建屋に収納される降下火砕物防護対象施設に降下火砕物の堆積による荷重が作用することを防止することが要求される。

(3) 性能目標

a. 燃料加工建屋

構造物への荷重を考慮する施設は、設計荷重(火山)に対し、建屋に収納される降下火砕物防護対象施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

構造物への荷重を考慮する施設は、設計荷重(火山)に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、建屋全体として構造健全性を維持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

4.2 換気系、電気系及び計装制御系における閉塞を考慮する施設

換気系、電気系及び計装制御系における閉塞を考慮する施設は、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋、降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設である非常用所内電源設備の非常用発電機並びに外気を取り込む空調系統である気体廃棄物の廃棄設備の給気設備及び非管理区域換気空調設備がある。

なお、燃料加工建屋以外の設備については第1回申請における対象設備はない。

(1) 施設

a. 燃料加工建屋

(2) 要求機能

換気系、電気系及び計装制御系における閉塞を考慮する施設は、想定する降下火砕物に対し、その安全性を損なうおそれがないことが要求される。

(2) 性能目標

a. 燃料加工建屋

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋は、想定する降下火砕物による閉塞に対し、外気取入口への降下火砕物の侵入を低減させることにより、建屋に収納される換気系、電気系及び計装制御系の降下火砕防護対象施設の安全機能を損なわないことを機能設計上の性能目標とする。

4.3 換気系，電気系及び計装制御系における磨耗を考慮する施設

換気系，電気系及び計装制御系における磨耗を考慮する施設は，降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋，降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設である非常用所内電源設備の非常用発電機並びに外気を取り込む空調系統である気体廃棄物の廃棄設備の給気設備及び非管理区域換気空調設備がある。

なお，燃料加工建屋以外の設備については第1回申請における対象設備はない。

(1) 施設

a. 燃料加工建屋

(2) 要求機能

換気系，電気系及び計装制御系における磨耗を考慮する施設は，想定する降下火砕物に対し，その安全性を損なうおそれがないことが要求される。

(2) 性能目標

a. 燃料加工建屋

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋は，想定する降下火砕物による磨耗に対し，外気取入口への降下火砕物の侵入を低減させることにより，建屋に収納される換気系，電気系及び計装制御系の降下火砕防護対象施設の安全機能を損なわないことを機能設計上の性能目標とする。

4.4 構造物、換気系、電気系及び計装制御系における腐食を考慮する施設

構造物及び換気系、電気系及び計装制御系における腐食を考慮する施設は、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋、降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設である非常用所内電源設備の非常用発電機並びに外気を取り込む空調系統である気体廃棄物の廃棄設備の給気設備及び非管理区域換気空調設備がある。

なお、燃料加工建屋以外の設備については第1回申請における対象設備はない。

(1) 施設

a. 燃料加工建屋

(2) 要求機能

構造物及び換気系、電気系及び計装制御系における腐食を考慮する施設は、想定される降下火砕物を起因として生じる腐食に対し、その安全機能を損なわないことが要求される。

(3) 性能目標

a. 燃料加工建屋

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋は、想定する降下火砕物による腐食に対し、外壁塗装及び屋上防水がなされていること又は運用により、建屋が、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を接触させない機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

また、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋は、想定する降下火砕物による磨耗に対し、外気取入口への降下火砕物の侵入を低減させることにより、建屋に収納される換気系、電気系及び計装制御系の降下火砕防護対象施設の安全機能を損なわないことを機能設計上の性能目標とする。

4.5 絶縁低下を考慮する施設

絶縁低下を考慮する施設は、外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する降下火砕物防護対象施設並びに降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋、外気を取り込む空調系統である気体廃棄物の廃棄設備の給気設備及び非管理区域換気空調設備である以下の設備がある。

なお、燃料加工建屋以外の設備については第1回申請における対象設備はない。

(1) 施設

a. 燃料加工建屋

(2) 要求機能

絶縁低下を考慮する施設は、想定する降下火砕物に対し、その安全性を損なうおそれがないことが要求される。

(2) 性能目標

a. 燃料加工建屋

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋は、想定する降下火砕物による絶縁低下に対し、外気取入口への降下火砕物の侵入を低減させることにより、外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する降下火砕物防護対象施設の安全機能を損なわないことを機能設計上の性能目標とする。

4.6 間接的影響を考慮する施設

間接的影響を考慮する施設は非常用所内電源設備の非常用発電機である。
なお、第1回申請における対象設備はない。

5. 機能設計

添付書類「V-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」で設定している降下火砕物特性に対し、「4. 要求機能及び性能目標」で設定している設計対処施設及び降下火砕物の影響を考慮する施設の機能設計上の性能目標を達成するために、各施設の機能設計の方針を定める。

なお、降下火砕物の影響を考慮する施設については、第1回申請における対象設備はない。

5.1 構造物への荷重を考慮する施設

(1) 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋の設計方針

構造物への静的負荷を考慮する施設のうち建屋は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.1 (3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

構造物への静的負荷を考慮する施設のうち建屋は、設計荷重(火山)に対し、建屋に収納される降下火砕物防護対象施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持する設計とする。

5.2 換気系，電気系及び計装制御系における閉塞を考慮する施設*

※ 燃料加工建屋以外の設備については第1回申請における対象設備はない。

(1) 施設

a. 燃料加工建屋

構造物への静的負荷を考慮する施設のうち建屋は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.2 (3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために，以下の設計方針とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は，外気取入口に防雪フードを設け，降下火砕物が侵入し難い構造とする。

5.3 換気系，電気系及び計装制御系における磨耗を考慮する施設*

※ 燃料加工建屋以外の設備については第1回申請における対象設備はない。

(1) 施設

a. 燃料加工建屋

構造物への静的負荷を考慮する施設のうち建屋は，「4. 要求機能及び性能目標」の「4.3 (3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために，以下の設計方針とする。

降下火碎物防護対象施設を収納する建屋は，外気取入口に防雪フードを設け，降下火碎物が侵入し難い構造とする。

5.4 構造物、換気系、電気系及び計装制御系における腐食を考慮する施設※

(1) 燃料加工建屋の設計方針

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.4 (3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する燃料加工建屋は、想定する降下火砕物による腐食に対し、外壁塗装及び屋上防水を実施することで、降下火砕物による化学的腐食により短期的な影響を受けることはない。

また、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は、外気取入口に防雪フードを設け、降下火砕物が侵入し難い構造とする。

降下火砕物堆積後の長期的な腐食の影響については、堆積した降下火砕物の除去後に点検し、必要に応じて修理を行うこと並びに日常的な保守及び修理を行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

※ 燃料加工建屋以外の設備については第1回申請における対象設備はない。

5.5 絶縁低下を考慮する施設*

※ 燃料加工建屋以外の設備については第1回申請における対象設備はない。

(1) 施設

a. 燃料加工建屋

構造物への静的負荷を考慮する施設のうち建屋は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.5 (3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

降下火碎物防護対象施設を収納する建屋は、外気取入口に防雪フードを設け、降下火碎物が侵入し難い構造とする。

5.6 間接的影響を考慮する施設※

※ 第1回申請における対象設備はない。

V - 1 - 1 - 1 - 4

外部火災への配慮に関する説明
書

V - 1 - 1 - 1 - 4 - 1

外部火災への配慮に関する基本
方針

目 次

1. 概要	1
2. 外部火災防護に関する基本方針	1
2.1 基本方針	1
2.1.1 外部火災より防護すべき施設	3
2.1.2 外部火災より防護すべき施設の設計方針	3
2.1.3 外部火災防護対象施設の評価方針	6
2.2 適用規格及び適用基準	6

1. 概要

本資料は、MOX燃料加工施設の外部火災防護設計が「加工施設の技術基準に関する規則」（以下、「技術基準規則」という。）第8条に適合することを説明し、技術基準30条に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備への配慮についても説明するものである。

2. 外部火災防護に関する基本方針

2.1 基本方針

MOX燃料加工施設の外部火災防護設計は、外部火災防護対象施設について外部火災によりその安全機能を損なうおそれがないこと及び安全機能を損なうおそれがある場合は防護措置その他の適切な措置を講じなければならないこと、重大事故等対処設備については、外部火災により重大事故等時に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことを目的とし、技術基準規則に適合するように設計する。

想定される外部火災において、火災・爆発源を敷地内に設定し、外部火災防護対象施設に係る温度や距離を算出し、これらによる影響評価を行い、最も厳しい火災・爆発が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。

外部火災防護対象施設は、防火帯の設置、建屋による防護及び離隔距離の確保による防護を行うことで、安全機能を損なわない設計とする。

また、外部火災による二次的影響(ばい煙)、二次的影響(有毒ガス)を考慮し、外部火災防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

屋内の重大事故等対処設備については建屋にて防護し、屋外の重大事故等対処設備については必要な機能を損なわないよう、離隔距離等を確保し位置的分散を図る設計とする。

敷地内の火災・爆発源として、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」（以下「外部火災ガイド」という。）を参考として、森林火災、敷地内に設置する屋外の危険物貯蔵施設及び可燃性ガスボンベ(以下「危険物貯蔵施設等」という。)による火災・爆発、航空機墜落による火災、航空機墜落による火災と危険物貯蔵施設等の火災及び爆発との重畳を想定する。

近隣の産業施設の火災としては、敷地周辺10km範囲内に存在するむつ小川原国家石油備蓄基地(以下「石油備蓄基地」という。)の火災及び石油備蓄基地の火災と森林火災の重畳を想定する。

建屋に収納される外部火災防護対象施設は、建屋にて防護することから建屋を評価する。建屋内に收容される外部火災防護施設である非常用所内電源設備の非常用発電機は建屋の外気取入口から流入する空気を取り込むことから、外気取入口から流入す

る空気温度を評価する。また、敷地内に設置する危険物貯蔵施設等については、貯蔵物の温度を評価する。

外部火災の影響については、敷地周辺及び敷地内の植生の定期的な現場確認を行い、植生に大きな変化があった場合、あるいは外部火災の評価条件に変更があった場合は、外部火災防護対象施設の安全機能への影響評価を実施する手順を整備することを保安規定に定める。

2.1.1 外部火災より防護すべき施設

安全機能を有する施設のうち、安全評価上その機能を期待する施設の安全機能を維持し、かつ、臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわないようにするため、安全上重要な施設を外部火災防護対象施設とする。外部火災より防護すべき施設は、外部火災防護対象施設及び重大事故等対処設備とする。

2.1.2 外部火災より防護すべき施設の設計方針

(1) 外部火災防護対象施設の設計方針

森林火災については、外部火災防護対象施設を収納する建屋の外壁表面温度が事業許可(変更許可)を受けた許容温度(200°C)となる危険距離23m以上の離隔距離を確保する設計とする。また、外部火災防護対象施設を収納する建屋の外壁表面温度を許容温度以下とすることにより外部火災防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

非常用所内電源設備の非常用発電機の外気取入口から流入する空気の温度の評価については、可燃物量が多く、火災の燃焼時間が長く輻射熱の影響が厳しい石油備蓄基地火災の熱影響評価に包絡されるため火災評価は実施しない。

また、森林火災を想定しても、敷地内の危険物貯蔵施設等の貯蔵物の温度を許容温度以下とすることで、危険物貯蔵施設等の火災・爆発を防止し、外部火災防護対象施設を収納する建屋への影響を与えない設計とする。

森林火災については、延焼防止を目的として、事業許可(変更許可)を受けた防火帯(25m以上)を敷地内に設ける設計とし、防火帯は延焼防止効果を損なわない設計とするため、防火帯に可燃物を含む機器等を設置する場合は必要最小限とするとともに、不燃性シートで覆う等の対策を実施する。

敷地内の危険物貯蔵施設等の火災については、火災源からの輻射強度、燃焼継続時間等を求め、外部火災防護対象施設を収納する建屋の外壁表面温度を許容温度以下とすることにより、外部火災防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

敷地内の危険物貯蔵施設等の爆発については、ガス爆発の爆風圧が0.01MPaとなる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

敷地内の航空機墜落による火災については、離隔距離を想定しない外部火災防護対象施設を収納する建屋直近での火災を想定し、火災源の輻射強度、燃焼継続時間等を求め、外部火災防護対象施設を収納する建屋の外壁温度及び建屋内の温度上昇を算出し、建屋に設置する外部火災防護対象施設の安全機能及び建屋外壁が要求される機能を損なわない設計とする。

航空機墜落による火災と敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災の重畳火災については、外部火災防護対象施設を収納する建屋の直近における航空機墜落による火災評価に包絡されるため火災評価は実施しない。航空機墜落による火災と敷地内に設置

する危険物貯蔵施設等の爆発の重畳については、ガス爆発の爆風圧が0.01MPaとなる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

敷地外の火災である近隣の産業施設の火災については、敷地周辺10km範囲内に存在する石油備蓄基地(敷地西方向約0.9km)の火災を想定する。

また、敷地周辺に国道338号線及び県道180号線における燃料輸送車両の火災については、公道を通行可能な上限のガソリンが積載された状況を想定した場合でも、貯蔵量が多い敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の火災評価に包絡されることから、対象外とする。また、漂流船舶の火災については、再処理事業所は海岸から約5km離れており、敷地近傍の石油備蓄基地火災の影響に包絡されることから、対象外とする。

石油備蓄基地の火災については、火災により外部火災防護対象施設を収納する建屋の建屋外壁温度が許容温度となる輻射強度(以下「危険輻射強度」という。)を算出し、外部火災防護対象施設を収納する建屋が石油備蓄基地の火災により受ける輻射強度を、危険輻射強度以下とすることで、危険距離以上の離隔を確保する設計とする。

また、非常用所内電源設備の非常用発電機の外気取入口から流入する空気の温度を算出し、その温度を許容温度以下とすることで、非常用所内電源設備の非常用発電機の安全機能を損なわない設計とする。

近隣の産業施設の火災により周辺の森林へ飛び火し敷地へ火炎が迫ることを想定し、石油備蓄基地火災と森林火災から受ける輻射強度に基づき、外部火災防護対象施設を収納する建屋の外壁表面温度を許容温度以下とすることで、外部火災防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、石油備蓄基地火災の影響を想定しても、敷地内の危険物貯蔵施設等の貯蔵物を許容温度以下とすることで、危険物貯蔵施設等の火災・爆発を防止し、外部火災防護対象施設を収納する建屋への影響を与えない設計とする。

外部火災防護対象施設以外の安全機能を有する施設については、外部火災に対して機能を維持すること、若しくは外部火災により損傷した場合を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障が生じない期間での修理の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

外部火災防護対象施設を収納する建屋が外部火災に対して十分な健全性を有することを確認するための評価に用いる許容温度の設定根拠は、添付書類「V-1-1-1-4-3 外部火災防護における評価の基本方針」に示す。

外部火災より防護すべき施設のうち、外部火災の影響について評価を行う施設の選定については、添付書類「V-1-1-1-4-2 外部火災の影響を考慮する施設の選定」に示す。

外部火災による二次的影響については、換気設備等に適切な防護対策を講じること、安全機能を有する施設の安全機能を損なわない設計とする。

ばい煙による影響については、ばい煙の侵入を防止するため、適切な対策を講ずることによって外部火災防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

外気を取り込む設備・機器である燃料加工建屋の換気設備の給気設備及び非管理区域換気空調設備の給気系及び非常用所内電源設備の非常用発電機については、ばい煙の侵入を防止するため、フィルタを設置する設計とする。

また、外部火災により発生する有毒ガスが、中央監視室等の居住性に影響を及ぼすおそれがある場合に、全工程停止及びグローブボックス排風機以外の送排風機を停止し、MOX燃料加工施設を安定な状態に移行する措置を講じるとともに、施設の監視が適時実施できるように、資機材を確保し手順を整備することを保安規定に定める。

なお、ばい煙及び有毒ガスに対する具体的な設計については、添付書類「V-1-1-1-4-7 二次的影響（ばい煙及び有毒ガス）に対する設計※」に示す。

※ 第1回申請における対象設備はない。

(2) 重大事故等対処設備の設計方針

屋内の重大事故等対処設備については建屋にて防護し、屋外の重大事故等対処設備については必要な機能を損なわないよう、離隔距離等を確保し位置的分散を図る。具体的な位置的分散については、添付書類「V-1-1-4 安全機能を有する施設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※」に示す。

※ 第1回申請における対象設備はない。

2.1.3 外部火災防護対象施設の評価方針

建屋に収納される外部火災防護対象施設及び重大事故等対処設備は，建屋にて防護することから，外部火災による建屋への影響を評価する。

ただし，建屋内に収納される非常用所内電源設備の非常用発電機については，建屋の外気取入口から室内へ空気を取り込み，その室内空気を取り込む設計としていることから，建屋ではなく外気取入口から流入する空気の温度を評価する。

外部火災における評価方針を添付書類「V-1-1-1-4-5 外部火災防護における評価方針」に示す。

森林火災をはじめとする火災・爆発源ごとの評価方針は，添付書類「V-1-1-1-4-5 外部火災防護における評価方針」に示す。

森林火災をはじめとする火災・爆発源ごとの評価条件及び評価結果は，添付書類「V-1-1-1-4-6 外部火災防護における評価条件及び評価結果」に示す。

2.2 適用規格及び適用基準

適用する規格を以下に示す。

- (1) 「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド(原規技発第 13061912 号(平成 25 年 6 月 19 日原子力規制委員会制定))」(原子力規制委員会)
- (2) 「石油コンビナートの防災アセスメント指針」(平成 25 年 3 月 消防庁特殊災害室)

V - 1 - 1 - 1 - 4 - 2

設計対処施設及び外部火災の影響を考慮する施設の選定

目 次

1. 概要	1
2. 設計対処施設及び外部火災の影響を考慮する施設の選定	1
2.1 設計対処施設の選定	1
2.2 外部火災の影響を考慮する施設の選定	2
2.3 外部火災の二次的影響(ばい煙)を考慮する施設の選定	2
2.4 外部火災の二次的影響(有毒ガス)を考慮する施設の選定	2

1. 概要

本資料は、添付書類「V-1-1-1-4-1 外部火災への配慮に関する基本方針」に従い、外部火災の影響を考慮する施設の選定について説明するものである。

2. 設計対処施設及び外部火災の影響を考慮する施設の選定

事業(変更)許可を受けたとおり、安全機能を有する施設のうち、臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわないようにするため、安全上重要な施設を外部火災防護対象施設とする。外部火災の影響を考慮する施設は、外部火災防護対象施設及び重大事故等対処設備とする。

2.1 設計対処施設の選定

外部火災防護対象施設は全て燃料加工建屋内に収納し、建屋にて防護することから、燃料加工建屋を外部火災の影響を考慮する設計対処施設として選定する。

2.2 外部火災の影響を考慮する施設の選定

屋内の重大事故等対処設備についてはこれらを収納する建屋にて防護することから、重大事故等対処設備を収納する建屋を外部火災の影響を考慮する施設として選定する。*

屋外の重大事故等対処設備については、必要な機能を損なわないよう、離隔距離の確保等による位置的分散にて対応する。具体的な位置的分散については、添付書類「V-1-1-4 安全機能を有する施設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※」に示す。

※ 第1回申請における対象設備はない。

2.3 外部火災の二次的影響(ばい煙)を考慮する施設の選定

外部火災防護対象施設が、二次的影響(ばい煙)により、安全機能を損なうおそれがないよう、二次的影響(ばい煙)を考慮する施設を以下のとおり選定する。

- ・換気設備の給気設備及び非管理区域換気空調設備
- ・非常用所内電源設備の非常用発電機

2.4 外部火災の二次的影響(有毒ガス)を考慮する施設の選定

外部火災により発生する有毒ガスの影響については、中央監視室等の居住性に影響を及ぼすおそれがある場合に、全工程停止及びグローブボックス排風機以外の送排風機を停止し、MOX燃料加工施設を安定な状態に移行する措置を講じるとともに、施設の監視が適時実施できるように、資機材を確保し手順を整備することを保安規定に定める。

V - 1 - 1 - 1 - 4 - 3

外部火災防護における評価の基
本方針

目 次

1. 概要	1
2. 外部火災防護における評価の基本方針	1
2.1 評価の基本方針	1
2.1.1 敷地内の火災及び爆発に対する評価の基本方針	2
2.1.1.1 火災源に対する評価の基本方針	2
2.1.1.2 爆発源に対する評価の基本方針	3
2.1.2 敷地外の火災及び爆発に対する評価の基本方針	3
2.1.2.1 火災源に対する評価の基本方針	3
2.2 許容温度	3

1. 概要

本資料は、添付書類「V-1-1-1-4-1 外部火災への配慮に関する基本方針」に示す外部火災の影響に対する設計方針を踏まえて、外部火災により外部火災防護対象施設が安全機能を損なうおそれがないことを確認するための評価方針について説明するものである。

2. 外部火災防護における評価の基本方針

技術基準規則のうち第八条に適合することを確認し、添付書類「V-1-1-1-4-2 外部火災の影響を考慮する施設の選定」で示す施設について、添付書類「V-1-1-1-4-5 外部火災防護における評価方針」により評価を行う。火災・爆発源ごとに危険距離等を算出し、その危険距離等を上回る離隔距離が確保されていること、又は算出した設計対処施設及び重大事故等対処設備を収納する建屋の表面温度が許容温度を満足すること、若しくは設計対処施設及び重大事故等対処設備を収納する建屋の外壁温度及び建屋内の温度上昇により屋内の外部火災防護対象施設及び重大事故対処設備へ影響がないこと確認する。

2.1 評価の基本方針

評価方針は、外部火災ガイドを参考に、添付書類「V-1-1-1-4-1 外部火災への配慮に関する基本方針」により実施することを基本とする。

具体的な評価方針は、添付書類「V-1-1-1-4-5 外部火災防護における評価方針」に示す。

2.1.1 敷地内の火災及び爆発に対する評価の基本方針

2.1.1.1 火災源に対する評価の基本方針

(1) 森林火災

事業許可(変更許可)を受けたとおり防火帯外縁における火災輻射強度を用いて算出した、設計対処施設の外壁の表面温度が許容温度となる危険距離 23m 以上を上回る隔離距離が確保されていることを確認する。

また、事業許可(変更許可)を受けたとおり防火帯の外縁(火炎側)付近における火炎最前線のセルから最大火災輻射強度(750kW/m²)となるセルを評価対象の最短となる位置に配置し、火炎最前線の火炎が到達したセルを横一列に並べて、全てのセルからの輻射強度による設計対処施設の外壁表面温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

さらに、森林火災によるMOX燃料加工施設の危険物貯蔵施設等への影響については、危険物貯蔵施設等の内部温度が貯蔵物の許容温度以下となることを確認する。

(2) 敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災

敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の火災については、貯蔵量、配置状況及び設計対処施設への距離を考慮し、施設への影響が厳しい危険物貯蔵施設等の火災を想定する。火災源から施設の建屋の外壁が受ける輻射強度に基づき、建屋外壁の表面温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

(3) 航空機墜落による火災

航空機墜落による火災については、対象航空機が建屋の直近に墜落し、建屋外壁で火災が発生することを想定し、この航空機墜落火災の輻射強度による建屋外壁の温度及び建屋内の温度上昇を算出し、建屋に収容する外部火災防護対象施設の安全機能を損なわないこと及び建屋外壁が要求される機能を損なわないことを確認する。

(4) 航空機墜落による火災と敷地内の危険物貯蔵施設等の火災の重畳

航空機墜落による火災と敷地内の危険物貯蔵施設等の火災の影響については、危険物の貯蔵量が最も多く、施設に近い、危険物貯蔵施設等に航空機が直撃することによる重畳火災を想定するが、建屋外壁が受ける輻射強度は1kW/m²程度であり、設計対処施設の直近での航空機墜落による火災を想定した場合の輻射強度(30kW/m²)よりも小さいことから、施設の直近における航空機墜落による火災評価に包絡される。

2.1.1.2 爆発源に対する評価の基本方針

(1) 敷地内の危険物貯蔵施設等の爆発

敷地内の危険物貯蔵施設等の爆発については、ガス爆発の爆風圧が0.01MPaとなる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

2.1.2 敷地外の火災及び爆発に対する評価の基本方針

2.1.2.1 火災源に対する評価の基本方針

(1) 石油備蓄基地の火災

外部火災防護施設を収納する建屋の外壁が受ける輻射強度及び許容温度となる危険輻射強度を算出し、その輻射強度が危険輻射強度を下回り、危険距離以上の離隔が確保されていることを確認する。また、石油備蓄基地によるMOX燃料加工施設の危険物貯蔵施設等への影響については、危険物貯蔵施設等の表面温度が貯蔵物の許容温度以下となることを確認する。

(2) 石油備蓄基地の火災及び森林火災の重畳

石油備蓄基地火災及び森林火災の重畳については、施設の建屋外壁が受ける輻射強度から外壁表面温度を算出し、許容温度以下であることを確認する。

2.2 許容温度

設計対処施設が外部火災に対して十分な健全性を有することを確認するための評価に用いる許容温度及びその設定根拠は、添付書類「V-1-1-1-4-4 外部火災防護に関する許容温度設定根拠」に示す。

V - 1 - 1 - 1 - 4 - 4

外部火災防護に関する許容温度
設定根拠

目 次

1. 概要	1
2. 設定根拠	1
3. 参考文献	1

1. 概要

本資料は、添付書類「V-1-1-1-4-1 外部火災への配慮に関する基本方針」に従い、外部火災防護対象施設及び重大事故等対処設備を収納する建屋が、外部火災に対して十分な健全性を有することを確認するための評価に用いる許容温度の設定根拠について説明するものである。

2. 設定根拠

(1) 建屋の外壁

外部火災防護対象施設及び重大事故等対処設備を収納する建屋の外壁表面の許容温度は、 200°C ⁽¹⁾(火災時における短期温度上昇を考慮した場合においてコンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度)とする。

建屋の外壁表面は、室内最高温度及び外気温度を考慮し、初期温度を 50°C に設定する。また、外壁表面の放射率を考慮しない評価であるため、 200°C を下回れば建屋の機能は確保される。

(2) 非常用所内電源設備に非常用発電機

非常用所内電源設備の非常用発電機を収納する建屋の外気取入口から流入する空気の許容温度は 35°C (火災時における温度上昇を考慮した場合において非常用所内電源設備の非常用発電機の安全機能を損なわない温度)とする。

3. 参考文献

- (1) 安部武雄ほか. “高温度における高強度コンクリートの力学的特性に関する基礎的研究”. 日本建築学会構造系論文集 第 515 号. 日本建築学会, 1999.

