

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震建物 21 R 8
提出年月日	令和 4 年 8 月 24 日

設工認に係る補足説明資料

耐震設計の基本方針に関する

燃料加工建屋に係る既認可からの変更点について

1. 文章中の下線部は、R7 から R8 への変更箇所を示す。
2. 本資料 (R7) は、令和 4 年 5 月 13 日に提示した「耐震設計の基本方針に関する燃料加工建屋に係る既認可からの変更点について R7」に対し、ヒアリングにおける主な指摘事項である、「変更内容と耐震計算の関係についてもう少し記載を充実させること」を踏まえ、記載内容を見直したものである。また、「重要区域の床の許容限界について、表中は終局耐力としている一方、評価自体は短期許容応力度を用いることについて整理すること。」という指摘事項を踏まえて記載を見直したものである。

目 次

1. 概要	1
2. 燃料加工建屋の既認可からの変更による添付書類「Ⅲ 耐震性に関する説明書」への影響の整理	2
2.1 建屋設計に関する既認可からの変更点	2
2.2 建屋設計の変更内容と評価条件への影響	2
2.2.1 排気筒の位置及び高さの変更	2
2.2.2 建屋の増床（建屋レイアウト変更含む。）及び階高の寸法変更	4
2.2.3 壁開口部の構造，寸法及び材質の変更	7
2.2.4 重要区域の設定	8
別紙 1 地震応答解析及び応力解析における既認可からの主な変更点について（燃料加工建屋）	
別紙 1-付録 既認可と今回設工認の平面図の比較について（燃料加工建屋）	
別紙 2 重要区域の設計について	

■■■■■については，核不拡散の観点から公開できません。

1. 概要

本資料は、第1回設工認申請のうち、以下に示す添付書類について補足説明するものである。

- ・MOX燃料加工施設 添付書類「Ⅲ-2-1-1-1-1-1 燃料加工建屋の地震応答計算書」
- ・MOX燃料加工施設 添付書類「Ⅲ-2-1-1-1-1-2 燃料加工建屋の耐震計算書」

MOX燃料加工施設の第1回設工認申請の対象である燃料加工建屋は、新規制基準施行前に得た事業許可（平成22年5月13日許可）に基づく設工認（平成25年2月28日認可）（以下「既認可」という。）の内容から、設備・機器を新規制基準に適合させるために実施した設計変更等を踏まえて、既認可の内容から変更が生じている。

このため、本資料では、燃料加工建屋の設計の既認可からの変更点を整理するとともに、設工認申請のうち、添付書類「Ⅲ 耐震性に関する説明書」に対してこれらの変更点が与える影響について整理した。

本資料は、新規制基準に適合させるために実施した設計変更が、耐震性の評価に与える影響について補足説明を行う。

2. 燃料加工建屋の既認可からの変更による添付書類「Ⅲ 耐震性に関する説明書」への影響の整理

2.1 建屋設計に関する既認可からの変更点

燃料加工建屋に関し、既認可からの機器レイアウトの変更及びそれに伴う設計変更を行った内容は、以下のとおりである。

- ▶ 排気筒の位置及び高さの変更
(波及的影響の発生防止及び他工事との干渉回避のため)
- ▶ 建屋の増床(建屋内レイアウト変更を含む。)及び階高の寸法変更
(重大事故等対処施設の追加設置等により、機器設置スペースを確保するため)
- ▶ 壁開口部の構造、寸法及び材質の変更
(開口部の配置変更及び火災防護対策のため)
- ▶ 重要区域の設定
(安全上重要な施設としての区域設定のため)

これらの設計変更について、既認可の内容に対する影響確認を行った。

2.2 建屋設計の変更内容と評価条件への影響

2.2.1 排気筒の位置及び高さの変更

(1) 変更内容

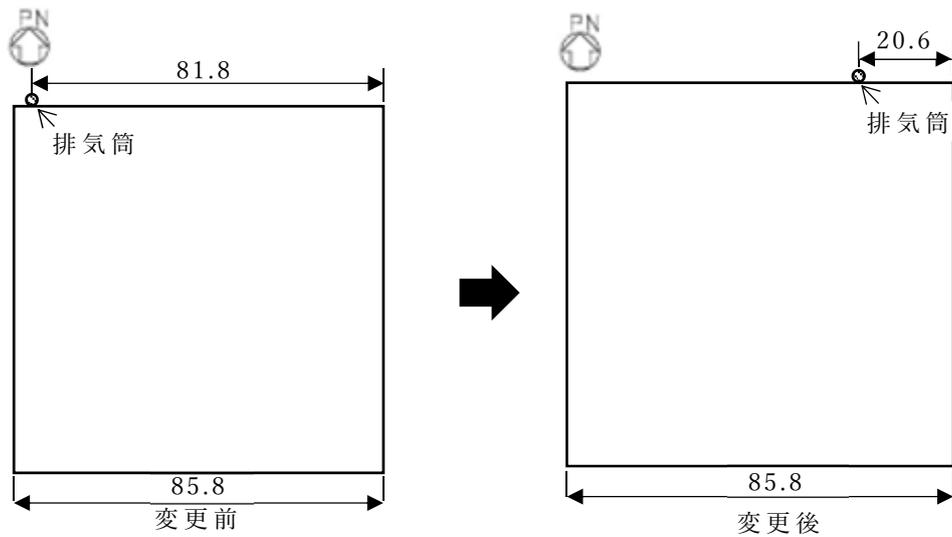
第 2.2.1-1 図のとおり、燃料加工建屋に支持される排気筒は、燃料加工建屋北西側外壁面に設置していたが、約 60m 東へ移動させ、北東側外壁面に設置する変更を行う。設計変更後の排気筒と建物との取り合いを第 2.2.1-2 図に示す。

また、排気筒について高さを 25m から 20m に変更し、支持部の板厚を変更する。

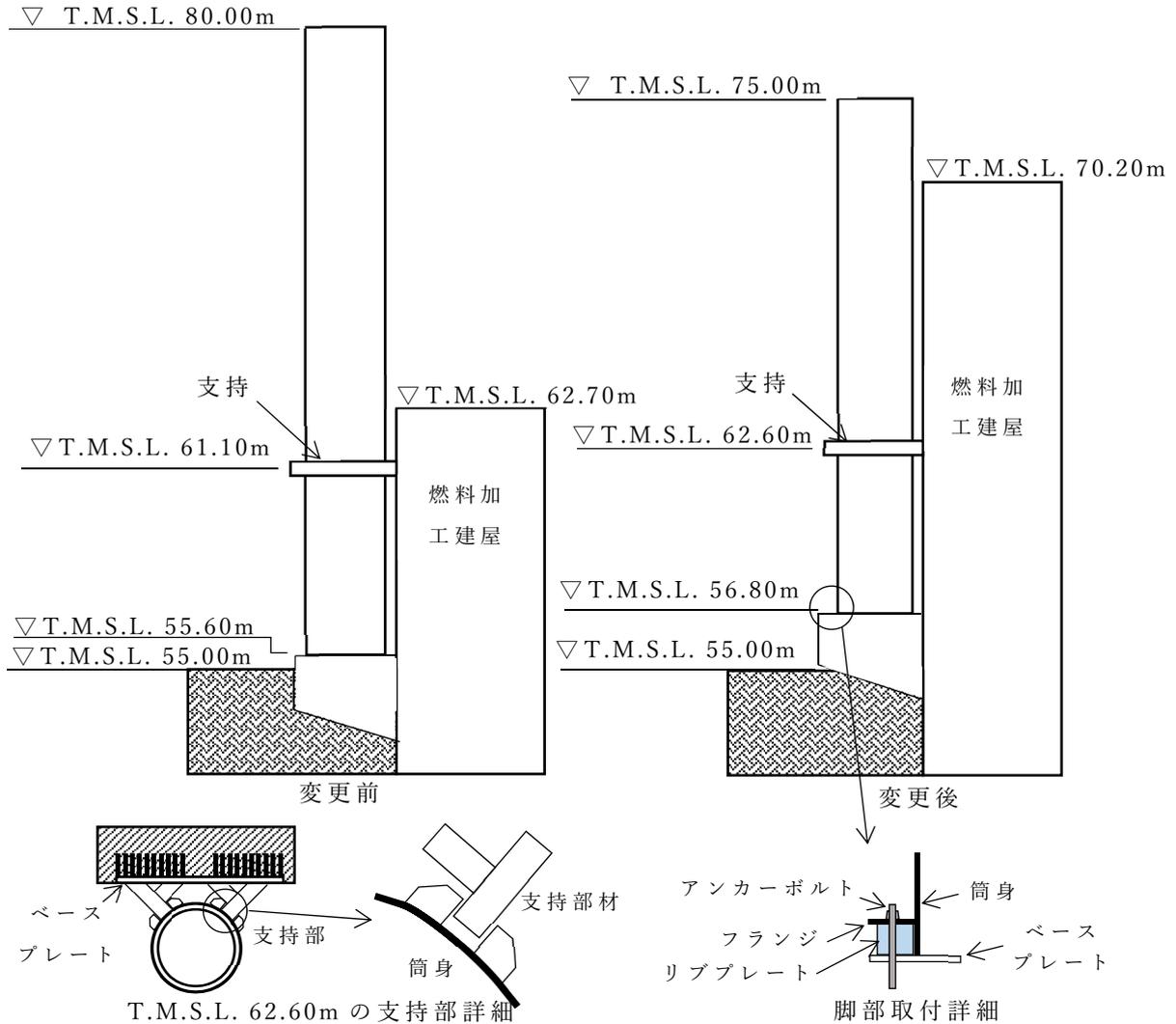
(2) 変更理由

上記変更の理由は以下のとおりである。

- ▶ 位置変更については、貯蔵容器搬送用洞道の工事と気中ダクト及び排気筒の工事を独立して行うため。
- ▶ 高さ変更については、万一転倒した場合であっても再処理施設のウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋に波及的影響を及ぼさないようにするため。
- ▶ 支持部の板厚変更については、基準地震動の地震時においても排気筒が転倒し、燃料加工建屋に波及的影響を及ぼすことがないようにするため。



第 2.2.1-1 図 排気筒の位置変更



第 2.2.1-2 図 設計変更前後の排気筒と燃料加工建屋との取り合い

(3) 評価条件への影響

排気筒の位置及び高さの変更に加え、排気筒支持部の板厚変更により、燃料加工建屋の耐震評価で考慮する排気筒の重量が変更となるため、以下の計算書における評価条件に変更が生じる。

- ▶ 添付書類「Ⅲ-2-1-1-1-1-1 燃料加工建屋の地震応答計算書」
- ▶ 添付書類「Ⅲ-2-1-1-1-1-2 燃料加工建屋の耐震計算書」

上記変更については、地震応答解析モデルへ反映している。

詳細については、別紙 1「地震応答解析及び応力解析における既認可からの主な変更点について（燃料加工建屋）」に示す。

なお、建屋の増床によるフロア高さの変更に伴い排気筒中間部の支持点の高さ及び排気筒の脚部の取り付け高さに変更となっているが、排気筒の燃料加工建屋との取り合いの構造についての変更はなく、排気筒中間部の支持は水平方向の拘束のみで軸方向には拘束していないこと、また、排気筒の脚部取り付けの構造についても変更はなく、排気筒の重量が地上 1 階部分に負荷されることに変わりはないことから、燃料加工建屋の地震応答解析モデルに影響しない。

また、排気筒の位置及び高さの設計変更については、事業変更許可申請の段階で既に定まっており、その設計内容を前提として、MOX 燃料加工施設における排気中の放射性物質による公衆の線量評価を行い、排気筒の位置及び高さの変更を加味したパラメータを用いた評価結果を事業変更許可申請書に示している。結果において、周辺監視区域境界における空気中の放射性物質の濃度が線量告示に定められた周辺監視区域外の空気中の濃度限度の 1 万分の 1 以下であることを確認している。

2.2.2 建屋の増床（建屋レイアウト変更含む。）及び階高の寸法変更

(1) 変更内容

第 2.2.2-1 図及び第 2.2.2-2 図のとおり、建屋北側屋上部分を増床するとともに、増床に併せて建屋レイアウトを変更する。なお、増床箇所に設置する設備は一般系の設備とし、窒素循環用冷却水設備、常用所内電源設備等を設置する。

また、地下 3 階及び地下 2 階の階高を、それぞれ 60cm 高くする。なお、地下 3 階と地下 3 階の中間床である中 2 階についてはフロアレベルを変更しない。

(2) 変更理由

上記変更の理由は以下のとおりである。

- ▶ 新規制基準対応として、火災消火用のガスボンベの追加設置等が必要となったことから、既認可における建屋レイアウトでは設

備・機器を燃料加工建屋内に収納することができないため、建屋の増床及びレイアウトの変更を行うとともに耐震壁の見直しを行った。

- グローブボックスの耐震 S クラス化に伴う耐震サポートの追加，火災発生時の延焼を防止するための延焼防止ダンパ等の追加が必要となり，既認可の階高では工程室内の天井部分における設置スペースの確保が困難となるため，階高を高くすることでスペースを確保した。

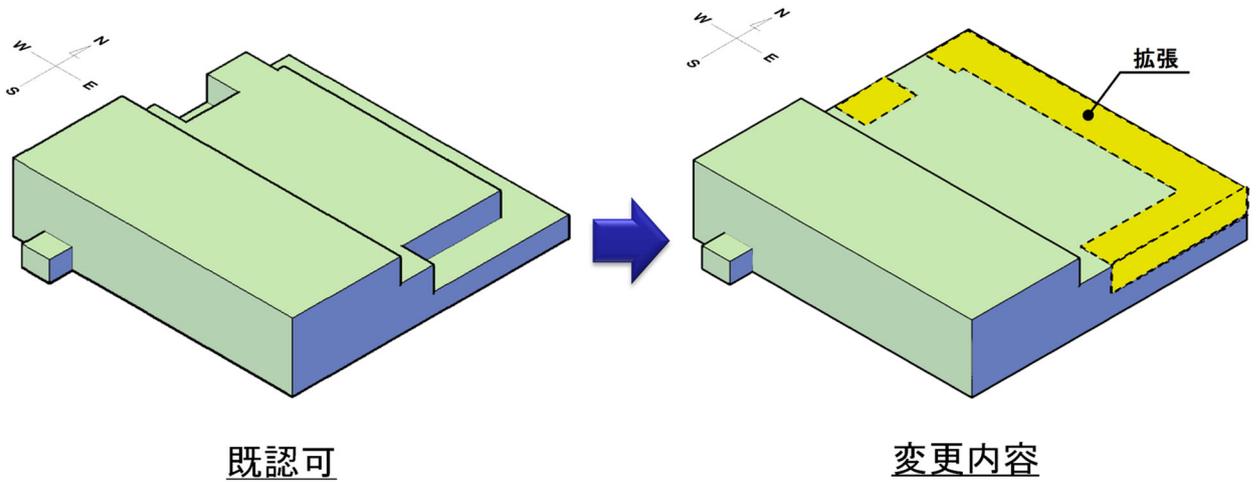
(3) 評価条件への影響

建屋の増床及び階高の寸法変更により，燃料加工建屋の重量・剛性等が変更となるため，以下の計算書における評価条件に変更が生じる。

- 添付書類「Ⅲ-2-1-1-1-1-1 燃料加工建屋の地震応答計算書」
- 添付書類「Ⅲ-2-1-1-1-1-2 燃料加工建屋の耐震計算書」

「建屋の増床」及び「建屋の階高の変更」については，地震応答解析モデルへ反映している。

これらの詳細については，別紙 1「地震応答解析及び応力解析における既認可からの主な変更点について（燃料加工建屋）」に示す。



第 2.2.2-1 図 建屋の増床のイメージ

2階部分増床に伴う設備配置変更案

現状の設備配置		設備配置変更案	
階層	主な設置設備等	階層	主な設置設備等(下線部:変更箇所)
屋上階		屋上階	
塔屋階	天井クレーン	塔屋階	天井クレーン
2F	燃料棒受入一時保管エリア 非常用所内電源設備(給気機械室) 給気設備 窒素循環用冷却水設備 窒素循環用冷却水設備 冷却塔	2F	燃料棒受入一時保管エリア 非常用所内電源設備(給気機械室) 給気設備 廃棄物保管エリア(一部) 窒素循環用冷却水設備 非常用所内電源設備
1F	梱包・出荷設備 非常用所内電源設備(発電機) 中央監視室 常用所内電源設備	1F	梱包・出荷設備 非常用所内電源設備(発電機) 非常用所内電源設備室(拡張) 中央監視室(拡張) 計算機室(拡張)
B1F	ウラン貯蔵エリア 廃棄物保管エリア 燃料集合体貯蔵設備 気体廃棄設備(排風機 排気フィルタユニット)	B1F	ウラン貯蔵エリア 廃棄物保管エリア(縮小) 燃料集合体貯蔵設備 気体廃棄設備(排風機 排気フィルタユニット) 消火ガスボンベ庫(追加)
B2F	燃料棒 集合体組立工程設備 分析工程設備 小規模試験設備	B2F	燃料棒 集合体組立工程設備 分析工程設備 小規模試験設備 防火シャッター 延焼防止ダンパ等(追加)
B3F	粉末調整工程設備 ペレット加工工程設備	B3F	粉末調整工程設備 ペレット加工工程設備 防火シャッター 延焼防止ダンパ等(追加)

第 2.2.2-2 図 増床に伴う建屋レイアウト変更 (設備配置の変更等)

2.2.3 壁開口部の構造，寸法及び材質の変更

(1) 変更内容

燃料加工建屋の壁開口部の構造，寸法及び材質を，設置する設備・機器に合わせて変更する。

(2) 変更理由

上記変更の理由は以下のとおりである。

- 2.2.2 に示す建屋の増床，階高変更及びレイアウト変更に伴い変更又は追加設置する設備・機器があり，これらの設備・機器に合わせた開口が必要となるため。
- 一部の壁開口部について，材質を変更することで，火災防護対策としての3時間耐火性能を確保するため。

(3) 評価条件への影響

壁開口部の変更により，燃料加工建屋の耐震評価モデルにおける拘束条件の見直し等が必要なため，以下の計算書における評価条件に変更が生じる。

- 添付書類「Ⅲ-2-1-1-1-1-1 燃料加工建屋の地震応答計算書」
- 添付書類「Ⅲ-2-1-1-1-1-2 燃料加工建屋の耐震計算書」

「壁開口部の変更」については，地震応答解析モデル及び基礎スラブの応力解析モデルへ反映している。

詳細については，別紙1「地震応答解析及び応力解析における既認可からの主な変更点について（燃料加工建屋）」に示す。

2.2.4 重要区域の設定

(1) 変更内容

燃料加工建屋の重要区域として安全上重要な施設は、第 2.2.4-1 図から第 2.2.4-3 図のとおり、「MOX 粉末を扱う S クラスのグローブボックス等を直接収納する構築物の区域」として選定した下記枠内に示す区域の境界の壁及び床である。これらの施設の耐震重要度分類を S クラスとして明確化する。

・以下の部屋で構成する区域
原料受払室，原料受払室前室，粉末調整第 1 室，粉末調整第 2 室，粉末調整第 3 室，粉末調整第 4 室，粉末調整第 5 室，粉末調整第 6 室，粉末調整第 7 室，粉末調整室前室，粉末一時保管室，点検第 1 室，点検第 2 室，ペレット加工第 1 室，ペレット加工第 2 室，ペレット加工第 3 室，ペレット加工第 4 室，ペレット加工室前室，ペレット一時保管室，ペレット・スクラップ貯蔵室，点検第 3 室，点検第 4 室，現場監視第 1 室，現場監視第 2 室，スクラップ処理室，スクラップ処理室前室，分析第 3 室

(2) 変更理由

上記変更の理由は以下のとおりである。

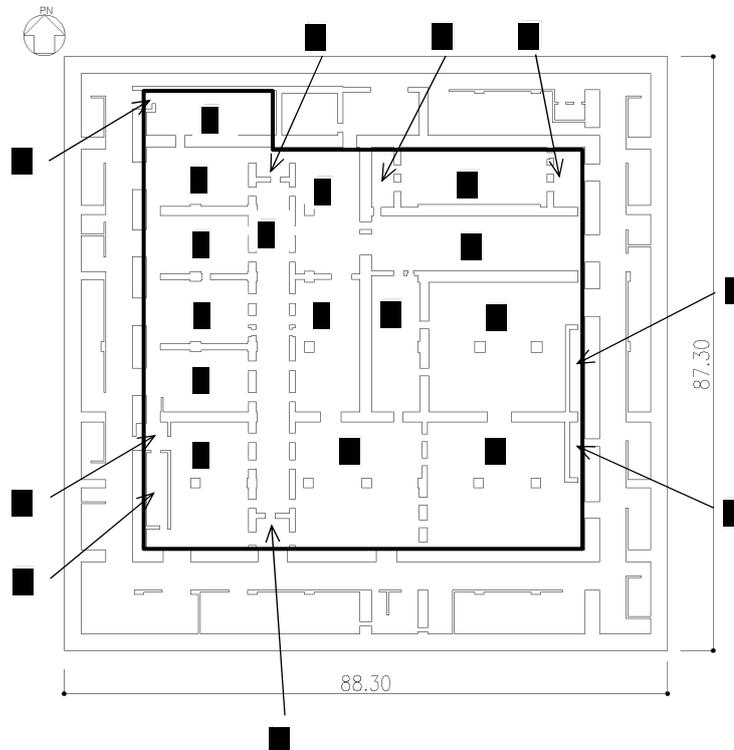
- 当該区域は既認可においても安全上重要な施設としていたが，耐震重要度分類は明確ではなかった。当該区域の境界の壁及び床は，MOX 粉末を扱う S クラスのグローブボックス等を直接収納する構築物であり，当該グローブボックス等から MOX 粉末が漏えいした場合であっても，放射性物質の過度の放出を防止するための施設として S クラスとして設計することを明確にした。

