

【公開版】

|          |                |
|----------|----------------|
| 日本原燃株式会社 |                |
| 資料番号     | 耐震建物 21 R0     |
| 提出年月日    | 令和 3 年 2 月 9 日 |

設工認に係る補足説明資料

【MOX燃料加工建屋に係る既認可からの変更点について】

## 目 次

|                          |   |
|--------------------------|---|
| 1. MOX燃料加工建屋に係る既認可からの変更点 | 1 |
| 2. 排気筒の位置変更              | 2 |
| 3. 階高の変更                 | 3 |
| 4. 建屋の増床                 | 4 |

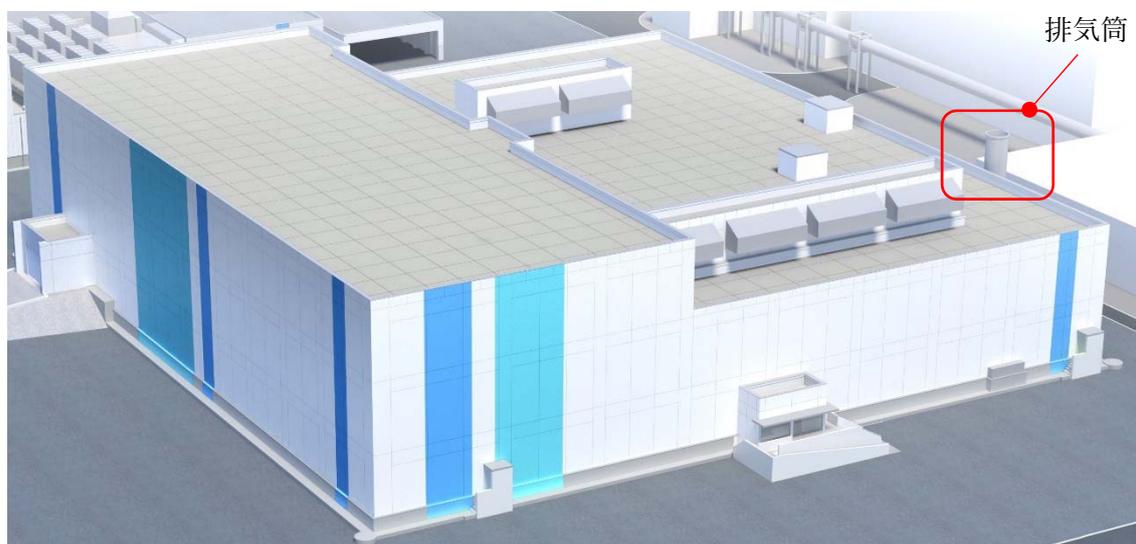
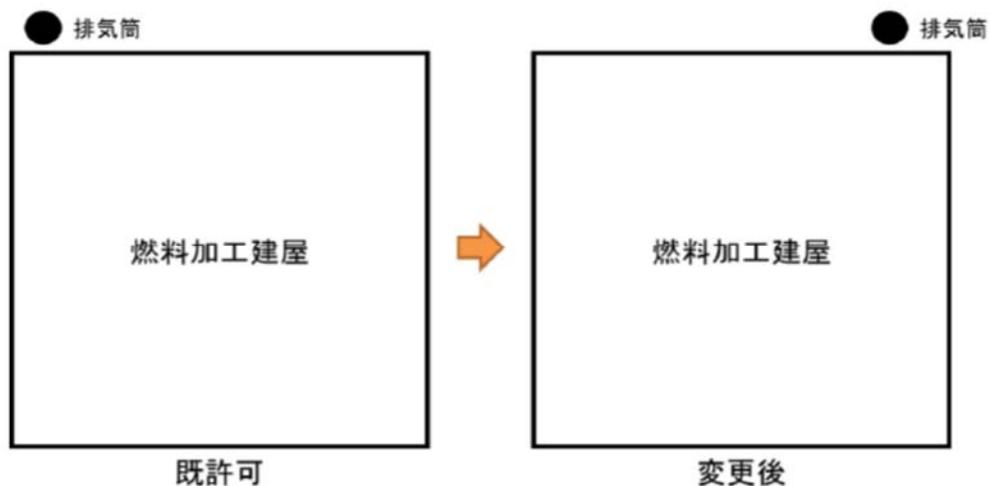
1. MOX燃料加工建屋に係る既認可からの変更点

- MOX燃料加工建屋に係る既認可からの主な変更点を以下に示す。
- 地震応答解析及び応力解析における既認可からの変更点については、別紙「地震応答解析及び応力解析における既認可からの変更点について（燃料加工建屋）」に示す。

| 変更項目              |            | 変更内容  |
|-------------------|------------|---|
| 燃料加工建屋の施工性に係る変更   | ① 排気筒の位置変更 | ➤ 建屋の施工性を考慮し、設置位置を北東側外壁面に変更   |
| 燃料加工建屋の配置成立性に係る変更 | ② 階高の変更    | ➤ 以下の観点から、地下2階、地下3階の階高を変更<br>✓ 工程室の耐震Sクラス化に伴う一部の梁の補強による設備・機器との干渉<br>✓ 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、防火ダンパ等の追加による工程室内の天井部分への設置スペースの確保 |
|                   | ③ 建屋の増床    | ➤ 新規制基準対応のため追加した設備・機器を建屋内に収納するため、建屋北側屋上部分を増床  |

## 2. 排気筒の位置変更

- 排気筒は、燃料加工建屋北西側外壁面に設置していたが、建屋の施工性を考慮し、約70m 東へ移動させ、北東側外壁面に設置する変更を行った。なお、排気筒の高さを25mから20mに変更した。



- 排気筒は、燃料加工建屋に支持され自立した構造であり、損傷等による燃料加工建屋に対して波及的影響を与えないよう設計することを事業変更許可申請書で示している。
- 事業変更許可申請書で対象とした具体的な設計の項目等について以下に示す。

<地震による損傷の防止>

- 排気筒はCクラスであるが、燃料加工建屋へ波及的影響を与えないよう、基準地震動による地震力に対して耐震性が確保される設計とする。

【Ⅲ-1-1-4 波及的影響に係る基本方針】

- 下位クラス施設である排気筒は、上位クラス施設である燃料加工建屋に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う損傷により、燃料加工建屋に衝突し、波及的影響を及ぼすおそれがある。このため波及的影響の設計対象とした。
  - 排気筒は第2回申請において、気体廃棄物の廃棄施設と合わせて申請する計画であり、第2回の申請において具体的な評価結果等を示す。

<竜巻>

- 竜巻防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設
  - 気体廃棄物の廃棄設備の排気筒は、倒壊に至った場合には、燃料加工建屋に波及的影響を及ぼすおそれがある。このため、排気筒は、設計飛来物の衝突による貫通及び風圧力による荷重を考慮しても倒壊に至らない設計とし、竜巻防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