V - 1 - 1 - 1 - 4 - 5

外部火災防護における評価方針

V - 1 - 1 - 1 - 4 - 5 - 1

外部火災防護における評価方
針(燃料加工建屋)

目 次

1. 概要	1
2. 設定根拠	1
2.1 外部火災影響評価の対象施設	1
2.2 評価方針	1
2.2.1 評価の分類	1
3. 許容温度	1
4. 外部火災による熱影響評価の基本方針	2
4.1 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(森林火災)	2
4.2 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(危険物貯蔵施設等の火災)	9
4.3 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(危険物貯蔵施設等の爆発)	13
4.4 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(航空機墜落による火災)	15
4.5 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(航空機墜落による火災と敷地内の危険物貯蔵施設等の爆発との重畳)	19
4.6 敷地外の火災源に対する建屋の熱影響評価(石油備蓄基地火災)	21
4.7 敷地外の火災源に対する建屋の熱影響評価(石油備蓄基地火災と森林火災の重畳)	27

1. 概要

本資料は、添付書類「V-1-1-1-4-1 外部火災への配慮に関する基本方針」に従い、外部火災防護における評価方針について説明するものである。

2. 設定根拠

2.1 外部火災影響評価の対象施設

添付書類「V-1-1-1-4-2 外部火災の影響を考慮する施設の選定」に従って選定した設計対処施設を対象とする。

2.2 評価方針

添付書類「V-1-1-1-4-1 外部火災への配慮に関する基本方針」に従い評価する。

2.2.1 評価の分類

外部火災としては、外部火災ガイドを参考として、森林火災、航空機墜落による火災並びに、製油備蓄基地の火災を対象とする。

評価対象は、「2.1 外部火災影響評価の対象施設」で示す設計対処施設とする。

3. 許容温度

添付書類「V-1-1-1-4-4 外部火災防護に関する許容温度設定根拠」に示す許容温度とする。

4. 外部火災による熱影響評価の基本方針

4.1 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(森林火災)

(1) 評価方針

事業許可(変更許可)を受けたとおり防火帯外縁における火炎輻射強度を用いて算出した、設計対処施設の外壁の表面温度が許容温度となる危険距離 23m 以上を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

また、事業許可(変更許可)を受けたとおり、防火帯外縁における最大火炎輻射強度(750kW/m²)となるセルを設計対処施設の最近接となる位置に配置し、火災源からの熱影響による設計対象施設の外壁温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

評価に用いる評価指標とその内容を第 4.1-1 表、設計対処施設の位置を第 4.1-1 図に示す。

(2) 評価条件

- a. 森林火災による熱を受ける面と森林火災の火炎輻射強度が発する地点が同じ高さにあると仮定し最短距離にて評価を行う。
- b. 森林火災の火炎は、円筒火炎モデルを使用する。火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とし、燃焼半径から円筒火炎モデルの数を算出する。円筒火炎モデル数は、火炎最前線のセル毎に設定する。
- c. 設計対処施設への熱影響が厳しくなるよう、火炎最前線のセルから最大火炎輻射強度となるセルを設計対処施設の最短として配置し、火炎最前線の到達したセルを横一列に並べ、全てのセルからの火炎輻射強度を考慮する。森林火災における円筒火炎モデル評価の概要を第 4.1-2 図に示す。
- d. 円筒モデルの燃焼の考え方は、ある地点のセルの燃焼完了後に、隣へ移動する評価であり、セルの燃焼途中での移動は考慮しない。
- e. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

外部火災ガイドを参考として、FARSITE による解析結果を用いて、設計対処施設への輻射強度を算出し、外壁表面温度を求める。評価の流れを第 4.1-3 図に示す。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃料半径
H	m	火炎長
F	-	円筒火炎モデル数
W	m	セル幅
ϕ_i	-	各円筒火炎モデルの形態係数
Li	m	各円筒火炎モデルから設計対処施設までの離隔距離
E	W/m ²	輻射強度
Rf	W/m ²	火炎輻射発散度
ϕ_t	-	各円筒火炎モデルの形態係数の合計値
T	°C	設計対処施設の外壁表面温度
To	°C	設計対処施設の外壁の初期温度
t	s	燃焼時間
χ	m	外壁表面からの深さ
α	m ² /s	温度伝導率
λ	W/(m・K)	コンクリート熱伝導率
ρ	Kg/m ³	コンクリート密度
c	J/(kg・K)	コンクリート比熱

b. 円筒火炎モデル数の算出

外部火災ガイドを参考として、式 4.1-1 から火炎が到達したセルごとに円筒火炎モデル数を算出する。

$$F = \frac{W}{2R} \quad \dots \text{(式 4.1-1)}$$

c. 形態係数の算出

外部火災ガイドを参考として、式 4.1-2 から円筒火炎モデルの形態係数を算出する。

$$\phi_i = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2-1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A-2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{n+1}} \right] \right\} \quad \text{(式 4.1-2)}$$

$$\text{ただし } m = \frac{H}{R} \cong 3, \quad n = \frac{L}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

各円筒火炎モデルの形態係数を合計した値を、設計対処施設に及ぼす影響について考慮すべき形態係数 ϕ_t とする。円筒形モデルを第 4.1-4 図に示す。

$$\phi_t = (\phi_i + \phi_{i+1} + \phi_{i+2} \dots \dots + \phi_x)$$

ただし、i, (i+1), (i+2), \dots , (i+X)の円筒火炎モデル数の合計はF個とする。

d. 外壁温度の評価

外部火災ガイドを参考とし、受熱面の輻射強度を式 4.1-3 により算出する。

$$E = Rf \cdot \phi_t \quad \dots(\text{式 4.1-3})$$

受熱面の輻射強度から、コンクリートの外壁表面温度を式 4.1-4 により算出する。外壁表面温度を算出する際は、コンクリート内部に向かう伝熱を考慮する。

$$T = T_0 + \frac{2 \cdot E \cdot \sqrt{\alpha \cdot t}}{\lambda} \cdot \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot \exp\left(-\frac{x^2}{4\rho \cdot \alpha \cdot t}\right) - \frac{x}{2 \cdot \sqrt{\alpha \cdot t}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \cdot \sqrt{\alpha \cdot t}}\right) \right] \quad (\text{式 4.1-4})$$

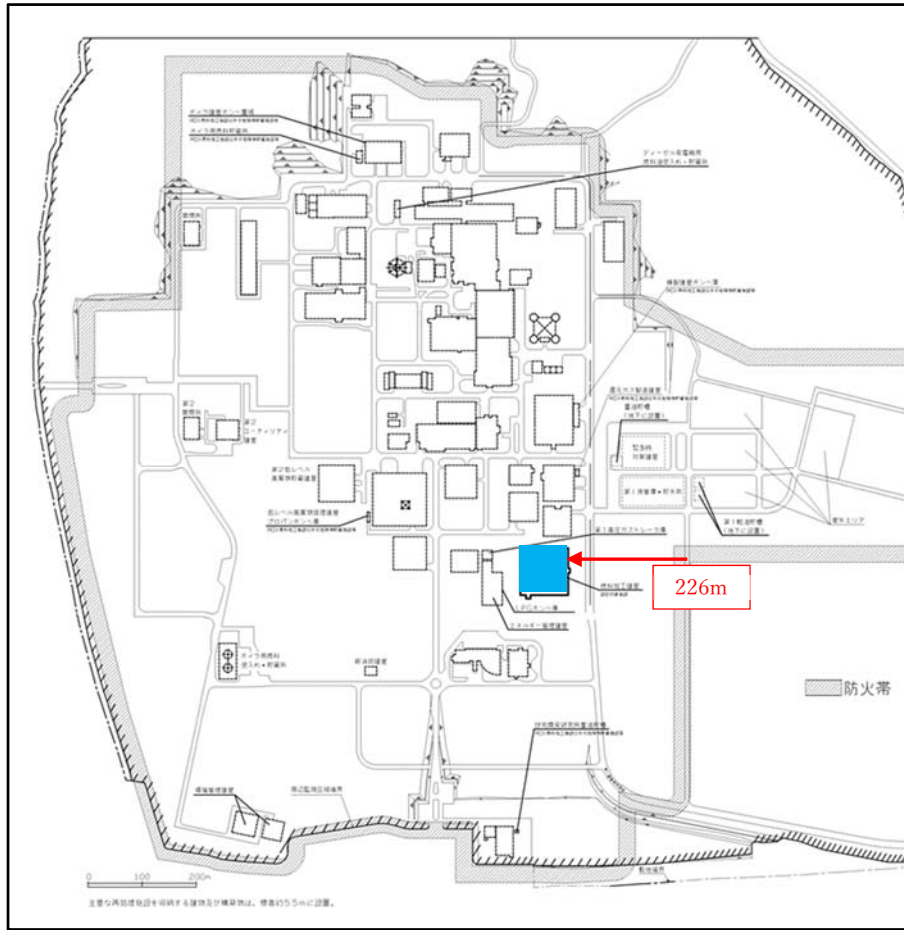
(出典：日本機械学会．伝熱工学資料 改訂第4版)

評価に当たっては、厳しい評価となるように外壁表面からの対流及び輻射放熱は考慮せず、火炎からの輻射のエネルギーは全て建屋内面に向かう評価モデルとする。したがって、最高温度の位置は外壁表面(x=0m)となる。そこで式 4.1-4 の x をゼロとして、外壁の最高温度を以下の式 4.1-5 により算出する。

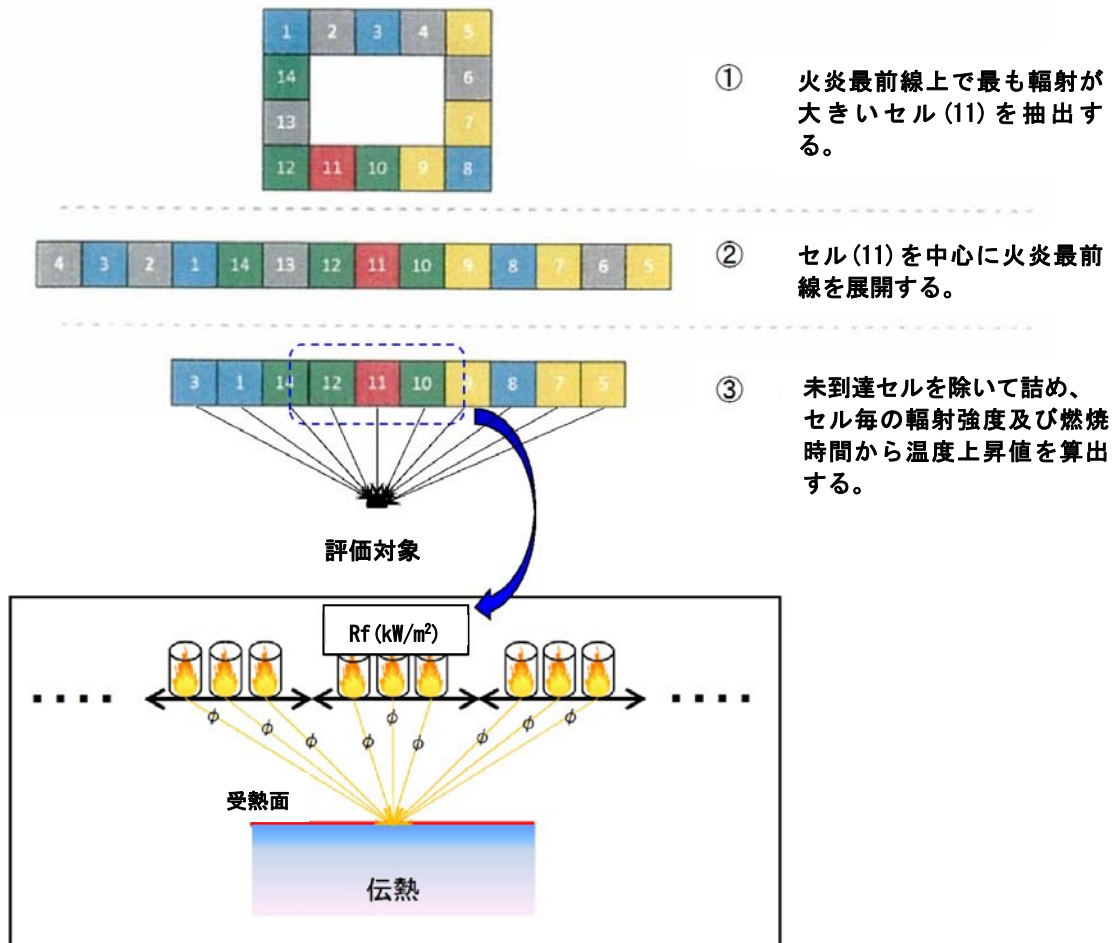
$$T = T_0 + \frac{2 \cdot E \cdot \sqrt{\alpha \cdot t}}{\sqrt{\pi} \lambda} \quad \dots(\text{式 4.2-5})$$

第 4.1-1 表 評価指標について

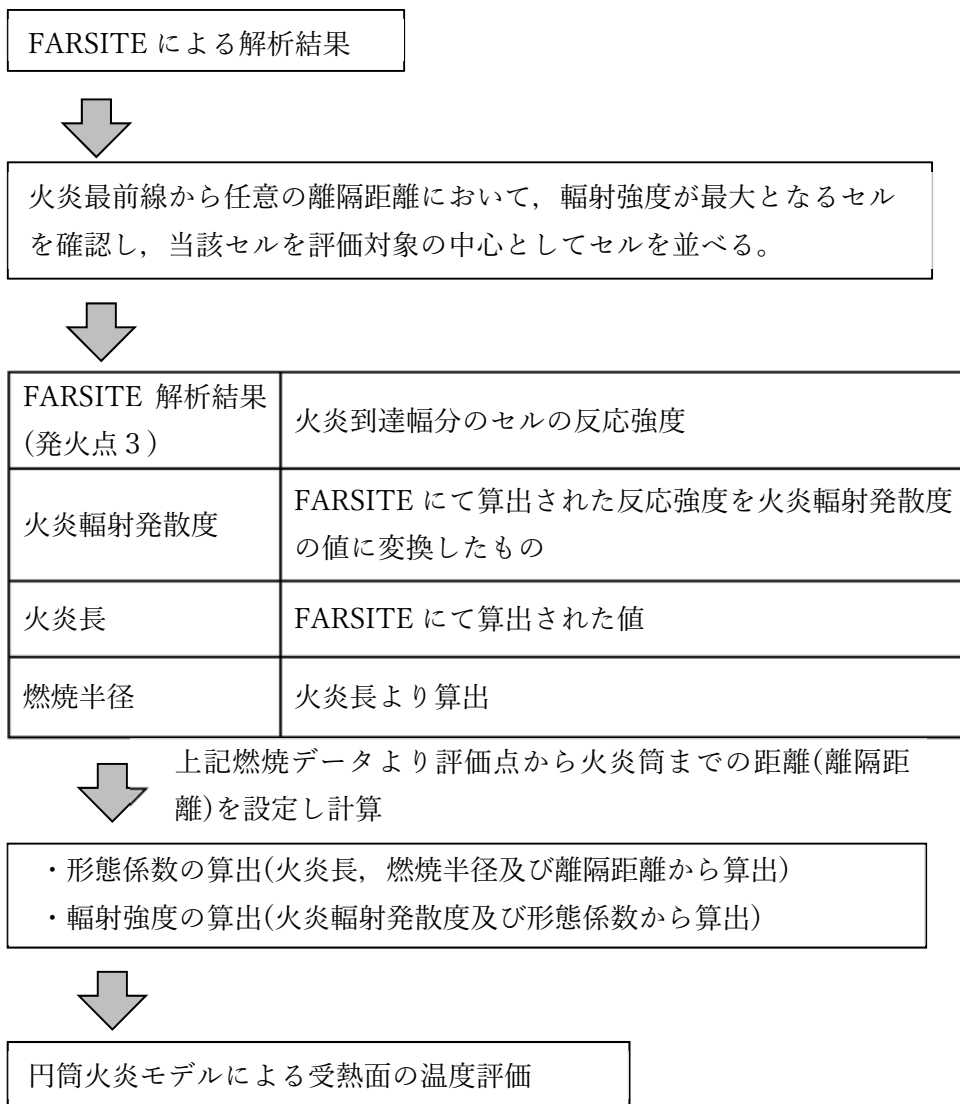
評価指標	内容
反応強度 (kW/m ²)	単位面積当たりの熱放出速度であり、火炎輻射強度の根拠となる火災規模。火炎輻射強度の算出に使用する。 (FARSITE の解析で算出された値)
火炎長 (m)	反応強度が最大位置の火炎の高さ。円筒火炎モデルの形態係数の算出に使用する。(FARSITE の解析で算出された値)
火炎輻射強度 (kW/m ²)	反応強度に米国 NFPA の係数 0.377 を乗じて算出され、円筒火炎モデルを用いた温度上昇の算出に使用する。
燃焼半径 (m)	火炎長さに基づき算出され、円筒火炎モデルの形態係数の算出に使用する。
火炎到達幅 (m)	防火帯外縁における火炎到達セル数×セル幅(10m) (FARSITE の解析で算出された値)
形態係数	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる定数
危険距離	延焼防止に必要な距離



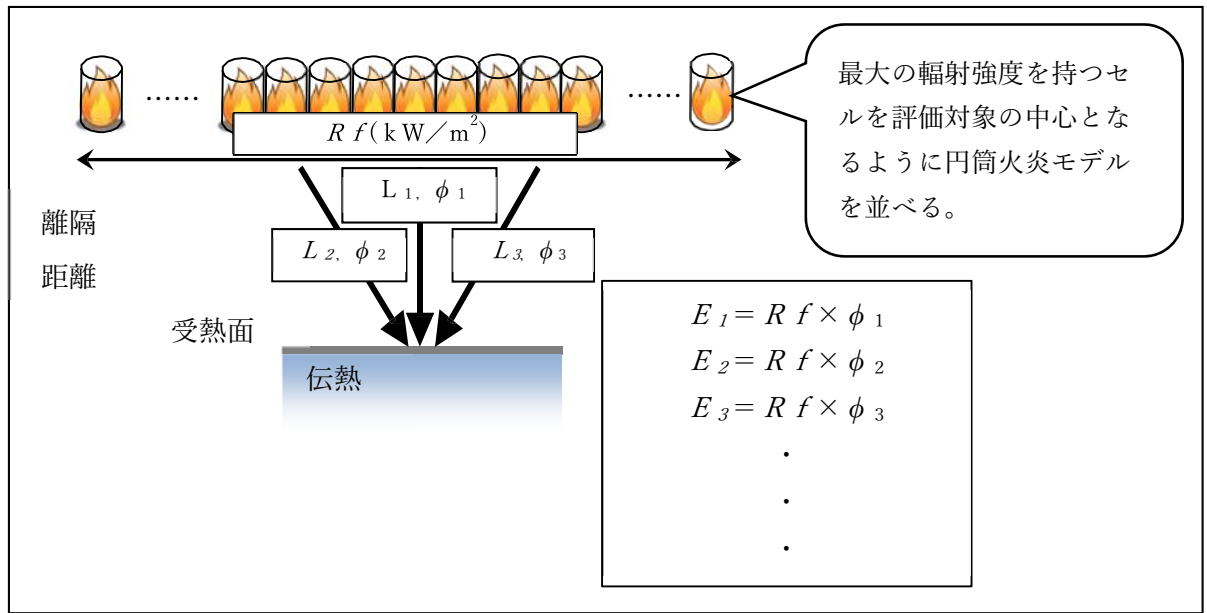
第 4.1-1 図 設計対処施設の位置



第 4. 1-2 図 円筒火炎モデルの概要



第 4.1-3 図 外壁表面温度の評価の流れ



第 4.1-4 図 円筒火炎モデル

4.2 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(危険物貯蔵施設等の火災)

(1) 評価方針

敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の火災については、敷地内に複数存在する危険物貯蔵施設等の中から、貯蔵量、配置状況及び設計対処施設への距離を考慮し、貯蔵量が最も多く、設計対処施設に最も近い、ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所に設置する重油タンクの火災を想定する。

評価は、火災源からの熱影響による設計対象施設の外壁温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

敷地内に存在する危険物貯蔵施設等を第 4.2-1 表に、危険物貯蔵施設等の配置状況を第 4.2-1 図に示す。

(2) 評価条件

- a. 気象条件は無風状態とする。
- b. タンク内の重油全てが防油堤内に流出した全面火災を想定し、流出した重油は全て防油堤内に留まるものとする。
- c. 火災は円筒火災モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。想定する円筒火災モデルを第 4.2-2 図に示す。
- d. 輻射発散度の低減は考慮しない。

(3) 計算方法

危険物貯蔵施設等の火災については、防油堤面積から求める燃焼半径、重油の貯蔵量及び燃焼速度から、防油堤内における重油の燃焼時間を設定する。その燃焼時間、輻射強度等を用いて、設計対処施設の外壁表面温度を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃焼半径
w	m	防油堤の幅
d	m	防油堤の奥行
ϕ	-	形態係数
L	m	燃焼面(円筒火災底面)の中心から受熱面(評価点)までの距離
H	m	火炎の高さ
E	W/m ²	輻射強度
Rf	W/m ²	輻射発散度
t	s	燃焼時間
v	m ³	燃料量
v	m/s	燃焼速度
T	°C	外壁表面温度
x	m	外壁表面からの深さ
T ₀	°C	初期温度
α	m ² /s	温度伝導率
λ	W/(m・K)	コンクリート熱伝導率
ρ	kg/m ³	コンクリート密度
c	J/(kg・K)	コンクリート比熱

b. 燃焼半径の算出

外部火災ガイドを参考として、燃焼半径 R は式 4.2-1 より算出する。

$$R = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot \sqrt{w + d} \quad \cdots (\text{式 4.2-1})$$

c. 輻射強度の算定

火炎からの輻射強度を算出するに当たっては、外部火災ガイドを参考として、形態係数を式 4.2-2 により算出する。

$$\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\frac{\sqrt{A(n-1)}}{\sqrt{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{n+1}} \right] \right\} \quad (\text{式 4.2-2})$$

$$\text{ただし } m = \frac{H}{R} \cong 3, \quad n = \frac{L}{R}, \quad A = (1 + n)^2 + m^2, \quad B = (1 - n)^2 + m^2$$

ここで、求めた形態係数から、外部火災ガイドを参考として、輻射強度 E を以下の式 4.2-3 により算出する。

$$E = Rf \times \phi \cdots (\text{式 4.2-3})$$

ここで、輻射発散度 R_f は外部火災ガイドを参考として、輻射発散度を 23kW/m^2 と設定する。

d. 燃焼時間の算定

外部火災ガイドを参考として、燃料時間 t を式 4.2-4 により算出する。

$$t = \frac{V}{\pi \cdot R^2 \cdot v} \quad \dots \text{(式 4.2-4)}$$

e. 外壁表面温度の算出方法

設計対処施設の外壁表面温度は、周囲への放熱を考慮しない以下の式 4.2-5 を用いて算出する。

$$T = T_0 + \frac{2 \cdot E \cdot \sqrt{a \cdot t}}{\lambda} \cdot \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot \exp\left(-\frac{x^2}{4 \rho \cdot a \cdot t}\right) - \frac{x}{2 \cdot \sqrt{a \cdot t}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \cdot \sqrt{a \cdot t}}\right) \right] \quad \dots \text{(式 4.2-5)}$$

(出典：日本機械学会．伝熱工学資料 改訂第4版)

$\operatorname{erfc}(x) = 1 - \operatorname{erf}(x)$ ($\operatorname{erf}(x)$: 誤差関数)

評価に当たっては、厳しい評価となるように外壁表面からの対流及び輻射放熱は考慮せず、火炎からの輻射のエネルギーは全て建屋内面に向かう評価モデルとする。したがって、最高温度の位置は外壁表面($x=0\text{m}$)となる。そこで式 4.2-5 の x をゼロとして、外壁の最高温度を以下の式 4.2-6 により算出する。