(3) 評価条件への影響

重要区域の設定により，S クラス施設としての重要区域の壁及び床の評価が必要となるため，以下の計算書における記載内容に変更が生じる。

- 添付書類「Ⅲ-2-1-1-1-1-1 燃料加工建屋の地震応答計算書」
- 添付書類「Ⅲ-2-1-1-1-1-2 燃料加工建屋の耐震計算書」

「重要区域の設定」については，地震応答計算書及び耐震計算書における基準地震動 S_s ，弾性設計用地震動 S_d 及び静的地震力による評価へ反映している。詳細については，別紙 1「地震応答解析及び応力解析における既認可からの主な変更点について（燃料加工建屋）」及び別紙 2「重要区域の設計について」に示す。

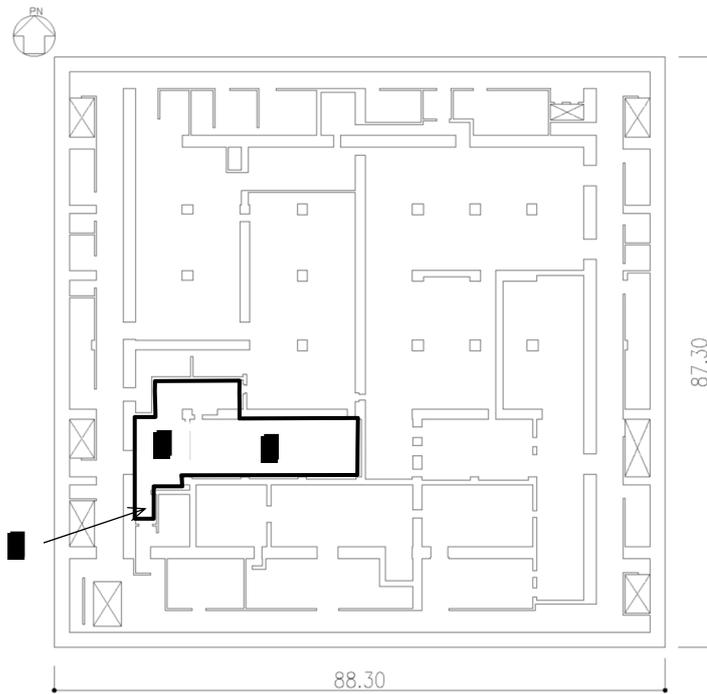


- | | |
|------------------|--------------|
| 1 原料受払室 | 13 ベレット一時保管室 |
| 2 粉末調整第1室 | 14 ベレット加工第3室 |
| 3 粉末調整第2室 | 15 ベレット加工第2室 |
| 4 粉末調整第3室 | 16 原料受払室前室 |
| 5 粉末調整第4室 | 17 粉末調整室前室 |
| 6 粉末調整第5室 | 18 現場監視第1室 |
| 7 粉末一時保管室 | 19 点検第1室 |
| 8 粉末調整第6室 | 20 点検第2室 |
| 9 粉末調整第7室 | 21 点検第3室 |
| 10 ベレット加工第1室 | 22 点検第4室 |
| 11 ベレット・スクラップ貯蔵室 | 23 現場監視第2室 |
| 12 ベレット加工第4室 | 24 ベレット加工室前室 |

重要区域の範囲を示す。

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第 2.2.4-1 図 重要区域の範囲（燃料加工建屋地下3階の概略平面図）

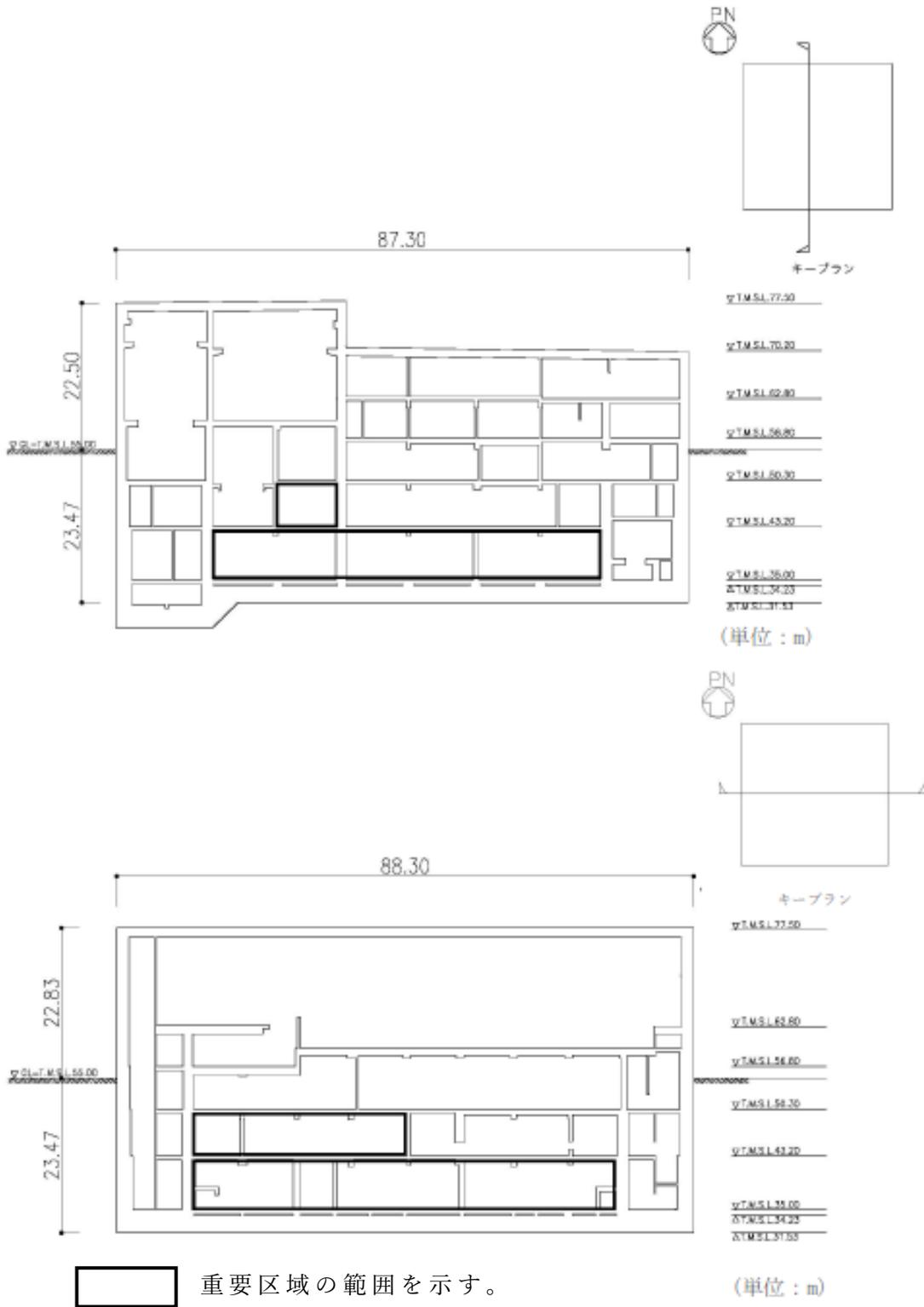


- 1 スクラップ処理室
- 2 分析第3室
- 3 スクラップ処理室前室

 重要区域の範囲を示す。

注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第 2.2.4-2 図 重要区域の範囲（燃料加工建屋地下 2 階の概略平面図）



第 2.2.4-3 図 重要区域の範囲（燃料加工建屋の概略断面図）
【上：NS 方向，下：EW 方向】

別紙

耐震建物21【MOX燃料加工建屋に係る既認可からの変更点について】

別紙				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
別紙-1	地震応答解析及び応力解析における既認可からの主な変更点について(燃料加工建屋)	8/24	7	
別紙-1-付録	既認可と今回設工認の平面図の比較について(燃料加工建屋)	5/13	6	
別紙-2	重要区域の設計について	8/24	5	

別紙一1

地震応答解析及び応力解析における
既認可からの主な変更点について
(燃料加工建屋)

目 次

1. 概要	1
2. 既認可からの主な変更点について	2
3. 地震応答解析における既認可からの変更点	10
4. 応力解析における既認可からの変更点	28

1. 概要

本資料は、「燃料加工建屋に係る既認可からの変更点について」の資料のとおり、機器レイアウトの変更（排気筒の位置及び高さの変更を含む）並びにそれに伴う建屋の増床、階高の変更及び壁開口の変更並びに重要区域の設定による既認可※からの主な変更点を示すものである。また、既認可からの変更に伴う地震応答解析モデル及びモデル諸元の変更点についても併せて示すものである。

※： 『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」、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）』

2. 既認可からの主な変更点について

本項では、既認可からの主な変更点並びにそれに伴う地震応答解析モデル及びモデル諸元の変更点について示す。主な変更点としては、「機器レイアウトの変更（排気筒の位置及び高さの変更を含む）」並びにそれに伴う「建屋の増床」による重量の変更及び剛性の変更、「階高の変更」及び「壁開口の変更」による剛性の変更並びに「重要区域の設定」による要求機能の追加があげられる。

「機器レイアウトの変更」については、壁の位置変更に合わせて地震応答解析モデルのせん断断面積，断面二次モーメント，軸断面積へ反映しており，機器重量の変更については質点重量に反映している。ここではその例として，排気筒の位置の変更について概要図と解析モデルへの反映内容を第 2.-1 図に示す。

「建屋の増床」に伴う重量の変更については，地震応答解析モデルの塔屋階レベル（質点番号 2）及び 2 階レベル（質点番号 3）の質点重量へ反映している。代表として，建屋重量の増分が最も大きい塔屋階について概要図と解析モデルへの反映内容を第 2.-2 図に示す。

「建屋の増床」に伴う剛性の変更については，2 階レベル（要素番号 2）の地震応答解析モデルのせん断断面積，断面二次モーメント，軸断面積へ反映している。NS 方向，EW 方向，鉛直方向の変更の概要図と解析モデルへの反映内容を第 2.-3 図，第 2.-4 図，第 2.-5 図に示す。

「建屋の階高の変更」については，階高に合わせて質点系モデルの質点レベルへ反映している。変更の概要図と解析モデルへの反映内容を第 2.-6 図に示す。

「壁開口の変更」については，各開口の変更に合わせて地震応答解析モデルの剛性へ反映している。代表として，せん断断面積の減少が最も大きい地下 1 階 2 通りについて，変更の概要図と解析モデルへの反映内容を第 2.-7 図に示す。

また，各階の既認可と今回設工認の平面図の比較については別紙-1-付録に示す。

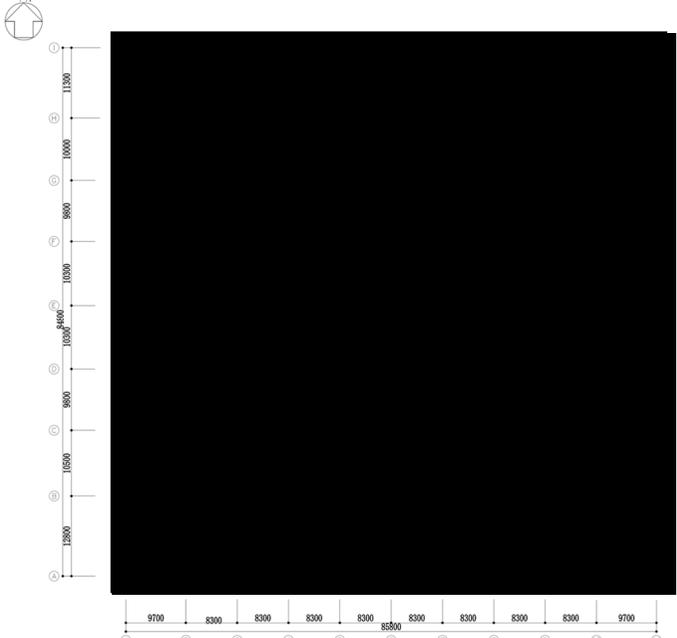
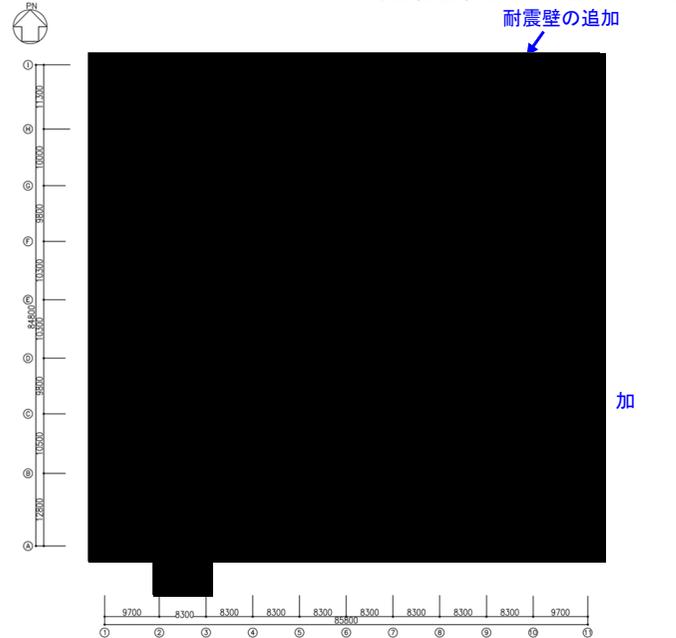
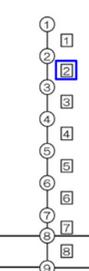
なお，「重要区域の設定」については S クラスの要求機能の追加であり，図面や解析モデル上の変更点としては表れないが，重要区域の壁及び床の S クラス施設としての評価を実施している。重要区域の設計については別紙-2 に示す。

	既認可	今回設工認
<p>主な変更の概要図</p>	<p>排気筒重量 250kN</p> <p>1階平面図 (T.M.S.L. 55.60m)</p>	<p> 既認可から削除した箇所 既認可から追加した箇所 </p> <p>排気筒重量 255kN</p> <p>1階平面図 (T.M.S.L. 56.80m)</p>
<p>解析モデルへの反映</p>	<p>(質点番号 4)</p> <p>質点重量 : 413, 204kN</p> <p>(単位 : m)</p> <p>T.M.S.L. 76.30</p> <p>T.M.S.L. 69.00</p> <p>T.M.S.L. 61.60</p> <p>T.M.S.L. 55.60</p> <p>T.M.S.L. 49.10</p> <p>T.M.S.L. 42.60</p> <p>T.M.S.L. 35.00</p> <p>T.M.S.L. 34.23</p> <p>T.M.S.L. 31.53</p>	<p>「排気筒」については、排気筒の重量を地震応答解析モデルの質点重量へ反映している。</p> <p>(質点番号 4)</p> <p>質点重量 : 429, 000kN</p> <p>(単位 : m)</p> <p>T.M.S.L. 77.50</p> <p>T.M.S.L. 70.20</p> <p>T.M.S.L. 62.80</p> <p>T.M.S.L. 56.80</p> <p>T.M.S.L. 50.30</p> <p>T.M.S.L. 43.20</p> <p>T.M.S.L. 35.00</p> <p>T.M.S.L. 34.23</p> <p>T.M.S.L. 31.53</p>

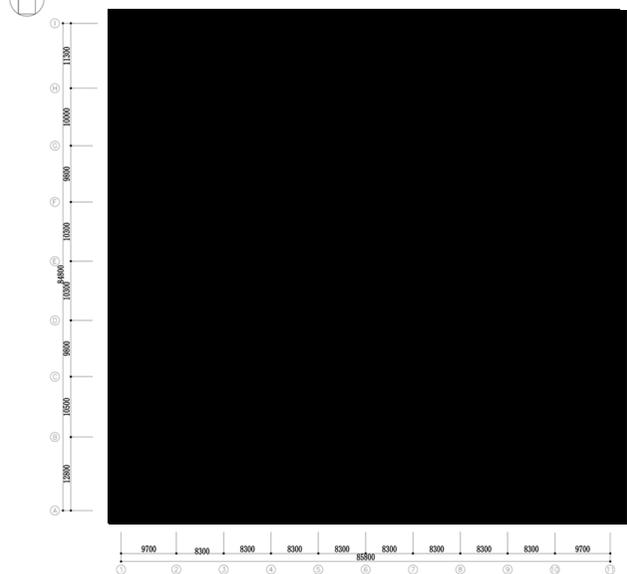
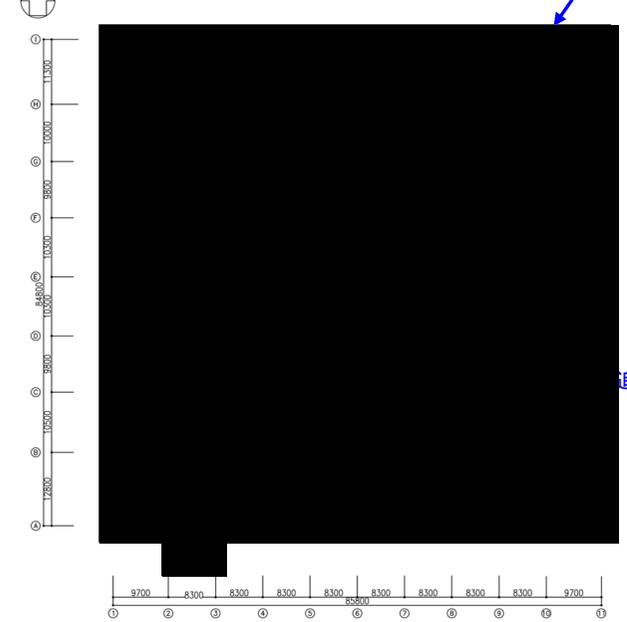
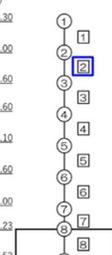
第 2.-1 図 機器レイアウトの変更 (排気筒の位置及び高さの変更) に伴う主な変更の概要図及びモデル諸元の変更点

	既認可	今回設工認																																				
主な変更の概要図	<p>塔屋階平面図 (T. M. S. L. 69.00m)</p>	<p>塔屋階平面図 (T. M. S. L. 70.20m)</p>																																				
解析モデルへの反映	<p>(単位：m)</p> <table border="1"> <tr><td>T.M.S.L. 76.30</td><td>1</td></tr> <tr><td>T.M.S.L. 69.00</td><td>2</td></tr> <tr><td>T.M.S.L. 61.60</td><td>3</td></tr> <tr><td>T.M.S.L. 55.60</td><td>4</td></tr> <tr><td>T.M.S.L. 49.10</td><td>5</td></tr> <tr><td>T.M.S.L. 42.60</td><td>6</td></tr> <tr><td>T.M.S.L. 35.00</td><td>7</td></tr> <tr><td>T.M.S.L. 34.23</td><td>8</td></tr> <tr><td>T.M.S.L. 31.53</td><td>9</td></tr> </table> <p>(質点番号 2) 質点重量：254,197kN</p>	T.M.S.L. 76.30	1	T.M.S.L. 69.00	2	T.M.S.L. 61.60	3	T.M.S.L. 55.60	4	T.M.S.L. 49.10	5	T.M.S.L. 42.60	6	T.M.S.L. 35.00	7	T.M.S.L. 34.23	8	T.M.S.L. 31.53	9	<p>建屋の増床に伴う「重量の変更」については、地震応答解析モデルの質点重量へ反映している。</p> <p>(単位：m)</p> <table border="1"> <tr><td>T.M.S.L. 77.50</td><td>1</td></tr> <tr><td>T.M.S.L. 70.20</td><td>2</td></tr> <tr><td>T.M.S.L. 62.80</td><td>3</td></tr> <tr><td>T.M.S.L. 56.80</td><td>4</td></tr> <tr><td>T.M.S.L. 50.30</td><td>5</td></tr> <tr><td>T.M.S.L. 43.20</td><td>6</td></tr> <tr><td>T.M.S.L. 35.00</td><td>7</td></tr> <tr><td>T.M.S.L. 34.23</td><td>8</td></tr> <tr><td>T.M.S.L. 31.53</td><td>9</td></tr> </table> <p>(質点番号 2) 質点重量：329,000kN</p>	T.M.S.L. 77.50	1	T.M.S.L. 70.20	2	T.M.S.L. 62.80	3	T.M.S.L. 56.80	4	T.M.S.L. 50.30	5	T.M.S.L. 43.20	6	T.M.S.L. 35.00	7	T.M.S.L. 34.23	8	T.M.S.L. 31.53	9
T.M.S.L. 76.30	1																																					
T.M.S.L. 69.00	2																																					
T.M.S.L. 61.60	3																																					
T.M.S.L. 55.60	4																																					
T.M.S.L. 49.10	5																																					
T.M.S.L. 42.60	6																																					
T.M.S.L. 35.00	7																																					
T.M.S.L. 34.23	8																																					
T.M.S.L. 31.53	9																																					
T.M.S.L. 77.50	1																																					
T.M.S.L. 70.20	2																																					
T.M.S.L. 62.80	3																																					
T.M.S.L. 56.80	4																																					
T.M.S.L. 50.30	5																																					
T.M.S.L. 43.20	6																																					
T.M.S.L. 35.00	7																																					
T.M.S.L. 34.23	8																																					
T.M.S.L. 31.53	9																																					

第 2.-2 図 建屋の増床に伴う主な変更の概要図及びモデル諸元の変更点 (塔屋階の質点重量)