【V-1-1-1-2-2 設計対処施設の設計方針】

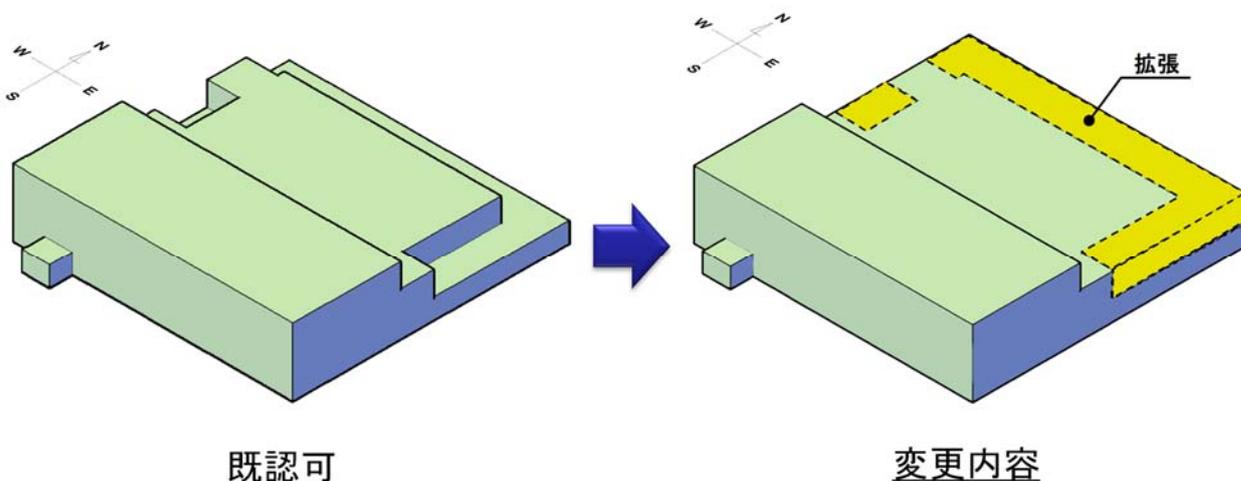
- 竜巻防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設は、設計荷重(竜巻)に対し、竜巻防護対象施設に倒壊又は竜巻防護対象施設の安全機能に影響を及ぼすような変形を生じないことを構造強度設計上の性能目標とする。
  - 排気筒は第2回申請において、気体廃棄物の廃棄施設と合わせて申請する計画であり、第2回の申請において具体的な評価結果等を示す。

3. 階高の変更

- 以下の観点から、地下2階、地下3階の階高をそれぞれ60cm高くする設計変更を行う。
  - ✓ 工程室の耐震Sクラス化による一部の梁の補強により、設備・機器に干渉箇所が生じたため。
  - ✓ GB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防火ダンパ等の追加が必要となり、工程室内の天井部分への設置スペースの確保が困難となったため。

#### 4. 建屋の増床

- 新規規制基準対応で追加した設備・機器を燃料加工建屋内に収納するため、建屋北側屋上部分を増床する。
  - 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。
  - 建屋レイアウトが変更となるのは、地下1階から地上階までであり、原料受入から集合体組立までの主要な工程を設置する地下2階，地下3階のレイアウト変更はない。



<建屋の増床のイメージ>

#### 現状

| 階層  | 主な設備配置等                                     |
|-----|---|
| 2F  | 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          |
| 1F  | 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             |
| B1F | ウラン貯蔵エリア, 廃棄物保管エリア, 気体廃棄設備(排風機, 排気フィルタユニット) |
| 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              |
| B3F | 粉末調整工程設備, ペレット加工工程設備                        |

#### 変更内容

| 階層  | 主な設備配置等  | 増床部分に収納する設備          |
|-----|--|----------------------|
| 2F  | 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, 常用所内電源設備 |
| 1F  | 非常用所内電源設備(発電機), 中央監視室(拡張), 非常用所内電源設備(拡張), 計算機室(変更)             |                      |
| B1F | ウラン貯蔵エリア, 気体廃棄設備(排風機, 排気フィルタユニット), 廃棄物保管エリア(縮小), [追加] 消火ガスボンベ庫 |                      |
| 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 [追加] 防火シャッター, 防火ダンパ 等           |                      |
| B3F | 粉末調整工程設備, ペレット加工工程設備 [追加] 防火シャッター, 防火ダンパ 等                     |                      |

※変更箇所は赤字で示す。

<増床に伴う設備配置の変更等>

別紙

地震応答解析及び応力解析における

既認可からの変更点について

(燃料加工建屋)

目 次

1. 概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 別紙-1
2. 平面図及び断面図の既認可との比較・・・・・・・・ 別紙-2
3. 地震応答解析における既認可からの変更点・・・・ 別紙-12
4. 応力解析における既認可からの変更点・・・・・・ 別紙-21

## 1. 概要

本資料は、「MOX 燃料加工建屋に係る既認可からの変更点について」の資料の通り、階高の変更、建屋の増床、壁開口の変更及び機器レイアウトの変更に伴う既認可\*からの地震応答解析及び応力解析における解析モデルの変更点、並びに解析手法の変更点について示すものである。