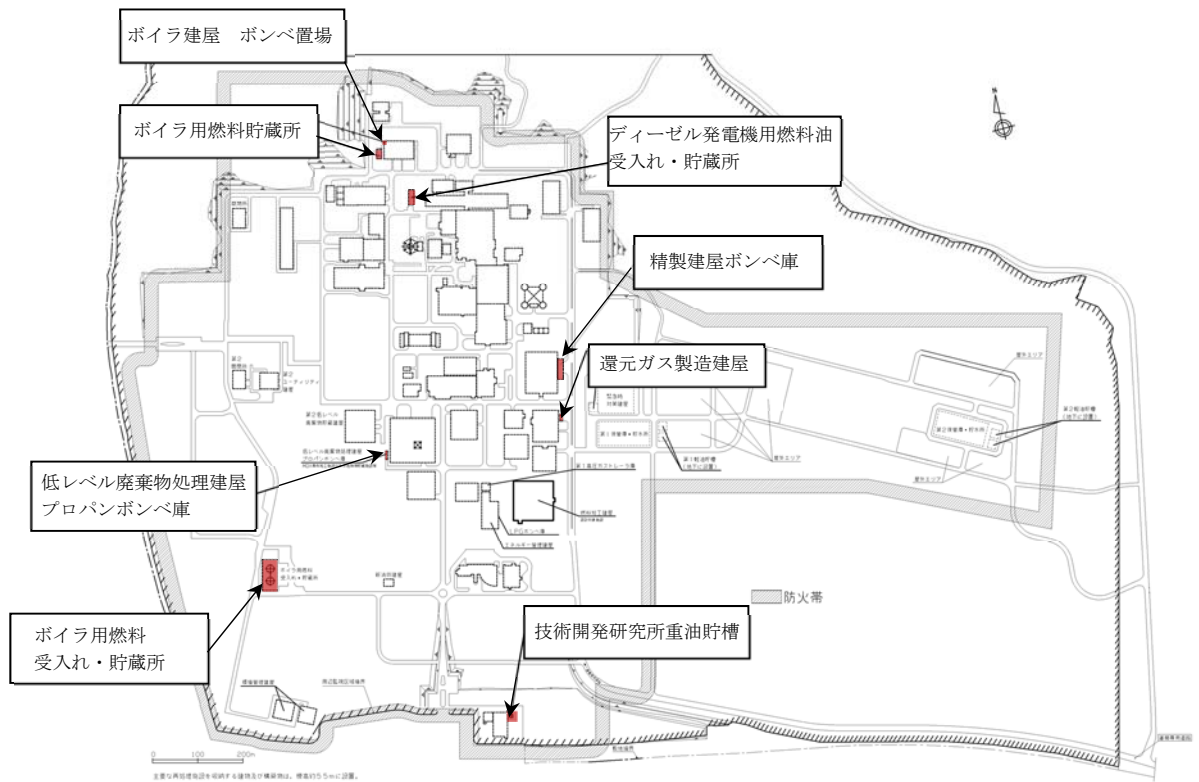
$$T = T_0 + \frac{2 \cdot E \cdot \sqrt{a \cdot t}}{\sqrt{\pi} \lambda} \quad \dots \text{(式 4.2-6)}$$

第 4.2-1 表 敷地内に存在する危険物貯蔵施設等

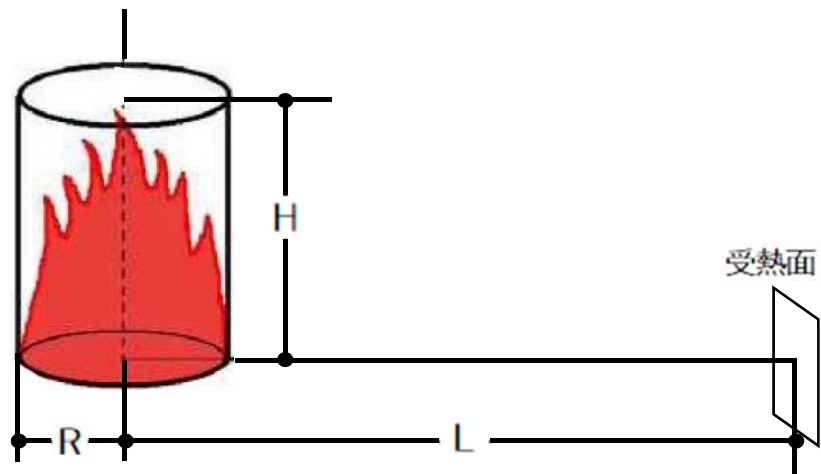
敷地内の危険物タンク等	貯蔵物
第1 高压ガストレーラ庫	水素ガス
LPG ボンベ庫	LP ガス
ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所*1	重油
ボイラ用燃料貯蔵所*2	重油
ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所*1	重油
技術開発研究所重油貯槽*2	重油
精製建屋ボンベ庫*2	水素
還元ガス製造建屋*2	水素
ボイラ建屋 ボンベ置場*2	プロパン
低レベル廃棄物処理建屋 プロパンボンベ庫*2	プロパン

*1 再処理施設及び廃棄物管理施設と共用

*2 再処理施設の危険物貯蔵施設等



第 4.2-1 図 敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の配置状況



第 4.2-2 図 想定する火炎モデル

4.3 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(危険物貯蔵施設等の爆発)

(1) 評価方針

敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の爆発については、敷地内に複数存在する危険物貯蔵施設等の中から、貯蔵量、配置状況及び設計対処施設への距離を考慮し、MOX燃料加工施設の第1 高圧ガストレーラ庫及びLPGボンベ庫並びにMOX燃料加工施設以外の危険物貯蔵施設等として、設計対処施設との離隔距離が最短となる再処理施設の還元ガス製造建屋における水素ボンベ及び可燃物の貯蔵量が最も多い低レベル廃棄物処理建屋プロパンボンベ庫のプロパンボンベの爆発を想定する。評価は、爆発源ごとに、設計対処施設へのガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない0.01MPaとなる距離である危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを評価する。敷地内に存在する危険物貯蔵施設等を第4.3-1表に、危険物貯蔵施設等の配置状況を第4.3-1図に示す。

(2) 評価条件

- 離隔距離は、評価上厳しくなるよう爆発源から外部火災の影響を考慮する設計対処施設までの直線距離とする。
- 爆発源は燃料を満載した状態を想定する。
- 危険物貯蔵施設等の高圧ガス漏えい及び引火によるガス爆発を想定する。
- 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

爆発源のガスの種類及び貯蔵量から貯蔵設備のW値を求める。その貯蔵設備のW値を用いて、ガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない0.01MPaとなる距離である危険限界距離を算出する。

a. 記号の説明

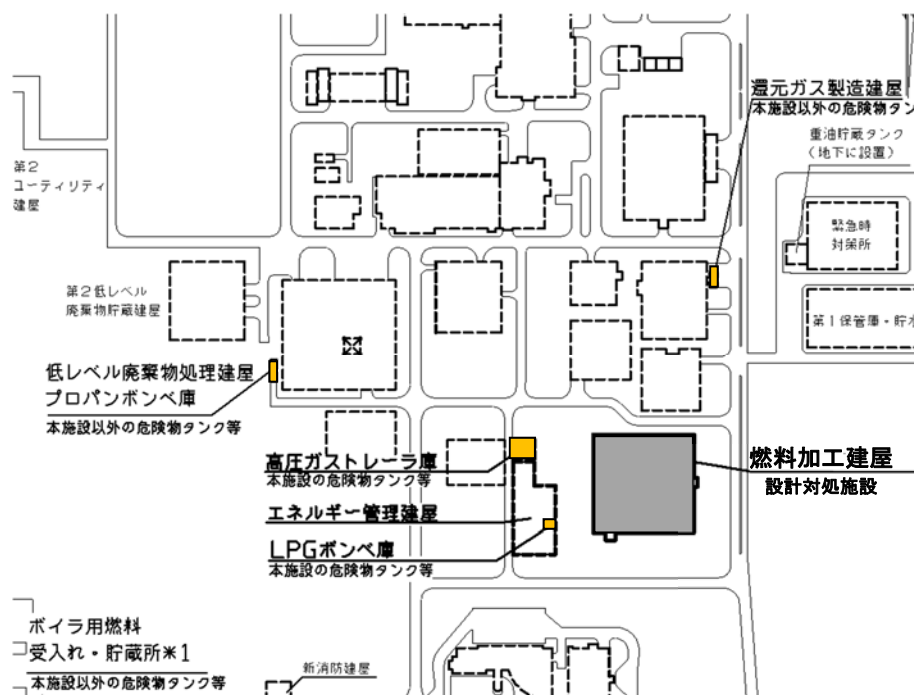
算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
W	-	設備定数
X	m	危険限界距離
λ	$m \cdot kg^{-1/3}$	換算距離(14.4)
K	-	ガス定数 水素ガス：2860000 プロパンガス：888000(100℃以上)

b. 危険限界距離の算出

外部火災ガイドを参考とし、式4.3-1より危険限界距離を算出する。

$$X = 0.04\lambda \cdot \sqrt[3]{K \cdot W} \quad \dots \dots \text{(式 4.3-1)}$$



- : MOX 燃料加工施設の第1 高圧ガストレーラ庫及び LPG ボンベ庫並びに再処理施設の危険物貯蔵施設等(還元ガス製造建屋及び低レベル廃棄物処理建屋プロパンボンベ庫)
- : 設計対処施設(燃料加工建屋)

第 4.3-1 図 設計対処施設と危険物貯蔵施設(爆発源)の位置関係

4.4 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(航空機墜落による火災)

(1) 評価方針

航空機墜落による火災の評価対象航空機は、落下事故の分類を踏まえ、以下の航空機の落下事故における航空機を選定する。

自衛隊機又は米軍機の落下事故のうち、燃料積載量が最大の自衛隊機である KC-767 を選定する。また、MOX 燃料加工施設の南方向約 10km に三沢対地訓練区域があり、自衛隊機及び米軍機が訓練を行っている。このため、当社による調査結果から、三沢対地訓練区域を訓練飛行中の自衛隊機又は米軍機のうち、自衛隊機の F-2 及び米軍機の F-16 を選定する。さらに、今後訓練飛行を行う主要な航空機となる可能性のある F-35 についても選定する。評価対象航空機の燃料積載量を第 4.4-1 表に示す。

選定した評価対象航空機の燃料積載量等を勘案して、評価対象航空機ごとに建屋受熱面における輻射強度を算出し、熱影響が厳しい航空機墜落による火災について建屋外壁温度及び建屋内の温度上昇を算出し、屋内の外部火災防護対象施設及び建屋外壁に要求される機能を損なわないことを確認する。

(2) 評価条件

- a. 航空機は、対象航空機を種類別に分類し、燃料積載量が最大の機種とする。
- b. 航空機は、燃料を満載した状態を想定する。
- c. 航空機墜落地点は、建屋外壁等の設計対処施設への影響が厳しい地点とする。
- d. 航空機の墜落によって燃料に着火し、火災が起こることを想定する。
- e. 気象条件は無風状態とする。
- f. 火災は円筒火災をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。
- g. 油火災において任意の位置にある輻射強度を計算により求めるには、半径が 1.5m 以上の場合で火炎の高さを半径の 3 倍にした円筒火災モデルを採用する。

(3) 航空機墜落地点

航空機墜落地点は、放射性物質を取り扱う建屋が多く、面的に広く分布している再処理施設と同じ敷地内に設置していることを踏まえ、離隔距離を想定しない航空機墜落による火災としてとらえ、建屋外壁等の設計対処施設への影響が厳しい地点とする。

(4) 計算方法

熱影響評価の対象航空機の機体投影面積等から求める燃焼半径及び燃料量により燃焼継続時間を求め、その燃焼継続時間及び輻射強度を用いて建屋外壁温度及び建屋内の温度上昇を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃料半径
A	m ²	熱影響評価の対象航空機の投影面積
ϕ_i	-	各円筒火災モデルの形態係数
L	m	離隔距離
H	m	火炎の高さ
E	W/m ²	輻射強度
Rf	W/m ²	輻射発散度
t	s	燃焼時間
V	m ³	外壁表面からの深さ
A	m ²	燃焼範囲
v	m/s	燃焼速度
T	°C	外壁の表面温度
x	m	外壁表面からの深さ
T ₀	°C	初期温度
α	m ² /s	温度伝導率
λ	W/(m・K)	コンクリート熱伝導率
ρ	kg/m ³	コンクリート密度
c	J/(kg・K)	コンクリート比熱

b. 燃焼半径の算出

外部火災ガイドを参考として、燃焼半径 R は式 4.4-1 より算出する。

$$R = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (\text{式 4.4-1})$$

c. 輻射強度の算定

外部火災ガイドを参考として、火災からの輻射強度を算出するに当たっては、外部火災ガイドを参考として、形態係数を式 4.4-2 により算出する。

$$\phi_i = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2-1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A-2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{n+1}} \right] \right\} \quad (\text{式 4.4-2})$$

$$\text{ただし } m = \frac{H}{R} \cong 3, \quad n = \frac{L}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

ここで、求めた形態係数から、外部火災ガイドを参考として、輻射強度 E を以下の式 4.4-3 により算出する。

$$E = R_f \cdot \phi_i \quad (\text{式 4.4-3})$$

輻射発散度 R_f は外部火災ガイドを参考として、輻射発散度を 58kW/m^2 と設定する。また、設計対処施設のうち外部火災防護対象施設を収納する建屋及び危険物貯蔵施設等に評価では、太陽光の入射として 0.4kW/m^2 を加算⁽⁴⁾する。

d. 燃焼時間

外部火災ガイドを参考として、燃焼時間 t は、式 4.4-4 より算出する。

$$t = \frac{V}{A \cdot v} \quad (\text{式 4.4-4})$$

燃焼速度については、油面降下速度 $8.0 \times 10^{-5}\text{m/s}$ とする。

燃焼範囲は航空機の機体投影面積を文献の図面から設定し、KC-767 は $1,500\text{m}^2$ 、F-2 は 110m^2 、F-16 は 90m^2 、F-35 は 110m^2 とする。

燃料量は、第 4.4-1 表から KC-767 は 145.1m^3 、F-2 は 10.4m^3 、F-16 は 9.8m^3 、F-35 は 10.8m^3 とする。

これらから、燃焼時間が最も長く、設計対処施設への熱影響が厳しくなる F-16 を熱影響評価の対象航空機とする。

e. 外壁表面温度及び建屋内面の温度上昇の算出方法

設計対処施設の外壁表面温度及び建屋内面の温度上昇は、周囲への放熱を考慮しない以下の式 4.4-5 を用いて算出し、外壁の温度上昇により屋内の外部火災防護対象施設の安全機能を損なわないこと及び建屋外壁が要求される機能を損なわないことを確認する。円筒火災モデルの概要を第 4.4-1 図に示す。

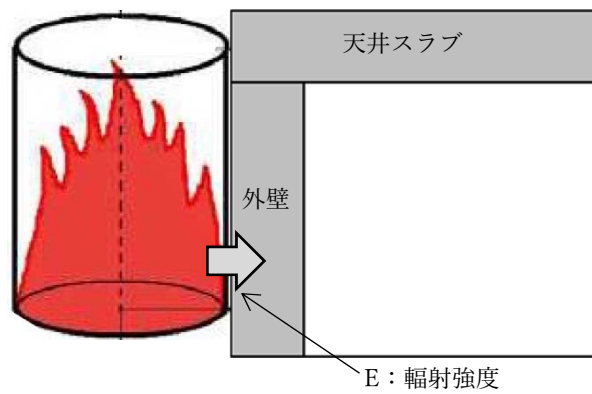
$$T = T_0 + \frac{2 \cdot E \cdot \sqrt{a \cdot t}}{\lambda} \cdot \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot \exp\left(-\frac{x^2}{4\rho \cdot a \cdot t}\right) - \frac{x}{2\sqrt{a \cdot t}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{a \cdot t}}\right) \right] \quad \cdots (\text{式 4.4-5})$$

(出典：日本機械学会．伝熱工学資料 改訂第 4 版)

$\operatorname{erfc}(x) = 1 - \operatorname{erf}(x)$ ($\operatorname{erf}(x)$: 誤差関数)

第 4.4-1 表 航空機の燃料積載量

対象航空機	燃料積載量 (m ³)
KC-767	145.1
F-2	10.4
F-16	9.8
F-35	10.8



第 4.4-1 図 円筒火災モデルの概要

4.5 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(航空機墜落による火災と敷地内の危険物貯蔵施設等の爆発との重畳)

(1) 評価方針

航空機墜落による火災と敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の爆発については、施設の近傍に配置する第 1 高圧ガストレーラ庫及び LPG ボンベ庫の爆発を想定する。評価は、爆発源ごとに、設計対処施設へのガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01MPa となる距離である危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを評価する。想定する爆発源の位置を第 4.5-1 図に示す。

(2) 評価条件

航空機墜落による火災と敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の爆発については、「4.3 (2) 評価条件」と同じである。

(3) 計算方法

航空機墜落による火災と敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の爆発については、「4.3 (3) 評価条件」と同じである。



- : 再処理施設の危険物貯蔵施設等(還元ガス製造建屋及び低レベル廃棄物処理建屋プロパンボンベ庫)
- : 設計対処施設(燃料加工建屋)

第 4.5-1 図 設計対処施設と危険物貯蔵施設(爆発源)の位置関係

4.6 敷地外の火災源に対する建屋の熱影響評価(石油備蓄基地火災)

(1) 評価方針

近隣の産業施設の火災については、敷地周辺 10km 範囲内に存在する石油備蓄基地の火災を想定する。評価は、設計対処施設の外壁温度の許容温度となる危険輻射強度を算出し、外壁で受ける輻射強度が、その危険輻射強度を下回り、必要な離隔距離が確保されていることを確認する。

(2) 評価条件

- a. 気象条件は無風状態とする。
- b. 石油備蓄基地に配置している 51 基の原油タンク(約 11.1 万 m³/基)の原油全てが防油堤内に流出した全面火災を想定し、原油タンクから流出した石油類は全て防油堤内に留まるものとする。
- c. 火災は原油タンク 9 基(3 列×3 行)又は 6 基(2 列×3 行)を 1 単位とした円筒火災モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。円筒火災モデルの概念図を第 4.6-1 図に示す。
- d. 原油タンクは、燃焼半径が大きく、燃焼時に空気供給が不足し、大量の黒煙が発生するため、輻射発散度の低減率(0.3)を考慮する。

(3) 計算方法

石油備蓄基地火災については、原油タンクの貯蔵量、原油タンクから設計対処施設の受熱面までの距離等から建屋外壁で受ける輻射強度を算定するとともに、その輻射強度が建屋外壁の許容温度に達する危険輻射強度を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃料半径
w	m	防油堤 3 基分の縦幅(160×3=480m)
d	m	防油堤 3 基分の横幅又は 2 基分の横幅 (160×3=480m または 160×2=320m)
ϕ	-	形態係数
H	m	火炎の高さ
L	m	燃焼面(円筒火災底面)の中心から受熱面(評価点)までの距離
E	W/m ²	輻射強度
Rf	W/m ²	輻射発散度
Q _{ri}	W/m ²	火炎からの輻射(危険輻射強度)
Q _{ro}	W/m ²	大気への輻射放熱
Q _h	W/m ²	熱伝達による大気への放熱
Q _{sun}	W/m ²	太陽光入射
σ	W/(m ² ・K ⁴)	ステファーン-ボルツマン定数
T _c	K	壁面温度(許容温度)
T _a	K	大気側温度
ϵ_c	°C	壁面の輻射率
x	m	外壁表面からの深さ
F _{ca}	°C	壁面からの大気への形態係数
h	W/(m ² ・K)	熱伝達係数
T _{amb}	K	外気温度
Nu	-	ヌセルト定数
Ra	-	レイリー定数
Gr	-	グラスホフ定数
Pr	-	プラントル定数 (代表温度における値に線形補間する。)
ν	m ² /s	大気の動粘性係数 (代表温度における値に線形補間する。)
λ	W/(m・K)	大気の熱伝導率 (代表温度における値に線形補間する。)
T _r	K	代表温度
β	1/K	体膨張係数
Lw	m	評価対象壁面高さ
g	m/s ²	重力加速度

b. 燃焼半径の算出

石油備蓄基地火災の円筒火災モデルは、石油備蓄基地の防油堤の大きさ、配置を踏まえて設定する。原油タンクについては、3行13列及び3行4列で配置され、防油堤については、原油タンクが3行1列、2行2列又は2行1列の単位で設置されている。

想定する火災は、51基の原油タンクの原油全てが防油堤内に流出した全面火災とし、流出した原油は防油堤内に留まることを想定する。

想定する火災を踏まえ火災のモデル化について、全防油堤の面積で一つの円筒火災モデルとすると、実際の燃焼形態とモデルの燃焼形態の乖離が大きく、非現実的なモデルとなる。一方、防油堤単位で円筒火災モデルを設定した場合でも、3列1行又は2行1列で設置された防油堤については、実際の燃焼形態との間に乖離が大きい。

原油貯蔵タンクは、隣接するタンクと防油堤を共有しているものが複数あることから、現実的な底面積の設定として、原油貯蔵タンク9基(3列×3行)又は6基(2列×3行)を1単位として円筒形にモデル化し、円筒火災相互の輻射遮蔽効果は無視する。また、防油堤の大きさは航空写真から概算で原油貯蔵タンク1基あたり縦幅及び横幅ともに160mと設定し、外部火災ガイドを参考に燃焼半径Rは式4.6-1より算定する。円筒火災モデルを第4.6-1図に示す。

$$R = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot \sqrt{w + d} \quad (\text{式 4.6-1})$$

c. 輻射強度の算定

外部火災ガイドを参考として、各円筒火災からの形態係数を式4.6-2により求める。

$$\phi_i = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{n+1}} \right] \right\} \quad \dots (\text{式 4.6-2})$$

ただし $m = \frac{H}{R} \cong 3$, $n = \frac{L}{R}$, $A = (1 + n)^2 + m^2$, $B = (1 - n)^2 + m^2$

ここで、求めた各円筒火災の形態係数から、外部火災ガイドを参考として、輻射強度を式4.6-3により求める。

$$E = \sum_{i=1}^6 \phi_i \times Rf \quad \dots (\text{式 4.6-3})$$

ϕ_i (i = 1~6) : 第4.6-1図に示した各円筒火災の形態係数

ここで、輻射発散度Rfは油種により決まるものであり、外部火災ガイドを参考として、カフジ原油の値を採用し、41kW/m²と設定する。

また、大規模な石油備蓄基地火災を想定するため、輻射発散度の低減率(r=0.3)を考慮する。

d. 危険輻射強度の算出方法

設計対象建屋の外壁が許容温度(200℃)に達する際の危険輻射強度を、式4.6-4から放熱量と入熱量の定常計算により算出する。第4.6-2図に、危険輻射強度の計算モデルを示す。

$$Q_{\text{sun}} + Q_{\text{ri}} = Q_{\text{ro}} + Q_h \cdots (\text{式 4.6-4})$$

大気への輻射放熱は式 4.6-5 により計算する。

$$Q_{\text{ro}} = \sigma (T_c^4 - T_a^4) / \left(\frac{1 - \varepsilon_c}{\varepsilon_c} + \frac{1}{F_{ca}} \right) \cdots (\text{式 4.6-5})$$

(出典：日本機械学会，伝熱工学資料 改訂第5版)

熱伝達による放熱量は式 4.6-6 から式 4.6-12 式により計算する。

$$Q_h = h(T_c - T_{\text{amb}}) \cdots (\text{式 4.6-6})$$

$$h = \frac{Nu \times \lambda}{L} \cdots (\text{式 4.6-7})$$

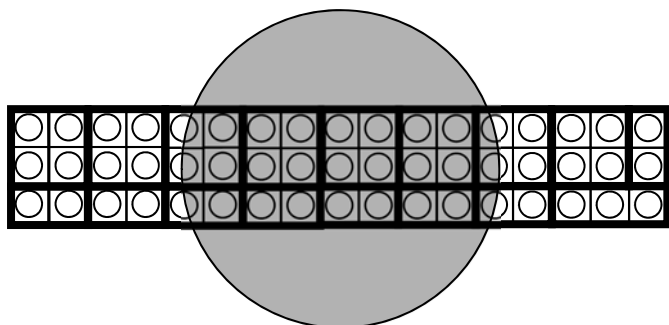
$$Nu = (0.0185 - 0.0035)Ra^{2/5} \quad 10^{10} \leq Ra \cdots (\text{式 4.6-8})$$

$$Ra = Pr \times Gr \cdots (\text{式 4.6-9})$$

$$Gr = g\beta(T_c - T_{\text{amb}})L_W^3/\nu^2 \cdots (\text{式 4.6-10})$$

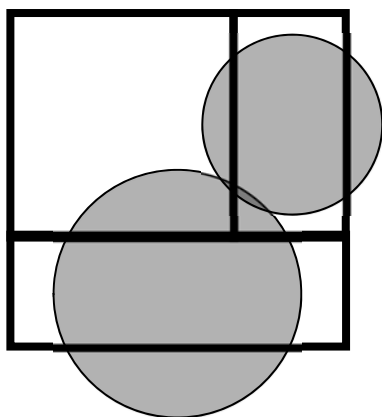
$$\beta = 1/T_{\text{amb}} \cdots (\text{式 4.6-11})$$

$$T_r = T_c - 0.38 \times (T_c - T_{\text{amb}}) \cdots (\text{式 4.6-12})$$



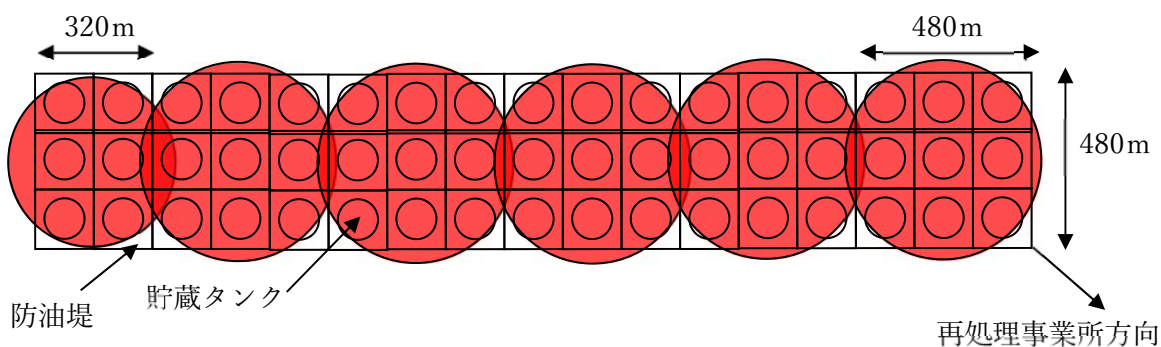
想定する防油堤内火災の燃焼形態とモデルの燃焼形態の乖離が大きく、非現実的な円筒火災モデルとなる。