	既認可	今回設工認
主な変更の概要図	<p>■ 耐震壁  外周耐震壁直交壁の曲げ剛性寄与長さ</p>  <p>2階平面図 (T.M.S.L. 61.60m)</p>	<p>■ 耐震壁  外周耐震壁直交壁の曲げ剛性寄与長さ</p> <p>  既認可から削除した箇所  既認可から追加した箇所 </p>  <p>2階平面図 (T.M.S.L. 62.80m)</p>
解析モデルへの反映	<p>(単位：m)</p> <p>T.M.S.L. 76.30 T.M.S.L. 69.00 T.M.S.L. 61.60 T.M.S.L. 55.60 T.M.S.L. 49.10 T.M.S.L. 42.60 T.M.S.L. 35.00 T.M.S.L. 34.23 T.M.S.L. 31.53</p> <p>(要素番号2) (NS方向) せん断断面積 : 300.7m² 断面二次モーメント : 5.66 × 10⁴m⁴</p> 	<p>建屋の増床に伴う「剛性の変更」については、地震応答解析モデルのせん断断面積、断面二次モーメントへ反映している。</p> <p>(要素番号2) (NS方向) せん断断面積 : 362.5m² 断面二次モーメント : 29.12 × 10⁴m⁴</p> <p>(単位：m)</p> <p>T.M.S.L. 72.50 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</p> 

第 2.-3 図 建屋の増床に伴う主な変更の概要図及びモデル諸元の変更点 (2階 NS 方向の剛性)

	既認可	今回設工認
主な変更の概要図	<p>■ 耐震壁  外周耐震壁直交壁の曲げ剛性寄与長さ</p>  <p>2階平面図 (T. M. S. L. 61.60m)</p>	<p>■ 耐震壁  外周耐震壁直交壁の曲げ剛性寄与長さ ■ 耐震壁の追加</p> <p>⋯ 既認可から削除した箇所 既認可から追加した箇所</p>  <p>2階平面図 (T. M. S. L. 62.80m)</p>
解析モデルへの反映	<p>(単位：m) T.M.S.L. 76.30 T.M.S.L. 69.00 T.M.S.L. 61.60 T.M.S.L. 55.60 T.M.S.L. 49.10 T.M.S.L. 42.60 T.M.S.L. 35.00 T.M.S.L. 34.23 T.M.S.L. 31.53</p> <p>(要素番号2) (EW方向) せん断断面積：385.3m² 断面二次モーメント：18.66×10⁴m⁴</p> 	<p>建屋の増床に伴う「剛性の変更」については、地震応答解析モデルのせん断断面積、断面二次モーメントへ反映している。</p> <p>(要素番号2) (EW方向) せん断断面積：415.6m² 断面二次モーメント：40.32×10⁴m⁴</p> <p>(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</p> 

第2.-4図 建屋の増床に伴う主な変更の概要図及びモデル諸元の変更点(2階EW方向の剛性)

	既認可	今回設工認
主な変更の概要図	<p>2階平面図 (T. M. S. L. 61.60m)</p>	<p> 既認可から削除した箇所 既認可から追加した箇所 </p> <p>2階平面図 (T. M. S. L. 62.80m)</p>
解析モデルへの反映	<p>(単位：m)</p> <p>T.M.S.L. 76.30</p> <p>T.M.S.L. 69.00</p> <p>T.M.S.L. 61.60 2</p> <p>T.M.S.L. 55.60</p> <p>T.M.S.L. 49.10</p> <p>T.M.S.L. 42.60</p> <p>T.M.S.L. 35.00</p> <p>T.M.S.L. 34.23</p> <p>T.M.S.L. 31.53</p> <p>(要素番号 2) (鉛直方向)</p> <p>軸断面積：705.9m²</p>	<p>建屋の増床に伴う「剛性の変更」については、地震応答解析モデルの軸断面積へ反映している。</p> <p>(要素番号 2) (鉛直方向)</p> <p>軸断面積：760.0m²</p> <p>(単位：m)</p> <p>T.M.S.L. 77.50</p> <p>T.M.S.L. 70.20</p> <p>T.M.S.L. 62.80 2</p> <p>T.M.S.L. 56.80</p> <p>T.M.S.L. 50.30</p> <p>T.M.S.L. 43.20</p> <p>T.M.S.L. 35.00</p> <p>T.M.S.L. 34.23</p> <p>T.M.S.L. 31.53</p>

第 2.-5 図 建屋の増床に伴う主な変更の概要図及びモデル諸元の変更点 (2 階鉛直方向の剛性)

	主な変更の概要図	解析モデルへの反映
既認可	<p style="text-align: center;">断面図(NS 方向)</p> <p style="text-align: right;">▽ T.M.S.L. 76.30m ▽ T.M.S.L. 69.00m ▽ T.M.S.L. 61.60m ▽ T.M.S.L. 55.60m ▽ T.M.S.L. 49.10m ▽ T.M.S.L. 42.60m ▽ T.M.S.L. 38.30m ▽ T.M.S.L. 35.00m △ T.M.S.L. 34.23m ▽ T.M.S.L. 31.53m</p> <p style="text-align: center;">キープラン</p>	<p>(単位 : m)</p> <p>T.M.S.L. 76.30</p> <p>T.M.S.L. 69.00</p> <p>T.M.S.L. 61.60</p> <p>T.M.S.L. 55.60</p> <p>T.M.S.L. 49.10</p> <p>6.5m</p> <p>T.M.S.L. 42.60</p> <p>7.6m</p> <p>T.M.S.L. 35.00</p> <p>T.M.S.L. 34.23</p> <p>T.M.S.L. 31.53</p>
今回設 工認	<p style="text-align: center;">断面図(NS 方向)</p> <p style="text-align: right;">▽ 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</p> <p style="text-align: center;">キープラン</p> <p style="text-align: center;">地下2階、 地下3階の 階高をそれ ぞれ60cm高 く変更</p>	<p>(単位 : m)</p> <p>T.M.S.L. 77.50</p> <p>T.M.S.L. 70.20</p> <p>T.M.S.L. 62.80</p> <p>T.M.S.L. 56.80</p> <p>T.M.S.L. 50.30</p> <p>7.1m</p> <p>T.M.S.L. 43.20</p> <p>8.2m</p> <p>T.M.S.L. 35.00</p> <p>T.M.S.L. 34.23</p> <p>T.M.S.L. 31.53</p> <p>建屋の「階高の変更」については、階高に合わせて質点系モデルの質点レベルへ反映している。</p>

第 2.-6 図 建屋の階高の変更に伴う主な変更の概要図及び解析モデルの変更点

主な変更の概要図		解析モデルへの反映
既 認 可	<p style="text-align: center;">地下1階 2通り 東側立面図 (T.M.S.L. 49.10m ~ T.M.S.L. 55.60m)</p>	<p>(要素番号 4, 2通り) せん断断面積 : 96.9m²</p> <p>(単位 : m) T.M.S.L. 76.30 T.M.S.L. 69.00 T.M.S.L. 61.60 T.M.S.L. 55.60 T.M.S.L. 49.10 T.M.S.L. 42.60 T.M.S.L. 35.00 T.M.S.L. 34.23 T.M.S.L. 31.53</p>
今 回 設 工 認	<p> 既認可から削除した箇所 既認可から追加した箇所 </p> <p>機器レイアウトの変更に伴う壁開口の変更</p> <p style="text-align: center;">地下1階 2通り 東側立面図 (T.M.S.L. 50.30m ~ T.M.S.L. 56.80m)</p>	<p>「壁開口の変更」については、各開口の変更に合わせて地震応答解析モデルの剛性へ反映している。 (要素番号 4, 2通り) せん断断面積 : 94.1m²</p> <p>(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</p>

第2.-7図 壁開口の変更に伴う主な変更の概要図及びモデル諸元の変更点

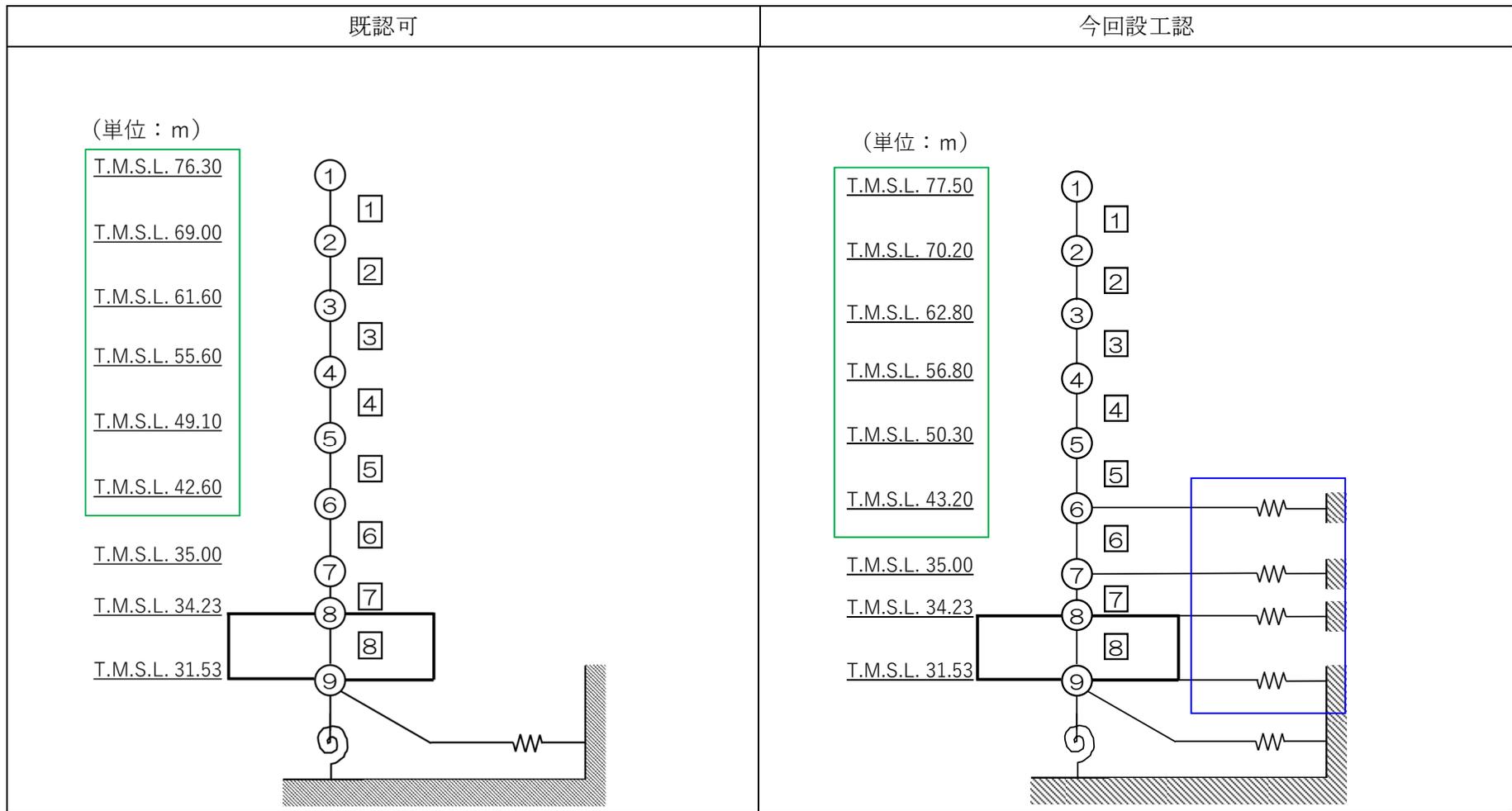
3. 地震応答解析における既認可からの変更点

機器レイアウトの変更（排気筒の位置及び高さの変更を含む）並びにそれに伴う建屋の増床，階高の変更及び壁開口の変更に伴い，燃料加工建屋の地震応答解析モデルについては，重量・剛性の変更を行っていることから，その内容について説明する。

地震応答解析モデル及びモデル諸元の変更点を第 3.-1 図及び第 3.-1 表に，燃料加工建屋の地震応答解析モデル及び手法の比較を第 3.-2 表に示す。また，重要区域の設定を考慮して静的地震力の算定条件を見直しており，静的地震力の算定方法の比較を第 3.-3 表に示す。

今回設工認における階高の変更に伴い 1 階床レベルが地表面から 1.8m 高くなることについては，1 階床レベル（質点番号 4）に側面地盤ばねを設定しないことから，地震応答解析モデルの設定において支障はないと考えられる。

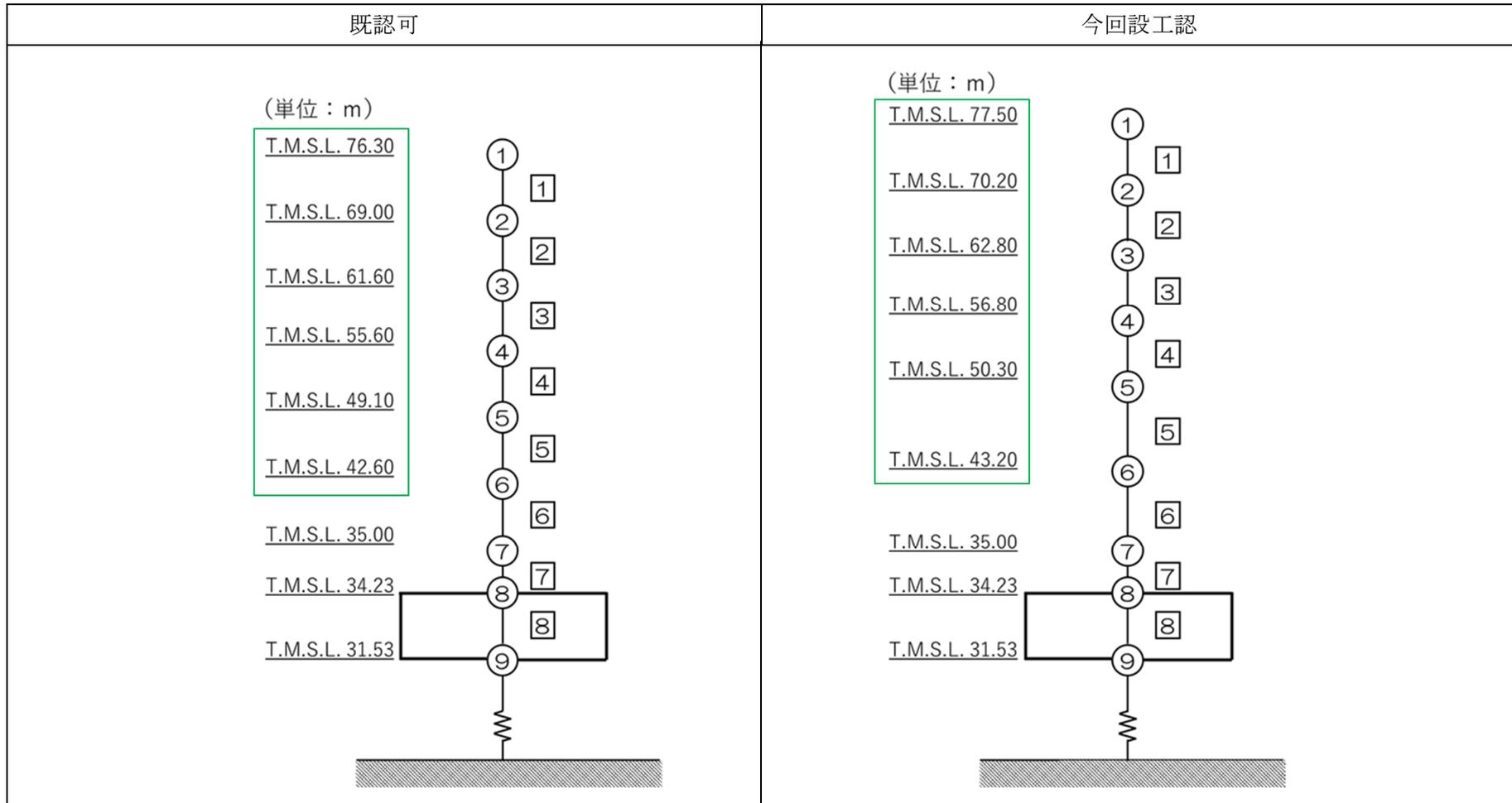
なお，参考として既認可における固有値解析結果を第 3.-4 図に，直下地盤を考慮した今回設工認における固有値解析結果を第 3.-5 図に示す。今回設工認における固有値解析結果について，既認可から大きな変化はないが，建屋が高くなったことや上部重量の増加に伴い，水平方向はやや長周期化している。



(a) 水平方向

- : 地下3階及び地下2階の階高の変更に伴い、質点レベルを変更
- : 側面地盤ばねの考慮による変更

第 3. -1 図 地震応答解析モデルの変更点 (1/2)



(b) 鉛直方向

: 地下3階及び地下2階の階高の変更に伴い、質点レベルを変更

第3.-1図 地震応答解析モデルの変更点 (2/2)

第 3.-1 表 諸元の変更点 (重量)

質点番号	階層	重量 W (kN)		変更理由
		既認可	今回設工認	
1	屋上	173,730	174,000	①, ④, ⑤
2	塔屋階	254,197	329,000	①, ②, ④, ⑤
3	2階	386,080	385,000	①, ②, ④, ⑤
4	1階	413,204	429,000	①, ④, ⑤
5	地下1階	453,967	492,000	①, ③, ④, ⑤
6	地下2階	487,532	530,000	①, ③, ④, ⑤
7	地下3階	366,802	386,000	①, ③, ④, ⑤
8	二重床	276,514	277,000	①, ⑤
9	基礎	279,083	280,000	⑤

変更理由

- ①機器レイアウトの変更に伴い再計算
- ②建屋の増床に伴い再計算
- ③階高の変更に伴い再計算
- ④壁開口の変更に伴い再計算
- ⑤端数切り上げによる変更

第3.-1表 諸元の変更点（回転慣性重量）

質点番号	階層	回転慣性重量 I_g ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)		変更理由
		既認可	今回設工認	
1	屋上	17.86	17.90	①, ④, ⑤
2	塔屋階	116.38	209.00	①, ②, ④, ⑤
3	2階	245.34	244.70	①, ②, ④, ⑤
4	1階	262.60	272.70	①, ④, ⑤
5	地下1階	288.55	312.80	①, ③, ④, ⑤
6	地下2階	309.92	337.00	①, ③, ④, ⑤
7	地下3階	233.08	245.30	①, ③, ④, ⑤
8	二重床	175.67	176.00	①, ⑤
9	基礎	177.30	177.90	⑤

(a) NS 方向

質点番号	階層	回転慣性重量 I_g ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)		変更理由
		既認可	今回設工認	
1	屋上	112.96	113.10	①, ④, ⑤
2	塔屋階	142.53	213.90	①, ②, ④, ⑤
3	2階	250.99	250.30	①, ②, ④, ⑤
4	1階	268.65	278.90	①, ④, ⑤
5	地下1階	295.19	320.00	①, ③, ④, ⑤
6	地下2階	317.05	344.70	①, ③, ④, ⑤
7	地下3階	238.45	250.90	①, ③, ④, ⑤
8	二重床	179.71	180.00	①, ⑤
9	基礎	181.38	182.00	⑤

(b) EW 方向

変更理由

- ①機器レイアウトの変更に伴い再計算
- ②建屋の増床に伴い再計算
- ③階高の変更に伴い再計算
- ④壁開口の変更に伴い再計算
- ⑤端数切り上げによる変更

第3.-1表 諸元の変更点（断面二次モーメント）

要素番号	階層	断面二次モーメント I ($\times 10^4 \text{m}^4$)		変更理由
		既認可	今回設工認	
1	塔屋階	2.31	2.06	①, ④
2	2階	5.66	29.12	①, ②, ④
3	1階	31.62	30.27	①, ④
4	地下1階	42.38	37.63	①, ④
5	地下2階	48.00	45.79	①, ④
6	地下3階	54.22	49.22	①, ④
7	二重床	229.64	230.69	①
8	基礎	489.58	489.58	—

(a) NS方向

要素番号	階層	断面二次モーメント I ($\times 10^4 \text{m}^4$)		変更理由
		既認可	今回設工認	
1	塔屋階	19.47	20.63	①, ④
2	2階	18.66	40.32	①, ②, ④
3	1階	36.93	39.93	①, ④
4	地下1階	42.77	46.57	①, ④
5	地下2階	45.47	50.51	①, ④
6	地下3階	51.03	57.14	①, ④
7	二重床	353.31	354.92	①
8	基礎	500.86	500.86	—

(b) EW方向

変更理由

- ①機器レイアウトの変更に伴い再計算
- ②建屋の増床に伴い再計算
- ③階高の変更に伴い再計算
- ④壁開口の変更に伴い再計算
- ⑤端数切り上げによる変更

第3.-1表 諸元の変更点（せん断断面積）

要素番号	階層	せん断断面積 As (m ²)		変更理由
		既認可	今回設工認	
1	塔屋階	133.3	133.3	—
2	2階	300.7	362.5	①, ②, ④
3	1階	472.4	474.4	①, ④
4	地下1階	646.7	640.5	①, ④
5	地下2階	740.5	749.8	①, ④
6	地下3階	851.1	876.1	①, ④
7	二重床	2956.9	2956.9	—
8	基礎	7708.6	7708.6	—

(a) NS 方向

要素番号	階層	せん断断面積 As (m ²)		変更理由
		既認可	今回設工認	
1	塔屋階	299.7	300.1	①, ④
2	2階	385.3	415.6	①, ②, ④
3	1階	524.3	522.9	①, ④
4	地下1階	636.8	633.2	①, ④
5	地下2階	788.1	791.3	①, ④
6	地下3階	950.9	975.9	①, ④
7	二重床	3852.8	3852.8	—
8	基礎	7708.6	7708.6	—