また、本資料は、以下の資料の補足説明をするものである。

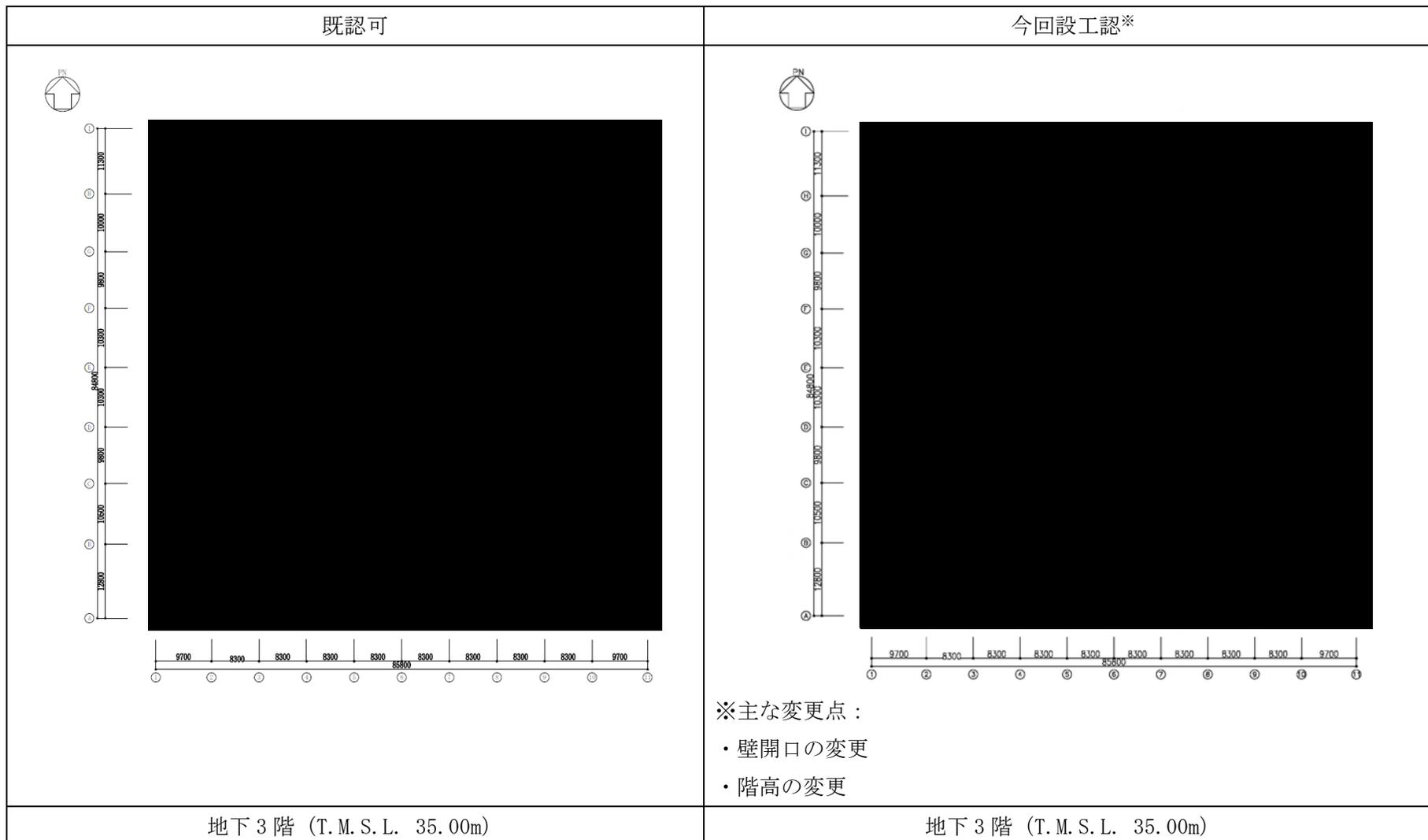
- ・ 添付書類「Ⅲ-3-1-1-1 燃料加工建屋の地震応答計算書」
- ・ 添付書類「Ⅲ-3-1-1-2 燃料加工建屋の耐震計算書」
- ・ 添付書類「Ⅲ-別添-3-1-1 燃料加工建屋の基準地震動を1.2倍した地震力に対する耐震性評価結果」