<全防油堤の面積を一つの円筒火災モデルとする場合>



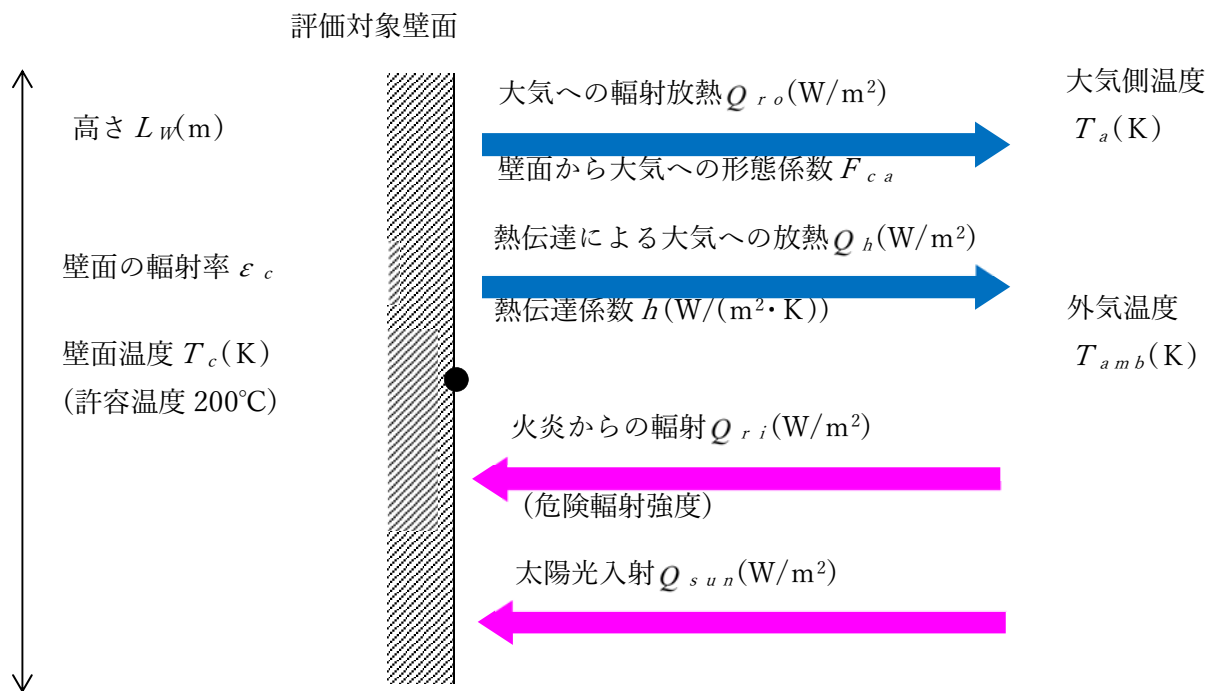
3列1行や2行1列で設置された防油堤については、想定する防油堤内火災の燃焼形態との間に乖離がある。

<防油堤単位で円筒火災モデルとする場合>



<評価で使用する円筒火災モデル>

第 4.6-1 図 円筒火災モデル



第 4.6-2 図 危険輻射強度の計算モデル

4.7 敷地外の火災源に対する建屋の熱影響評価(石油備蓄基地火災と森林火災の重畳)

(1) 評価方針

近隣の産業施設の火災については、敷地周辺 10km 範囲内に存在する石油備蓄基地の火災を想定する。評価は、設計対処施設の外壁温度の許容温度となる危険輻射強度を算出し、外壁で受ける輻射強度が、その危険輻射強度を下回り、必要な離隔距離が確保されていることを確認する。

石油備蓄基地火災においては、防油堤外部へ延焼する可能性は低いが、外部火災ガイドを参考として、石油備蓄基地周辺の森林へ飛び火することにより設計対処施設へ迫る場合を想定し、石油備蓄基地火災と森林火災の重畳を想定する。評価は、この重畳火災による建屋の外壁表面温度を算出し、許容温度を下回ることを確認する。

(2) 評価条件

石油備蓄基地火災については、「4.6 (2) 評価条件」と同じである。

森林火災については、「4.1 (2) 評価条件」と同じである。

(3) 計算方法

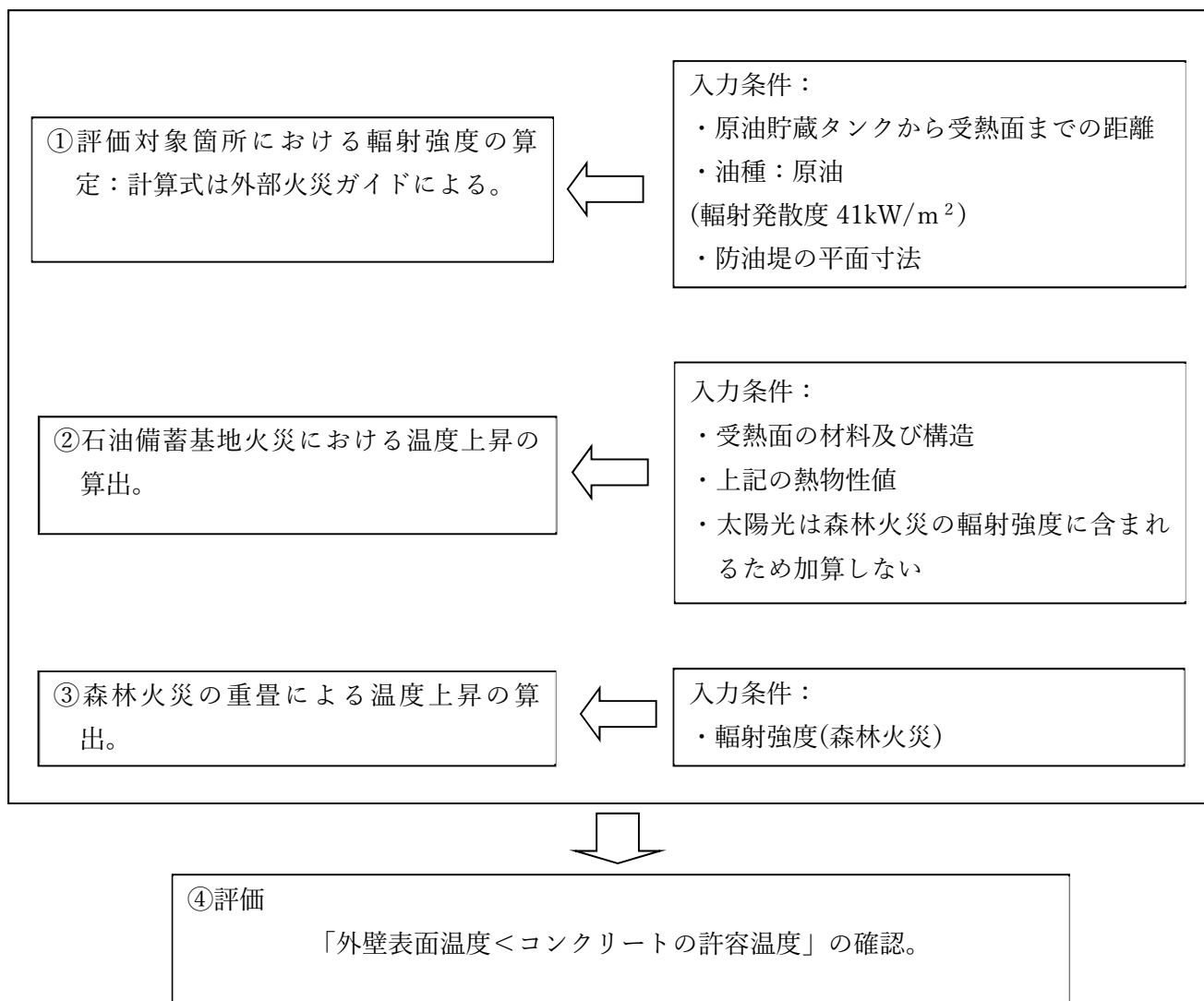
石油備蓄基地火災及び森林火災の重畳による影響評価は、火災からの輻射強度による外壁表面温度を算出する。

石油備蓄基地火災については、「4.6 (3) 計算方法」と同じである。設計対処施設が受ける火災源からの輻射強度による外壁表面温度を放熱量と入熱量の定常計算により算出する。

森林火災については、「4.1 (3) 計算方法」と同じである。

外壁表面温度は、石油備蓄基地火災の熱影響評価で算出した外壁温度に、森林火災の熱影響評価で算出した外壁表面の上昇した温度を加え、算出する。

検討手順を第 4.7-1 図に示す。



第 4.7-1 図 石油備蓄基地火災及び森林火災の重畳評価に関する検討手順

V - 1 - 1 - 1 - 4 - 6

外部火災防護における評価条件
及び評価結果

V - 1 - 1 - 1 - 4 - 6 - 1

外部火災防護における評価条件
及び評価結果（燃料加工建屋）

目 次

1. 概要	1
2. 評価条件及び評価結果	1
2.1 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(森林火災)	1
2.2 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(危険物貯蔵施設等の火災)	3
2.3 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(危険物貯蔵施設等の爆発)	4
2.4 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(航空機墜落による火災)	6
2.5 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(航空機墜落による火災と敷地内の危険物貯蔵施設等の爆発との重畳)	8
2.6 敷地外の火災源に対する建屋の熱影響評価(石油備蓄基地火災)	9
2.7 敷地外の火災源に対する建屋の熱影響評価(石油備蓄基地火災と森林火災の重畳)	10

1. 概要

本資料は、設計対処施設が外部火災に対して十分な健全性を有することを確認するための評価条件及び評価結果について説明するものである。

設計対処施設の健全性を確認するための評価は、添付書類「V-1-1-1-4-5-1 外部火災防護における評価方針(燃料加工建屋)」に従って行う。

2. 評価条件及び評価結果

2.1 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(森林火災)

設計対処施設の外壁に対する森林火災による熱影響評価の計算条件を第2.1-1表に、評価結果を第2.1-2表及び第2.1-3表に示す。

設計対処施設は、危険距離を上回る離隔距離を確保していること、外壁表面温度は58℃となり許容温度以下となることを確認した。

第2.1-1表 燃料加工建屋を対象とした熱影響評価の計算条件

項目	記号	数値	単位
許容温度	T	200	℃
初期温度	T_0	50 ^{*1}	℃
コンクリート熱伝導率	λ	1.74	W/(m·K)
コンクリート密度	ρ	2150 ^{*2}	kg/mm ³
コンクリート比熱	c	963	J/(kg·K)
セル幅	W	10	m

*1 初期温度は、評価が厳しくなるように、屋内最高温度及び外気温度を踏まえ設定。

*2 遮蔽設計の最小値

表 2.1-2 危險距離

設計對処施設	危險限界距離 (m)	離隔距離 (m)
燃料加工建屋	23	226

表 2.1-3 外壁表面温度

設計對処施設	外壁表面温度 (°C)	許容温度 (°C)
燃料加工建屋	58	200

2.2 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(危険物貯蔵施設等の火災)

ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所の火災において、燃料加工建屋の建屋外壁が火炎から受ける輻射強度に対する熱影響の計算条件を第2.2-1表に、評価結果を第2.2-2表に示す。

設計対処施設の外壁表面温度は66℃となり、許容温度以下となることを確認した。

第2.2-1 燃料加工建屋を対象とした熱影響評価の計算条件

項目	記号	数値	単位
防油堤の幅	w	31.6	m
防油堤の奥行	d	65	m
燃料量	V	4327	m ³
初期温度	T_0	50 ^{*1}	°C
輻射強度	E	0.098	kW/m ²
コンクリート熱伝導率	λ	1.74	W/(m·K)
コンクリート比熱	c	963	J/(kg·K)
コンクリート密度	ρ	2150 ^{*2}	kg/mm ³
燃焼面(円筒火災底面)の中心から受熱面(評価点)までの距離	L	550	m
燃焼速度	v	0.28×10^{-4}	m/s

*1 初期温度は、評価が厳しくなるように、屋内最高温度及び外気温度を踏まえ設定。

*2 遮蔽設計の最小値

第2.2-2表 設計対処施設への熱影響評価結果

設計対処施設	貯蔵所からの離隔距離 (m)	評価結果 (°C)	許容温度 (°C)
燃料加工建屋	550	66	200

2.3 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(危険物貯蔵施設等の爆発)

MOX 燃料加工施設の危険物貯蔵施設等としての第1 高圧ガストレーラ庫及びLPG ボンベ庫の爆発に対する計算条件を第2.3-1 表及び第2.3-2 表に示す。また、評価結果を第2.3-3 表に示す。

再処理施設の危険物貯蔵施設等としての還元ガス製造建屋の水素ボンベ及び低レベル廃棄物処理建屋プロパンボンベ庫のプロパンボンベの爆発に対する計算条件を第2.3-4 表及び第2.3-5 表に示す。また、評価結果を第2.3-6 表に示す。

設計対処施設については、各爆発源からの危険限界距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

第2.3-1 表 第1 高圧ガストレーラ庫の計算条件

項目	記号	数値	単位
換算距離	λ	14.4	$\text{m} \cdot \text{kg}^{-1/3}$
水素の定数	K	2860000	—
設備定数	W	0.304	—

第2.3-2 表 LPG ボンベ庫の計算条件

項目	記号	数値	単位
換算距離	λ	14.4	$\text{m} \cdot \text{kg}^{-1/3}$
プロパンの定数	K	888000 (100°C以上の値)	—
設備定数	W	0.100	—

第2.3-3 表 MOX 燃料加工施設の危険物貯蔵施設等の爆発に対する危険限界距離の評価結果

危険物貯蔵施設等	設計対処施設	危険限界距離 (m)	離隔距離 (m)
第1 高圧ガストレーラ庫	燃料加工建屋	55	62
LPG ボンベ庫		26	33

第 2.3-4 表 低レベル廃棄物処理建屋プロパンボンベ庫の計算条件

項目	記号	数値	単位
換算距離	λ	14.4	$m \cdot kg^{-1/3}$
プロパンの定数	K	888000 (100°C以上の値)	—
設備定数	W	$(2.975)^{0.5*1}$	—

*1 ガス質量が 1t 以上のため平方根の値を用いる。

第 2.3-5 表 還元ガス製造建屋の計算条件

項目	記号	数値	単位
換算距離	λ	14.4	$m \cdot kg^{-1/3}$
プロパンの定数	K	2860000	—
設備定数	W	0.025	—

第 2.3-6 表 再処理施設の危険物貯蔵施設等の爆発に対する危険限界距離の評価結果

危険物貯蔵施設等	設計対処施設	危険限界距離 (m)	離隔距離 (m)
低レベル廃棄物処理建屋 プロパンボンベ庫	燃料加工建屋	67	280
還元ガス製造建屋		24	130

2.4 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(航空機墜落による火災)

(1) 熱影響評価の対象航空機

対象航空機の航空機墜落による火災時の燃焼時間を第 2.4-1 表に示す。燃焼時間は長く、設計対処施設への熱影響が厳しい F-16 を熱影響評価の対象航空機とする。

第 2.4-1 表 熱影響評価の対象航空機

対象航空機	燃焼面積 A(m ²)	燃料積載量 V(m ³)	燃焼速度 v (m/s)	燃焼時間 t (s)
KC-767	約 1500	145.1	8.0×10 ⁻⁵	約 1200
F-2	約 110	10.4		約 1200
F-16	約 90	9.8		約 1400
F-35	110	10.8		約 1300

(2) 評価条件及び評価結果

航空機墜落による火災時の設計対処施設への評価条件を第 2.4-2 表に、評価結果を第 2.4-1 図に示す。なお、評価条件のうち、各対象航空機の燃焼面積及び燃料搭載量を第 2.4-1 表に示す。

評価の結果、外壁表面より約 17cm で初期温度(50℃)となり、入熱による影響がなくなる。設計対処施設の外壁厚は 1.2m 以上であることから、建屋内に収納する外部火災防護対象施設の安全機能は損なわれない。

また、内部温度は外壁表面から深さ約 5cm の領域においてはコンクリートの許容温度 200℃ 以上となる。

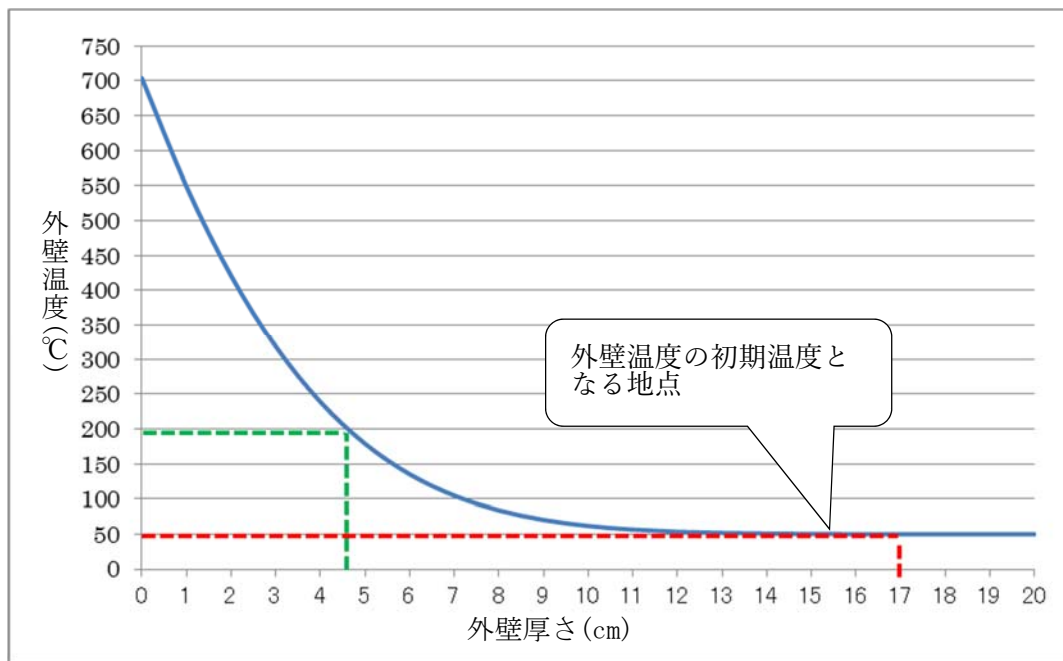
日本建築学会「建物の火害診断および補修・補強方法指針・同解説」及び「構造材料の耐火性ガイドブック」を参考に鉄筋コンクリートの影響を想定すると、外壁の表層部分のコンクリートひび割れ、外壁表面から深さ約 5cm 未満までのコンクリート強度低下が想定される。また、鉄筋では受熱温度が 500～600℃ 以下であれば加熱冷却後の残存強度は受熱前強度と同等であるとされていることに対し、鉄筋位置は表面から 5cm 以上内側にあることから、鉄筋に影響を及ぼす外壁厚は 1.2m 以上であるため、建屋外壁が要求される機能を損なわない。

第 2.4-2 表 燃料加工建屋の外壁を対象とした影響評価の計算条件

項目	記号	数値	単位
初期温度	T_0	50	°C
燃焼時間	t	1400	s
燃焼速度	ν	8.0×10^{-5}	m/s
輻射発散度	Rf	58.4^{*1}	kW/m ²
燃焼面積	A	90	m ²
コンクリート熱伝導率	λ	1.74	W/(m・K)
コンクリート密度	ρ	2150^{*2}	kg/m ³
コンクリート比熱	c	963	J/(kg・K)

*1 太陽光の入射を考慮し、0.4kW/m²を加算。

*2 遮蔽設計の最小値



第 2.4-1 図 設計対処施設の外壁温度の評価結果

2.5 敷地内の火災源に対する建屋の熱影響評価(航空機墜落による火災と敷地内の危険物貯蔵施設等の爆発との重畳)

(1) 評価条件及び評価結果

航空機墜落による火災と敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の爆発については、設計対処施設の近傍に配置する第1高圧ガストレーラ庫に設置する水素ガスの貯蔵容器及びLPGボンベ庫に設置するLPガスの貯蔵容器の爆発を想定する。

爆発源に対する危険限界距離の評価条件を第2.5-1表及び第2.5-2表に、評価結果を第2.5-3表表示す。

評価の結果、設計対処施設は爆発源からの離隔距離が、危険限界距離以上の距離を確保していることを確認した。

第2.5-1表 第1高圧ガストレーラ庫の計算条件

項目	記号	数値	単位
換算距離	λ	14.4	$\text{m} \cdot \text{kg}^{-1/3}$
水素の定数	K	2860000	—
設備定数	W	0.304	—

第2.5-2表 LPGボンベ庫の計算条件

項目	記号	数値	単位
換算距離	λ	14.4	$\text{m} \cdot \text{kg}^{-1/3}$
プロパンの定数	K	888000 (100°C以上の値)	—
設備定数	W	0.100	—

第2.5-3表 危険限界距離の評価結果

危険物貯蔵施設等	設計対処施設	危険限界距離 (m)	離隔距離 (m)
第1高圧ガストレーラ庫	燃料加工建屋	55	62
LPGボンベ庫		26	33

2.6 敷地外の火災源に対する建屋の熱影響評価(石油備蓄基地火災)

設計対処施設に対する石油備蓄基地火災の熱影響の計算条件を第2.6-1表に、評価結果を第2.6-2表に示す。

設計対処施設の危険輻射強度は 2.3kW/m^2 となり、建屋外壁が受ける石油備蓄基地火災からの輻射強度は、その危険輻射強度を下回ることを確認した。

第2.6-1表 評価対象の危険輻射強度計算に関する計算条件

項目	記号	数値	単位	備考
太陽光入射	Q_{sun}	400 ⁽⁶⁾	W/m^2	—
ステファン-ボルツマン定数	σ	$5.670 \times 10^{-8(5)}$	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$	—
壁面温度(許容温度)	T_c	200	$^{\circ}\text{C}$ (注1)	—
大気側温度	T_a	29	$^{\circ}\text{C}^{*1}$	昭和41年～平成21年の夏季(6月～9月)の3時間ごとの温度の超過確率1%に相当する値とする。
外気温度	T_{amb}			
壁面の輻射率	ε_c	0.9 ⁽⁴⁾	—	壁面に関してはコンクリートに関する記載値0.94に対し厳しい評価となるように0.9とする。
壁面から大気への形態係数	F_{ca}	0.8	—	石油備蓄基地火災において算出される形態係数から厳しい評価となるように0.8とする。
評価対象壁面高さ	L	6.6	m	建屋増床に伴い、 L は高くなる見込みであるが、低い方が壁面温度が高くなることから、厳しい評価となるように従来と同じ6.6mの値とする。
重力加速度	g	9.807 ⁽⁵⁾	m/s^2	—

*1 計算においては、(K)に換算

第2.6-2表 石油備蓄基地火災における熱影響評価結果

設計対処施設	石油備蓄基地からの離隔距離 (m)	輻射強度 (kW/m^2)	危険輻射強度 (kW/m^2)
燃料加工建屋	1970	1.1	2.3

2.7 敷地外の火災源に対する建屋の熱影響評価(石油備蓄基地火災と森林火災の重畳)

設計対処施設に対する石油備蓄基地火災と森林火災の重畳による熱影響評価の評価条件を第2.7-1に、評価結果を第2.7-2表に示す。

設計対処施設の外壁表面温度は130℃となり、許容温度以下となることを確認した。

第2.7-1 重畳評価における石油備蓄基地火災の評価条件

項目	記号	数値	単位	備考
太陽光入射	Q_{sun}	0	W/m ²	森林火災の輻射強度に太陽光の影響が考慮されているため、考慮しない。
ステファン-ボルツマン定数	σ	5.670×10^{-8}	W/(m ² ・K ⁴)	—
壁面温度(許容温度)	T_c	200	℃	—
大気側温度	T_a	29	℃*1	昭和41年～平成21年の夏季(6月～9月)の3時間ごとの温度の超過確率1%に相当する値とする。
外気温度	T_{amb}			
壁面の輻射率	ϵ_c	0.9	—	壁面に関してはコンクリートに関する記載値0.94に対し厳しい評価となるように0.9とする。
壁面から大気への形態係数	F_{ca}	0.8	—	石油備蓄基地火災において算出される形態係数から厳しい評価となるように0.8とする。
評価対象壁面高さ	L	6.6	m	建屋増床に伴い、 L は高くなる見込みであるが、低い方が壁面温度が高くなることから、厳しい評価となるように従来と同じ6.6mの値とする。
重力加速度	g	9.807	m/s ²	—

*1 計算においては、(K)に換算

第2.7-2表 石油備蓄基地火災と森林火災の重畳評価における評価条件

設計対処施設	石油備蓄基地からの 離隔距離(m)	外壁表面温 度 (℃)	コンクリート許容温度(℃)
燃料加工建屋	1970	130	200

V - 1 - 1 - 1 - 5

計算機プログラム (解析コード)
の概要

目 次

1. はじめに	2
2. 解析コードの概要	3
2.1 TONBOS	3

計算機プログラム(解析コード)を適用している添付書類

(1) 機器・配管系

目録番号	目録名称	適用コード名
V-1-1-1-2-3	固縛対象物の選定	TONBOS

1. はじめに

本資料は、添付書類「V-1-1-1 加工施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」において使用した解析コードについて説明するものである。