(b) EW 方向

変更理由

- ①機器レイアウトの変更に伴い再計算
- ②建屋の増床に伴い再計算
- ③階高の変更に伴い再計算
- ④壁開口の変更に伴い再計算
- ⑤端数切り上げによる変更

第3.-1表 諸元の変更点（軸断面積）

要素番号	階層	軸断面積 A (m ²)		変更理由
		既認可	今回設工認	
1	塔屋階	420.1	420.5	①, ④
2	2階	705.9	760.0	①, ②, ④
3	1階	1001.2	957.1	①, ④
4	地下1階	1273.7	1208.1	①, ④
5	地下2階	1493.0	1468.1	①, ④
6	地下3階	1718.6	1718.0	①, ④
7	二重床	5357.4	4064.6	①, ④ ^{※1}
8	基礎	7708.6	7708.6	—

変更理由

- ①機器レイアウトの変更に伴い再計算
- ②建屋の増床に伴い再計算
- ③階高の変更に伴い再計算
- ④壁開口の変更に伴い再計算
- ⑤端数切り上げによる変更

※1：既認可からの変更として、せん断断面積の算定範囲と整合するよう、束壁、ピット壁、壁の交差部における重複部分及び小さいピットを除外して再算定した。

第3.-2表 地震応答解析モデル及び手法の比較
(燃料加工建屋)

項目	内容	既認可 ^{※1}	今回設工認	備考
地盤モデル	支持地盤	敷地内の調査結果を踏まえた平均的な物性値を設定	建屋直下の調査結果を踏まえた物性値を設定 ^{※2}	—
	表層地盤	考慮せず	建屋直下及び近傍の調査結果を踏まえた物性値を設定 ^{※2}	—
	ばらつき	考慮せず	考慮	—
入力地震動の算定方法	水平	設計用地震動を用いて、次元波動論により算定（支持地盤を考慮）	同左（支持地盤及び表層地盤を考慮）	①
	鉛直	設計用地震動を用いて、次元波動論により算定（支持地盤を考慮）	同左（支持地盤及び表層地盤を考慮）	
解析コード		TDAS	同左	—
建屋のモデル化	モデル	一軸多質点系モデル	同左	—
	材料物性	検討時の各規準に基づき設定 コンクリートのヤング係数： $E=2.44 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ コンクリートのポアソン比： $\nu=0.2$	同左	—
	重量	機器レイアウト、建屋形状に応じて設定	同左（機器レイアウト、建屋形状の変更 ^{※3} を反映して再算定）	—
	剛性評価	耐震壁を考慮	同左（建屋形状の変更 ^{※3} を反映して再算定）	—
	減衰定数	RC：3%	同左	—
建屋-地盤相互作用	基礎底面	振動アドミッタンス理論による近似法 水平方向：スウェイ及びロッキングばねを考慮 鉛直方向：鉛直ばねを考慮	同左（建屋及び地盤モデルの変更に 応じて地盤ばねを再算定）	①
	建屋側面	考慮せず	Novakの手法により設定 水平方向：スウェイばねを考慮 ^{※4} 鉛直方向：考慮せず	
非線形特性	耐震壁	水平方向（せん断）：考慮 鉛直方向：考慮せず	水平方向（せん断、曲げ）：考慮 鉛直方向：考慮せず	①
	地盤	考慮せず	ひずみ依存特性を考慮	
	基礎浮上り	水平方向：幾何学的非線形性を考慮 鉛直方向：考慮せず	同左	

※1：『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）』

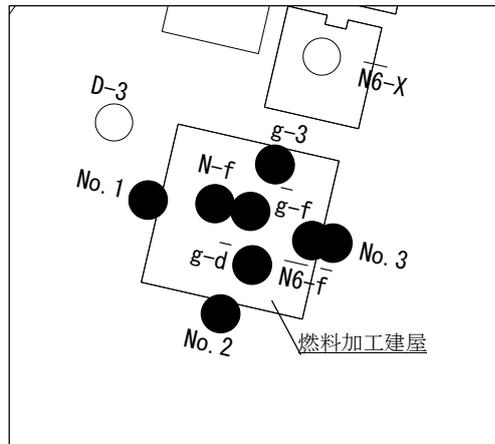
※2：建屋直下及び近傍の調査結果を踏まえた物性値を設定しており、地盤モデルの設定に用いるボーリング調査位置を第3.-2図に示す。詳細は補足説明資料「耐震建物08 地震応答解析に用いる地盤モデル及び地盤物性値の設定について」に示す。

※3：機器レイアウトの変更（排気筒の位置及び高さの変更を含む）並びにそれに伴う建屋の増床、階高の変更及び壁開口の変更を行っている。（第2.-1図～第2.-7図）

※4：地盤の非線形化による影響を踏まえて、T. M. S. L. 50. 30m以上の質点には側面ばねを設定していない。

【具体的な反映事項】（表の備考欄に対応）

① 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版（（社）日本電気協会）に基づく



●：燃料加工建屋の地盤モデル設定に用いるボーリング調査位置

第3.-2図 地盤モデルの設定に用いるボーリング調査位置（燃料加工建屋）

第3.-3表 静的地震力の算定方法の比較

(燃料加工建屋)

項目	内容	既認可※1	今回設工認	備考
静的地震力※ 2	基準面	基礎スラブ上面相当 (T.M.S.L. 34.23m, 埋込み考慮なし)	地上1階床面相当※3 (T.M.S.L. 56.80m, 埋込み考慮)	—
	重要度分類係数n	燃料加工建屋が有する構造物の重要度分類に応じて設定 (Bクラスのしゃへい壁：1.5)	燃料加工建屋が有する構造物の重要度分類に応じて設定 (Sクラスの重要区域の壁及び床：3.0)	—
	地震地域係数Z	1.0	同左	—
	振動特性係数R _t	0.8 (埋込みのない場合の最大値)	0.88 (埋込み深さと地盤のせん断波速度に応じて算定)	—
	高さ方向の分布係数A _i	モーダルアナリシスにより算出	同左 (地震応答解析モデルの変更に 応じて再算定)	—
	標準せん断力係数C ₀	0.2 (必要保有水平耐力※4の算定時は1.0)	同左	—

※1：『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)』

※2：今回設工認においては、静的地震力による地震力よりも弾性設計用地震動Sdによる地震力の方が上回ることから、弾性設計用地震動Sdによる評価に包含される。

※3：地上1階床面 (T.M.S.L. 56.80m) を基準面とし、基準面より上部の地震力は、地震層せん断力係数を用いて、次式により算出している。

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

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

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 (0.88)
- 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
- C₀ : 標準せん断力係数 (0.2)

また、基準面より下部の地震力は、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算出している。

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

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) (深さが 20m を超えるときは 20m とする。)
- α : 建物・構造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 (1.3)

参考として、今回設工認の地上1階床面 (T.M.S.L. 56.80m) を基準とした静的地震力と、地表面 (T.M.S.L. 55.00m) を基準とした場合の静的地震力、弾性設計用地震動Sdによる地震力を第3.-3図に示す。

ここで、地表面 (T.M.S.L. 55.00m) を基準とした場合の静的地震力は、基準面からの深さH、埋込み深さに応じて算定する係数であるR_t及びαを変更している。また、地下1階床面 (T.M.S.L. 50.30m) から地上1階床面 (T.M.S.L. 56.80m) の間は地下1階の層に該当することから、地表面 (T.M.S.L. 55.00m) から地上1階床面 (T.M.S.L. 56.80m) の間の部分については、地表面 (T.M.S.L. 55.00m) 位置における地下震度を用いて算出している。なお、A_iは変更していない。

第3.-3図より、今回設工認の地上1階床面を基準とした静的地震力は、地表面を基準とした場合の静的地震力と比べて若干大きくなっている。これは、地上1階床面を基準とした方が埋込み深さが大きいため、基準面より上部においては、埋込み深さとともに増加する係数であるR_tが大きくなるためである。また、基準面より下部においては(1-H/40)は最大で6.4%小さくなるが、埋込み深さとともに増加する係数であるαは一律8.3%大きくなるため、静的地震力としては1.4%以上大きくなっている。なお、いずれの静的地震力とも弾性設計用地震動Sdによる地震力に包絡されている。

※4：必要保有水平耐力は、次式により算定している。

$$Q_{un} = \frac{D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud}}{C_0}$$

ここで、

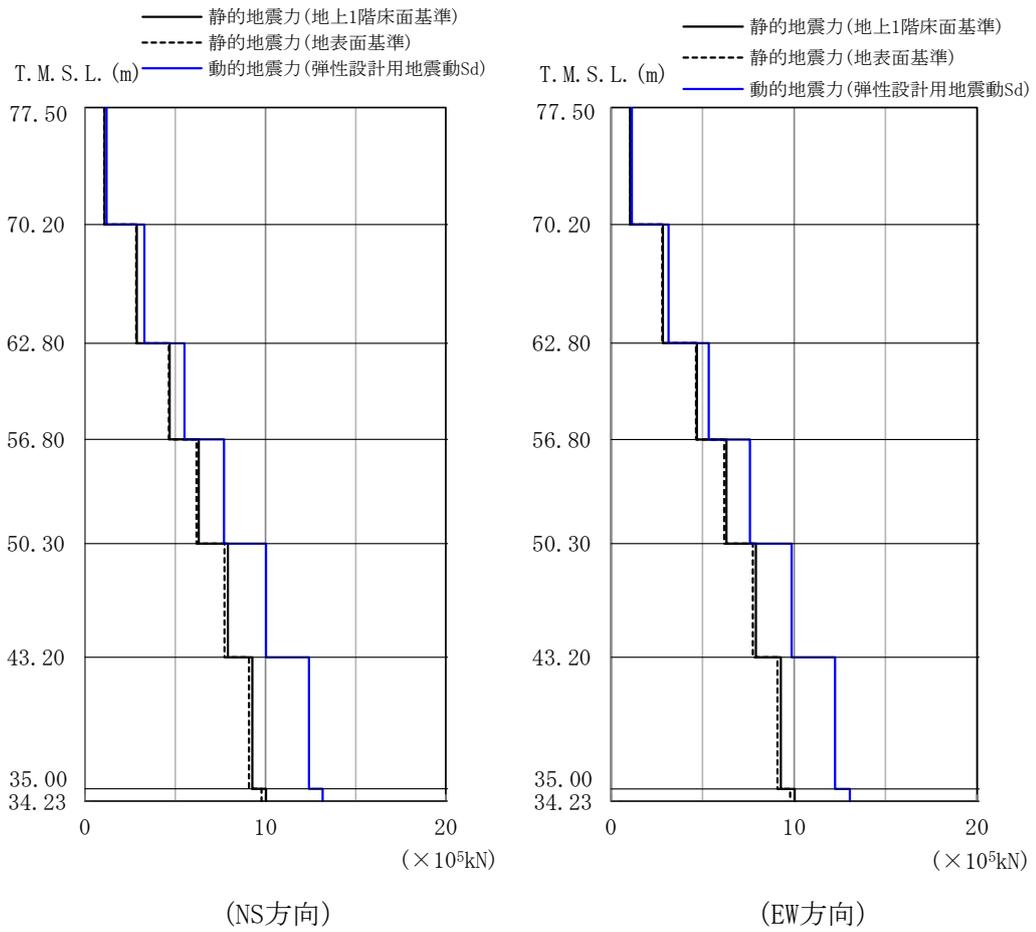
Q_{un} : 各層の必要保有水平耐力

D_s : 各層の構造特性係数 (0.55)

F_{es} : 各層の形状特性係数 (1.0)

Q_{ud} : 地震力によって各層に生じる水平力 (第 i 層に生じる水平地震力 Q_i の算定式の n の値を

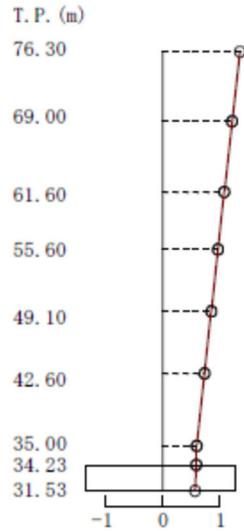
1.0、C₀の値を1.0として計算した値)



第3.-3図 静的地震力（地上1階床面基準，地表面基準）及び動的地震力（弾性設計用地震動Sd）の比較

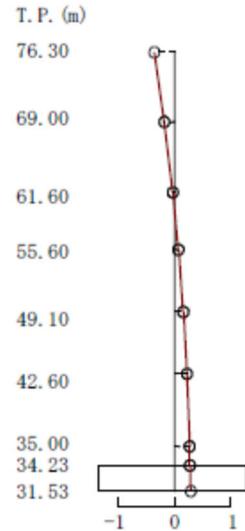
1 次モード

固有周期 $T_1=0.304$ (s)
 固有振動数 $f_1=3.29$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.393$



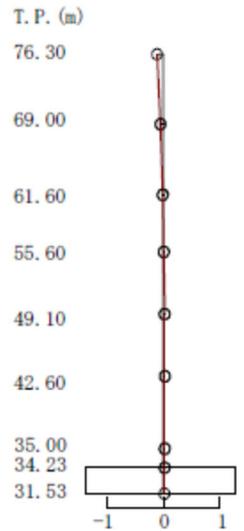
2 次モード

固有周期 $T_2=0.151$ (s)
 固有振動数 $f_2=6.63$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=-0.366$



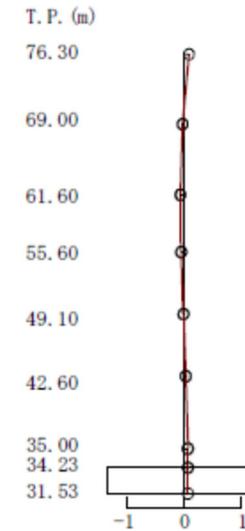
3 次モード

固有周期 $T_3=0.084$ (s)
 固有振動数 $f_3=11.97$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_3=-0.121$



4 次モード

固有周期 $T_4=0.068$ (s)
 固有振動数 $f_4=14.71$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_4=0.094$



(a) 刺激関数図 (NS 方向)

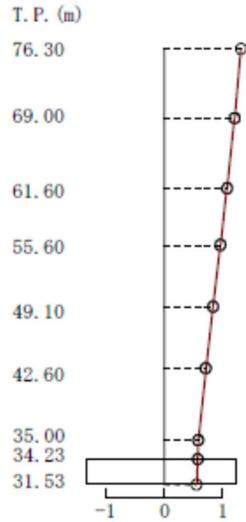
※設計及び工事の方法の認可申請書 (MOX 燃料加工施設) 平成 22・05・21 原第 9 号 平成 22 年 10 月 22 日 認可

添付書類Ⅲ-2-1-1-1 燃料加工建屋の地震応答計算書 第 6.1-1 図より抜粋。

第 3.-4 図 既認可における固有値解析結果 (1/3)

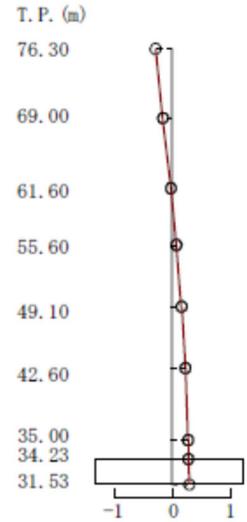
1次モード

固有周期 $T_1=0.302$ (s)
 固有振動数 $f_1=3.31$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.339$



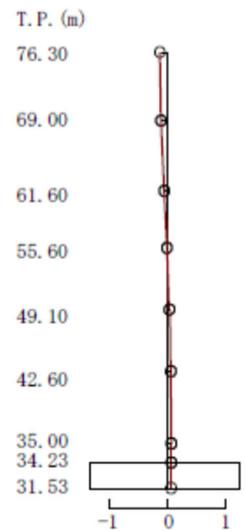
2次モード

固有周期 $T_2=0.155$ (s)
 固有振動数 $f_2=6.45$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=0.289$



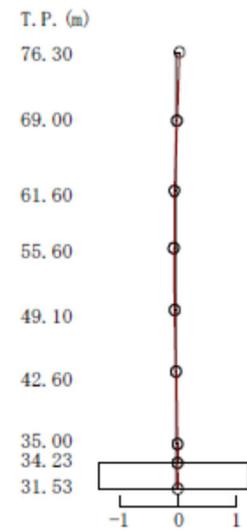
3次モード

固有周期 $T_3=0.077$ (s)
 固有振動数 $f_3=12.91$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_3=-0.129$



4次モード

固有周期 $T_4=0.061$ (s)
 固有振動数 $f_4=16.39$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_4=0.064$



(b) 刺激関数図 (EW 方向)

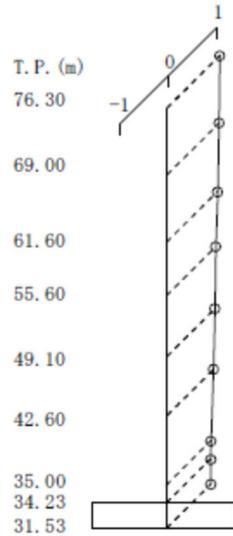
※設計及び工事の方法の認可申請書 (MOX 燃料加工施設) 平成 22・05・21 原第 9 号 平成 22 年 10 月 22 日 認可

添付書類Ⅲ-2-1-1-1 燃料加工建屋の地震応答計算書 第 6.1-2 図より抜粋。

第 3.-4 図 既認可における固有値解析結果 (2/3)

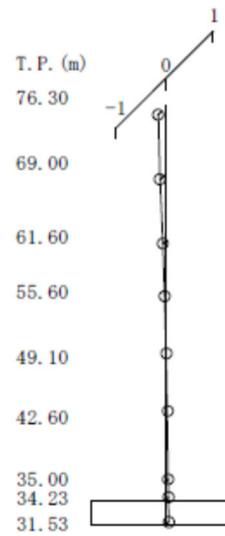
1次モード

固有周期 $T_1=0.192$ (s)
 固有振動数 $f_1=5.20$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.093$



2次モード

固有周期 $T_2=0.043$ (s)
 固有振動数 $f_2=23.16$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=-0.124$



(c) 刺激関数図 (鉛直方向)

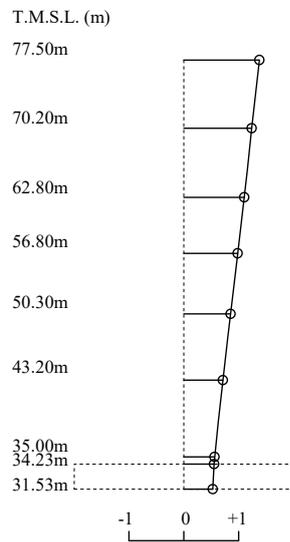
※設計及び工事の方法の認可申請書 (MOX 燃料加工施設) 平成 22・05・21 原第 9 号 平成 22 年 10 月 22 日
 認可

添付書類Ⅲ-2-1-1-1 燃料加工建屋の地震応答計算書 第 6.1-3 図より抜粋。

第 3.-4 図 既認可における固有値解析結果 (3/3)

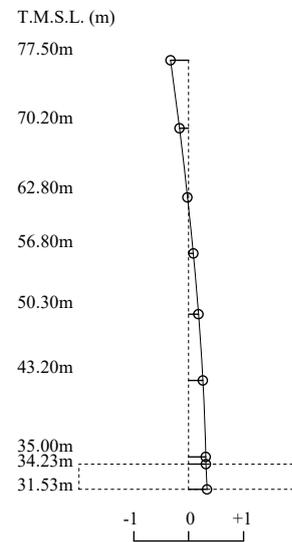
1 次モード

固有周期 $T_1=0.314$ (s)
 固有振動数 $f_1=3.18$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.378$



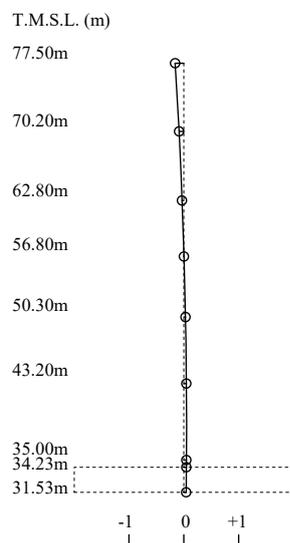
2 次モード

固有周期 $T_2=0.158$ (s)
 固有振動数 $f_2=6.32$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=0.335$



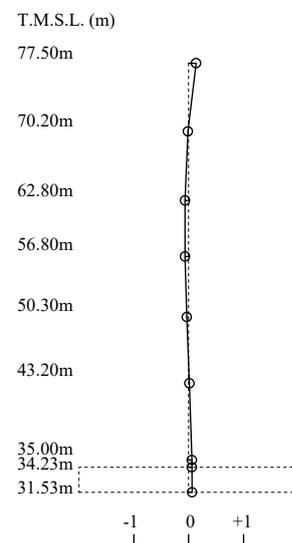
3 次モード

固有周期 $T_3=0.084$ (s)
 固有振動数 $f_3=11.86$ (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 $\beta_4=0.136$

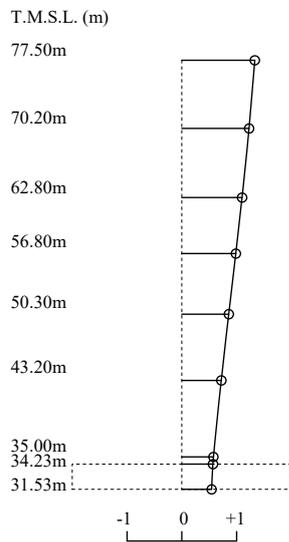


(a) 刺激関数図 (NS 方向)

※補足説明資料 地震 00-02 R10 別紙 4-10 燃料加工建屋の地震応答計算書 第 4.1.1-1 図 (Ss-A) より抜粋
 第 3.-5 図 今回設工認における固有値解析結果 (1/3)