※：『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）』

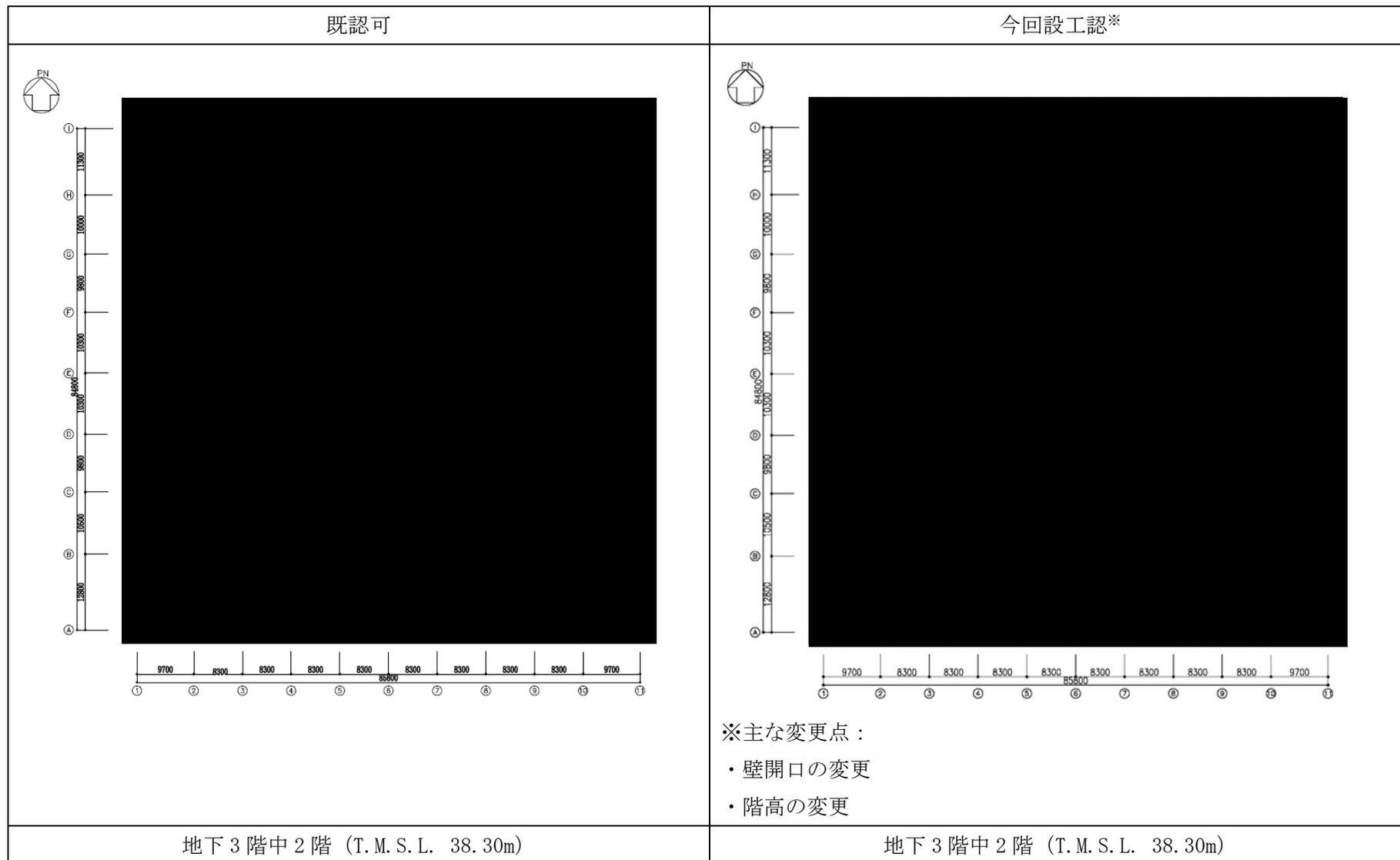
2. 平面図及び断面図の既認可との比較

既認可と今回設工認の平面図及び断面図の比較を第 2. -1 図, 第 2. -2 図に示す。

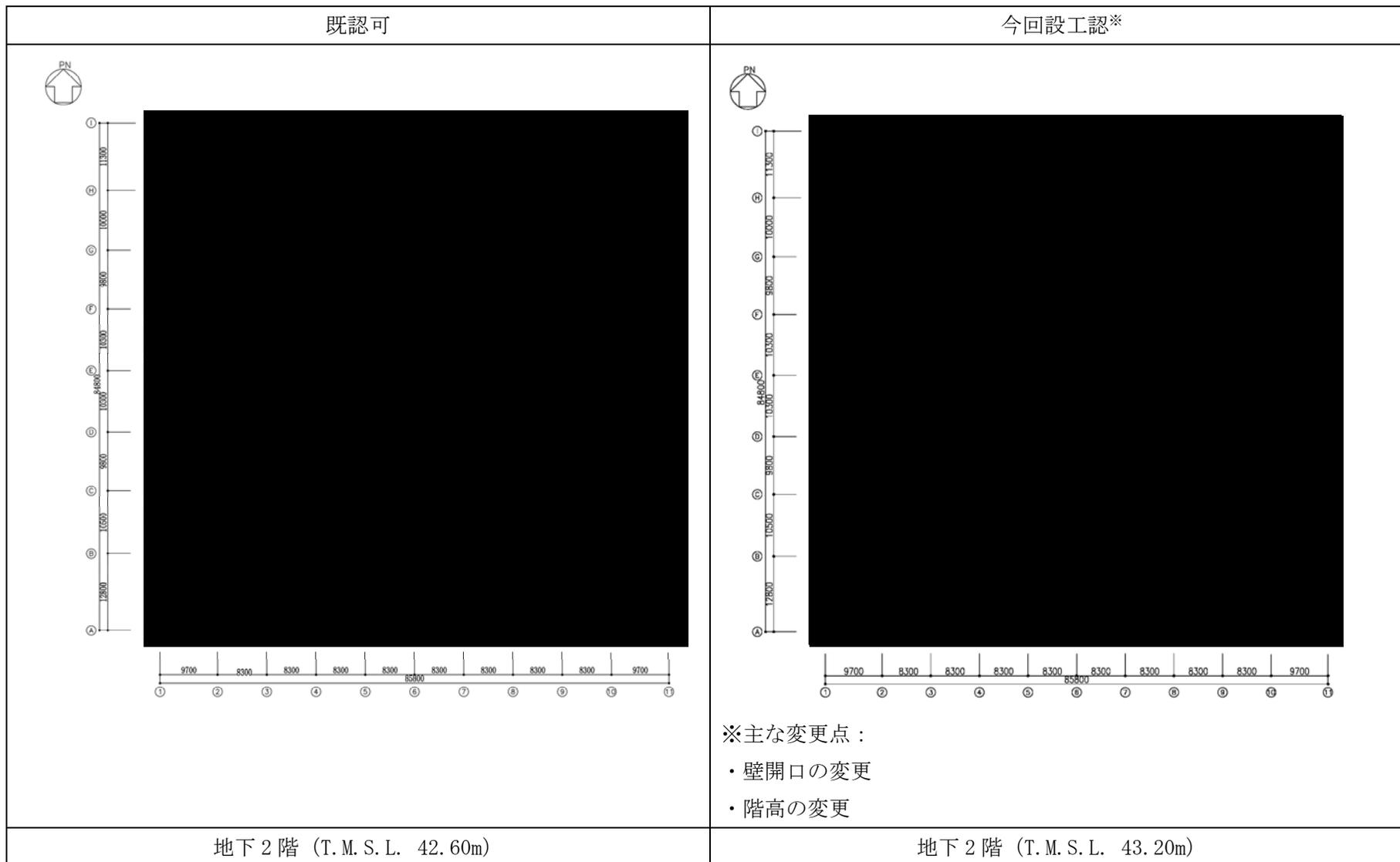
既認可からの変更点としては, 階高の変更, 建屋の増床, 壁開口の変更及び機器レイアウトの変更を行っている。



第2-1図 平面図 (1/7)



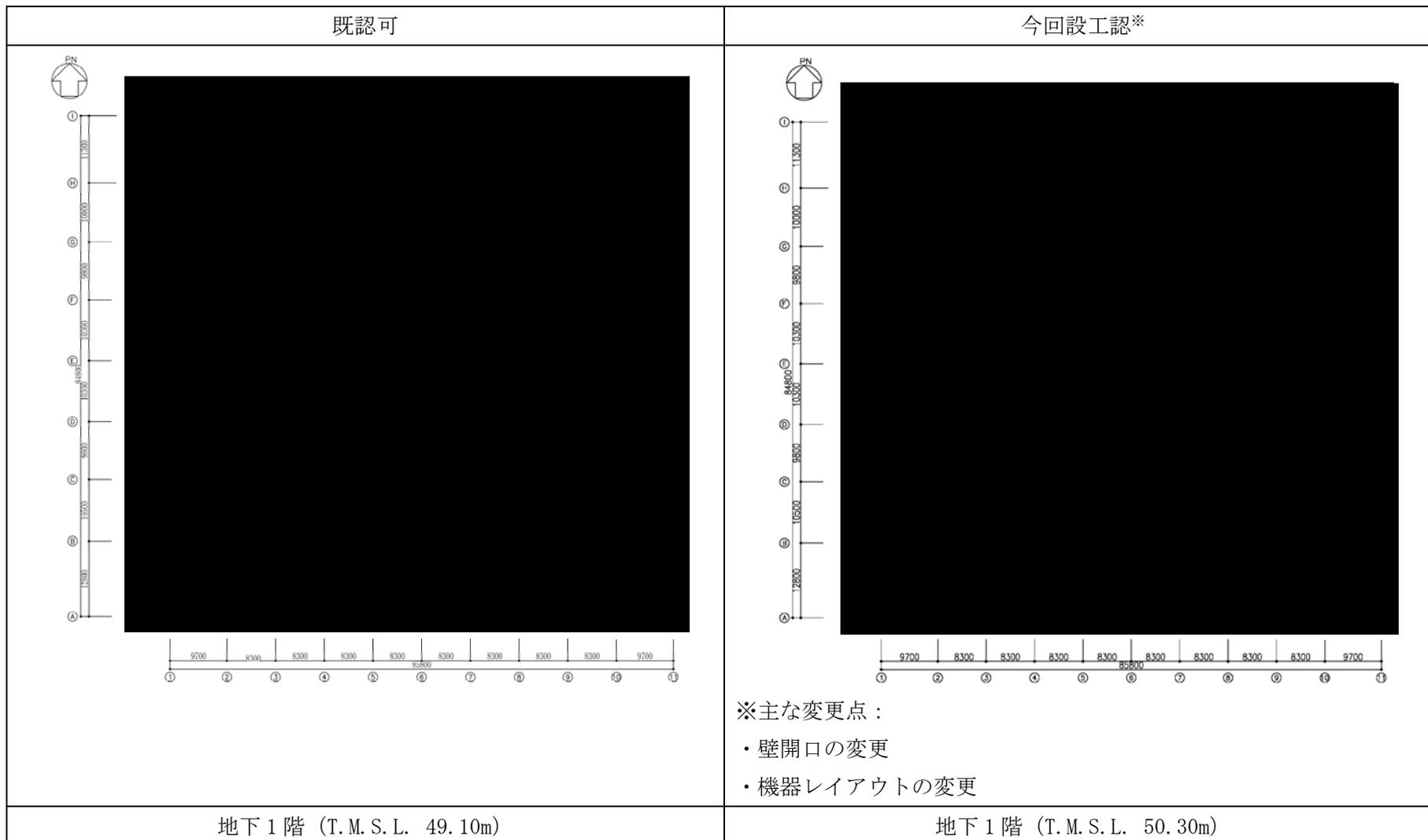
第2-1図 平面図 (2/7)