2. 解析コードの概要

2.1 TONBOS

コード名 項目	TONBOS
開発機関	一般財団法人 電力中央研究所
開発時期	2013年
使用したバージョン	Ver. 3
使用目的	竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離等の評価
コードの概要	<p>TONBOS（以下、「本解析コード」という。）は、一般財団法人電力中央研究所にて開発・保守されているプログラムである。</p> <p>空気中の物体が受ける抗力による運動を計算することで、竜巻による風速場の中での飛来物の飛散軌跡を評価することができる解析コードであり、飛来物の速度、飛散距離等の算出が可能である。</p> <p>仮定する風速場は、鉛直方向には構造が変化しないランキン渦としている。</p>
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>【検証(Verification)】</p> <p>本解析コードの検証の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simiu and Scanlan[※]による解析結果と同じ条件下で、竜巻風速場での飛散軌跡の解析を実施し、概ね一致した結果を得ていることから、本解析コードの妥当性を確認した。 <p>※: Simiu, E. and Scanlan, R. H., Wind Effects on Structures: Fundamentals and Applications to Design, 3rd Edition, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, August 1996.</p> <p>【妥当性確認(Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 本解析コードは、竜巻により発生する飛来物の速度、飛散距離等の評価を目的に開発されたコードであり、使用目的が合致している。 • 開発機関が提示するマニュアルにより、本解析コードの適正な用途、適用範囲を確認している。 • 評価は妥当性を確認している範囲内で行うようにしている。

V - 1 - 1 - 6

火災及び爆発の防止に関する説
明書

目 次

1. 概要	1
2. 火災防護の基本方針	2
2.1 火災及び爆発の発生防止	3
2.2 火災の感知及び消火	4
2.3 火災及び爆発の影響軽減	5
3. 火災防護の基本事項	6
3.1 火災防護対策を行う機器等の選定	6
3.2 火災区域及び火災区画の選定	9
3.3 適用規格	10
4. 火災及び爆発の発生防止	12
4.1 MOX 燃料加工施設の火災及び爆発の発生防止について	13
4.2 不燃性材料又は難燃性材料の使用	14
4.3 落雷，地震等の自然現象による火災及び爆発の発生防止	16
5. 火災の感知及び消火	17
5.1 管理区域からの放出消火剤の流出防止	17
6. 火災及び爆発の影響軽減	18
6.1 火災及び爆発の影響軽減対策が必要な火災区域の分離	19
6.2 火災及び爆発の影響軽減のうち火災防護上の系統分離対策が必要な設備の 系統分離	20
6.3 火災防護上の系統分離対策が必要な設備に対する具体的な系統分離対策	23
7. MOX 燃料加工施設の安全確保について	24
8. 火災防護計画	24

1. 概要

本資料は、「燃料加工施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第11条、第29条に基づき、火災及び爆発によりMOX燃料加工施設の安全性を損なわないよう、火災区域及び火災区画に対して、火災及び爆発発生防止、火災の感知及び消火並びに火災及び爆発の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を行うことを説明するものである。

なお、火災防護対策にあたっては「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（平成31年2月13日原規技発第19021310号）（以下「火災防護審査基準」という。）を参考とする。

2. 火災防護の基本方針

安全機能を有する施設及び重大事故等対処施設は、火災又は爆発によりMOX燃料加工施設の安全性や重大事故等に対処するための必要な機能を損なわないよう、安全機能を有する施設のうち、その機能の喪失により公衆に対し過度の放射線被ばくを及ぼすことのないよう、安全評価上その機能を期待する安全上重要な施設の構築物、系統及び機器(以下「安重機能を有する機器等」という。)、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する機器(以下「放射性物質貯蔵等の機器等」という。)並びに重大事故等対処施設を設置する火災区域及び火災区画に対して、以下に示す火災及び爆発の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災及び爆発の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる。

なお、火災防護上重要な機器等は、MOX燃料加工施設の臨界防止、閉じ込め等に係る安全機能が火災又は爆発によって損なわれないよう、安重機能を有する機器等及び放射性物質の貯蔵等の機器等とする。

2.1 火災及び爆発の発生防止

MOX燃料加工施設の火災及び爆発の発生を防止するため、MOX燃料加工施設で取り扱う化学薬品等のうち、可燃性物質若しくは熱的に不安定な物質を使用する系統及び機器に対する着火源の排除、異常な温度上昇の防止対策、可燃性物質の漏えい防止対策、空気の混入防止対策を講ずる設計とするとともに、熱的制限値を設ける設計とする。

また、上記に加え発火性物質又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域又は火災区画に対する火災及び爆発の発生防止対策を講ずるとともに、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉に対する対策、発火源に対する対策、水素に対する換気、漏えい検出対策及び接地対策、電気系統の過電流による過熱及び焼損の防止対策等を講ずる設計とする。

MOX燃料加工施設の建物は、耐火構造又は不燃性材料で造られたものとするとともに、必要に応じて防火壁の設置その他の適切な防火措置を講ずる設計とする。

主要な構造材、ケーブル、換気設備のフィルタ、保温材、建屋内装材及び遮蔽材は、可能な限り不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とし、不燃性材料又は難燃性材料の使用が技術上困難な場合は、不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの(以下「代替材料」という。)を使用する設計とする。

放射性物質を内包するグローブボックス等のうち、閉じ込め機能を喪失することでMOX燃料加工施設の安全性を損なうおそれのあるものについては、不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とする。

安重機能を有する機器等及び放射性物質貯蔵等の機器等に使用するケーブルには、実証試験により延焼性及び自己消火性を確認したケーブルを使用する設計とする。

建屋内の変圧器及び遮断器は、絶縁油を内包しないものを使用する設計とする。

MOX燃料加工施設は、自然現象のうち、火災及び爆発を発生させるおそれのある落雷、地震、竜巻(風(台風)を含む。)及び森林火災に対して、火災及び爆発が発生しないよう火災防護対策を講ずる設計とする。

2.2 火災の感知及び消火

火災の感知及び消火は、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に対して、早期の火災感知及び消火を行うための火災感知設備及び消火設備を設置する設計とする。

火災感知設備及び消火設備は、地震による火災を想定する場合は火災区域及び火災区画に設置した火災防護上重要な機器等の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の設備分類に応じて、機能を維持できる設計とする。

火災感知器は、環境条件や火災の性質を考慮して型式を選定し、固有の信号を発する異なる種類を組み合わせで設置する設計とする。

グローブボックス内は、主要な工程で核燃料物質を非密封で取り扱うという特徴があり、MOX 粉末やレーザ光による誤作動や内装機器及び架台が障害となることにより、煙感知器及び炎感知器並びにサーモカメラでは火災を感知できないおそれがあることから、火災感知器の中から、2 種類の熱感知器を組み合わせで設置する設計とする。火災感知設備は、外部電源喪失時においても火災の感知が可能なように電源を確保し、中央監視室で常時監視できる設計とする。

MOX燃料加工施設では、臨界管理の観点から可能な限り水を排除する設計とする。また、MOX燃料加工施設の安重機能を有する機器等及び放射性物質貯蔵等の機器等を設置する火災区域又は火災区画及びグローブボックス内で、火災発生時の煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難となるところには、固定式のガス消火装置を設置するとともに、消火設備の破損、誤作動又は誤操作が起きた場合のほか、火災感知設備の破損、誤作動又は誤操作が起きたことにより消火設備が作動した場合においても、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に悪影響を及ぼさない設計とする。

消火設備は、消防法施行令第11条、第19条及び消防法施行規則第19条、第20条に基づく容量等を確保する設計とし、多重性又は多様性及び系統分離に応じた独立性を有する系統構成、外部電源喪失を想定した電源の確保等を考慮した設計とする。

2.3 火災及び爆発の影響軽減

火災防護上重要な機器等を設置する火災区域は、他の火災区域と隣接する場合は、3時間以上の耐火能力を火災耐久試験により確認した耐火壁によって他の火災区域と分離する。

また、MOX燃料加工施設における火災防護上の系統分離対策を講じる設備であるグローブボックス排気設備のグローブボックス排風機及びグローブボックス排風機の機能維持に必要な範囲の非常用所内電源設備において、互いに相違する系列間の機器及びケーブル並びにこれらの近傍に敷設されるその他のケーブルは、「3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離された設計」、「互いに相違する系列間の水平距離が6 m以上あり、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置する設計」又は「1時間の耐火能力を有する隔壁等で互いの系列間を分離し、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置する設計」とする。

中央監視室の制御盤及び中央監視室の床下に関しては、火災及び爆発の影響軽減のための措置を講ずる設計と同様の設計とする。

なお、MOX燃料加工施設で仮に爆発が発生した場合の影響軽減対策として、焼結炉及び小規模焼結処理装置における爆発の発生を検知し、検知後は排気経路に設置したダンパを閉止する設計とする。

設備等の設置状況を踏まえた可燃性物質の量等を基に、想定されるMOX燃料加工施設内の火災又は爆発によって、安全上重要な施設の安全機能を維持できることを、火災影響評価にて確認する。

また、MOX燃料加工施設内の火災又は爆発によって、設計基準事故が発生する場合は、それらに対処するために必要な機器の単一故障を考慮しても事象が収束できる設計とし、火災影響評価にて確認する。

3. 火災防護の基本事項

MOX燃料加工施設では、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設が設置される火災区域又は火災区画に対して火災防護対策を実施することから、本項では、火災防護対策を行う機器等を選定し、火災区域及び火災区画の設定について説明する。

3.1 火災防護対策を行う機器等の選定

(1) 安全機能を有する施設

安全機能を有する施設は、火災又は爆発によりMOX燃料加工施設の安全性が損なわれないよう、火災及び爆発の発生を防止し、早期に火災発生を感知し消火を行い、かつ、火災及び爆発の影響を軽減するために、火災防護対策を講ずる設計とする。

火災防護対策を講ずる対象としては、安全評価上その機能を期待する構築物、系統及び機器を漏れなく抽出する観点から、安全上重要な構築物、系統及び機器を抽出することで、火災又は爆発より、臨界防止、閉じ込め等の安全機能を損なわないよう対策を講ずる設計とする。

抽出された安全上重要な構築物、系統及び機器及び放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器を火災防護上重要な機器等とする。

火災防護上重要な機器等に火災区域及び火災区画を設定した上で、火災及び爆発の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災及び爆発の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講ずることにより、安全機能を損なわない設計とする。

上記火災防護対策を講ずることを「8. 火災防護計画」に定める。

a. 安全上重要な施設

MOX燃料加工施設は、臨界防止、閉じ込め等の安全機能が火災又は爆発によって損なわれないよう、安全機能を有する施設のうち、その機能の喪失により公衆に対し過度の放射線被ばくを及ぼすことのないよう、安全評価上その機能を期待する構築物、系統及び機器を漏れなく抽出する観点から、安全上重要な施設の安全機能を有する構築物、系統及び機器（以下「安全機能を有する機器等」という。）を抽出し、火災及び爆発の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災及び爆発の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講ずる設計とする。

ただし、配管、弁、タンク、熱交換器は、金属製の不燃性材料であり、火災による影響を受けないことから対象外とする。

なお、第1回申請における対象設備はない。

(a) 安全上重要な施設の分類

イ. プルトニウムを非密封で取り扱う設備・機器を収納するグローブボックス及びプルトニウムを非密封で取り扱う設備・機器であってグローブボックスと同等の閉じ込めの機能を必要とするもの

ロ. 上記イの換気設備

ハ. 上記イを直接収納する構築物及びその換気設備

ニ. ウランを非密封で大量に取り扱う設備・機器及びその換気設備（本事項について安全上重要な施設に該当する施設はない。）

- ホ. 非常用電源設備及び安全上重要な施設の機能の確保に必要な圧縮空気の主要な動力源
- ヘ. 核的, 熱的制限値を有する設備・機器及び当該制限値を維持するための設備・機器
- ト. 臨界事故の発生を直ちに検知し, これを未臨界にするための設備・機器 (本事項について安全上重要な施設に該当する施設はない。)
- チ. その他上記各設備・機器の安全機能を維持するために必要な設備・機器のうち, 安全上重要なもの

(b) 火災防護上の系統分離対策を講じる設備

MOX燃料加工施設の特徴(取り扱う放射性物質は固体の核燃料物質であり, 運転時の異常な過渡変化を生じる工程もないこと等)を踏まえ, 火災時においてもグローブボックス内を負圧に維持し, 排気経路以外からの放射性物質の放出を防止するために以下の設備について火災防護上の系統分離対策を講ずる設計とする。

- イ. グローブボックス排風機
- ロ. 上記機能の維持に必要な支援機能である非常用所内電源設備

b. 放射性物質の貯蔵等の機器等

安全機能を有する施設のうち, MOX燃料加工施設において火災及び爆発が発生した場合, 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するための構築物, 系統及び機器のうち, 「安全上重要な施設」に示す安全上重要な施設を除いたものを「放射性物質貯蔵等の機器等」として選定する。

なお, 第1回申請における対象設備はない。

(2) 重大事故等対処施設

重大事故等対処施設は, 火災又は爆発により重大事故に至るおそれがある事故(設計基準事故を除く。)若しくは重大事故(以下「重大事故等」という。)に対処するために必要な機能が損なわれないよう, 重大事故等対処施設を設置する区域を火災区域及び火災区画に設定し, 火災及び爆発の発生防止, 火災の感知及び消火のそれぞれを考慮した火災防護対策を講ずる設計とする。

火災防護対策を講ずる対象として, 重大事故等対処施設のうち, 火災又は爆発が発生した場合に, 重大事故等に対処するために必要な機能に影響を及ぼす可能性のある構築物, 系統及び機器を選定する。具体的には, 重大事故等対処施設のうち常設のものに対して火災区域及び火災区画を設定し, 火災及び爆発の発生防止, 火災の感知及び消火のそれぞれを考慮した火災防護対策を講ずる設計とする。

重大事故等対処設備のうち常設のもの(以下「常設重大事故等対処設備」という。)のうち, 外部からの影響を受ける事象(以下「外的事象」という。)以外の動的機器の故障, 及び静的機器の損傷等(以下「内的事象」という。)を要因とする重大事故等へ対処する

常設重大事故等対処設備であり，必要に応じて関連する工程を停止することにより重大事故に至らずその機能を必要としないものについては，消防法，建築基準法，都市計画法及び日本電気協会電気技術規程・指針に基づき設備等に応じた火災防護対策を講ずる設計とする。

なお，重大事故等対処設備のうち，可搬型のものに対する火災防護対策については，火災防護計画に定めて実施する。

上記，重大事故等対処施設に火災防護対策を講ずることを「8.火災防護計画」に定める。

なお，第1回申請における対象設備はない。

3.2 火災区域及び火災区画の選定

(1) 火災区域の設定

a. 屋内

火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設を収納する建屋に、耐火壁(耐火隔壁、耐火シール、防火扉、防火ダンパ等)、天井及び床(以下「耐火壁」という。)によって囲われた火災区域を設定する。建屋内の火災区域は、「3.1 火災防護対策を行う機器等の選定」において選定する機器等の配置も考慮して火災区域を設定する。

火災及び爆発の影響軽減対策が必要な火災防護上重要な機器等を設置する火災区域は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁として、3時間耐火に設計上必要な150mm以上の壁厚を有するコンクリート壁や火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を有する耐火壁により隣接する他の火災区域と分離する。

b. 屋外

屋外の火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設を設置する区域については、他の区域と分離して火災防護対策を実施するために、重大事故等対処施設と設計基準事故に対処するための設備の配置を考慮して周囲からの延焼防止のために火災区域を設定する。

屋外の火災区域の設定に当たっては、火災区域外への延焼防止を考慮し、資機材管理、火気作業管理、危険物管理、可燃物管理及び巡視を行う。本管理については、火災防護計画に定める。

なお、第1回申請における対象設備はない。

(2) 火災区画の設定

火災区画は、建屋内で設定した火災区域を、耐火壁、離隔距離及び系統分離状況に応じて分割して設定する。

3.3 適用規格

適用する規格としては、既設工認で適用実績のある規格のほか、最新の規格基準についても技術的妥当性及び適用性を示したうえで適用可能とする。

適用する規格、基準、指針等を以下に示す。

- ・加工施設の技術基準に関する規則(令和2年原子力規制委員会規則第6号)
- ・実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準(平成31年2月13日原規技発第19021310号)
- ・原子力発電所の内部火災影響評価ガイド(平成25年6月19日 原規技発第13061914号 原子力規制委員会)
- ・核燃料物質の加工の事業に関する規則(昭和41年総理府令第37号)
- ・加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈(平成25年11月27日 原管研発第1311271号 原子力規制委員会決定)
- ・消防法(昭和23年7月24日法律第186号)
- ・消防法施行令(昭和36年3月26日政令第37号)
- ・消防法施行規則(昭和36年4月1日自治省令第6号)
- ・危険物の規則に関する政令(昭和34年9月26日政令第306号)※
- ・危険物の規制に関する規則(昭和34年9月29日 総理府令第55号)※
- ・高圧ガス保安法(昭和26年6月7日 法律第204号)※
- ・高圧ガス保安法施行令(平成9年2月19日 政令第20号)※
- ・建築基準法(昭和26年6月24日法律第201号)
- ・建築基準法施行令(昭和26年11月16日政令第338号)
- ・平成12年建設省告示第1400号(平成16年9月29日 国土交通省告示第1178号による改定)※
- ・都市計画法(昭和43年6月15日 法律第100号)※
- ・都市計画法施行令(昭和44年6月13日 政令第158号)※
- ・電気事業法(昭和39年7月11日 法律第170号)
- ・電気設備に関する技術基準を定める省令(平成9年3月27日 通商産業省令第52号)※
- ・原子力発電所の火災防護規程(JEAC4626-2010)
- ・原子力発電所の火災防護指針(JEAG4607-2010)
- ・原子力発電所の耐雷指針(JEAG4608-2007)
- ・日本産業規格(JIS)
- ・工場電気設備防爆委員会「工場電気設備防爆指針」(ガス蒸気防爆2006)※
- ・公益社団法人 日本空気清浄協会「空気清浄装置用ろ材燃焼性試験方法指針」(JACA No.11A-2003)※
- ・社団法人電池工業会「蓄電池室に関する設計指針」(SBA G 0603-2001)※
- ・"Fire Dynamics Tools (FDTs) : Quantitative Fire Hazard Analysis Methods for the U.S. Nuclear Regulatory Commission Fire Protection Inspection Program," NUREG-1805 December 2004※
- ・IEEE 383-1974 垂直トレイ燃焼試験※
- ・IEEE 1202-1991 垂直トレイ燃焼試験※

- ・UL 1581 (Fourth Edition) 1080. VW-1 UL垂直燃焼試験※
 - ・原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-1987) 日本電気協会
 - ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 (JEAG4601・補1984) 日本電気協会
 - ・原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG 4601-1991追補版) 日本電気協会
- ※ 第1回申請において、適用させる設計はない。

4. 火災及び爆発の発生防止

MOX燃料加工施設は、火災及び爆発によりその安全性を損なわないよう、以下に示す対策を講じる。

4.1項では、発火性物質又は引火性物質を内包する設備、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉、発火源、過電流による過熱防止に対する対策について説明する。

4.2項では、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に対して、原則、不燃性材料及び難燃性材料を使用する設計であることを説明する。

4.3項では、落雷、地震等の自然現象に対しても、火災及び爆発の発生防止対策を講じることを説明する。

以下に第1回申請に係る火災及び爆発の発生防止の設計を示す。本記載以外の火災及び爆発の発生防止に係る設計については次回以降申請の「火災及び爆発の防止に関する説明書」にて説明する。

4.1 MOX 燃料加工施設の火災及び爆発の発生防止について

(1) 発火性物質又は引火性物質に対する火災及び爆発の発生防止対策

発火性物質又は引火性物質を内包する設備又はこれらの設備を設置する火災区域又は火災区画に対して火災及び爆発の発生防止対策を講ずる。

ここでいう発火性物質又は引火性物質は、消防法で危険物として定められる潤滑油又は燃料油に加え、高圧ガス保安法で高圧ガスとして定められる水素、窒素、二酸化炭素、アルゴン、NO_x、プロパン及び酸素のうち可燃性ガスである水素及び上記に含まれない分析試薬を対象とするものであり、第1回申請における対象設備はない。

(2) 可燃性の蒸気又は可燃性の微粉の対策

火災区域における可燃性の蒸気又は可燃性の微粉を取り扱う設備については、第1回申請における対象設備はない。

(3) 発火源への対策

火災区域は、火花を発生する設備や高温の設備等、発火源となる設備を設置しない設計とし、第1回申請において対象設備はない。

(4) 過電流による過熱防止対策

再処理施設内の電気系統に対する過電流による過熱及び焼損の防止対策として、第1回申請における対象設備はない。

(5) 火災及び爆発発生防止に係る個別留意事項

以下に第1回申請に係る火災及び爆発の発生防止の設計を示す。

a. 電気室の目的外使用の禁止

電気室は、電源供給に火災影響を与えるような可燃性の資機材等を保管せず、電源供給のみに使用することを保安規定に定め管理する。

4.2 不燃性材料又は難燃性材料の使用

火災及び爆発の発生を防止するため、火災防護上重要な機器等は、以下に示すとおり、不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とする。

以下、(1)項において、不燃性材料又は難燃性材料を使用する場合の設計、(2)項において、不燃性材料又は難燃性材料を使用できない場合で不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの(以下「代替材料」という。)を使用する設計について説明する。以下に第1回申請に係る火災及び爆発の発生防止の設計を示す。

(1) 不燃性材料又は難燃性材料の使用

a. 主要な構造材

MOX 燃料加工施設の建物は、耐火構造又は不燃性材料で造られたものとするとともに、必要に応じて防火壁の設置その他の適切な防火措置を講ずる設計とする。

火災防護上重要な機器等のうち、機器、配管、ダクト、ケーブルトレイ、電線管及び盤の筐体並びにこれらの支持構造物の主要な構造材は、火災及び爆発の発生防止を考慮し、金属材料又はコンクリートを使用する設計とする。

b. 建屋内装材に対する不燃性材料の使用

火災区域又は火災区画に設置される火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設を設置する建屋の内装材は、以下の(a)項を満たす不燃性材料を使用する設計とし、中央監視室のカーペットは、以下の(b)項を満たす防災物品を使用する設計とする。

- (a) 建築基準法に基づき認定を受けた不燃性材料又はこれと同等の性能を有することを試験により確認した材料
- (b) 消防法に基づき認定を受けた防災物品又はこれと同等の性能を有することを試験により確認した材料

(2) 不燃性材料又は難燃性材料でないものを使用

不燃性材料又は難燃性材料を使用できない場合で代替材料の使用が技術上困難な場合は、以下のa.項を設計の基本方針とし、具体的な設計について以下の(a)項に示す。

- a. 火災防護上重要な機器等の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合は、当該構築物、系統及び機器における火災に起因して他の火災防護上重要な機器等において火災が発生することを防止するための措置を講じる。

(a) 建屋内装材

火災区域又は火災区画に設置される火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設を設置する建屋の内装材について、その機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合は、当該構築物、系統及び機器における火災に起因して他の火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設において火災が発生することを防止するための措置を講じる設計とする。

火災区域又は火災区画に設置される火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設を設置する建屋の内装材のうち、管理区域の床、壁に耐放射線性、除染性及び耐腐食性を確保することを目的として塗布するコーティング剤については、使用箇所が不燃性材料であるコンクリート表面であること、旧建設省告示1231号第2試験

に基づく難燃性が確認された塗料であること，火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設は，不燃性又は難燃性の材料を使用し，その周辺における可燃性物質を管理することから，難燃性材料を使用する設計とする。

4.3 落雷，地震等の自然現象による火災及び爆発の発生防止

MOX燃料加工施設において，設計上の考慮を必要とする自然現象は，地震，津波，落雷，風(台風)，竜巻，凍結，高温，降水，積雪，火山の影響(降下火砕物によるフィルタの目詰まり)，生物学的事象，森林火災及び塩害である。

風(台風)，竜巻及び森林火災は，それぞれの事象に対してMOX燃料加工施設の安全機能を損なうことのないように，自然現象から防護する設計とすることで，火災及び爆発の発生を防止する。

津波，凍結，高温，降水，積雪，他の生物学的事象及び塩害は，発火源となり得る自然現象ではなく，火山の影響についても，火山からMOX燃料加工施設に到達するまでに降下火砕物が冷却されることを考慮すると，発火源となり得る自然現象ではない。

生物学的事象のうちネズミ等の小動物の影響については，侵入防止対策によって影響を受けないことから，火災が発生する自然現象ではない。

したがって，燃料加工建屋においては，落雷及び地震，森林火災及び竜巻(風(台風)含む。)に対して，これら自然現象によって火災及び爆発が発生しないように，以下のとおり火災防護対策を講ずる設計とする。

以下に第1回申請に係る火災及び爆発の発生防止の設計を示す。本記載以外の火災及び爆発の発生防止に係る設計については次回以降申請の「火災及び爆発の防止に関する説明書」にて説明する。

(1) 落雷による火災及び爆発の発生防止

落雷による火災及び爆発の発生を防止するため，「原子力発電所の耐雷指針」(JEAG4608)，建築基準法及び消防法に基づき，日本産業規格に準拠した避雷設備を設置する設計とする。

避雷設備設置箇所を以下に示す。

a. 燃料加工建屋

(2) 地震による火災及び爆発の発生防止

火災防護上重要な機器等は，耐震設計上の重要度に応じて十分な支持性能をもつ地盤に設置するとともに，「加工施設の技術基準に関する規則」(令和2年原子力規制委員会規則第6号)第六条に従い，耐震設計上の重要度に応じた耐震設計とする。

(3) 森林火災による火災の発生防止

屋外の火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設は，外部火災防護に関する基本方針に基づき評価し設置した防火帯による防護等により，火災発生防止を講じる設計とする。