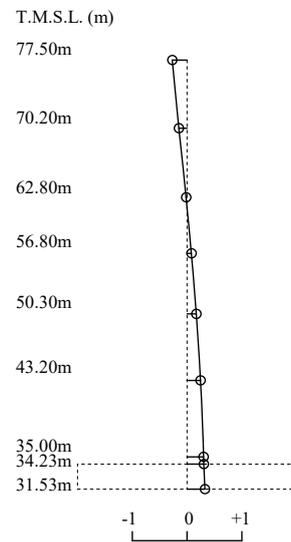
1 次モード

固有周期 $T_1=0.311$ (s)
 固有振動数 $f_1=3.22$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.333$



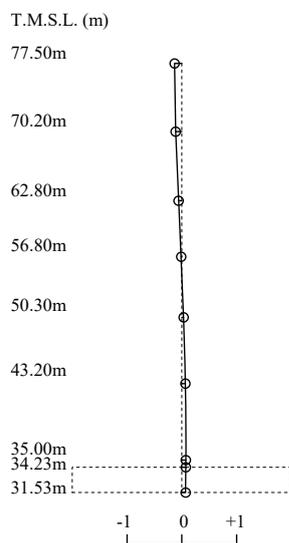
2 次モード

固有周期 $T_2=0.159$ (s)
 固有振動数 $f_2=6.29$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=0.324$



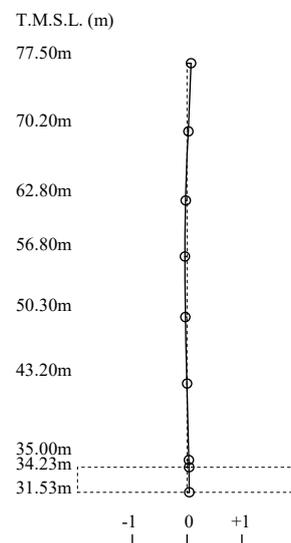
3 次モード

固有周期 $T_3=0.080$ (s)
 固有振動数 $f_3=12.46$ (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 $f_4=16.68$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_4=0.071$

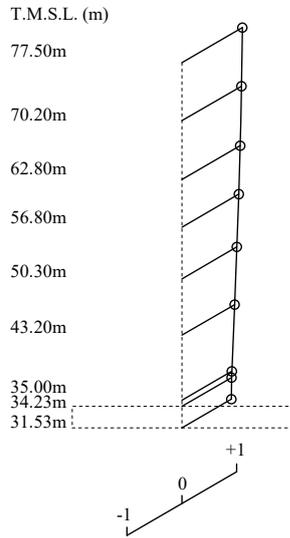


(b) 刺激関数図 (EW 方向)

※補足説明資料 地震 00-02 R10 別紙 4-10 燃料加工建屋の地震応答計算書 第 4.1.1-2 図 (Ss-A) より抜粋
 第 3.-5 図 今回設工認における固有値解析結果 (2/3)

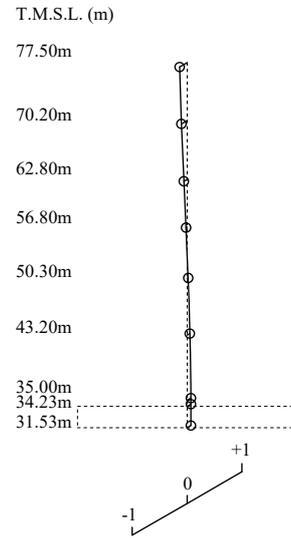
1次モード

固有周期 $T_1=0.191$ (s)
 固有振動数 $f_1=5.22$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.104$



2次モード

固有周期 $T_2=0.045$ (s)
 固有振動数 $f_2=22.02$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=-0.136$



(c) 刺激関数図 (鉛直方向)

※補足説明資料 地震 00-02 R10 別紙 4-10 燃料加工建屋の地震応答計算書 第 4.1.1-3 図 (Ss-A) より抜粋
 第 3.-5 図 今回設工認における固有値解析結果 (3/3)

4. 応力解析における既認可からの変更点

機器レイアウトの変更に伴う壁開口の変更に伴い、燃料加工建屋の基礎スラブの解析モデルについても変更していることから、その内容について説明する。

燃料加工建屋の基礎スラブの解析モデル及び手法の比較を第 4.-1 表に示す。

なお、基礎スラブの解析手法については既認可と同様である。ただし、基礎スラブの解析モデルについては、既認可からの壁開口の変更を反映し、上部構造（耐震壁）による拘束条件の見直しを行っている。既認可及び今回工認の解析モデル図を第 4.-1 図に示す。

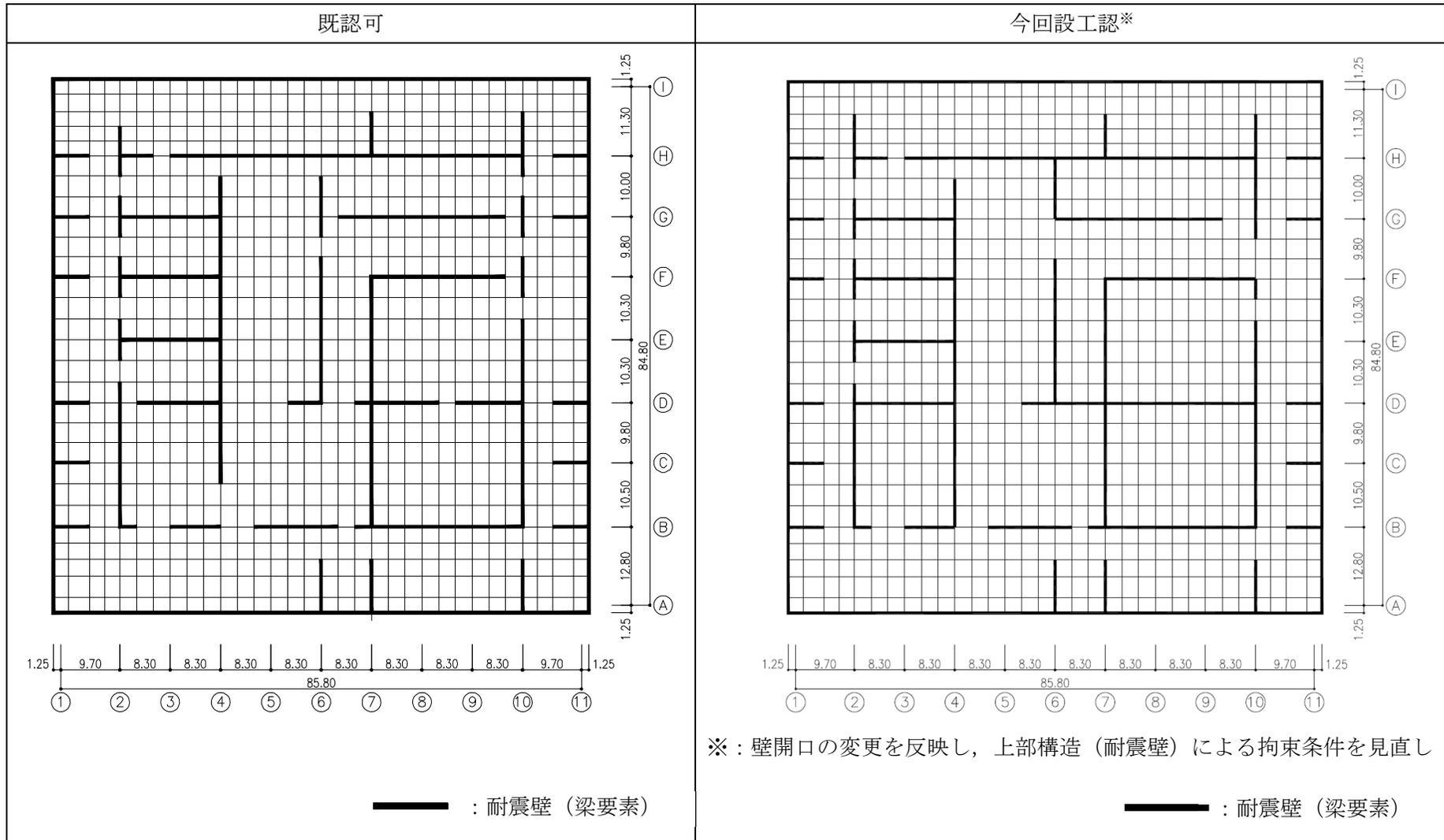
第 4. -1 表 応力解析モデル及び手法の比較
(燃料加工建屋の基礎スラブ)

項目	内容	既認可※1	今回設工認	備考
解析手法		FEMモデルを用いた弾性応力解析	同左	—
解析コード		MSC NASTRAN	同左	—
モデル	材料物性	検討時の各規準に基づき設定 コンクリートのヤング係数： $E_c=2.44 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ コンクリートのポアソン比： $\nu=0.2$	同左	—
	要素種別	基礎スラブ：シェル要素	同左	—
	境界条件	基礎スラブ底面：弾性地盤ばね支持 浮上り：考慮	同左（地盤ばねは地震応答解析モデルの変更に応じて再設定）	—
	非線形特性	考慮しない	同左	—
	上部構造による拘束	耐震壁の剛性を梁要素で考慮	同左	※2
地震荷重との組合せ	VL+SL+S+G+B VL：鉛直荷重 SL：積雪荷重 S：地震荷重 G：土圧 B：浮力	同左	—	
荷重の設定	鉛直荷重 (VL)	基礎スラブと上部構造物の自重及び機器、配管、積載物の重量を考慮	同左（機器レイアウト等の変更に応じて再設定）	—
	積雪荷重 (SL)	上部構造物の重量として考慮（190cm相当とし、地震荷重との組合せ時は0.5を乗じる）	同左（190cm相当とし、地震荷重との組合せ時は0.35を乗じる）	※3
	地震荷重 (S)	基礎スラブ自体の慣性力及び上部構造物からの地震力（水平力、転倒モーメント、鉛直力）を入力	同左（地震動及び地震応答解析モデルの変更に応じて再設定）	—
	土圧 (G)	土圧が作用する地下外壁と取り合う基礎スラブ節点に集中荷重として入力	同左（地震動及び地震応答解析モデルの変更に応じて再設定）	—
	浮力 (B)	基礎スラブに一様に上向きの等分布荷重として入力（地下水位は基礎上端の T.M.S.L. 34.23m 相当）	同左	—
評価方法	応力解析	Ss 地震力に対して発生応力が「RC-N規準」に基づく終局耐力を超えないことを確認	同左	—

※1：『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）』

※2：壁開口の変更を反映し、上部構造（耐震壁）による拘束条件を見直ししている。（第4.-1図）
梁要素は、地下3階の耐震壁の位置に合わせて配置し、基礎スラブより立ち上がる各階の耐震壁の剛性を考慮して設定している。

※3：地震荷重との組合せ時に乗じる係数は、既認可時は0.5としていたが、今回設工認においては建築基準法施行令に基づき0.35に変更。



第 4.-1 図 応力解析モデルにおける上部構造による拘束の変更

別紙－1－付録

既認可と今回設工認の平面図の比較について
(燃料加工建屋)

目次

1. 平面図の既認可との比較	1
----------------	---

1. 平面図の既認可との比較

既認可からの主な変更点として、機器レイアウトの変更（排気筒の位置及び高さの変更を含む）、並びに、それに伴う建屋の増床、階高の変更及び壁開口の変更、並びに重要区域の設定を行っている。

各階の既認可と今回設工認の主な変更点等を一覧で示したものを第 1.-1 表に、各階の既認可と今回設工認の平面図の比較を第 1.-1 図に示す。なお、断面図は別紙-1 第 2.-6 図による。

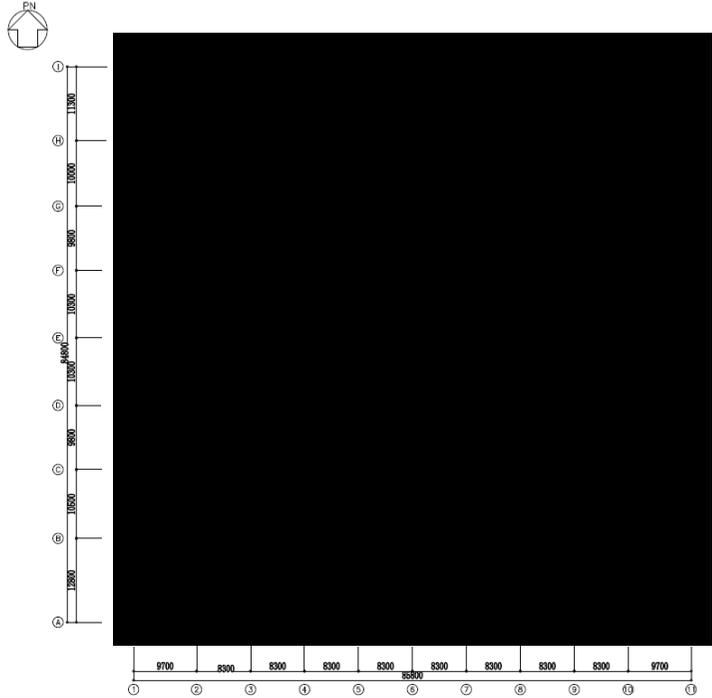
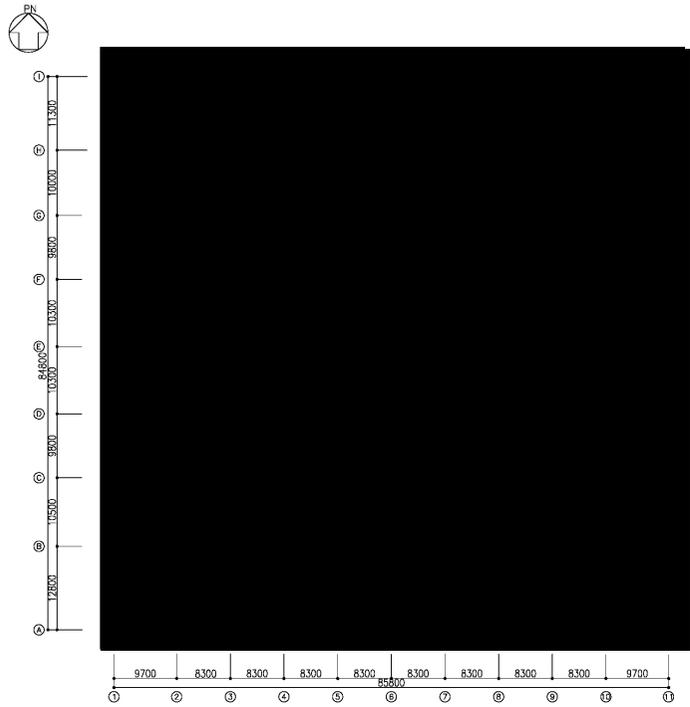
これらの変更は、別紙-1 と同様にモデルの重量、高さ及び剛性に反映している。なお、重要区域の設定については要求機能の追加であり、詳細は別紙-2 に示す。

第 1.-1 表 各階の主な変更点

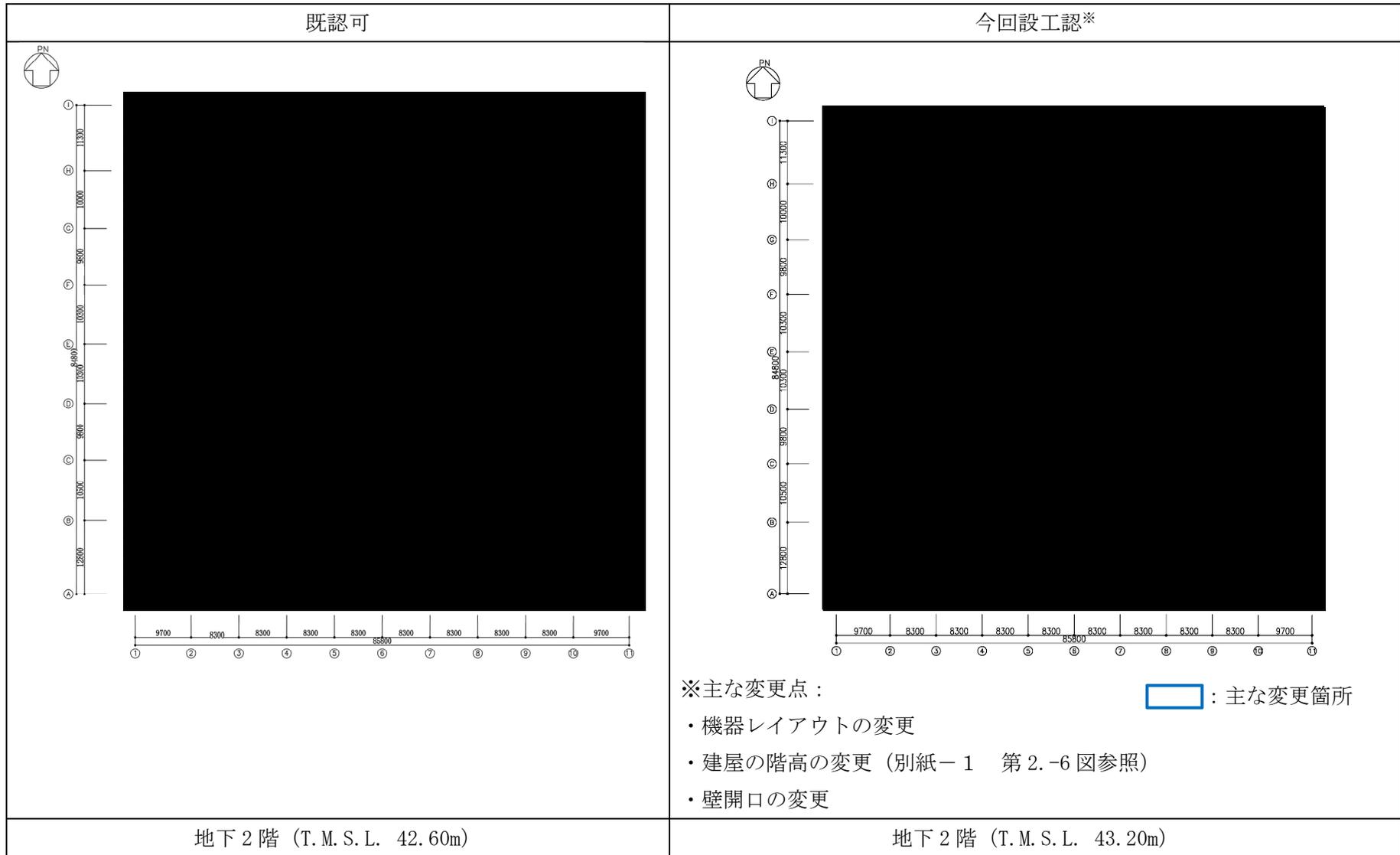
	主な変更点
地下 3 階	機器レイアウトの変更
	建屋の階高の変更
	壁開口の変更
地下 3 階中 2 階	機器レイアウトの変更
	建屋の階高の変更
	壁開口の変更
地下 2 階	機器レイアウトの変更
	建屋の階高の変更
	壁開口の変更
地下 1 階	機器レイアウトの変更
	壁開口の変更
1 階	機器レイアウトの変更
	壁開口の変更
2 階	機器レイアウトの変更
	建屋の増床
	壁開口の変更
塔屋階	機器レイアウトの変更
	建屋の増床
	壁開口の変更
屋上階	機器レイアウトの変更
	壁開口の変更

既認可	今回設工認※
	<p>※主な変更点：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・機器レイアウトの変更（平面上大きな変更はないが機器重量として変更） ・建屋の階高の変更（別紙-1 第2.-6 図参照） ・壁開口の変更（平面上大きな変更はないが開口の高さ方向の変更）
<p>地下3階 (T.M.S.L. 35.00m)</p>	<p>地下3階 (T.M.S.L. 35.00m)</p>

第1.-1 図 平面図 (1/8)

既認可	今回設工認※
	 <p>※主な変更点：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 機器レイアウトの変更 ・ 建屋の階高の変更* (別紙-1 第2.-6 図参照) ・ 壁開口の変更 <p>*：地下3階～地下3階中2階 (T. M. S. L. 35.00m～T. M. S. L. 38.30m) については階高の変更無し。</p> <p style="text-align: right;"> : 主な変更箇所 </p>
<p>地下3階中2階 (T. M. S. L. 38.30m)</p>	<p>地下3階中2階 (T. M. S. L. 38.30m)</p>

第1.-1 図 平面図 (2/8)