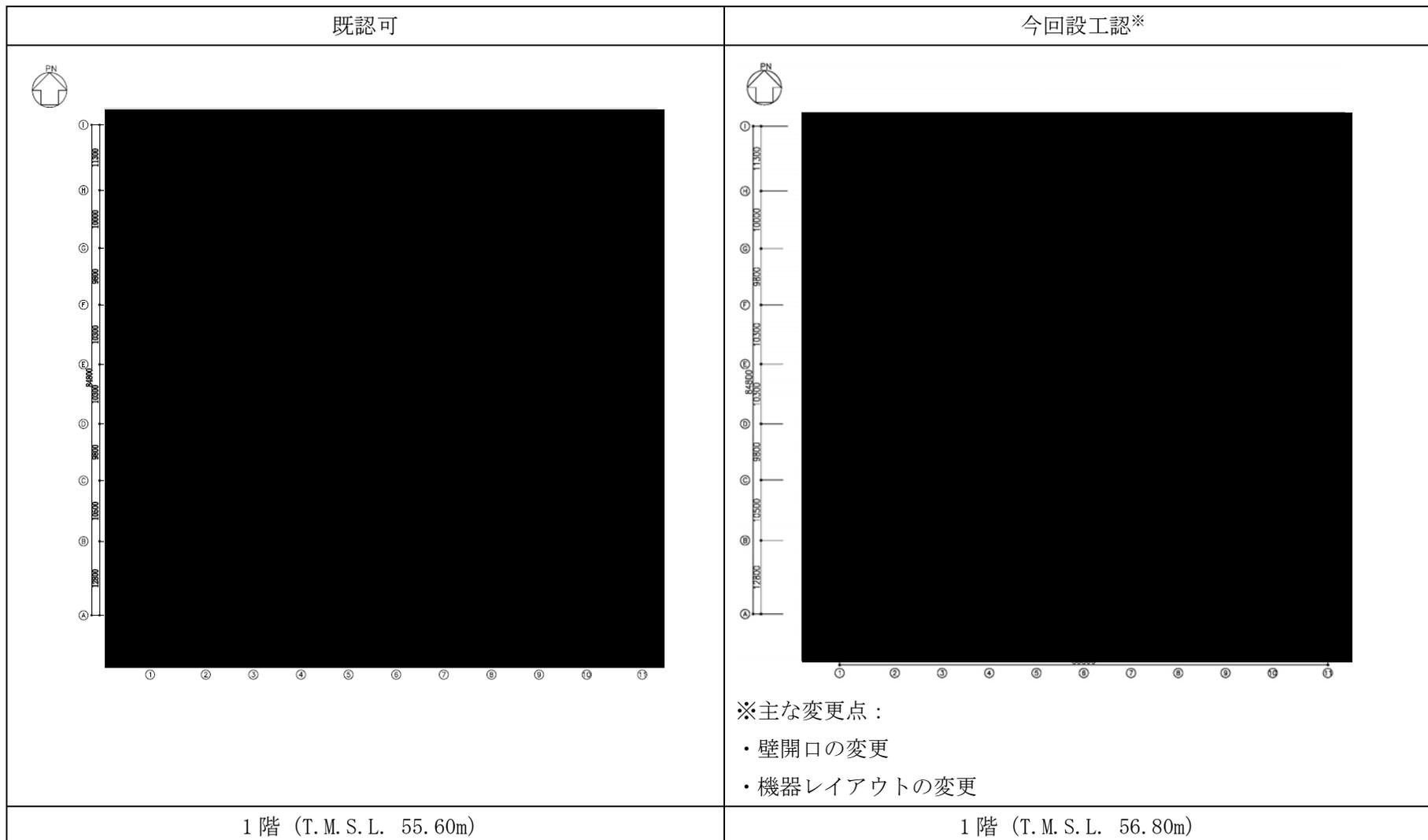
※主な変更点：

- ・壁開口の変更
- ・階高の変更

第 2-1 図 平面図 (3/7)



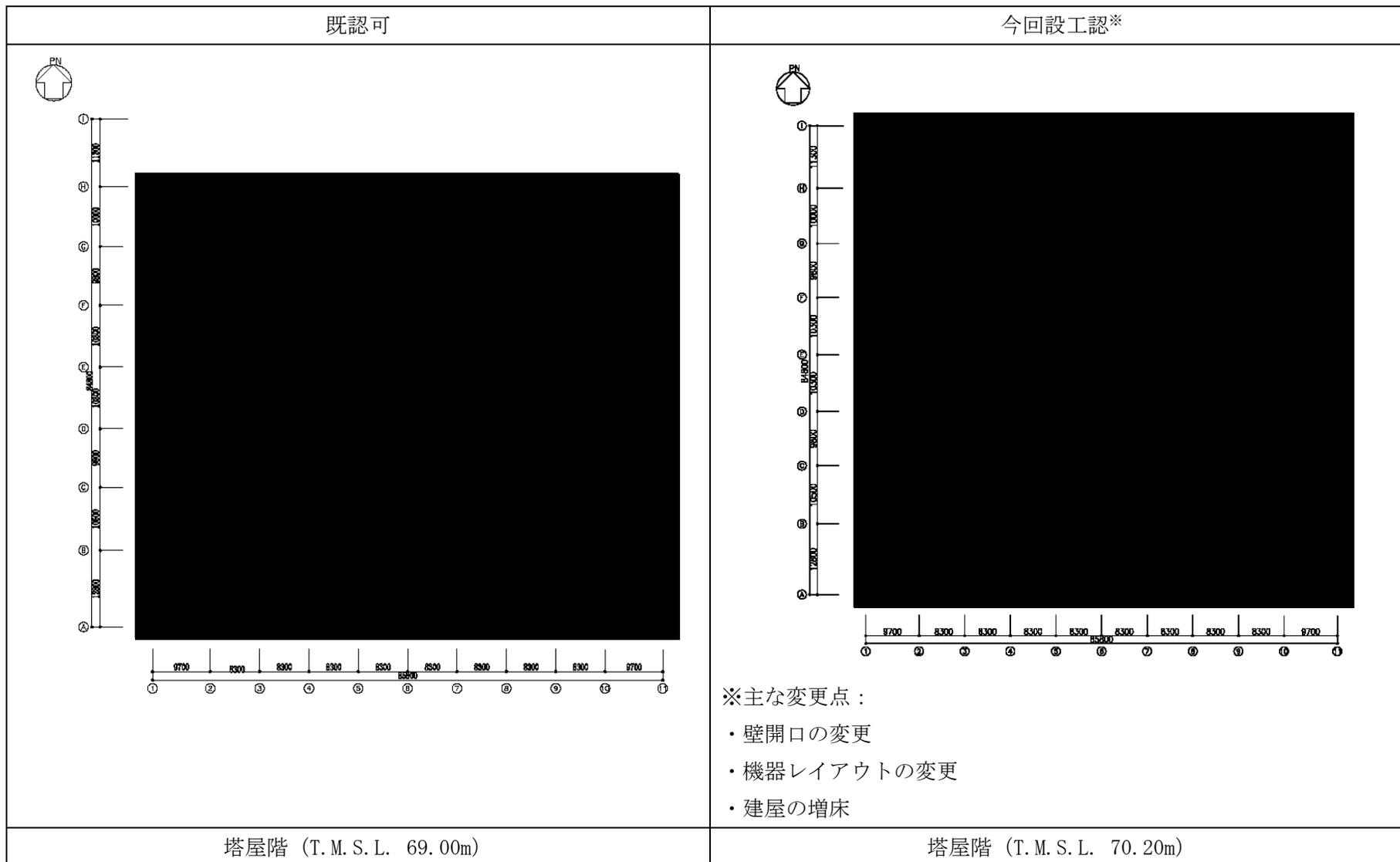
第2-1図 平面図 (4/7)