5. 火災の感知及び消火

火災感知設備及び消火設備は、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行う設計とする。

以下に第1回申請に係るに係る火災及び爆発の発生防止の設計を示す。具体的な火災感知設備及び消火設備の設備設計については、次回以降申請の「火災及び爆発の防止に関する説明書」にて説明する。

5.1 管理区域からの放出消火剤の流出防止

- a. 管理区域での消火活動により放水した消火水が管理区域外に流出しないように、管理区域と管理区域外の境界に堰等を設置する。

6. 火災及び爆発の影響軽減

MOX燃料加工施設は、火災及び爆発によりその安全性を損なわないよう、火災防護上重要な機器等の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災及び爆発による影響に対し、火災及び爆発の影響軽減のための対策を講ずる。

6.1項では、火災防護上重要な機器等が設置される火災区域又は火災区画内の分離について説明する。

6.2項では、火災防護上の系統分離対策を講じる設備に対する系統分離対策について説明する。

以下に第1回申請に係る火災及び爆発の影響軽減対策を示す。

6.1 火災及び爆発の影響軽減対策が必要な火災区域の分離

火災及び爆発の影響軽減対策が必要な安重機能を有する機器等を設置される火災区域については、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁として、3時間耐火に設計上必要な150mm以上の壁厚を有するコンクリート耐火壁や3時間以上の耐火能力を有することを確認した耐火壁(防火扉)により他の火災区域と分離する。

3時間以上の耐火能力を有する耐火壁(防火扉)の設計として、耐火性能を以下の文献等又は火災耐久試験にて確認する。

(1) コンクリート壁

3時間の耐火性能に必要なコンクリート壁の最小壁厚は、第1.1.6-1表及び第1.1.6--2表に示す以下の文献により、保守的に150mm以上の設計とする。

- a. 2001年版耐火性能検証法の解説及び計算例とその解説(「建設省告示第1433号耐火性能検証法に関する算出方法等を定める件」講習会テキスト(国土交通省住宅局建築指導課))
- b. 海外規定のNFPAハンドブック

(2) 防火扉

防火扉は、以下に示す実証試験にて3時間耐火性能を確認したものを使用する設計とする。

- a. 防火扉
 - (a) 試験方法
建築基準法の規定に準じて第1.1.6-1図に示す加熱曲線(ISO 834)で3時間加熱する。
 - (b) 判定基準
第1.1.6-3表に示す建築基準法第2条第7号耐火構造を確認するための防火設備性能試験(防耐火性能試験・評価業務方法書)の判定基準をすべて満足する設計とする。
 - (c) 試験体
MOX燃料加工施設の防火扉の仕様を考慮し、第1.1.6-4表に示すとおりとする。
 - (d) 試験結果
試験結果を第1.1.6-5表に示す。

- 6.2 火災及び爆発の影響軽減のうち火災防護上の系統分離対策が必要な設備の系統分離
火災防護上の系統分離対策が必要な設備について互いに相違する系列間を隔壁又は離
隔距離により系統分離する設計とする。

(1) 火災防護上の系統分離対策が必要な設備の選定

3.1 (1)a. (b)に示す火災防護上の系統分離対策が必要な設備に対して、(2)の系統分離対策を講じる設計とする。

(2) 火災防護上の系統分離対策が必要な設備に対する系統分離対策の基本方針

MOX燃料加工施設における系統分離対策は、火災防護上の系統分離対策が必要な設備が設置される火災区域又は火災区画に対して、(1)項に示す考え方にに基づき、以下のa.項からc.項に示すいずれかの方法で実施することを基本方針とする。

- a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等による分離
- b. 水平距離6 m以上の確保、火災感知設備及び自動消火設備の設置
- c. 1時間耐火隔壁による分離、火災感知設備及び自動消火設備の設置

上記a.項からc.項の基本方針について以下に第1回申請に係る系統分離対策を示す。

上記a.項に示す系統分離対策は、互いに相違する系列の火災防護対象機器等を、火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を確認した隔壁等で分離する設計とする。

6.3 火災防護上の系統分離対策が必要な設備に対する具体的な系統分離対策

(1) 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等による分離

「6.2 (2) 火災防護上の系統分離対策が必要な設備に対する系統分離対策の基本方針」のa.項に示す、3時間以上の耐火性能を有する隔壁等による分離について、具体的な対策を以下に示す。

a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等

3時間以上の耐火能力を有する隔壁等として、耐火壁、防火扉の設置で分離する設計とする。

7. MOX 燃料加工施設の安全確保について

MOX燃料加工施設は、火災及び爆発の影響軽減として火災防護上の系統分離対策を講じる設備に対し系統分離対策を行う設計とするとともに、MOX燃料加工施設内の火災及び爆発によって、安全上重要な施設の作動が要求される場合には、MOX燃料加工施設の安全の確保が可能である設計であることを火災影響評価によって確認する。

具体的な火災影響評価結果については、次回以降申請の「火災及び爆発の防止に関する説明書」にて説明する。

8. 火災防護計画

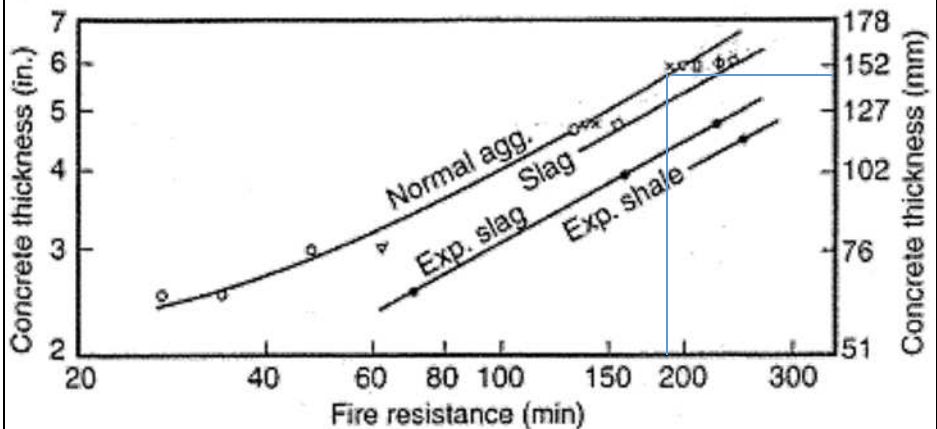
火災防護計画は、MOX燃料加工施設全体を対象とした火災防護対策を実施するために策定する。

具体的な火災防護計画については、次回以降申請の「火災及び爆発の防止に関する説明書」にて説明する。

第1.1.6-1表 3時間耐火性能に係る解説計算例・解説

<p>普通コンクリート壁の屋内火災耐火時間(遮熱性)の算定図</p> <p>「建設省告示第1433号 耐火性能検証法に関する算出方法等を定める件」講習会テキストに加筆</p>	<p>約 123mm</p> <p>屋内火災保有耐火時間(分)</p>
<p>解説</p>	<p>火災強度2時間を越えた場合、建築基準法により指定された耐火構造壁はないが、2001年版耐火性能検証法の解説及び計算例とその解説(「建設省告示第1433号耐火性能検証法に関する算出方法等を定める件」講習会テキスト(国土交通省住宅局建築指導課))により、コンクリート壁の屋内火災保有耐火時間(遮熱性限界時間)の算定方法が次式のとおり示されており、これにより最小壁厚を算出することができる。</p> $t = \left[\frac{460}{\alpha} \right]^{3/2} 0.012C_D D^2$ <p>ここで、t：保有耐火時間 [min]，D：壁の厚さ [mm]，α：火災温度上昇係数 [460：標準加熱曲線] *1，C_D：遮熱特性係数 [1.0：普通コンクリートJ*2]である。</p> <p>注記 *1：建築基準法の防火規定は2000年に国際的な調和を図るため、国際標準の加熱曲線 (IS0834) が導入され、火災温度係数αは460となる。</p> <p>*2：普通コンクリート (1.0)，軽量コンクリート (1.2) を示す。</p> <p>上記式より、屋内火災保有耐火時間180min (3時間) に必要な壁厚は123mmと算出できる。</p> <p>また、普通コンクリート壁の屋内火災保有耐火時間(遮熱性限界時間)について、上図のとおり240min (4時間) までの算定図が示されている。</p>

第 1.1.6-2 表海外規定のNFPAハンドブック
 (「原子力発電所の火災防護指針 JEAG 4607-2010」に加筆)

<p>耐火壁の厚さと耐火時間の関係 (米国 NFPA Handbook Twentieth Edition より) Reproduced with permission from NFPA's Fire Protection Handbook® Copyright©2008, National Fire Protection Association</p>	 <p>The graph plots concrete thickness against fire resistance for four aggregate types. The x-axis is Fire resistance (min) from 20 to 300. The left y-axis is Concrete thickness (in.) from 2 to 7. The right y-axis is Concrete thickness (mm) from 51 to 178. Three lines are shown: 'Normal agg.' (top), 'Slag' (middle), and 'Exp. shale' (bottom). A blue box highlights the 3-hour (180 min) mark on the x-axis, with a vertical line extending to the 'Normal agg.' line and a horizontal line to the right y-axis at approximately 152 mm.</p> <p>NORMAL AGGREGATE : 普通骨材 SLAG : スラグ骨材 EXPANDED SHALE : 膨張頁(けつ)岩骨材 EXPANDED SLAG : 膨張スラグ骨材</p>
<p>解説</p>	<p>コンクリート壁の耐火性を示す海外規格として、米国の NFPA ハンドブックがあり、3 時間耐火に必要な壁の厚さは約 150mm*と読み取れる。</p> <p>注記 * : 3 時間耐火に必要なコンクリート壁の厚さとしては、「原子力発電所の火災防護指針 JEAG 4607-2010」に例示された米国 NFPA(National Fire Protection Association)ハンドブックに記載される耐火壁の厚さと耐火時間の関係より、3 時間耐火に必要な厚さが約 150mm 程度であることが読み取れる。</p>

第1.1.6-3表 防火設備性能試験の判定基準

試験項目	防火設備の性能の確認
判定基準	①隙間，非加熱面に達する亀裂等が生じない。 ②非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じない。 ③非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しない。

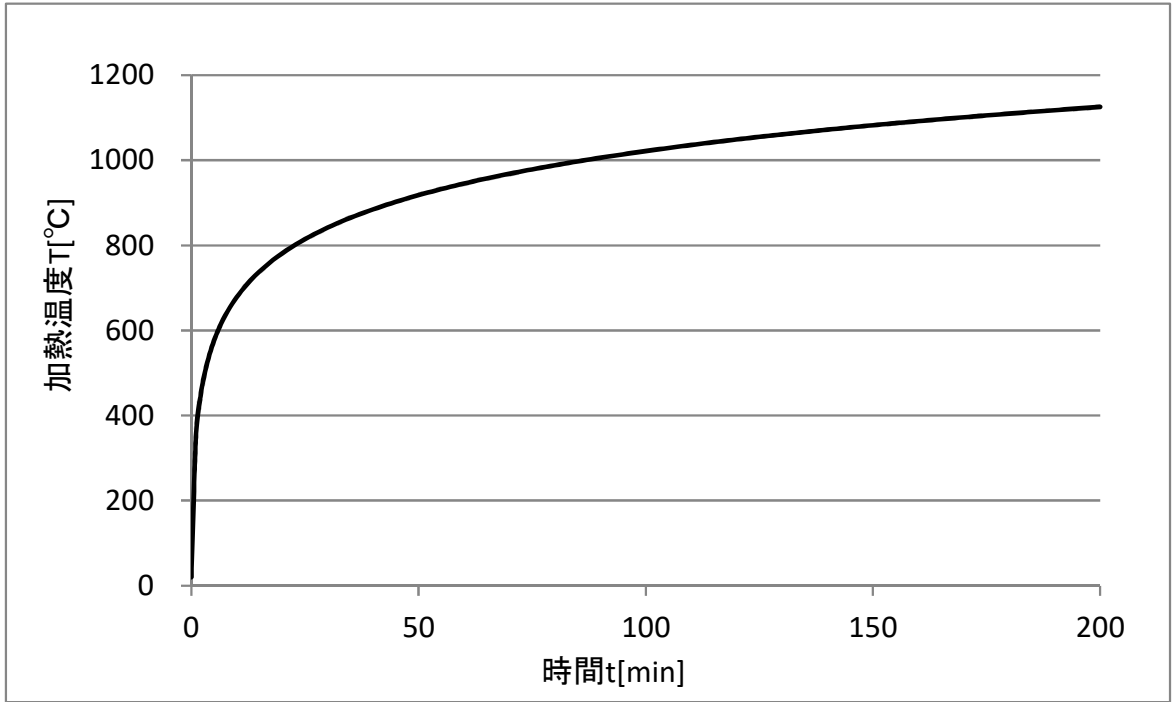
第 1.1.6-4 表 防火扉の試験体

扉種別	
扉寸法	
板厚	
扉姿図	

MOX① V (7) -0029G

第 1.1.6-5 表 防火扉の試験体

扉種別	
試験結果	良



第 1. 1. 6-1 図 加熱曲線図

V - 1 - 1 - 1 0

安全避難通路に関する説明書

目 次

1.	概要	1
2.	基本方針	1
3.	施設の詳細設計方針	1
4.	安全避難通路を示した図面	2

1. 概要

本資料は、「加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(以下「技術基準規則」という。)第13条第1項第1号に基づき、その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる安全避難通路を設置することについて説明するものである。

2. 基本方針

加工施設内従事者等が立ち入る区域から出口までの通路、階段及び踊り場から屋外への安全な避難のため、その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できるよう、必要に応じて、単純、明確、永続性のある非常用照明及び誘導灯を配置した安全避難通路を設置する。

3. 施設の詳細設計方針

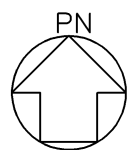
MOX燃料加工施設には、「建築基準法」(制定昭和25年5月24日法律第201号)及び「建築基準法施行令」(制定昭和25年11月16日政令第338号)に準拠し、安全避難通路を構成する避難階段及び地上へ通じる通路を設ける設計とする。

安全避難通路には、建築基準法及び建築基準法施行令に準拠した、非常用の照明装置である非常用照明並びに「消防法」(制定昭和23年7月24日法律第186号)及び「消防法施行令」(制定昭和36年3月25日政令第37号)に準拠した、誘導灯を設置する。

非常用照明は、中央監視室等の加工施設内従事者等が立ち入る区域から出口までの通路、階段及び踊り場に設置する設計とし、誘導灯は、避難口である旨及び避難の方向を明示する設計とする。

非常用照明及び誘導灯の取付箇所を後次回で申請する添付書類「照明設備に関する説明書」に示し、安全避難通路の設置状況を添付図面に記載する。

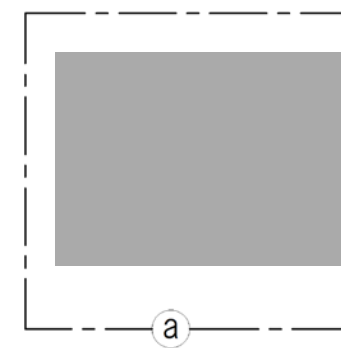
なお、非常用照明及び誘導灯に関する事項のうち、技術基準規則第13条第1項第2号の要求である照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない設計として、電源、照度等に関する事項について、後次回で申請する添付書類「照明設備に関する説明書」に示す。



a

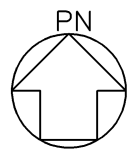
凡例

- : 非常用照明
- ◻ : 避難口誘導灯
- ◻ : 通路誘導灯
- ◻ : 階段通路誘導灯







(地下3階平面図)

第1図 安全避難通路を明示した図面 (1 / 7)

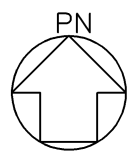


凡例





-  : 非常用照明
-  : 避難口誘導灯
-  : 通路誘導灯
-  : 階段通路誘導灯

(地下3階中2階平面図)

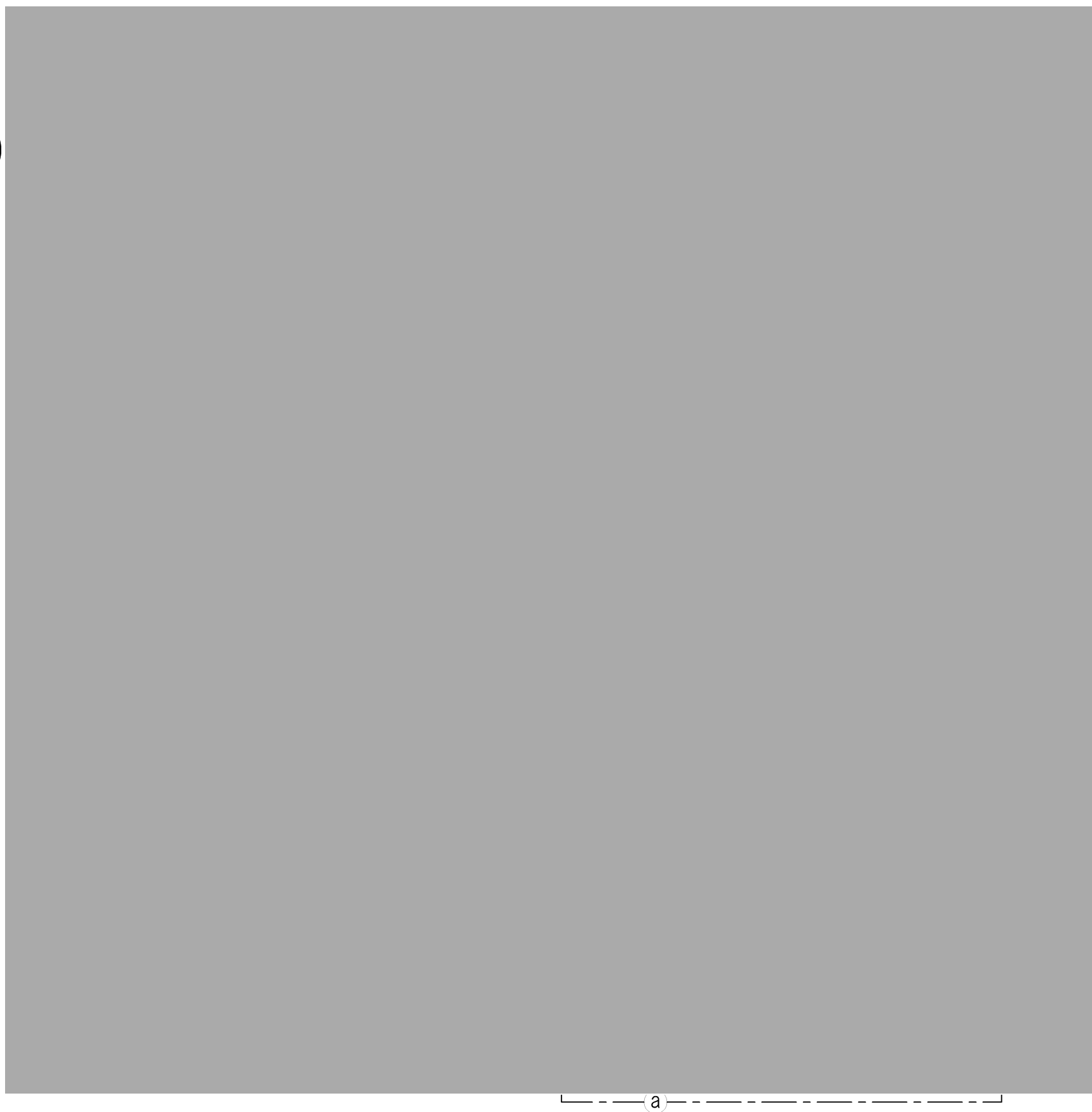
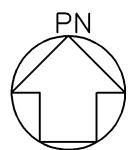
第1図 安全避難通路を明示した図面 (2 / 7)



凡例

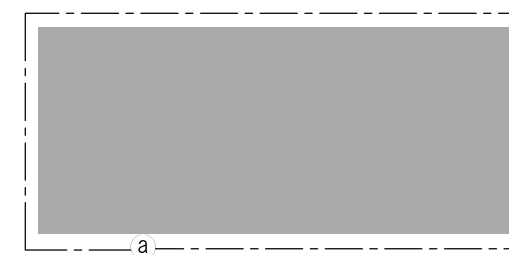
-  : 非常用照明
-  : 避難口誘導灯
-  : 通路誘導灯
-  : 階段通路誘導灯

(地下2階平面図)



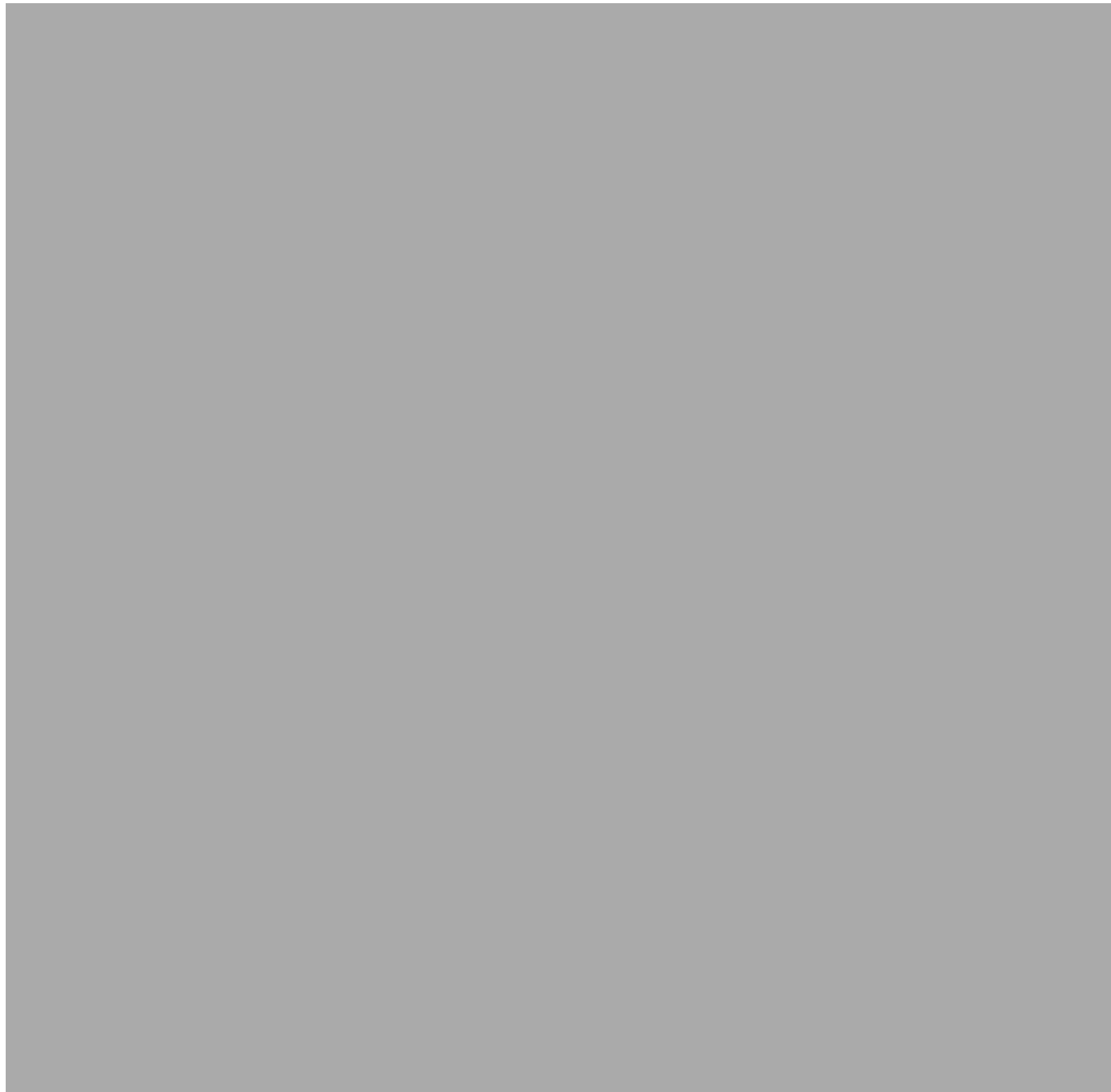
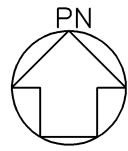
凡例

- : 非常用照明
- ◻ : 避難口誘導灯
- ◻ : 通路誘導灯
- ◻ : 階段通路誘導灯

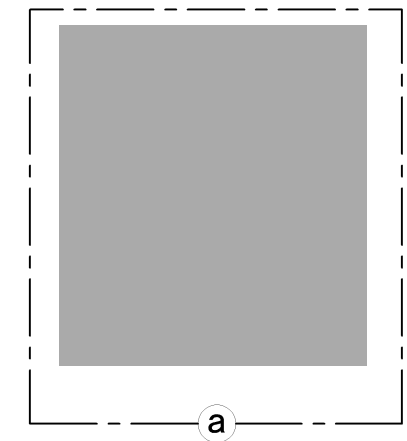


(地下1階平面図)

第1図(4) 安全避難通路を明示した図面 (4 / 7)

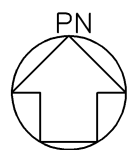






- 凡例
- : 非常用照明
 - ◻ : 避難口誘導灯
 - ◻ : 通路誘導灯
 - ◻ : 階段通路誘導灯



(地上1階平面図)

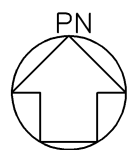
第1図 安全避難通路を明示した図面 (5 / 7)



- 凡例
-  : 非常用照明
 -  : 避難口誘導灯
 -  : 通路誘導灯
 -  : 階段通路誘導灯

(地上2階平面図)

第1図 安全避難通路を明示した図面 (6 / 7)