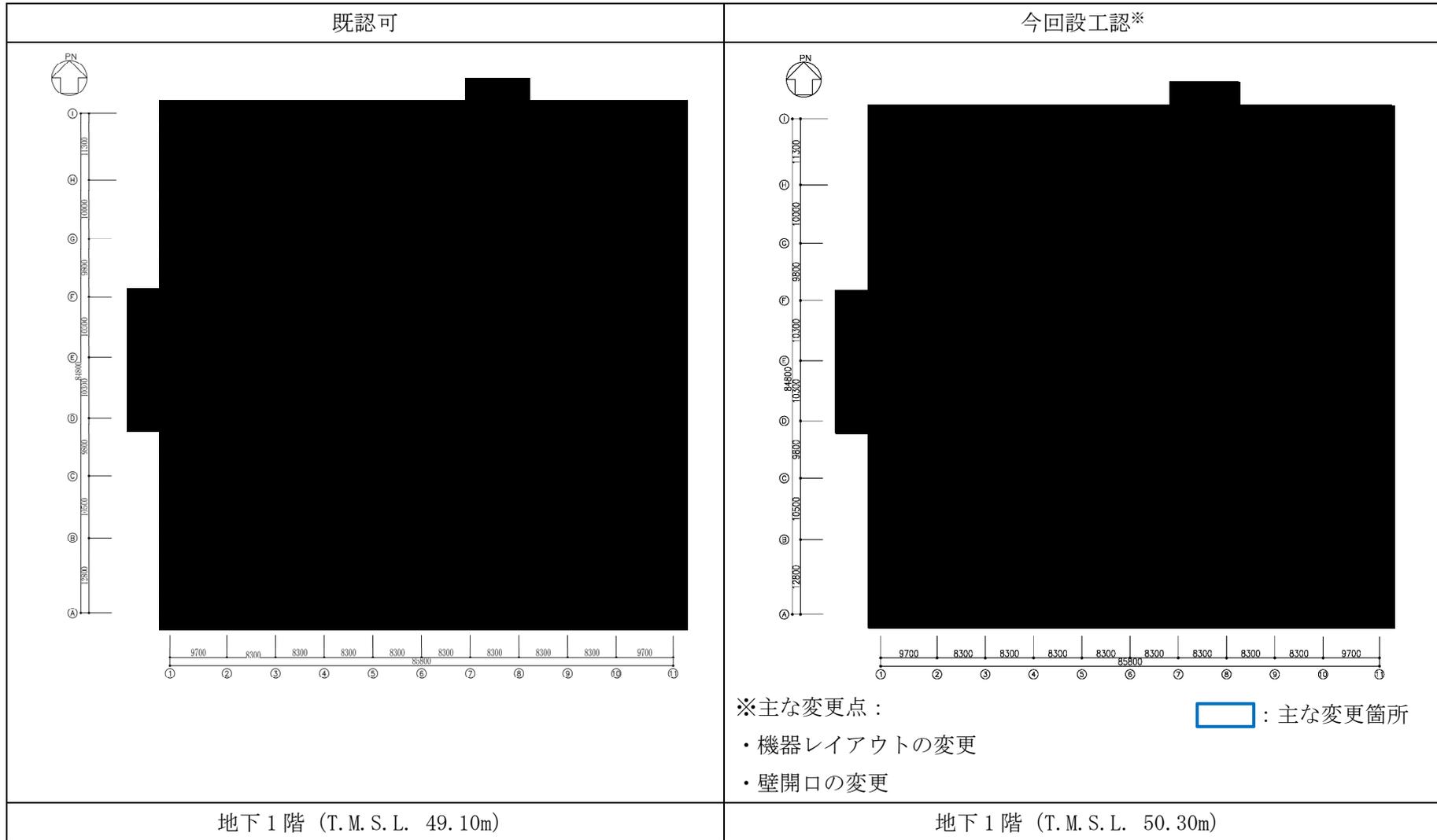


※主な変更点：

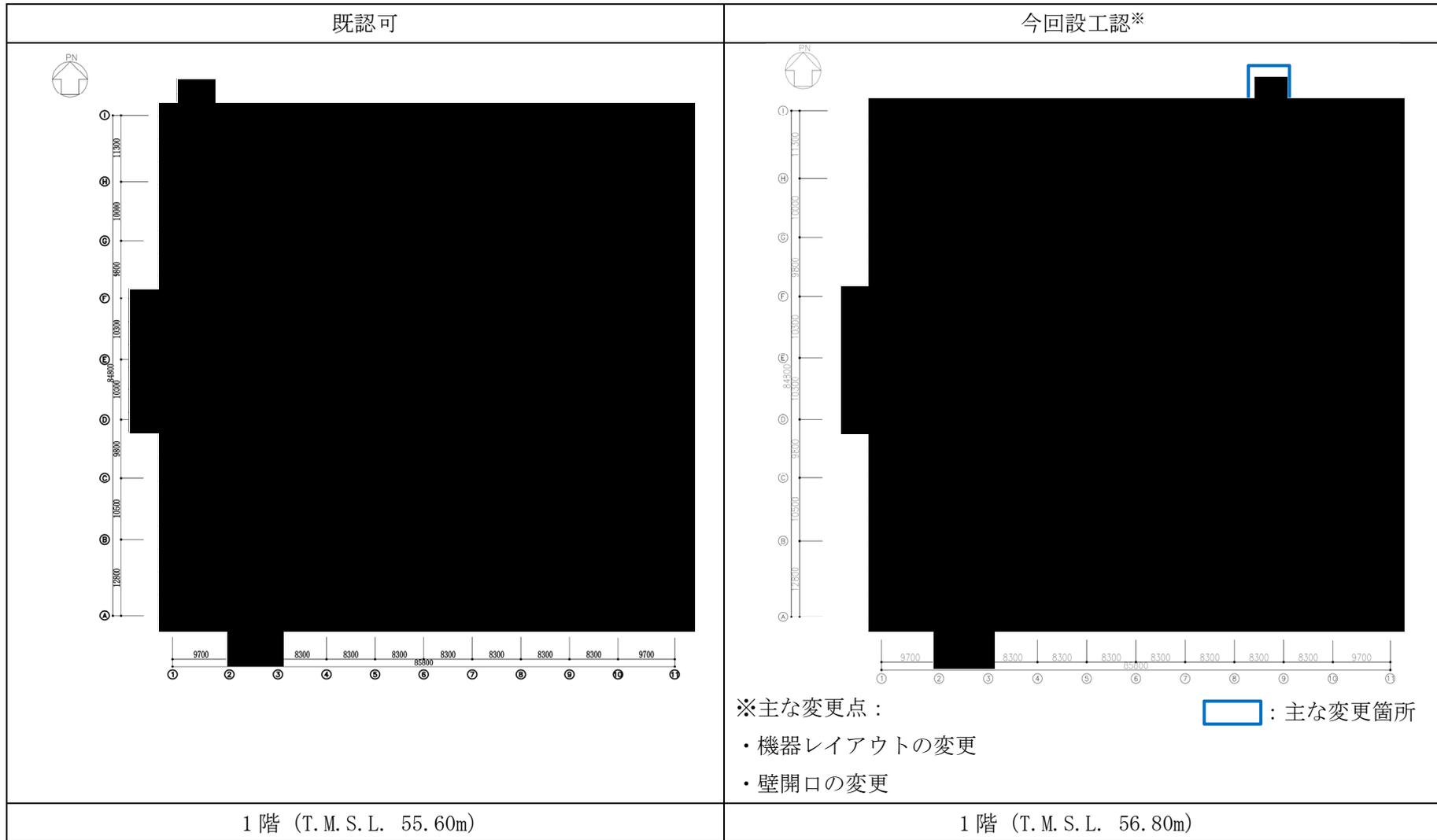
- ・ 機器レイアウトの変更
- ・ 建屋の階高の変更 (別紙-1 第2.-6図参照)
- ・ 壁開口の変更

: 主な変更箇所

第1.-1図 平面図 (3/8)



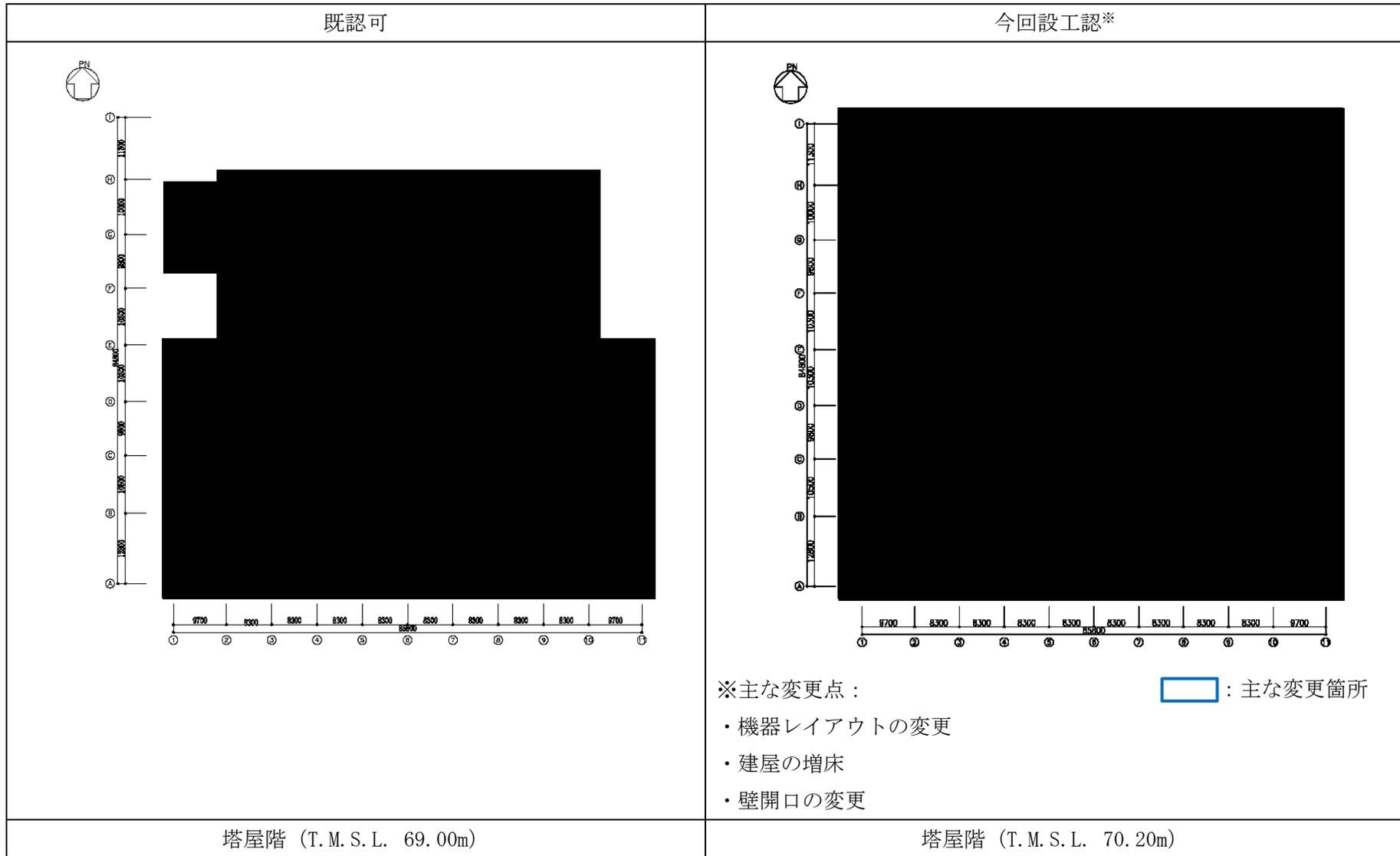
第1.-1図 平面図 (4/8)



第 1.-1 図 平面図 (5/8)

既認可	今回設工認※
	<p>※主な変更点：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・機器レイアウトの変更 ・建屋の増床 ・壁開口の変更 <p>□：主な変更箇所</p>
2階 (T.M.S.L. 61.60m)	2階 (T.M.S.L. 62.80m)

第 1.-1 図 平面図 (6/8)



第 1. -1 図 平面図 (7/8)

既認可	今回設工認※
	<p>※主な変更点：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・機器レイアウトの変更 ・壁開口の変更 <p style="text-align: right;">□：主な変更箇所</p>
<p style="text-align: center;">塔屋階 (T. M. S. L. 76. 30m)</p>	<p style="text-align: center;">塔屋階 (T. M. S. L. 77. 50m)</p>

第 1. -1 図 平面図 (8/8)

別紙ー2

重要区域の設計について

目 次

1. 概要	1
2. 重要区域の耐震重要度分類及び要求される安全上重要な機能	1
2.1 重要区域の壁及び床の耐震重要度分類	1
2.2 重要区域の壁及び床に要求される安全上重要な機能	1
3. 重要区域を構成する部材の詳細について	5
3.1 重要区域の壁及び床の部材	5
3.2 重要区域における二重床部の部材	14
4. 重要区域の二重床の振動特性の確認	19
4.1 検討方針	19
4.2 振動特性の確認	20
4.2.1 解析方法	20
4.2.2 固有値解析結果	23

1. 概要

本資料は、燃料加工建屋に設定する重要区域の設計として、重要区域の安全機能の考え方と安全機能を確保する上で必要な部材の詳細について示すものである。

また、重要区域における二重床については、振動特性を踏まえ十分に剛として扱えることを確認したうえで、添付書類「Ⅲ-3-1-1-2 燃料加工建屋の耐震計算書」において鉛直震度を用いた評価としていることから、振動特性の確認結果について示す。なお、本資料においては、基礎スラブ直上に耐震壁と束壁で支持することで空間を設けた床スラブを二重床と称する。

2. 重要区域の耐震重要度分類及び要求される安全上重要な機能

2.1 重要区域の壁及び床の耐震重要度分類

重要区域の壁及び床は、MOX粉末を非密封で取り扱う設備・機器を収納する重要度分類Sクラスのグローブボックス等を直接収納する施設であることから、当該グローブボックス等からMOX粉末が漏えいした場合であっても、放射性物質の過度の放出を防止するための施設として、重要度分類をSクラスとしている。

2.2 重要区域の壁及び床に要求される安全上重要な機能

2.2.1 要求される安全上重要な機能

非密封のMOX粉末を取り扱う設備・機器は、作業環境中にMOX粉末が飛散又は漏えいすることのないようにグローブボックス等に収納する設計としており、MOX粉末を取り扱う主要なグローブボックス等は重要度分類Sクラスの設計としているため、基準地震動による地震力に対しても、当該グローブボックス等の閉じ込め機能が維持される設計である。

ただし、万一グローブボックスからMOX粉末が漏えいした場合であっても、放射性物質を限定された区域に閉じ込めるために、重要区域の壁及び床については、閉じ込め機能として「放射性物質の過度の放出を防止する機能(MS)」が要求される。

2.2.2 機能維持の考え方

万一グローブボックスからMOX粉末が漏えいしても、火災等のMOX粉末を外部に放出する駆動力がなければ外部へ放射性物質が積極的に放出されることはないため、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、すなわち重要区域の壁及び床が、基準地震動による地震力に対しても終局状態に至らず崩壊しないことで、閉じ込め機能を維持することができる。

このため、機能維持の評価として以下について確認する。

(1) 重要区域の壁の評価

耐震壁の最大せん断ひずみ度が放射性物質の過度の放出を防止する

機能を維持するための許容限界を超えないことを確認する。許容限界については第 3.3-1 表に示す。

(2) 重要区域の床の評価

部材に生じる応力が放射性物質の過度の放出を防止する機能を維持するための許容限界を超えないことを確認する。許容限界については第 2.2.2-1 表に示す。

第 2.2.2-1 表 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)
閉じ込め機能	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 ^{*2} 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 S s	重要区域の床	部材に生じる応力 ^{*2} 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 ^{*3}	「RC-N規準」に基づく短期許容応力度 ^{*4}

*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 : 重要区域の壁については面内方向の応力に対して，重要区域の床については面外方向の応力に対して評価を実施する。

*3 : 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，耐震壁の基準地震動 S s に対する構造強度の確認に用いる許容限界を採用する。

*4 : 許容限界は終局耐力であるが，評価基準値は安全余裕を有したのものとして短期許容応力度を採用する。

2.2.3 重要区域の二重床の機能について

地下3階のうち、非密封のMOX粉末を取り扱うエリアについては、万一の地下水の浸透に対する地下浸透水防止の機能として、基礎スラブ上にバッファとしての空間ができるように二重床とし、当該エリアの床が直接地下水に触れないようにしている。また、地下3階の重要区域は上記エリアに該当するため二重床を設けているが、地下浸透水防止の機能は安全上重要な機能に該当しない。

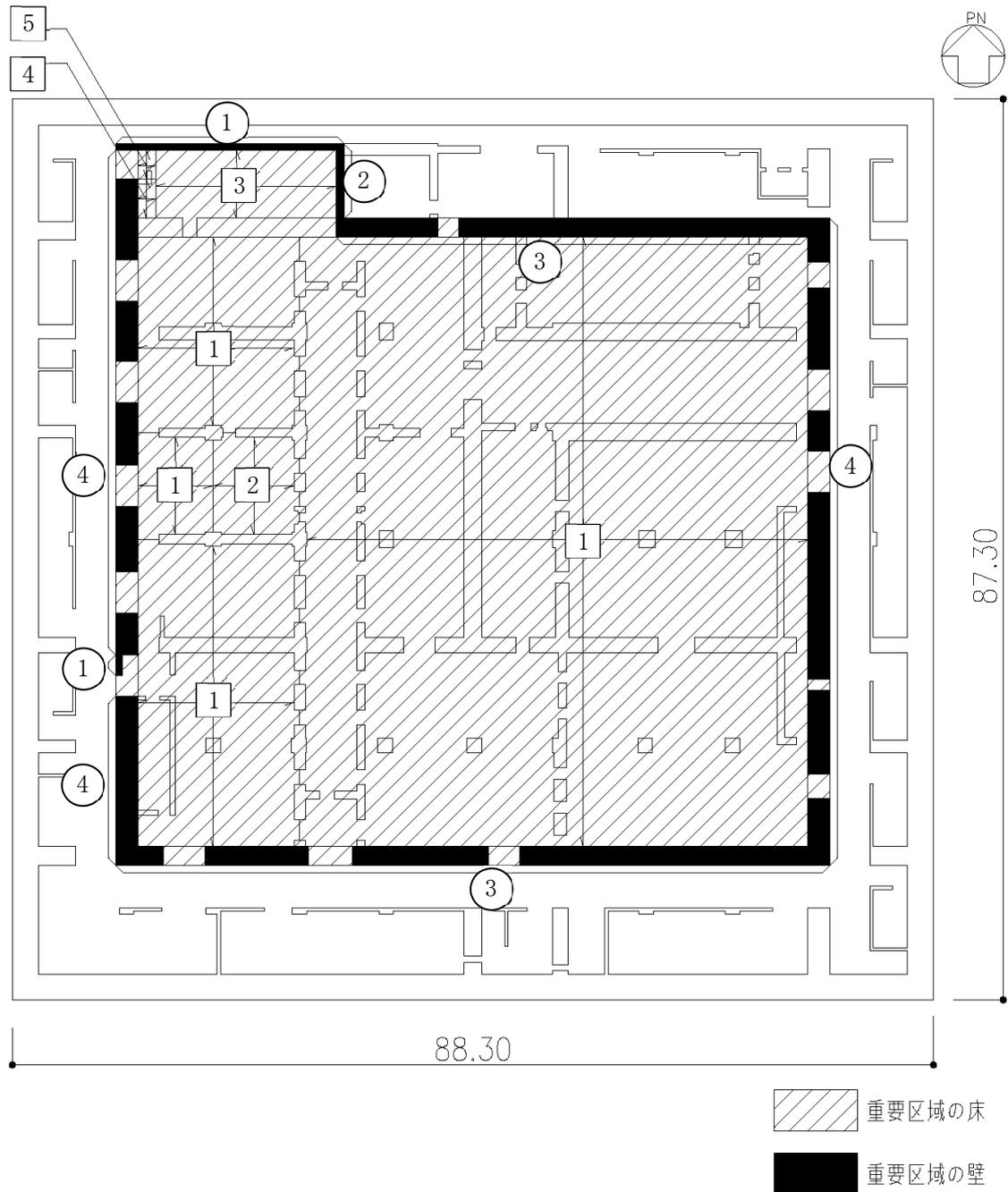
このため、重要区域の二重床については、重要区域の一部として上記2.2.1で示す閉じ込め機能のみが要求され、上記2.2.2に示すとおり当該機能が維持できることを確認している。

3. 重要区域を構成する部材の詳細について

3.1 重要区域の壁及び床の部材

重要区域を構成する壁及び床を示した部材リストを第3.1-1図～第3.1-4図及び第3.1-1表～第3.1-7表に、断面図を第3.1-5図に示す。

コンクリートの設計基準強度は $30(\text{N}/\text{mm}^2)$ ，鉄筋は SD345（部材番号 [3]，[4]，[5] のみ SD390）である。



(壁部 T. M. S. L. 35.00m～38.30m，床部 T. M. S. L. 35.00m)