第2-1図 平面図 (5/7)

| 既認可                             | 今回設工認※  |
|---------------------------------|---|
|                                 | <p>※主な変更点：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・壁開口の変更</li> <li>・機器レイアウトの変更</li> <li>・建屋の増床</li> </ul> |
| <p>2階 (T. M. S. L. 61. 60m)</p> | <p>2階 (T. M. S. L. 62. 80m)</p>   |

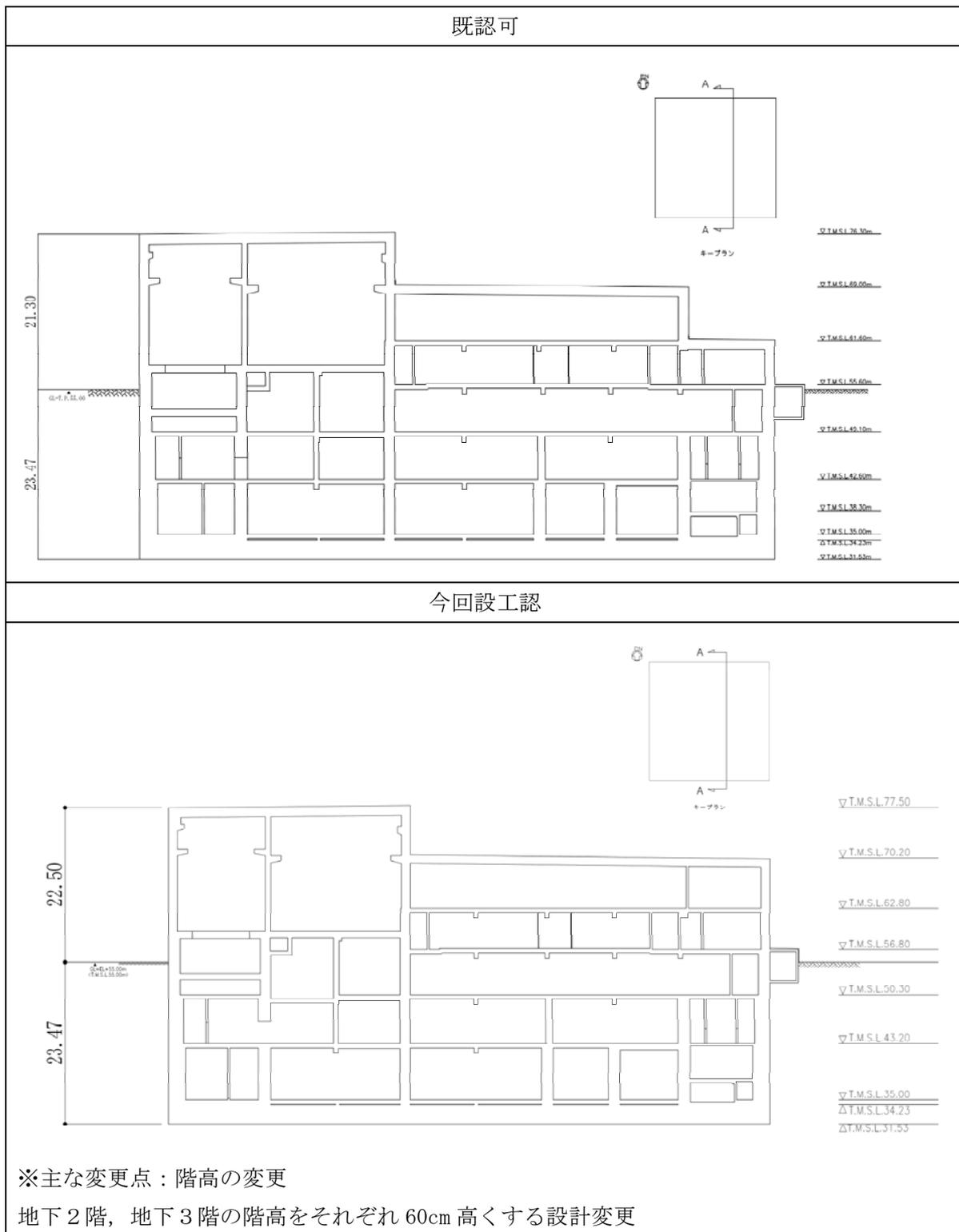
第2-1図 平面図 (6/7)