凡例

- : 非常用照明
- ◻ : 避難口誘導灯
- ◻ : 通路誘導灯
- ◻ : 階段通路誘導灯

(塔屋階平面図)

第1図 安全避難通路を明示した図面 (7 / 7)

V - 2

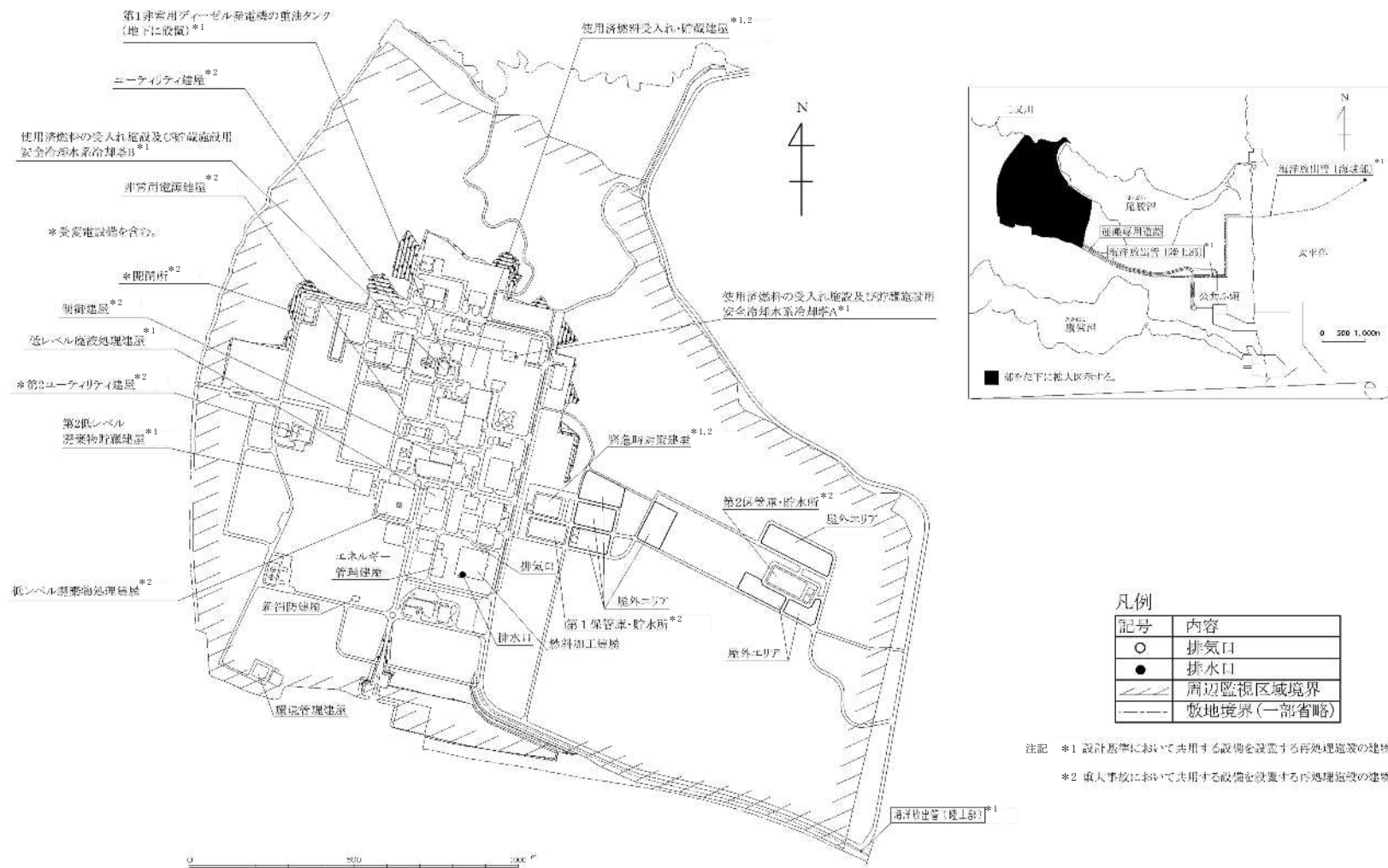
加工施設に関する図面

目 次

- V-2-1 構内配置図
- V-2-2 平面図及び断面図
 - V-2-2-1 燃料加工建屋の平面図及び断面図
- V-2-4 配置図
 - V-2-4-7 その他の加工施設の配置図
- V-2-5 構造図
 - V-2-5-1 成形施設の構造図

V - 2 - 1

構内配置図



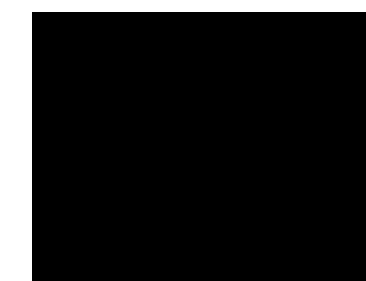
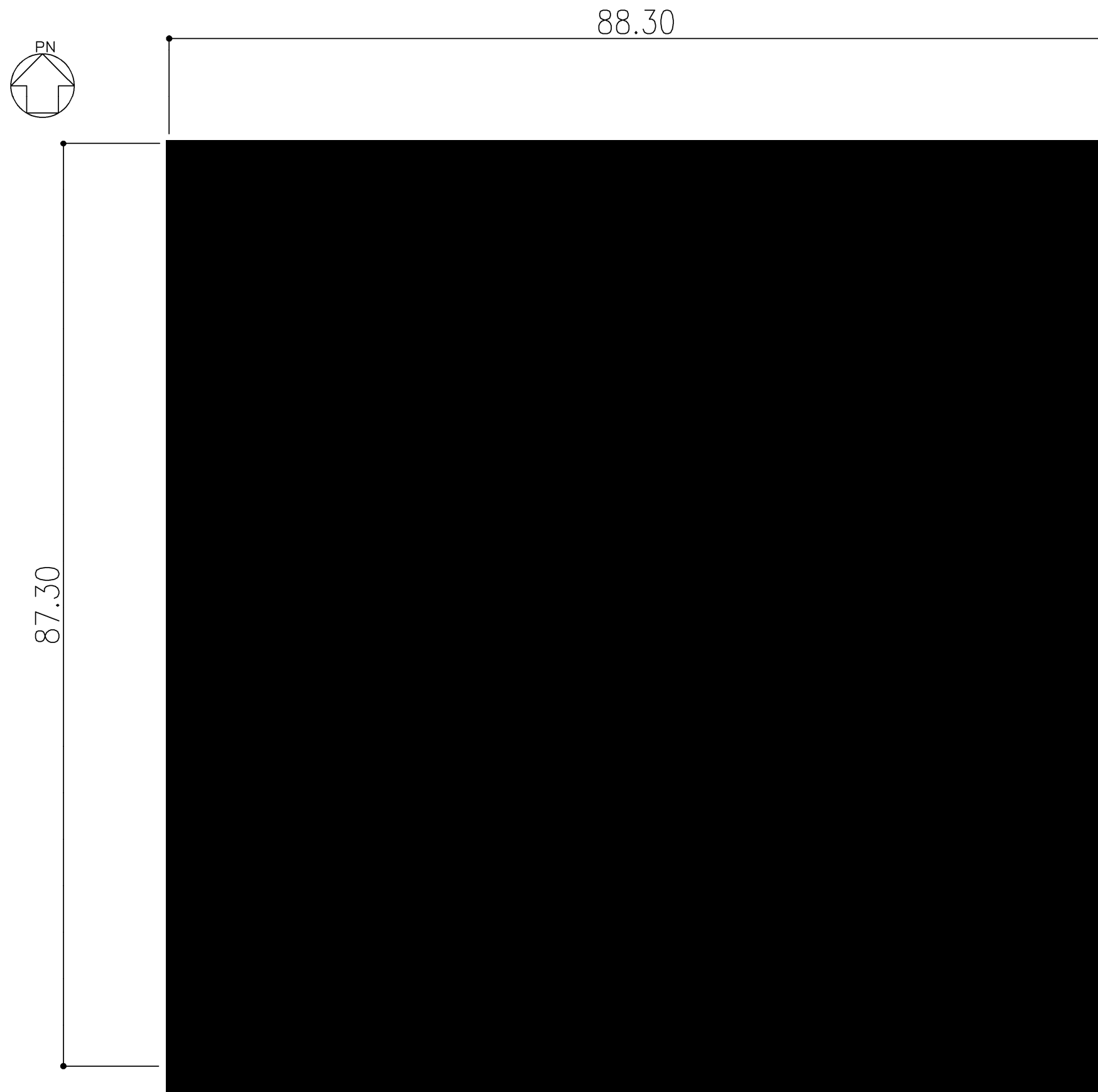
第 2.1.2 図 主要設備の配置の状況を明示した平面図

V - 2 - 2

平面図及び断面図

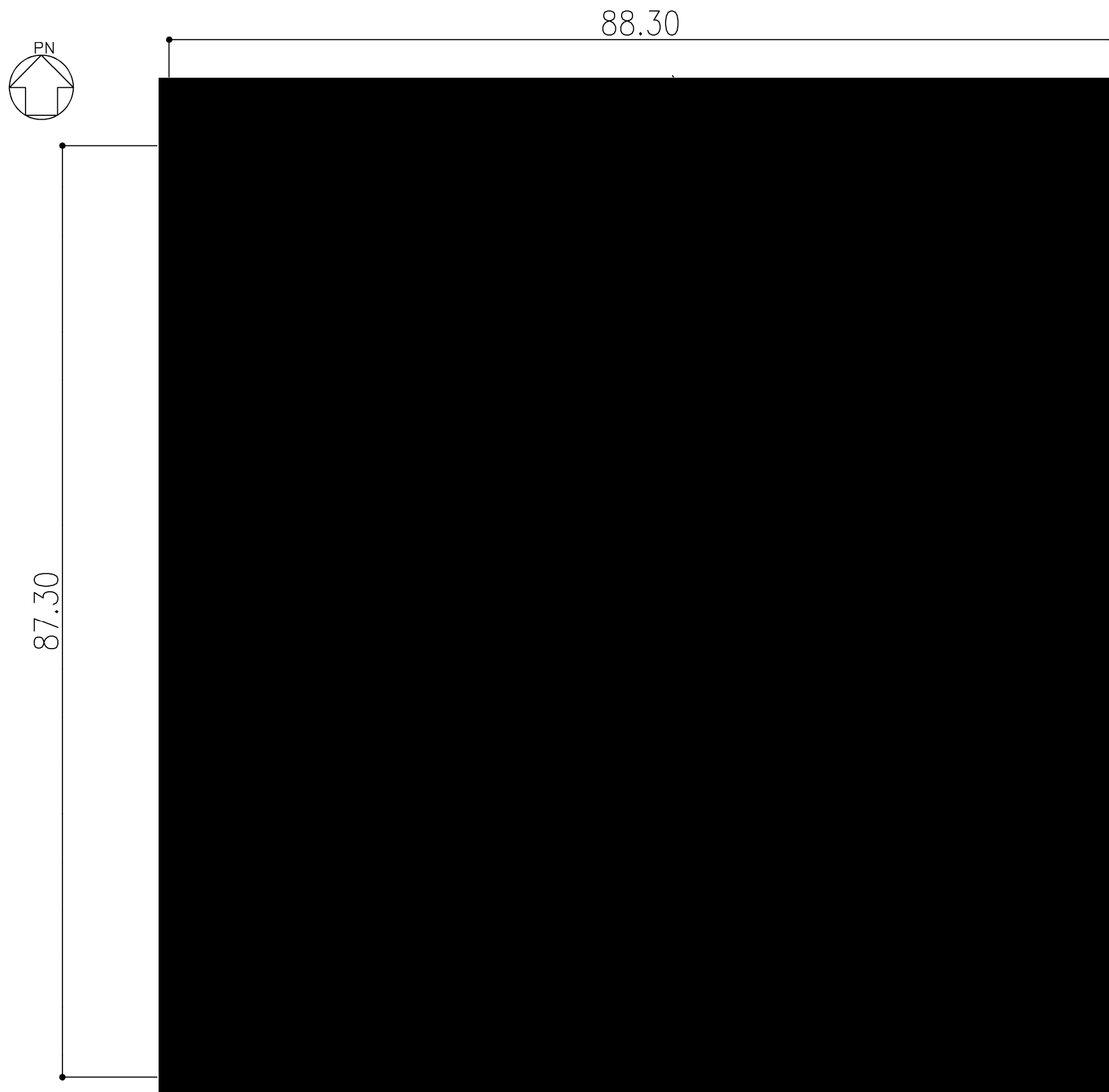
V - 2 - 2 - 1

燃料加工建屋の平面図及び断面
図



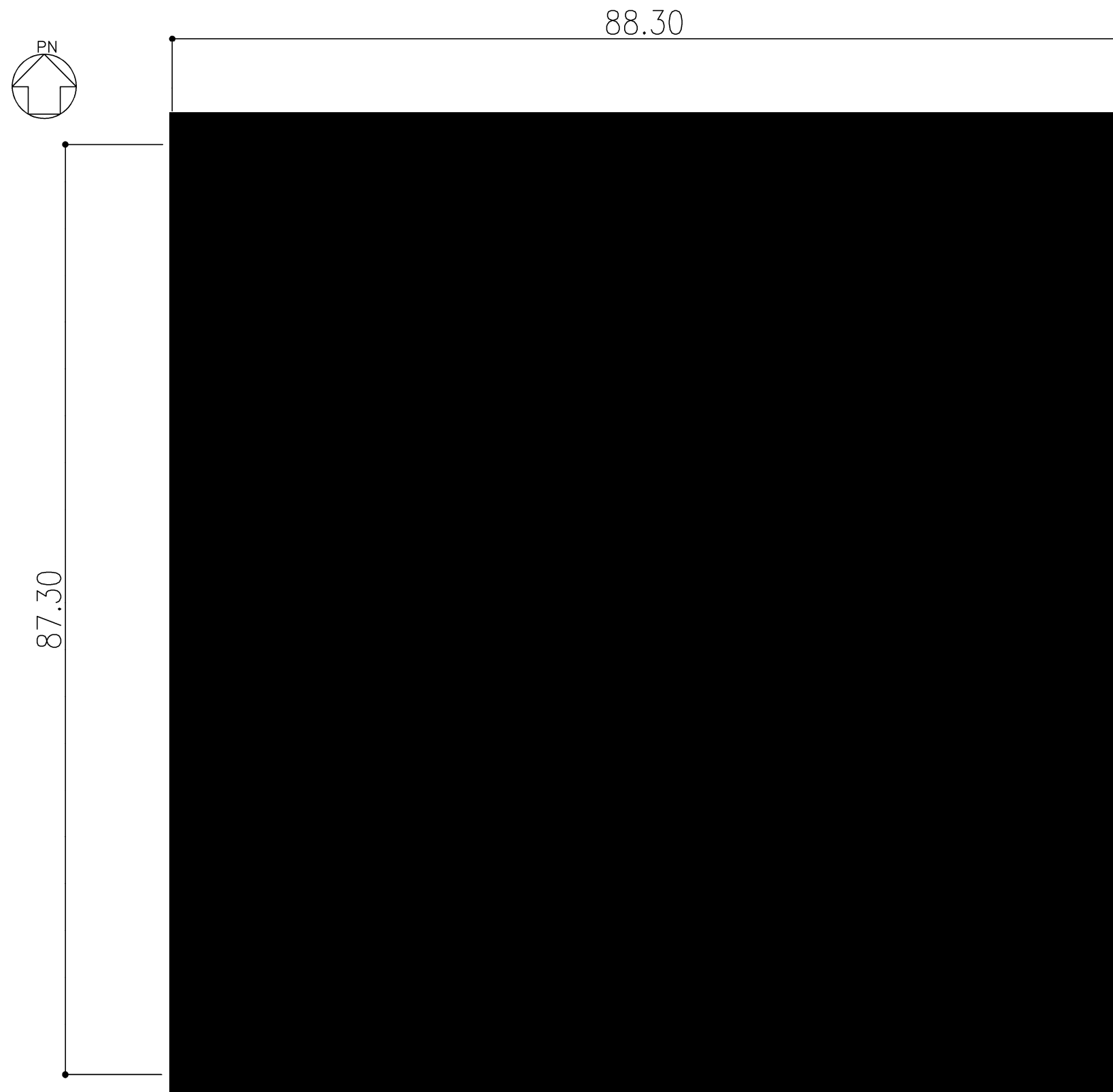
- 注1: $\frac{B}{C}$ は普通コンクリートブロック閉止部を示す。
 $\frac{H}{D}$ は普通コンクリート閉止部を示す。
- 注2: < >付番号の部位は以下を示す。
 Dは、遮蔽屏を示す。
 Hは、遮蔽蓋を示す。
 Bは、普通コンクリートブロック閉止部を示す。
 Cは、普通コンクリート閉止部を示す。
- 注3: 燃料加工建屋の耐震壁、耐震Sクラスの壁及び床並びに航空機防護壁及び防護スラブの壁厚の範囲は、以下のとおりとする。
 東壁 0.60m~2.50m,
 西壁 0.30m~2.50m,
 南壁 0.30m~2.50m,
 北壁 0.30m~2.50m
 床・天井 0.60m~1.40m

第 2. 2. 1. 1 図 燃料加工建屋地下 3 階平面図 (T. M. S. L. 35. 00m)



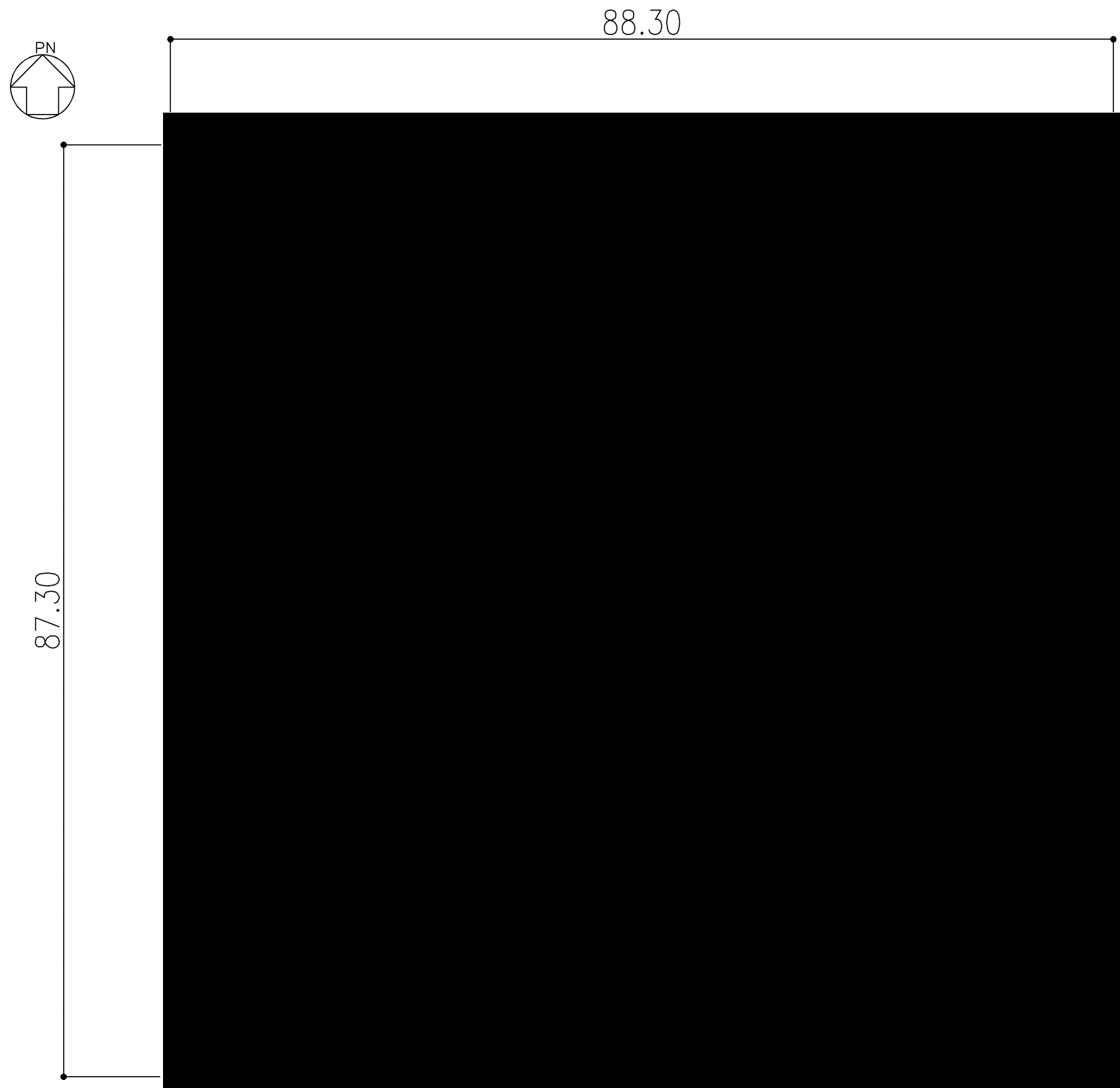
注1: $\frac{B}{C}$ は普通コンクリートブロック閉止部を示す。
 $\frac{B}{C}$ は普通コンクリート閉止部を示す。
注2: < >付番号の部位は以下を示す。
Hは、遮蔽蓋を示す。
tは、スラブ厚を示す。
注3: 燃料加工建屋の耐震壁、耐震Sクラスの壁及び床並びに航空機防護壁及び防護スラブの壁厚の範囲は、以下のとおりとする。
東壁 0.60m~2.50m,
西壁 0.30m~2.50m,
南壁 0.30m~2.50m,
北壁 0.30m~2.50m
床・天井 0.60m~1.40m

燃料加工建屋地下3階中2階平面図 (T.M.S.L.38.30m)



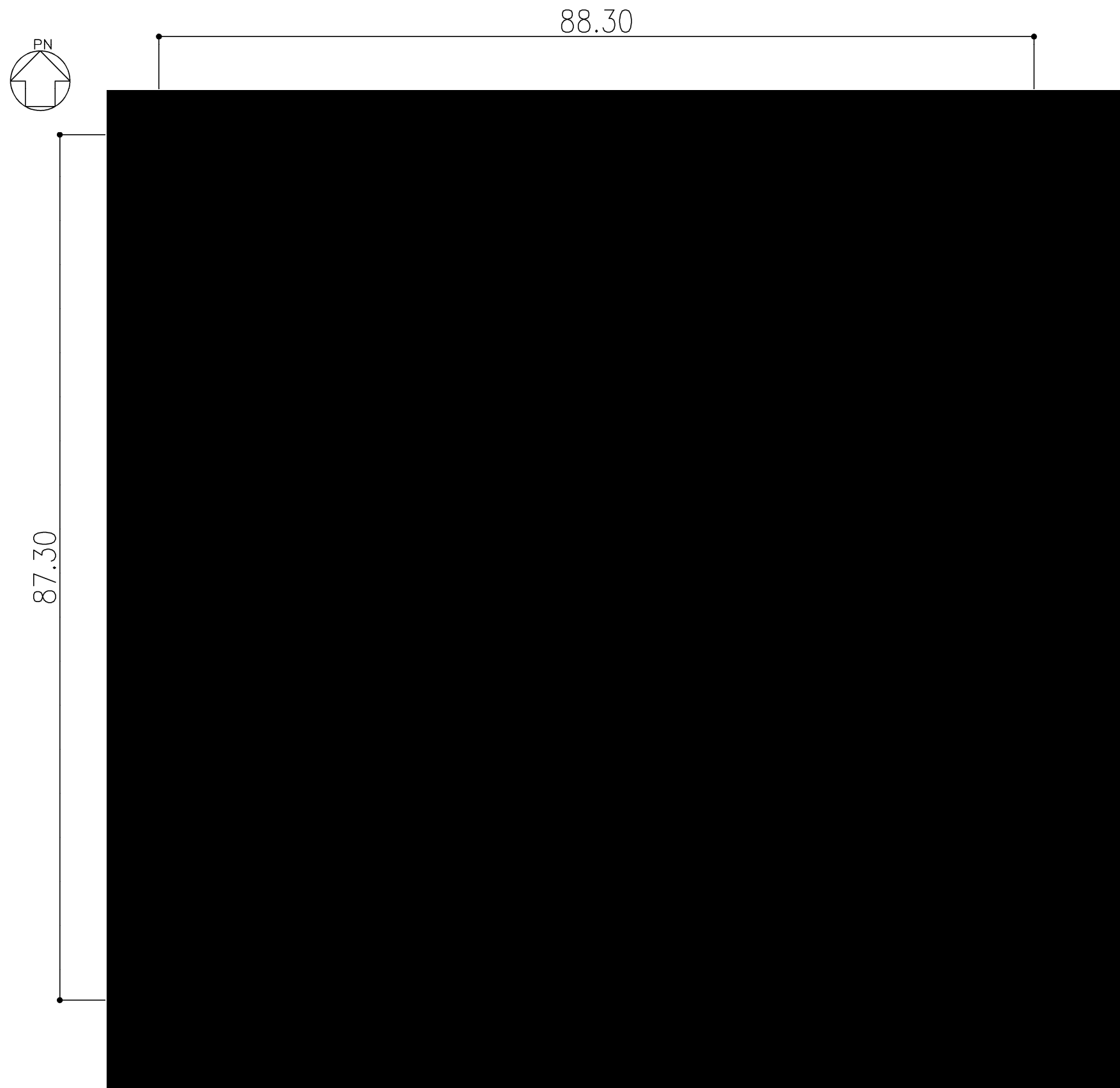
注1: -----は第1回申請範囲外である遮蔽屏を示す。
 注2: $\frac{B}{t}$ は普通コンクリートブロック閉止部を示す。
 注3: < >付番号の部位は以下を示す。
 Dは、遮蔽屏を示す。
 Bは、普通コンクリートブロック閉止部を示す。
 tは、スラブ厚を示す。
 注4: 燃料加工建屋の耐震壁、耐震Sクラスの壁及び床並びに航空機防護壁及び防護スラブの壁厚の範囲は、以下のとおりとする。
 東壁 0.60m~2.50m,
 西壁 0.30m~2.50m,
 南壁 0.30m~2.50m,
 北壁 0.30m~2.50m
 床・天井 0.60m~1.40m