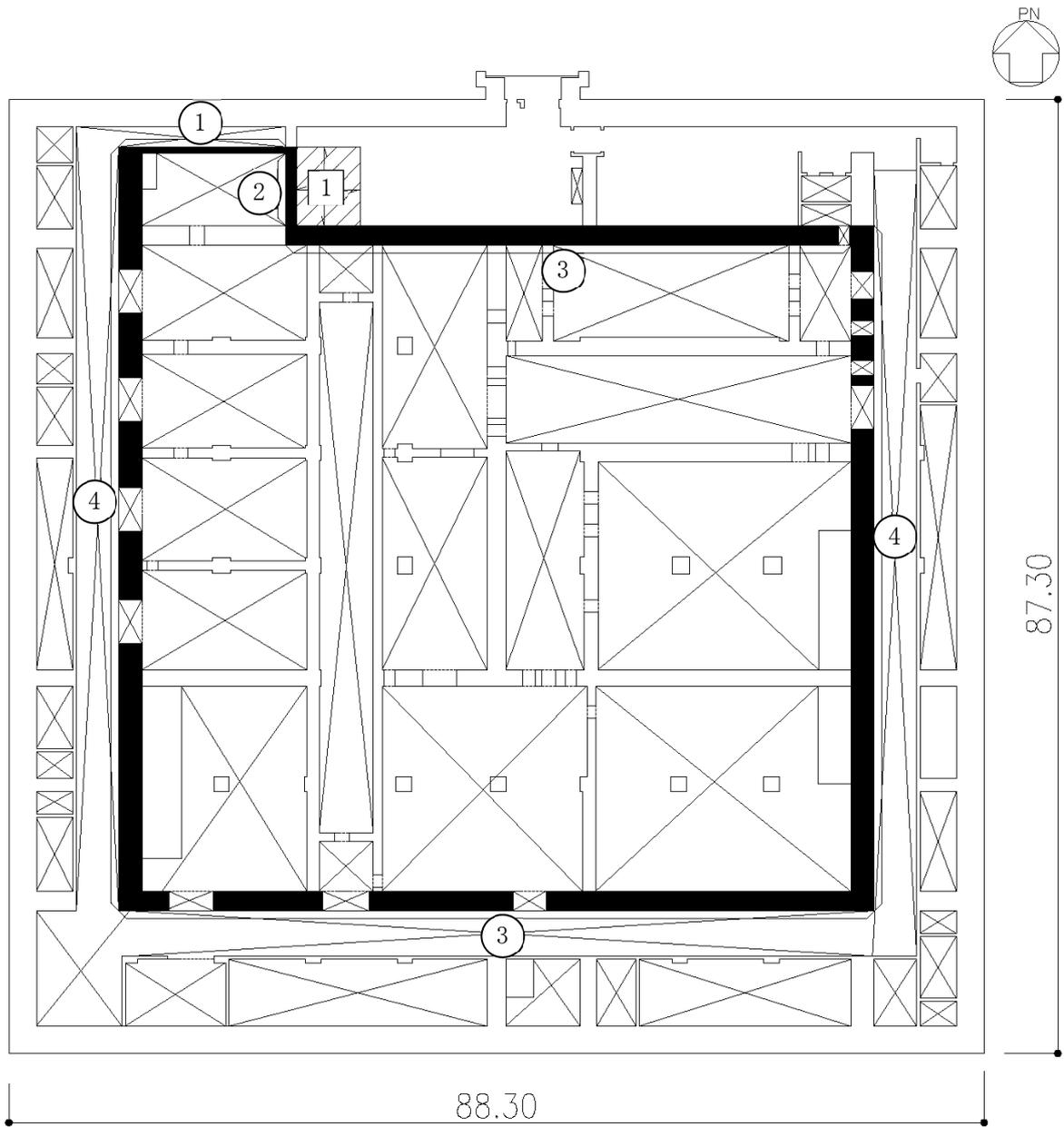
第3.1-1図 地下3階の部材リスト

第 3.1-1 表 地下 3 階重要区域の壁の部材リスト

部材 番号	部材厚 (mm)	配筋		
		縦筋	横筋	
壁	①	600	2-D22@200	2-D22@200
	②	800	2-D29@200	2-D29@200
	③	1800	2-D35@200+2-D35@400	2-D35@200+2-D35@400
	④	2100	4-D35@200	2-D35@200+2-D35@400

第 3.1-2 表 地下 3 階重要区域の床の部材リスト

部材 番号	部材 厚 (mm)	配筋 位置	配筋				せん断補強筋
			短辺（基礎 EW）方向		長辺（基礎 NS）方向		
			端部	中央	端部	中央	
二重床	①	上端	D19@200	D19@200	D19@200	D19@200	—
		下端	D19@200	D19@200	D19@200	D19@200	
	②	上端	D22@200	D22@200	D19@200	D19@200	—
		下端	D22@200	D22@200	D19@200	D19@200	
基礎	③	上端	2-D41@200	2-D41@200	3-D41@200	3-D41@200	—
		下端	2-D41@200	2-D41@200	3-D41@200	3-D41@200	
	④	上端	5-D41@200	5-D41@200	4-D41@200	4-D41@200	D22@400×@400
		下端	5-D41@200	5-D41@200	4-D41@200	4-D41@200	
	⑤	上端	5-D41@200	5-D41@200	6-D41@200	6-D41@200	D38@200×@400
		下端	5-D41@200	5-D41@200	6-D41@200	6-D41@200	



- 重要区域の壁
- 重要区域の床

(壁部 T. M. S. L. 38.30m~43.20m, 床部 T. M. S. L. 38.30m)

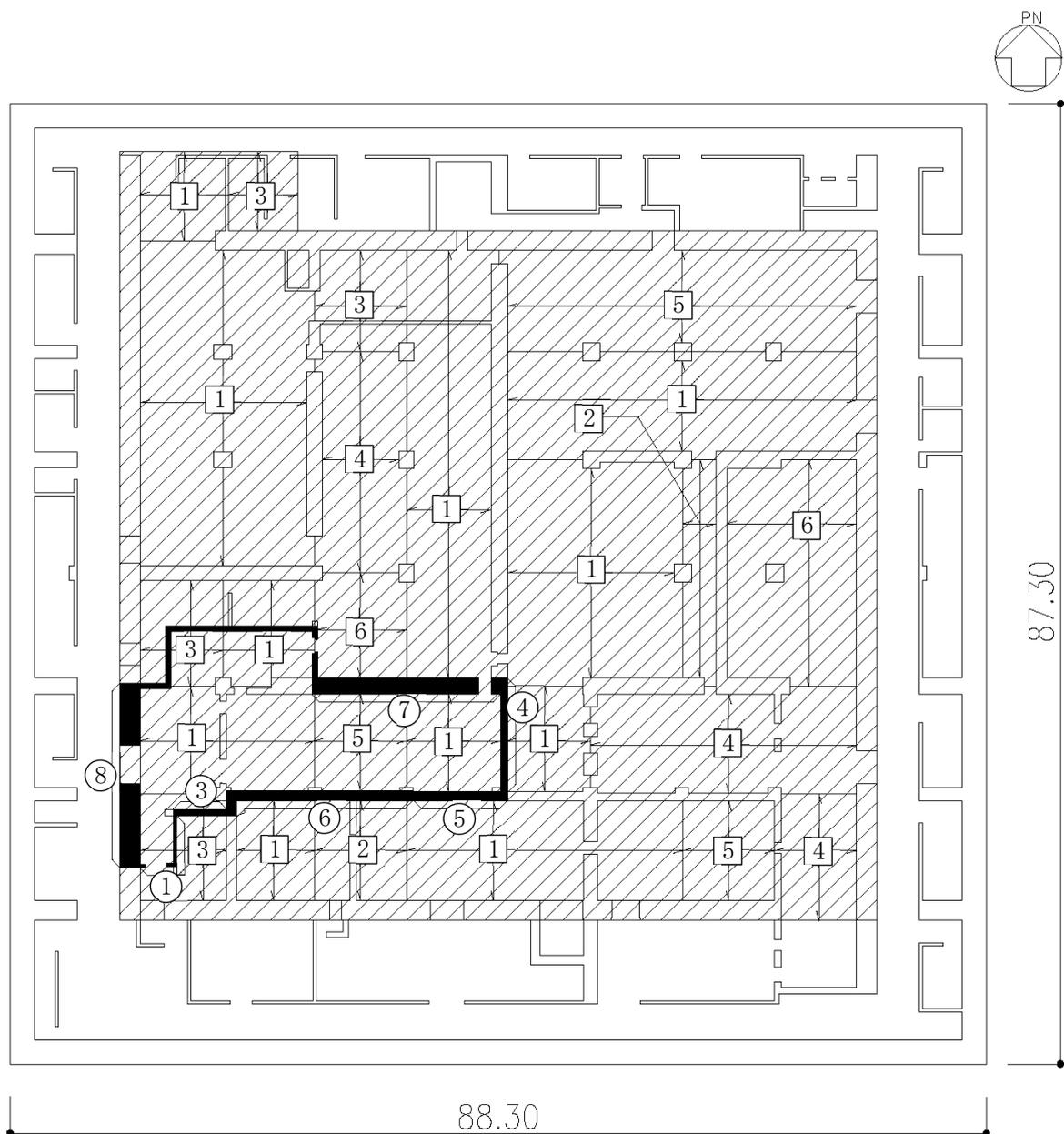
第 3.1-2 図 地下 3 階中 2 階の部材リスト

第 3.1-3 表 地下 3 階中 2 階重要区域の壁の部材リスト

部材 番号	部材厚 (mm)	配筋		
		縦筋	横筋	
壁	①	600	2-D22@200	2-D22@200
	②	1000	2-D32@200	2-D32@200
	③	1800	2-D35@200+2-D35@400	2-D35@200+2-D35@400
	④	2100	4-D35@200	2-D35@200+2-D35@400

第 3.1-4 表 地下 3 階中 2 階重要区域の床の部材リスト

部材 番号	部材厚 (mm)	配筋 位置	配筋				せん断補強筋	
			短辺方向		長辺方向			
			端部	中央	端部	中央		
床	1	500	上端	D19@200	D19@200	D19@200	D19@200	—
			下端	D19@200	D19@200	D19@200	D19@200	



重要区域の壁について特記なき場合は部材番号②とする。

- 重要区域の壁
- 重要区域の床

(壁部 T. M. S. L. 43.20m~50.30m, 床部 T. M. S. L. 43.20m)

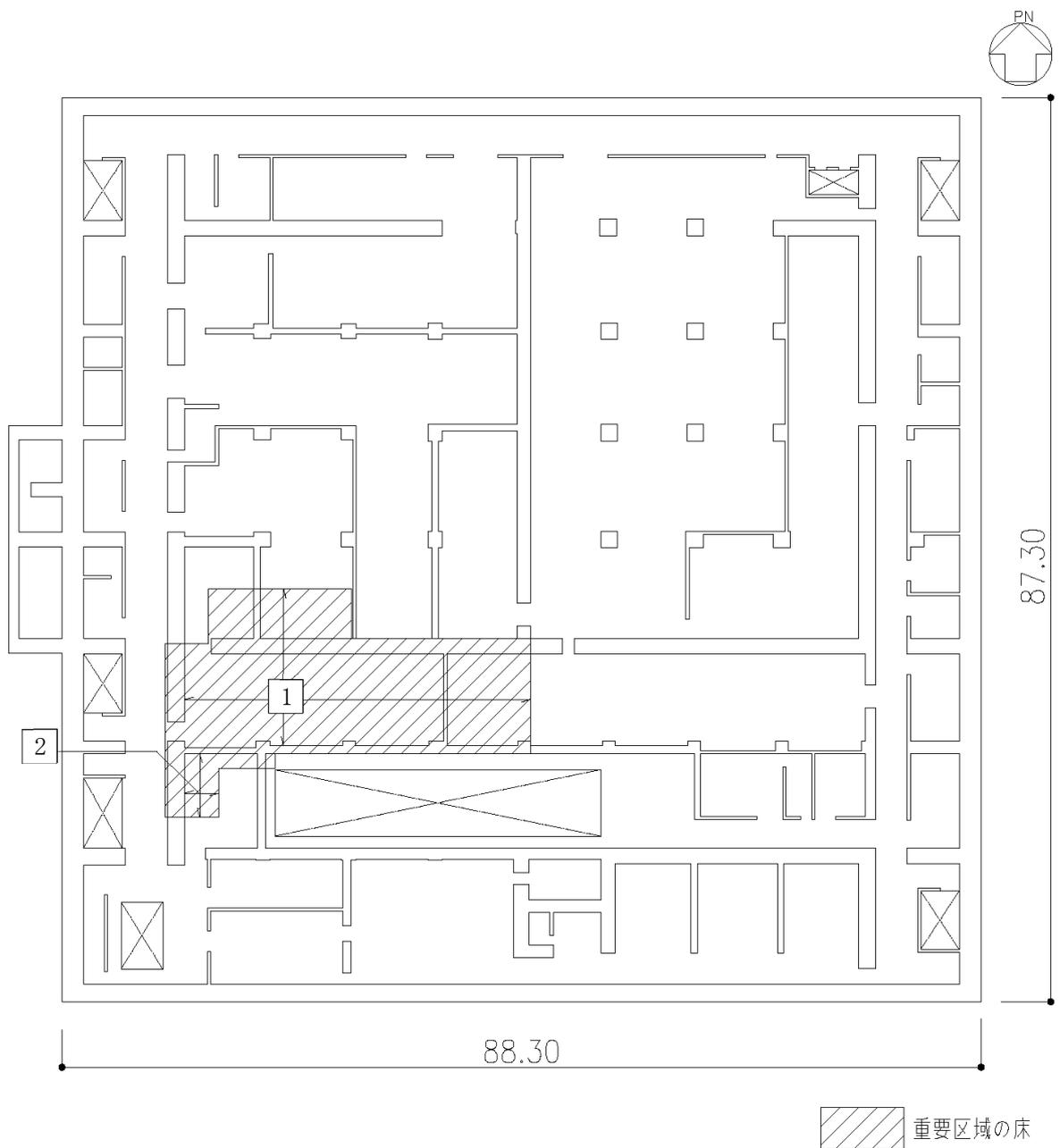
第 3.1-3 図 地下2階の部材リスト

第 3.1-5 表 地下 2 階重要区域の壁の部材リスト

部材 番号	部材厚 (mm)	配筋		
		縦筋	横筋	
壁	①	300	2-D16@200	2-D16@200
	②	500	2-D22@200	2-D22@200
	③	600	2-D22@200	2-D22@200
	④	600	2-D29@200	2-D29@200
	⑤	800	2-D29@200	2-D29@200
	⑥	900	2-D32@200	2-D32@200
	⑦	1500	2-D35@200+2-D35@400	2-D35@200
	⑧	1800	2-D35@200+2-D35@400	2-D35@200+2-D35@400

第 3.1-6 表 地下 2 階重要区域の床の部材リスト

部材 番号	部材厚 (mm)	配筋 位置	配筋				せん断補強筋	
			短辺方向		長辺方向			
			端部	中央	端部	中央		
床	①	600	上端	D19@200	D19@200	D19@200	D19@200	—
		600	下端	D19@200	D19@200	D19@200	D19@200	
	②	600	上端	D25@200	D25@200	D25@200	D25@200	—
		600	下端	D25@200	D25@200	D25@200	D25@200	
	③	600	上端	D22@200	D22@200	D22@200	D22@200	—
		600	下端	D22@200	D22@200	D22@200	D22@200	
	④	700	上端	D19@200	D19@200	D19@200	D19@200	—
		700	下端	D19@200	D19@200	D19@200	D19@200	
	⑤	900	上端	D25@200	D25@200	D25@200	D25@200	—
		900	下端	D25@200	D25@200	D25@200	D25@200	
	⑥	1000	上端	D25@200	D25@200	D25@200	D25@200	—
		1000	下端	D25@200	D25@200	D25@200	D25@200	

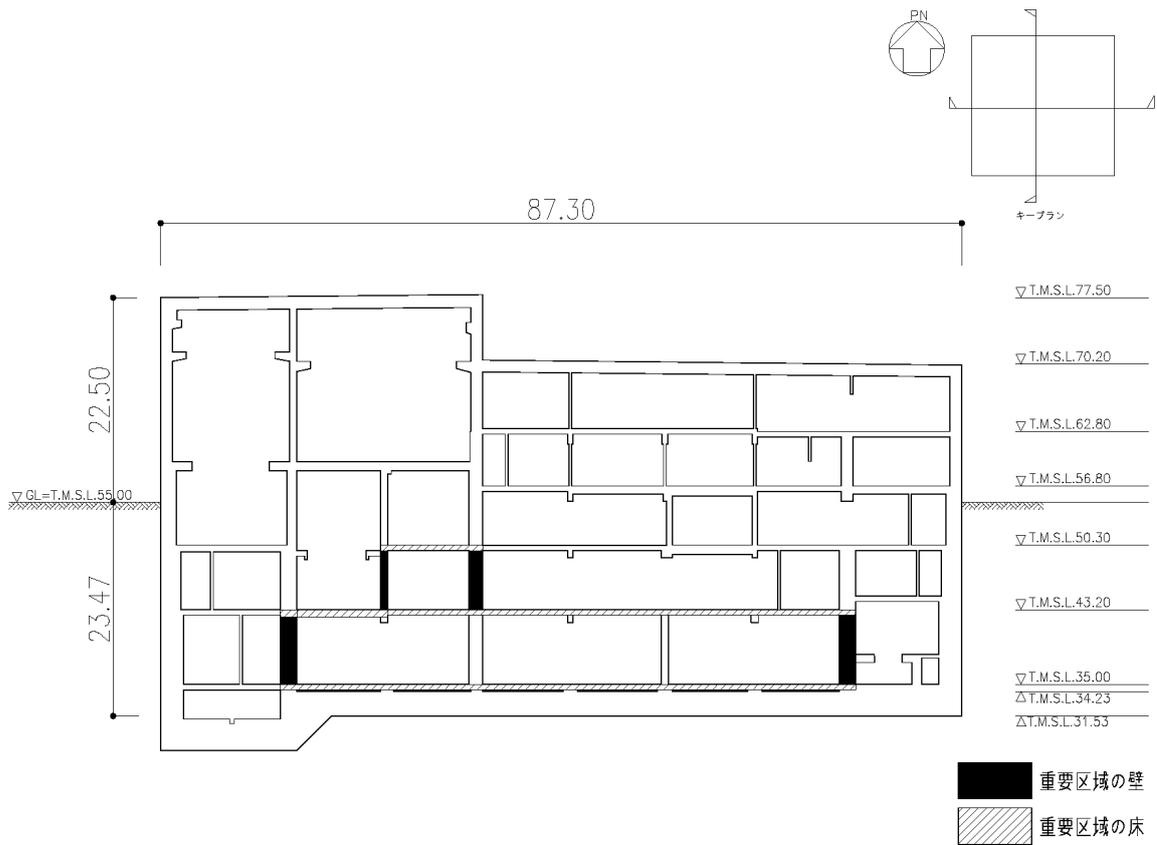


(床部 T. M. S. L. 50.30m)

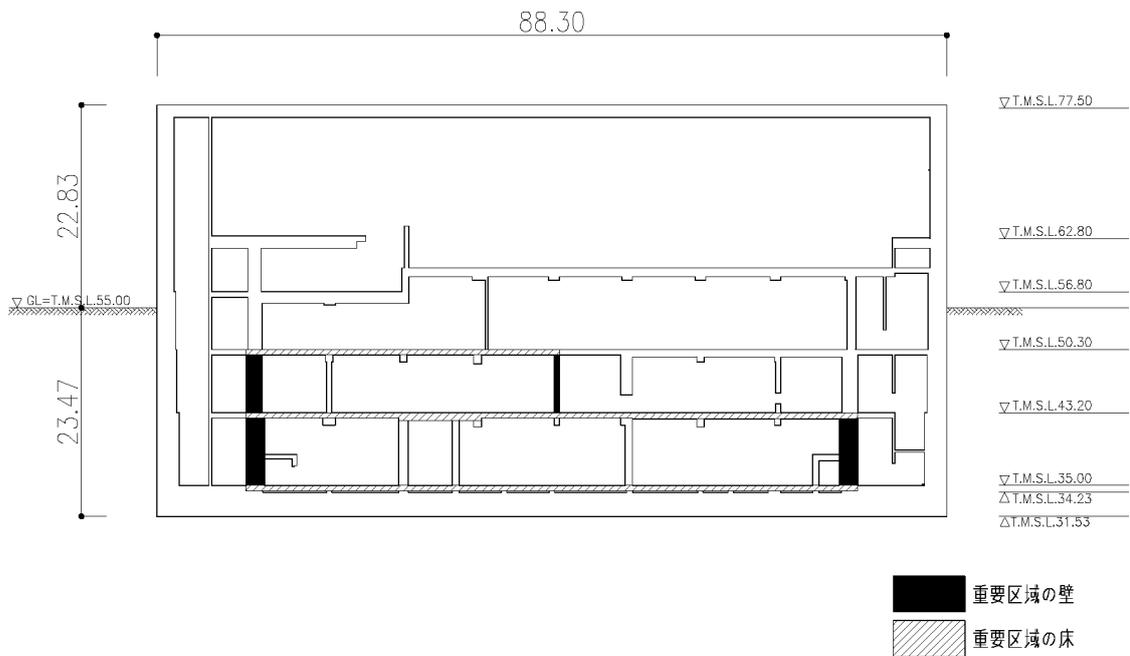
第 3.1-4 図 地下1階の部材リスト

第 3.1-7 表 地下 1 階重要区域の壁の部材リスト

部材 番号		部材厚 (mm)	配筋					せん断補強筋
			配筋 位置	短辺方向		長辺方向		
				端部	中央	端部	中央	
床	1	600	上端	D19@200	D19@200	D19@200	D19@200	—
			下端	D19@200	D19@200	D19@200	D19@200	
	2	600	上端	D22@200	D22@200	D22@200	D22@200	—
			下端	D22@200	D22@200	D22@200	D22@200	