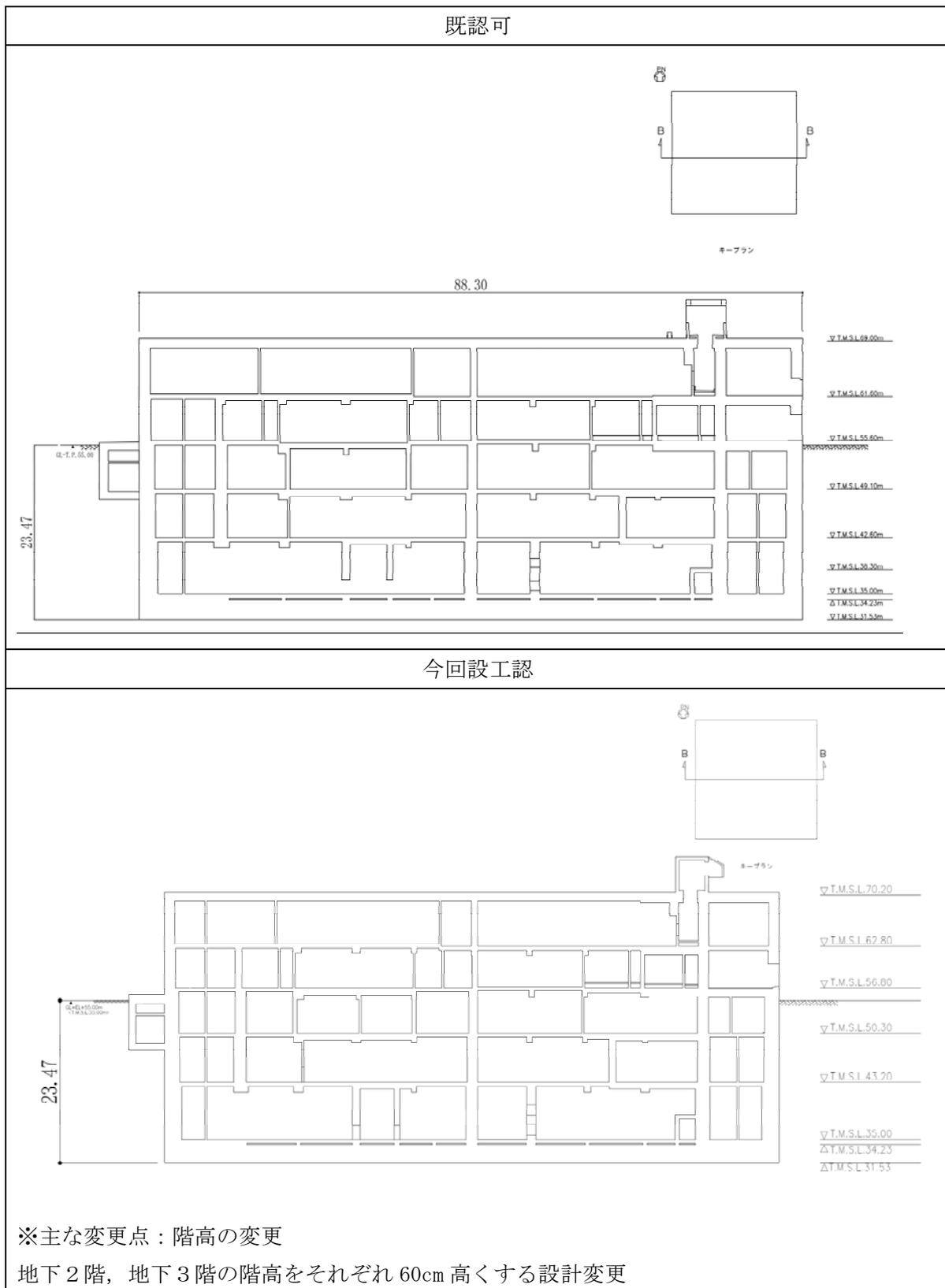
※主な変更点：

- ・壁開口の変更
- ・機器レイアウトの変更
- ・建屋の増床

第 2-1 図 平面図 (7/7)



第2-2図 断面図 (NS方向)



第2-2図 断面図 (EW方向)

### 3. 地震応答解析における既認可からの変更点

「2. 平面図及び断面図の既認可との比較」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。

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.-1 表に示す。また、地震応答解析モデル及び諸元の変更点を第 3.-1 図及び第 3.-2 表に示す。

第3.-1表 地震応答解析モデル及び手法の比較  
(燃料加工建屋)

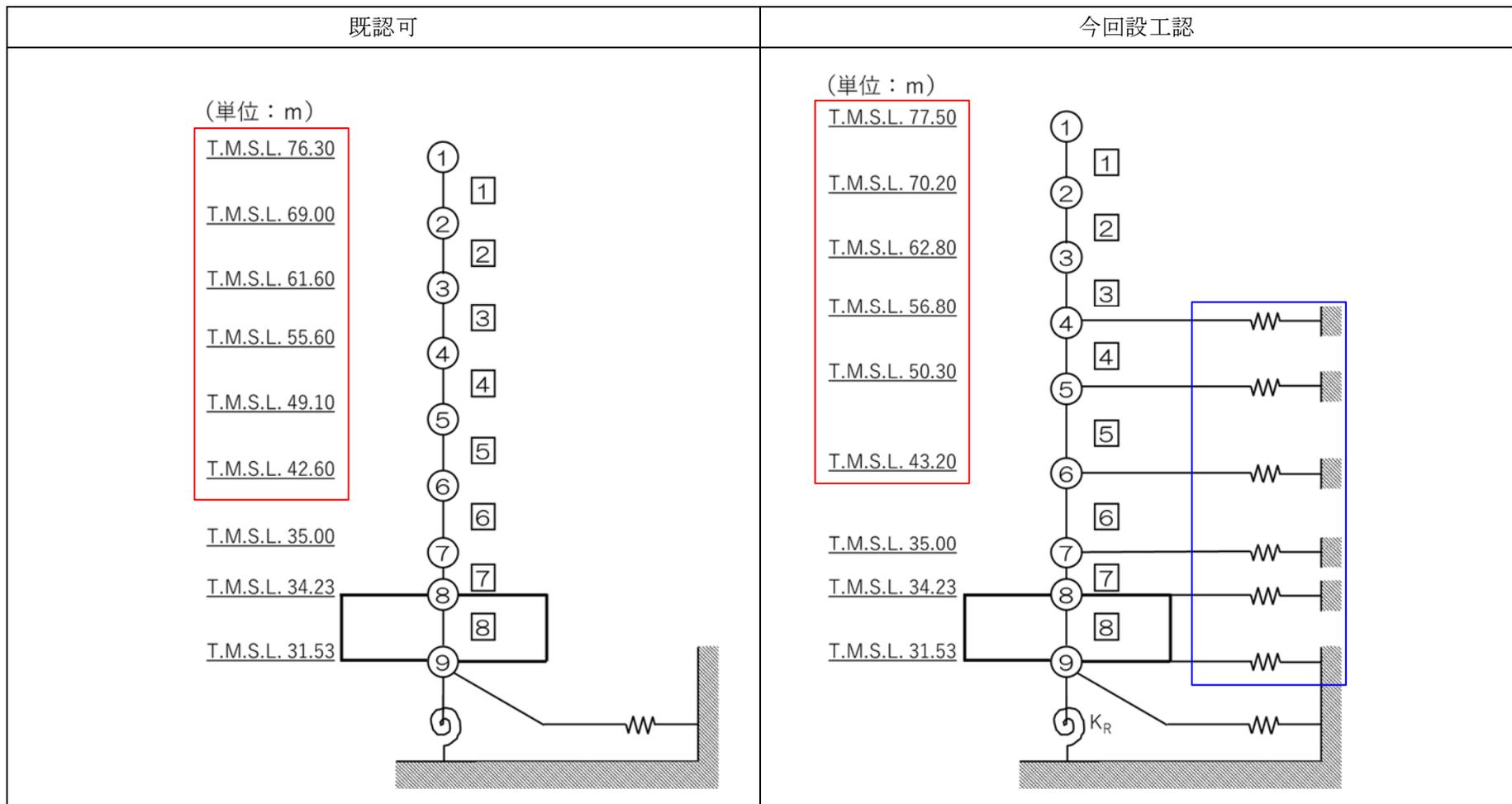
| 項目         | 内容     | 既認可※1  | 今回設工認※2                                      | 備考 |
|------------|--------|--|--|----|
| 入力地震動の算定方法 | 水平     | 設計用地震動を用いて、一次元波動論により算定(支持地盤を考慮)  | 同左(支持地盤及び表層地盤を考慮)                            | ①  |
|            | 鉛直     | 設計用地震動を用いて、一次元波動論により算定(支持地盤を考慮)  | 同左(支持地盤及び表層地盤を考慮)                            |    |
| 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<br>コンクリートのヤング係数：<br>$E=2.44 \times 10^4 \text{N/mm}^2$<br>コンクリートのポアソン比：<br>$\nu=0.2$ | 同左   | —  |
|            | 剛性評価   | 耐震壁を考慮   | 同左   | —  |
|            | 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  | 同左   | ①  |
|            |        | 水平方向：スウェイ及びロックイングばねを考慮<br>鉛直方向：鉛直ばねを考慮   | 同左   |    |
|            | 建屋側面   | 考慮せず   | Novakの手法により設定<br>水平方向：スウェイばねを考慮<br>鉛直方向：考慮せず |    |
| 非線形特性      | 耐震壁    | 水平方向：考慮<br>鉛直方向：考慮せず   | 同左   | ①  |
|            | 建屋側面地盤 | 考慮せず   | 表層地盤の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<br>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：階高の変更，建屋の増床，壁開口の変更及び機器レイアウトの変更に伴い，重量・剛性の変更を行っている。(第3.-1図及び第3.-2表)