第 2.2.1.3 図 燃料加工建屋地下 2 階平面図 (T.M.S.L.43.20m)



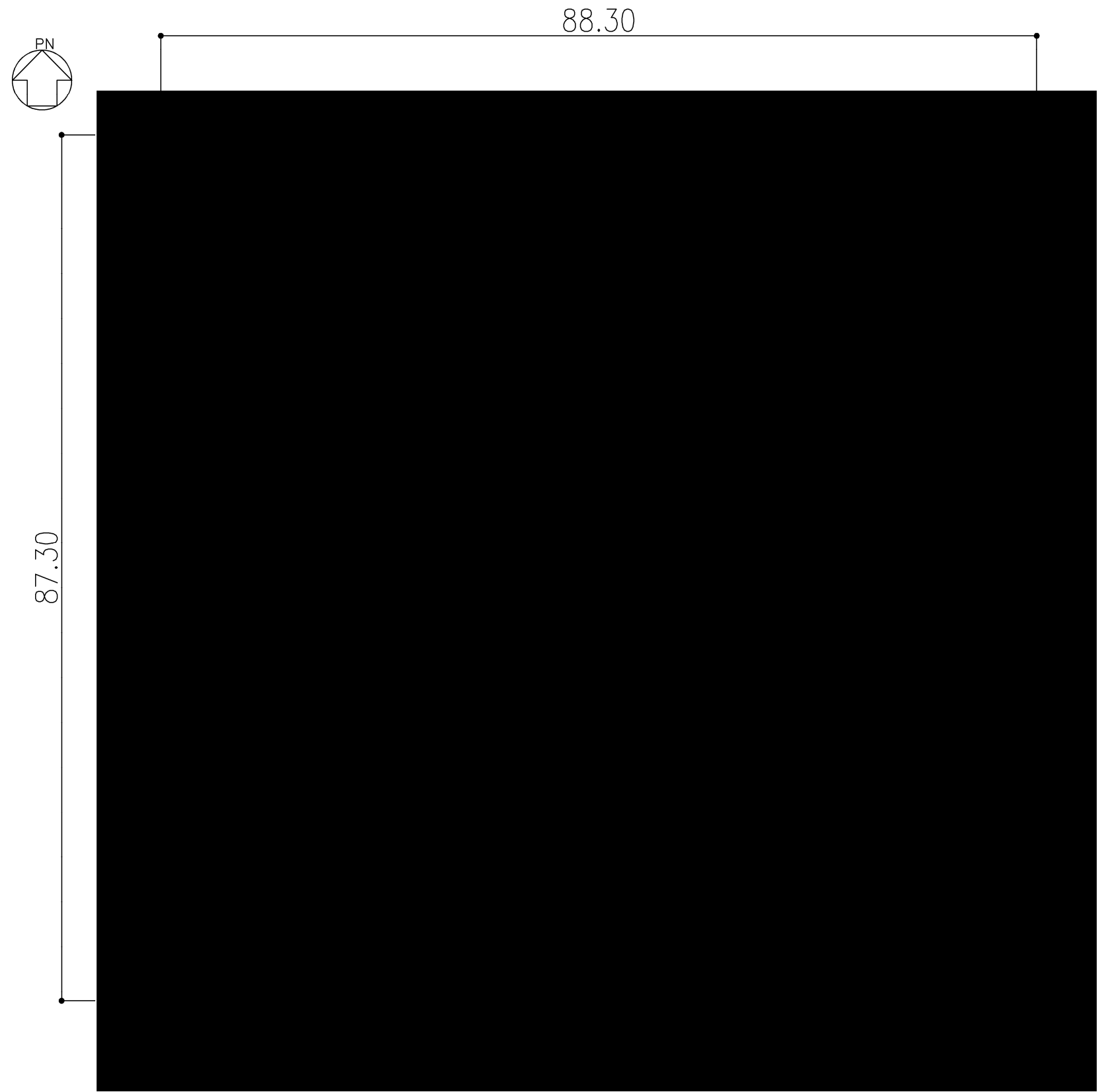
- 注1: ---は第1回申請範囲外である遮蔽屏を示す。
 注2: $\frac{B}{t}$ は普通コンクリートブロック閉止部を示す。
 注3: < >付番号の部位は以下を示す。
 Dは、遮蔽屏を示す。
 Bは、普通コンクリートブロック閉止部を示す。
 tは、スラブ厚を示す。
 注4: 燃料加工建屋の耐震壁、耐震Sクラスの壁及び床並びに航空機防護壁及び防護スラブの壁厚の範囲は、以下のとおりとする。
 東壁 0.60m~2.50m,
 西壁 0.30m~2.50m,
 南壁 0.30m~2.50m,
 北壁 0.30m~2.50m
 床・天井 0.60m~1.40m

第 2.2.1.4 図 燃料加工建屋地下 1 階平面図 (T.M.S.L.50.30m)



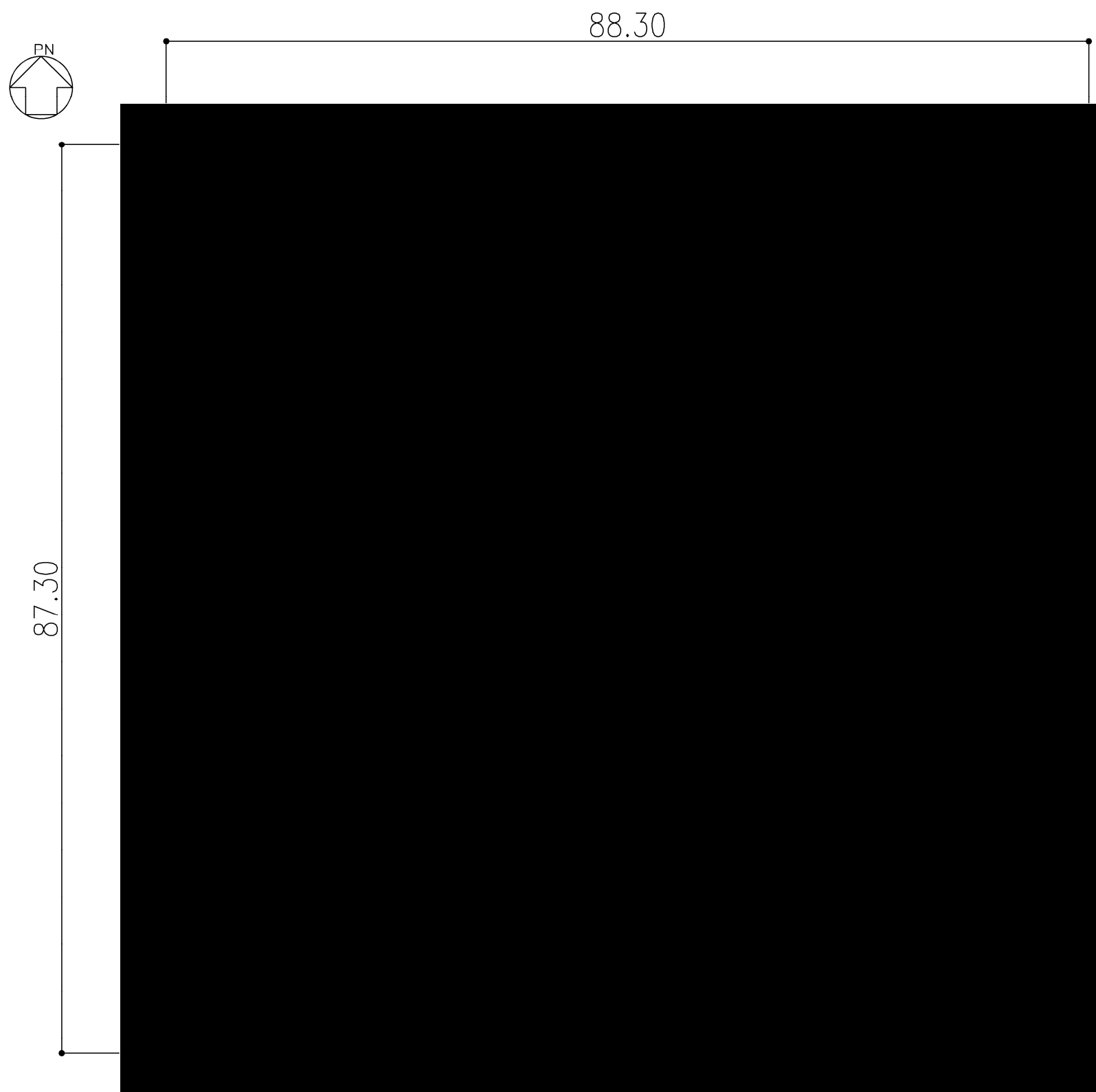
- 注1: □ (遮蔽蓋, 遮蔽蓋支持架台) は第1回申請範囲
- 注2: < >付番号の部位は以下を示す。
Dは, 遮蔽屏を示す。
Hは, 遮蔽蓋を示す。
tは, スラブ厚を示す。
- 注3: 燃料加工建屋の耐震壁、耐震Sクラスの壁及び床並びに航空機防護壁及び防護スラブの壁厚の範囲は、以下のとおりとする。
東壁 0.60m~2.50m,
西壁 0.30m~2.50m,
南壁 0.30m~2.50m,
北壁 0.30m~2.50m
床・天井 0.60m~1.40m

第 2.2.1.5 図 燃料加工建屋地上 1 階平面図 (T.M.S.L.56.80m)



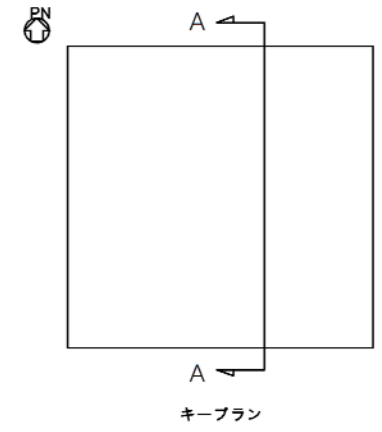
注1: 燃料加工建屋の耐震壁、耐震Sクラスの壁及び床並びに航空機防護壁及び防護スラブの壁厚の範囲は、以下のとおりとする。
東壁 0.60m~2.50m,
西壁 0.30m~2.50m,
南壁 0.30m~2.50m,
北壁 0.30m~2.50m
床・天井 0.60m~1.40m

第 2.2.1.6 図 燃料加工建屋地上 2 階平面図 (T.M.S.L.62.80m)



注1: 燃料加工建屋の耐震壁、耐震Sクラスの壁及び床並びに航空機防護壁及び防護スラブの壁厚の範囲は、以下のとおりとする。
東壁 0.60m~2.50m,
西壁 0.30m~2.50m,
南壁 0.30m~2.50m,
北壁 0.30m~2.50m
床・天井 0.60m~1.40m

第 2.2.1.7 図 燃料加工建屋塔屋階平面図 (T.M.S.L.70.20m)

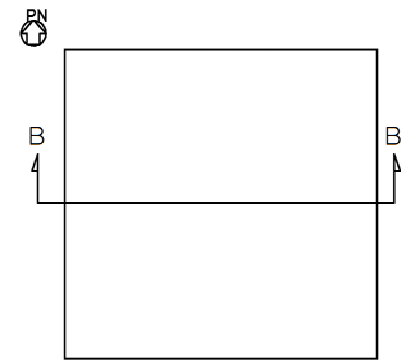


注1：燃料加工建屋の耐震壁，耐震クラスの壁及び床並びに航空機防護壁及び防護スラブの壁厚の範囲は，以下のとおりとする。

東壁	0.60m～2.50m
西壁	0.30m～2.50m
南壁	0.30m～2.50m
北壁	0.30m～2.50m
床・天井	0.60m～1.40m

第 2.2.1.8 図

燃料加工建屋 A-A 断面図



キープラン

- 注1 : $\frac{B}{FN}$ は、
普通コンクリートブロック閉止部を示す。
- 注2 : 燃料加工建屋の耐震壁、耐震Sクラスの壁及び床並びに航空機防護壁及び防護スラブの壁厚の範囲は、以下のとおりとする。
- | | |
|------|-------------|
| 東壁 | 0.60m~2.50m |
| 西壁 | 0.30m~2.50m |
| 南壁 | 0.30m~2.50m |
| 北壁 | 0.30m~2.50m |
| 床・天井 | 0.60m~1.40m |

第 2.2.1.9 図
燃料加工建屋 B-B 断面図

燃料加工建屋の平面図及び断面図

主要寸法 ^{*1} (m)		許容範囲 (mm)	根拠	
外壁外面寸法 (南北方向)	87.30	±40mm	JASS 5Nの規定による。	
外壁外面寸法 (東西方向)	88.30	±40mm	同上	
高さ ^{*2}	77.50	±30mm	同上	
壁厚	東壁	0.60～ 2.50	-5mm ^{*3} ～+15mm	同上
	西壁	0.30～ 2.50	-5mm ^{*3} ～+15mm	同上
	南壁	0.30～ 2.50	-5mm ^{*3} ～+15mm	同上
	北壁	0.30～ 2.50	-5mm ^{*3} ～+15mm	同上
	床・天井	0.60～ 1.40	-5mm ^{*3} ～+15mm	同上

注記 *1：主要寸法は、設工認申請書記載の公称値を示す。

*2：高さは、垂直方向の位置(T. M. S. L.)の公称値を示す。仕様表に示す地表面からの高さ(22.50m)は、垂直方向の位置(77.50m)と地表面の位置(55.00m)の公称値の差となる。

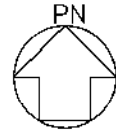
*3：航空機防護上の防護部材は、当該部位の断面寸法の許容差の負の範囲を許容しないこととする。

V - 2 - 4

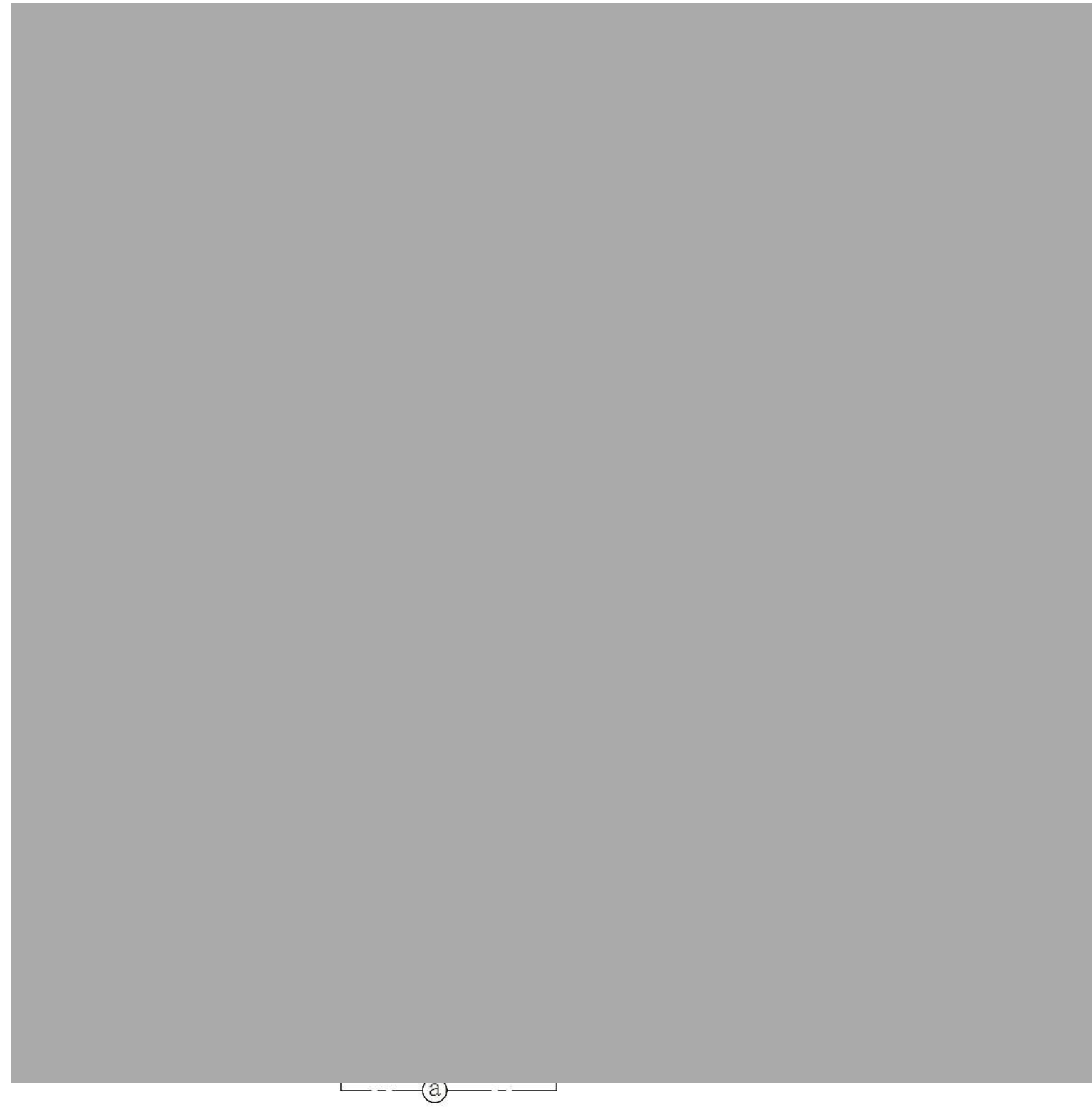
配置図

V - 2 - 4 - 7

その他の加工施設の配置図



MOX① V (9)-0006-12 G

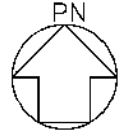


凡例

-  : 火災区域の境界
-  : 火災区画の境界

燃料加工建屋 (T. M. S. L. 35.0m)

第 2.4.7.1 図
火災区域配置図(区域構築物)
燃料加工建屋地下3階



燃料加工建屋 (T. M. S. L. 38. 3m)

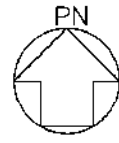
凡例

-  : 火災区域の境界
-  : 火災区画の境界

第 2. 4. 7. 2 図

火災区域配置図(区域構築物)

燃料加工建屋地下 3 中 2 階

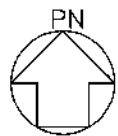


燃料加工建屋 (T. M. S. L. 43. 2m)

凡例

-  : 火災区域の境界
-  : 火災区画の境界

第 2. 4. 7. 3 図
火災区域配置図(区域構築物)
燃料加工建屋地下 2 階



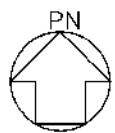
(a)

凡例

-  : 火災区域の境界
-  : 火災区画の境界

燃料加工建屋 (T. M. S. L. 50. 3m)

第 2. 4. 7. 4 図
火災区域配置図(区域構築物)
燃料加工建屋地下 1 階



燃料加工建屋 (T. M. S. L. 56. 8m)



①

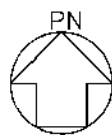
凡例

-  : 火災区域の境界
-  : 火災区画の境界

第 2. 4. 7. 5 図

火災区域配置図 (区域構築物)

燃料加工建屋地上 1 階

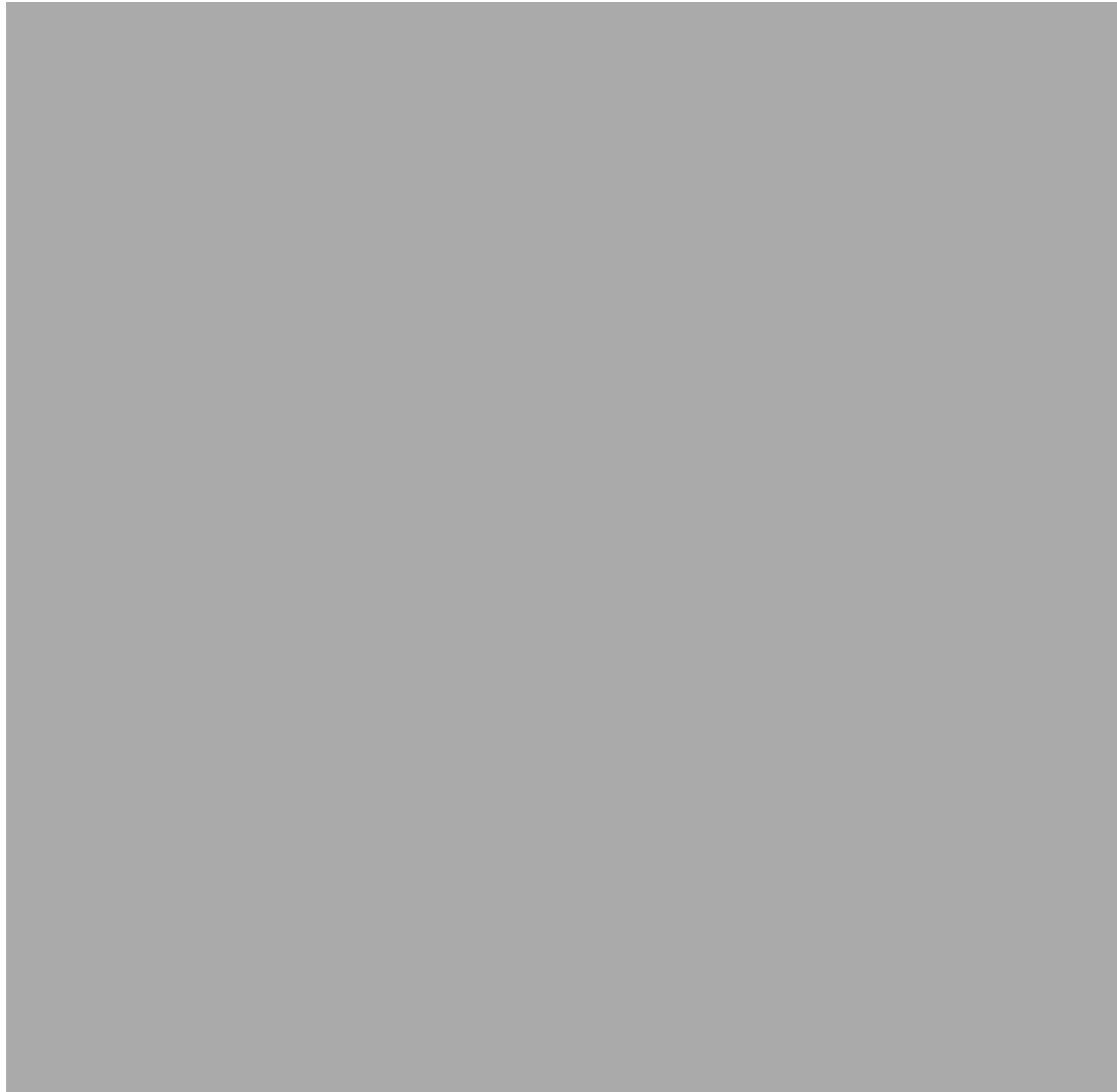
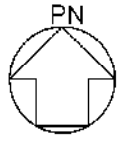


燃料加工建屋 (T. M. S. L. 62. 8m)

凡例

-  : 火災区域の境界
-  : 火災区画の境界

第 2. 4. 7. 6 図
火災区域配置図(区域構築物)
燃料加工建屋地上 2 階



MOX① V (9) -0006-18 G

燃料加工建屋 (T. M. S. L. 70. 2m)

凡例

-  : 火災区域の境界
-  : 火災区画の境界

第 2. 4. 7. 7 図
火災区域配置図(区域構築物)
燃料加工建屋塔屋階

V - 2 - 5

構造図

V - 2 - 5 - 1

成形施設の構造図

MOXD① V(9)-0009 G



注記 : 遮蔽扉の遮蔽厚及び材料を別紙に示す。

第3.1.1図 遮蔽扉の構造図

遮蔽扉の遮蔽厚及び材料

遮蔽扉 番号	構造	遮蔽厚 (mm)	材料	隣接部屋番号	
				線源室	線源室外
<D1>	D-b			125 (粉末調整第5室)	123 (粉末調整室前室)
<D3>	D-a			315 (燃料棒加工第2室)	313 (分析第2室)
<D4>	D-a			319 (スクラップ処理室)	313 (分析第2室)
<D5>	D-a			316 (燃料棒貯蔵室)	330 (燃料棒受入室)
<D6>	D-c			103 (貯蔵容器一時保管室)	104 (貯蔵容器受入第2室)
<D7>	D-a			110 (粉末一時保管室)	117 (粉末調整第3室)
<D8>	D-a			110 (粉末一時保管室)	118 (粉末調整第7室)
<D9> <D10>	D-c			119 (ペレット一時保管室)	126 (ペレット加工第1室) 116 (ペレット加工第4室)
<D11>	D-a			119 (ペレット一時保管室)	116 (ペレット加工第4室)
<D12>	D-d			327 (燃料集合体組立第1室)	330 (燃料棒受入室)
<D13>	D-e			326 (燃料集合体組立第2室)	329 (燃料集合体部材準備室)
<D14>	D-d			413 (燃料集合体組立クレーン室)	423 (地下1階廊下)
<D15>	D-f			574 (貯蔵梱包クレーン室)	568 (輸送容器検査室)

MOXD V(9)-0010 G