(a) NS 方向



(b) EW 方向

第 3.1-5 図 断面図

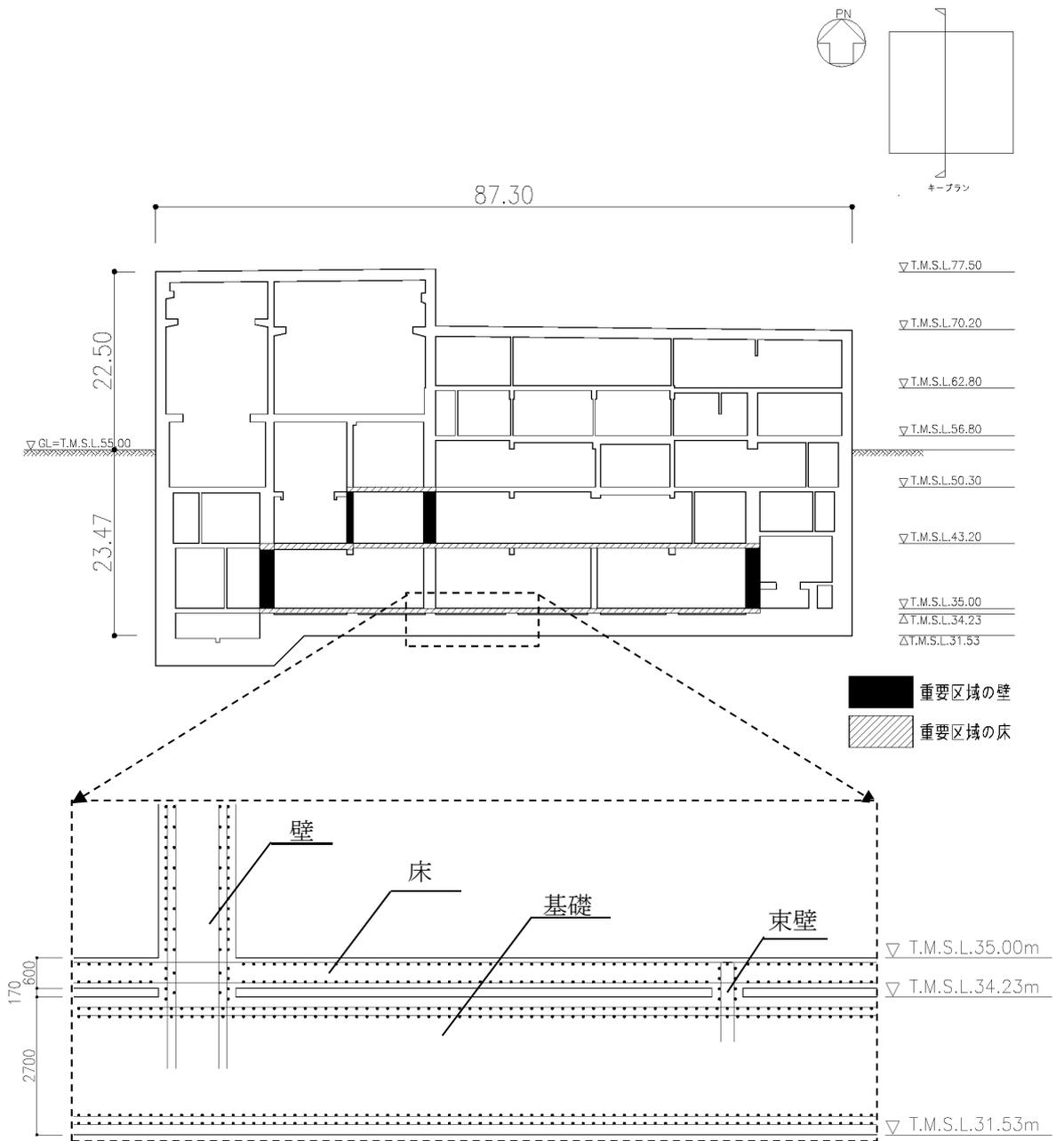
3.2 重要区域における二重床部の部材

重要区域のうち，地下3階（T.M.S.L. 35.00m）の二重床部については，第3.2-1図に示すとおり，基礎スラブ（上面レベル T.M.S.L. 34.23m）上に別途設けた構造（二重床）としている。

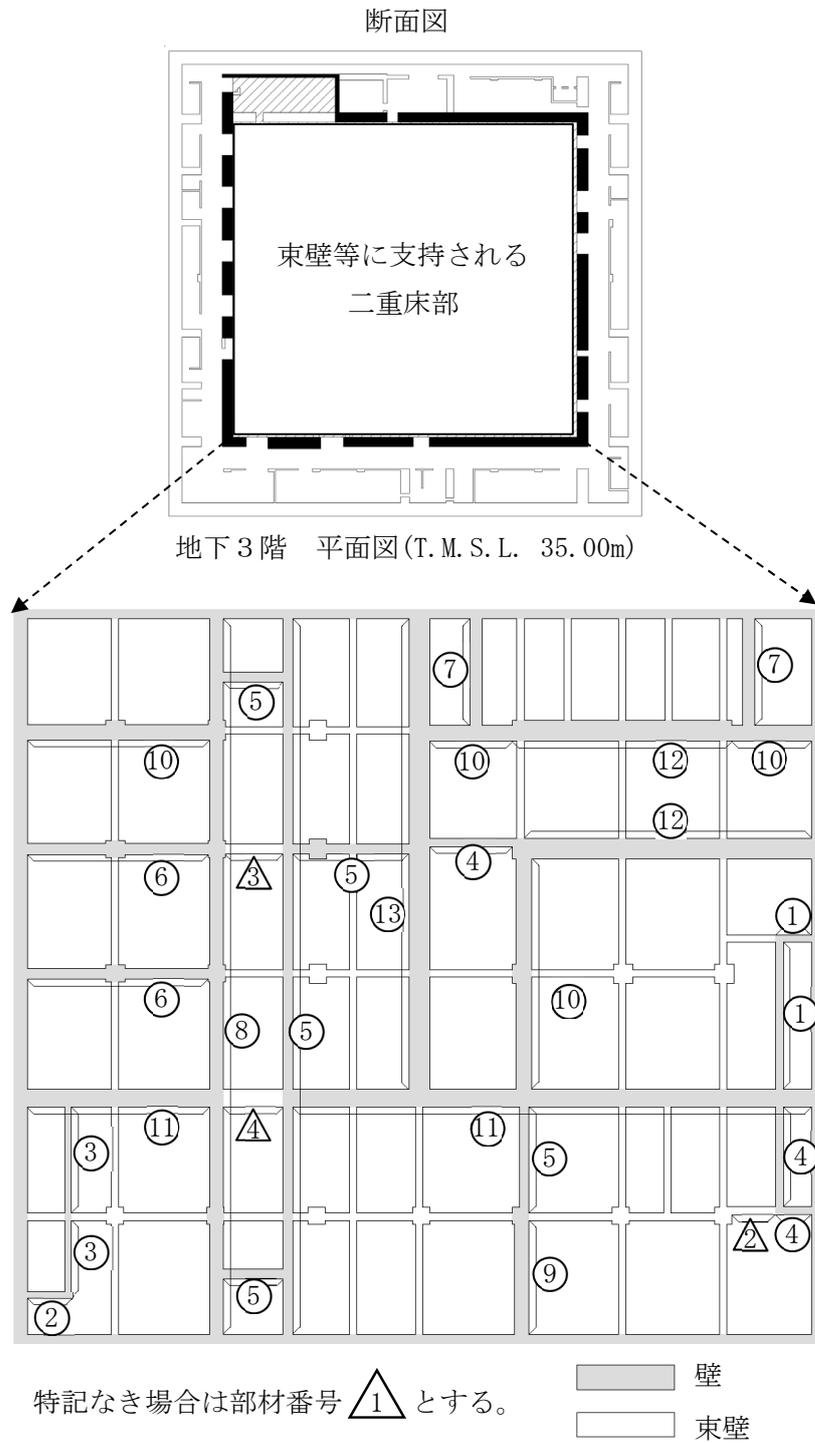
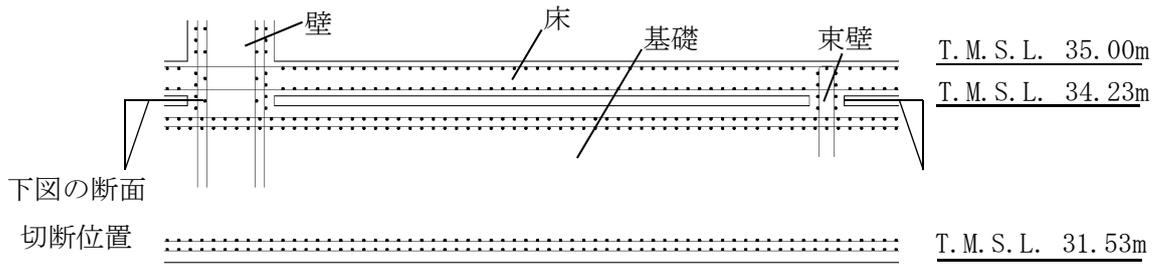
二重床の下部に位置する壁及び束壁（T.M.S.L. 34.23m～34.40m）並びに二重床を示す部材リストについて，第3.2-2図，第3.2-3図及び第3.2-1表，第3.2-2表にそれぞれ示す。なお，二重床の部材リストについては，第3.1-1図及び第3.1-2表の再掲である。

コンクリートの設計基準強度は $30\text{ (N/mm}^2\text{)}$ ，鉄筋は SD345 である。

なお，地震応答解析モデルにおいては，機器設備の評価を行うための床応答を適切に評価する観点から二重床の床レベルに質点を設け，質点重量として，床や壁等の重量を考慮しており，また，剛性として耐震壁のせん断剛性，曲げ剛性及び軸剛性を考慮している。



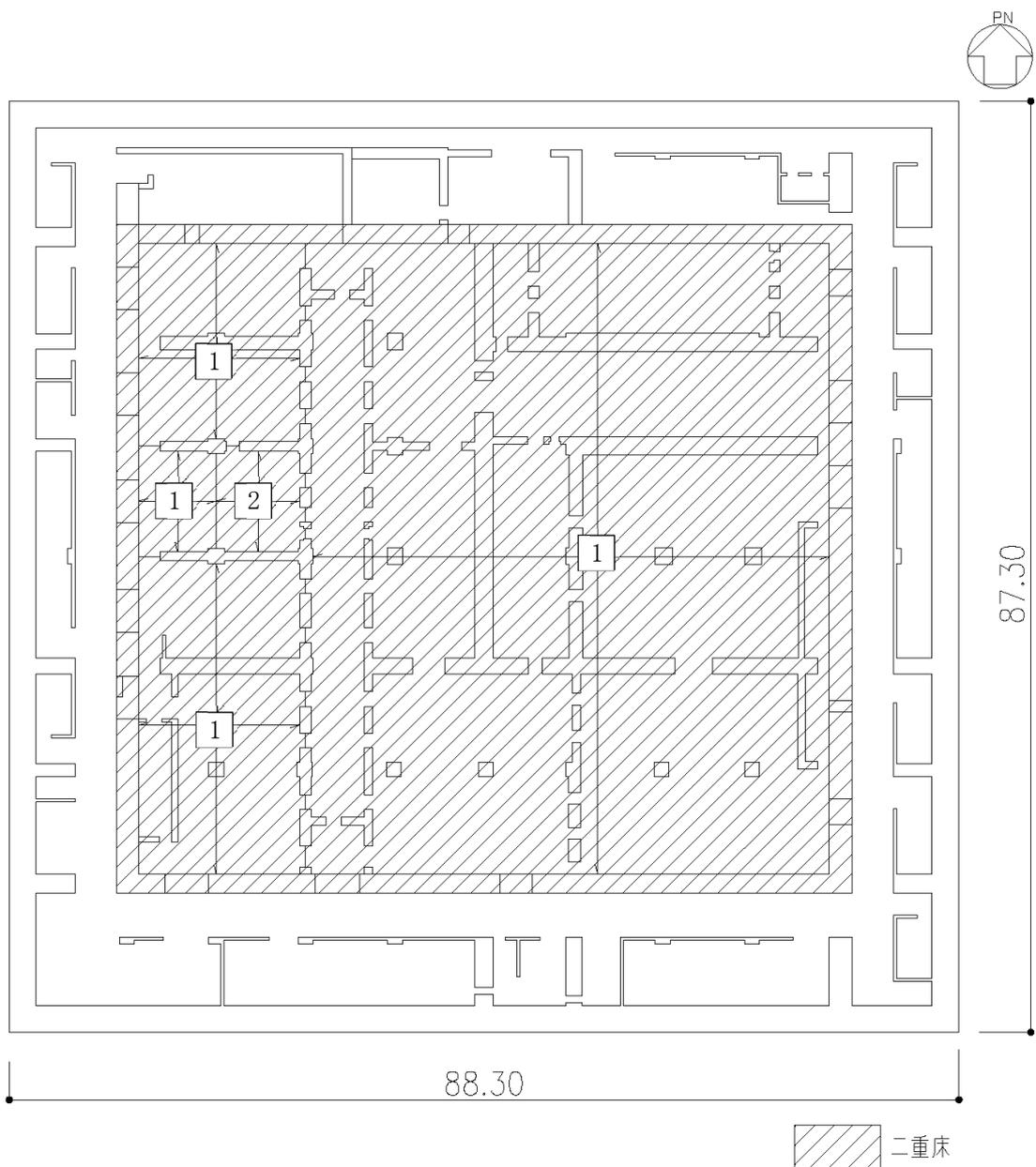
第 3. 2-1 図 二重床部の詳細断面図



第 3.2-2 図 東壁部及び壁の部材リスト (T.M.S.L. 34.23m~34.40m)

第 3.2-1 表 東壁及び壁の部材リスト

部材 番号	部材厚 (mm)	配筋		
		縦筋	横筋	
東壁	△ ₁	600	2-D22@200	2-D22@200
	△ ₂	700	2-D29@200	2-D29@200
	△ ₃	800	2-D29@200	2-D29@200
	△ ₄	1500	2-D35@200+2-D35@400	2-D35@200+2-D35@400
壁	①	600	2-D22@200	2-D22@200
	②	500	2-D22@200	2-D22@200
	③	550	2-D22@200	2-D22@200
	④	700	2-D29@200	2-D29@200
	⑤	800	2-D29@200	2-D29@200
	⑥	900	2-D32@200	2-D32@200
	⑦	1000	2-D32@200	2-D32@200
	⑧	1100	2-D32@200	2-D32@200
	⑨	1200	2-D35@200	2-D35@200
	⑩	1300	2-D35@200	2-D35@200
	⑪	1500	2-D35@200+2-D35@400	2-D35@200+2-D35@400
	⑫	1700	2-D35@200+2-D35@400	2-D35@200+2-D35@400
	⑬	1700	4-D35@200	2-D35@200+2-D35@400



第 3.2-3 図 二重床の部材リスト (T. M. S. L. 35.00m)

第 3.2-2 表 地下 3 階重要区域の床の部材リスト

部材 番号	部材 厚 (mm)	配筋					
		配筋 位置	短辺 (基礎 EW) 方向		長辺 (基礎 NS) 方向		
			端部	中央	端部	中央	
二重床	1	600	上端	D19@200	D19@200	D19@200	D19@200
		600	下端	D19@200	D19@200	D19@200	D19@200
	2	600	上端	D22@200	D22@200	D19@200	D19@200
		600	下端	D22@200	D22@200	D19@200	D19@200

4. 重要区域の二重床の振動特性の確認

4.1 検討方針

添付書類「燃料加工建屋の耐震計算書」の二重床の評価においては、二重床の振動特性を踏まえ、十分に剛として扱えることを確認したうえで、静的に当該部が位置する質点の鉛直方向の応答値から算出する鉛直震度を用いて評価を行っている。

ここでは、当該スラブの支持条件を適切にモデル化した3次元 FEM モデルを用いた固有値解析により当該スラブの振動特性を確認し、1次固有振動数が20Hz * を下回る場合には、当該スラブの応答増幅について影響評価を行う。

* JEAG 4601-1987に例示される剛構造と判断される場合（1次固有振動数20Hz以上）を参照して設定。

4.2 振動特性の確認

4.2.1 解析方法

評価対象部位の振動特性の確認は、3次元 FEM モデルを用いた固有値解析により行う。

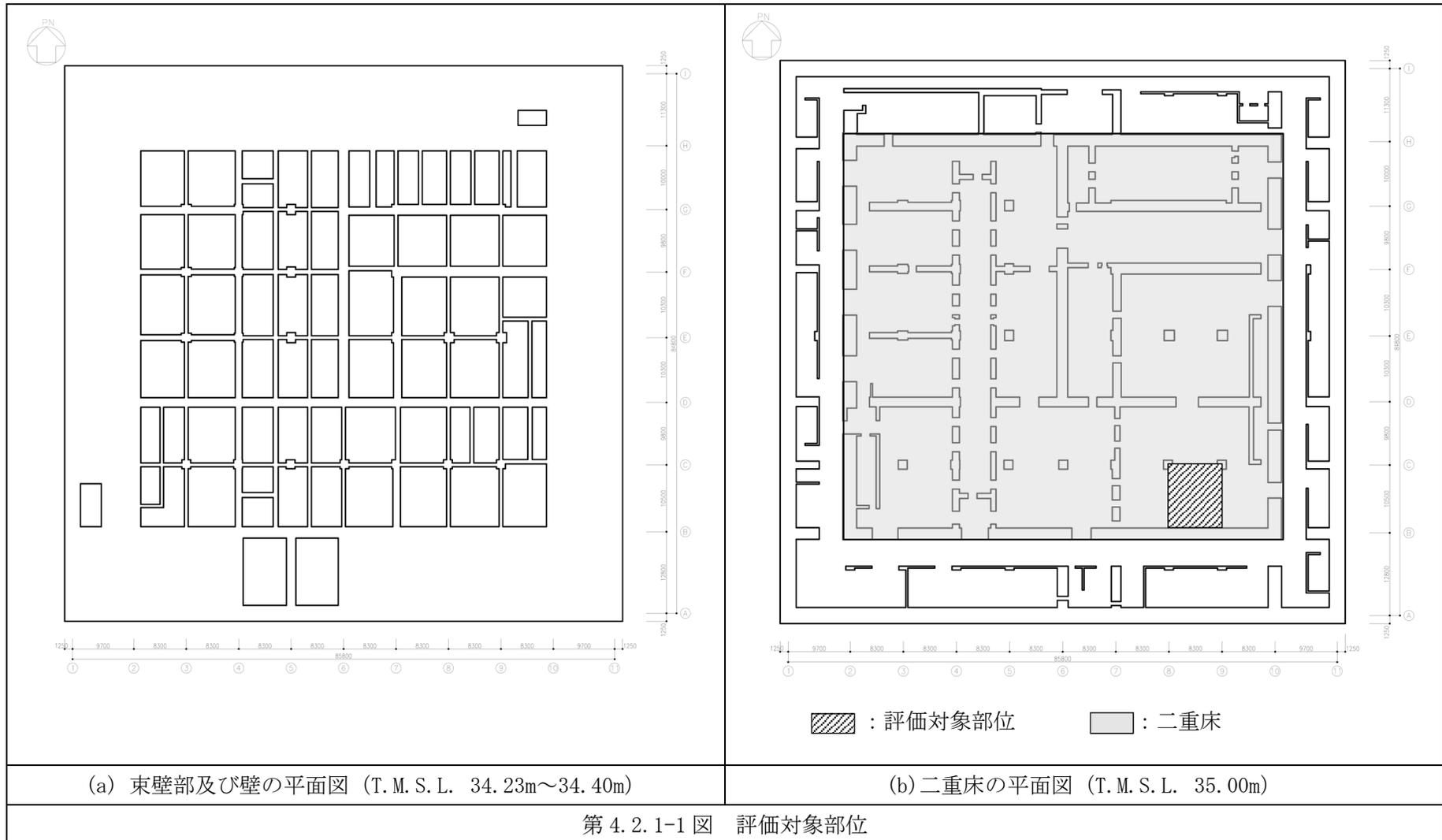
第 4.2.1-1 図に示す壁及び束壁で囲まれた二重床の範囲のうち、スラブのスパンから判断して、鉛直方向地震力による増幅の影響が最も大きいと思われる部位を評価対象部位としてモデル化する。解析モデルに使用する FEM 要素は、形状および厚さを踏まえたシェル要素とする。なお、本検討における境界条件は、壁及び壁付き柱で支持されている範囲を固定とする。

固有値解析には、解析コード「MSC NASTRAN」を用いる。

材料物性値を第 4.2.1-1 表に、解析モデルを第 4.2.1-2 図に示す。

第 4.2.1-1 表 コンクリート物性値

コンクリートの 設計基準強度 Fc (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)	ポアソン比 ν
Fc=30	2.44×10 ⁴	0.2





— : 固定



第 4. 2. 1-2 図 解析モデル図

4.2.2 固有値解析結果

二重床の固有振動数を第4.2.2-1表に、モード図を第4.2.2-1図に示す。

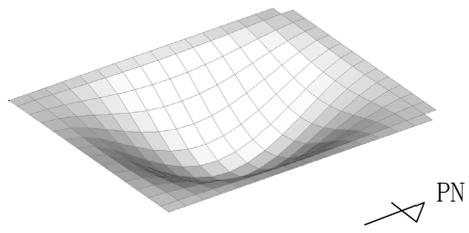
二重床の1次固有振動数は20Hzを上回っており、鉛直震度を用いた評価として問題ないことを確認した。

なお、添付書類「Ⅲ-3-1-1-2 燃料加工建屋の耐震計算書」には二重床が剛である旨を記載したうえで、鉛直震度を用いた評価結果を掲載する。

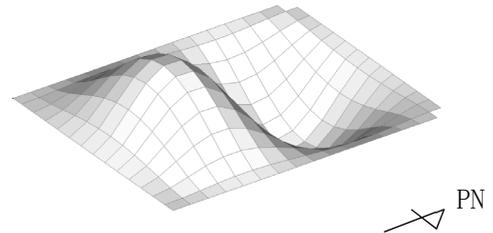
第4.2.2-1表 二重床の固有振動数

階	部位	次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数*
地下3階	二重床	1次	32.9	-3.04E+00
		2次	57.2	-2.34E-03
		3次	71.8	5.54E-15

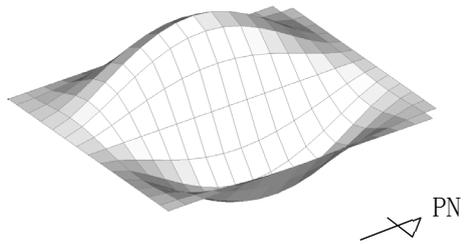
注記*：一般化質量の値が1.0になるように正規化した値を示す。



1次 : 32.9 Hz



2次 : 57.2 Hz



3次 : 71.8 Hz

第 4.2.2-1 図 二重床のモード図