【具体的な反映事項】 (表の備考欄に対応)

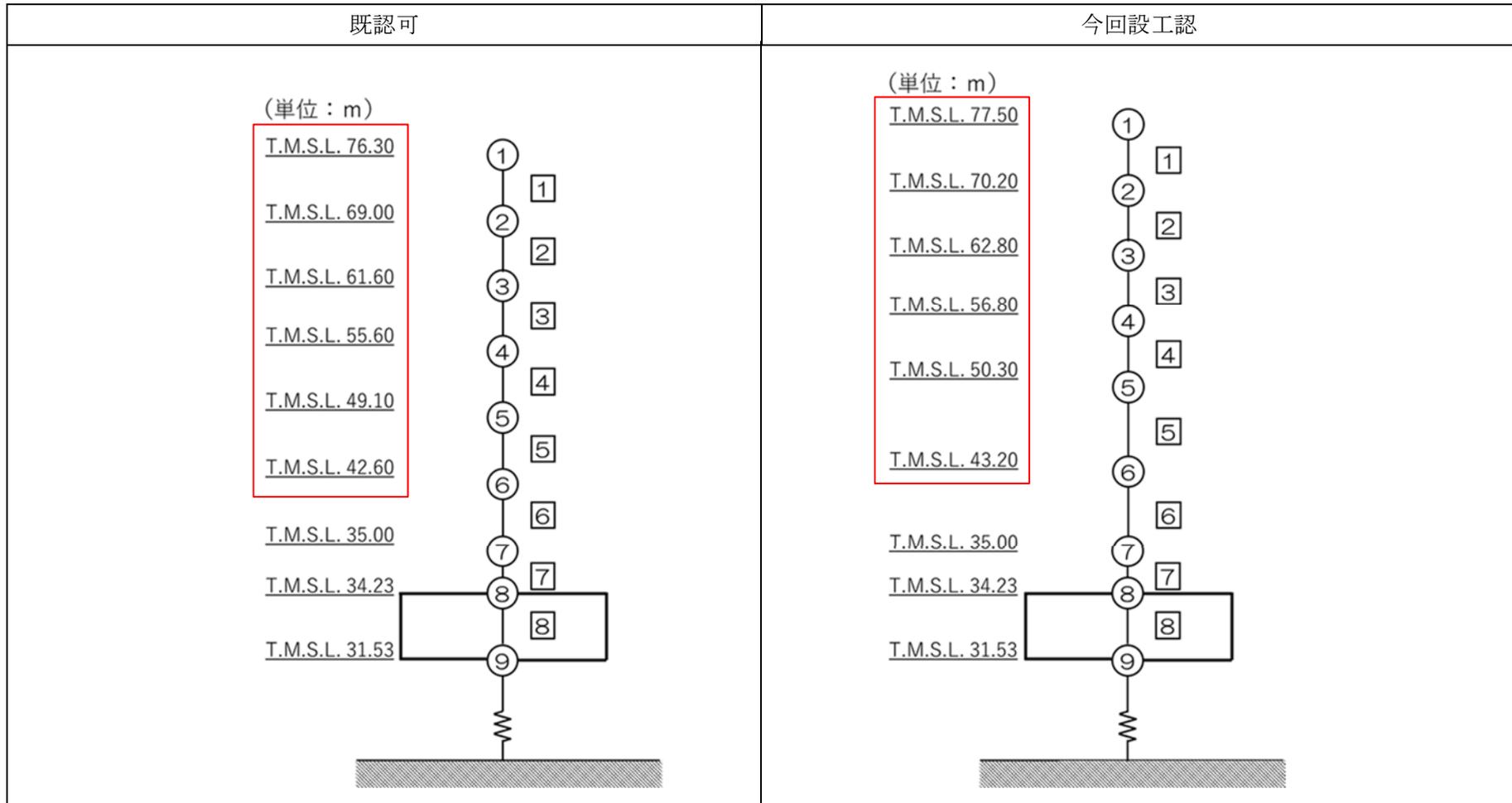
①原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版 ((社)日本電気協会)に基づく

 :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

(a) 水平方向

第 3.-1 図 地震応答解析モデルの変更点 (1/2)



: 階高の変更に伴い、質点レベルを変更

(b) 鉛直方向

第 3.-1 図 地震応答解析モデルの変更点 (2/2)

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

変更理由

- ①地下2階, 地下3階の階高の変更に伴い再計算
- ②建屋の増床(塔屋階)に伴い再計算
- ③機器レイアウトの変更に伴い再計算
- ④端数切り上げによる変更

第3.-2表 諸元の変更点(重量)

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

(a) NS 方向

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

(b) EW 方向

変更理由

- ①地下2階, 地下3階の階高の変更に伴い再計算
- ②建屋の増床(塔屋階)に伴い再計算
- ③機器レイアウトの変更に伴い再計算
- ④端数切り上げによる変更

第3.-2表 諸元の変更点(回転慣性重量)

| 要素番号 | 階層   | 断面二次モーメント<br>I<br>( $\times 10^4 \text{m}^4$ ) |        | 変更理由 |
|------|------|--|--------|------|
|      |      | 既認可  | 今回設工認  |      |
| 1    | 塔屋階  | 2.31   | 2.06   | ③    |
| 2    | 2階   | 5.66   | 29.12  | ②, ③ |
| 3    | 1階   | 31.62  | 30.27  | ③    |
| 4    | 地下1階 | 42.38  | 37.63  | ③    |
| 5    | 地下2階 | 48.00  | 45.79  | ③    |
| 6    | 地下3階 | 54.22  | 49.22  | ③    |
| 7    | 二重床  | 229.64   | 230.69 | ③    |
| 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<br>I<br>( $\times 10^4 \text{m}^4$ ) |        | 変更理由 |
|------|------|--|--------|------|
|      |      | 既認可  | 今回設工認  |      |
| 1    | 塔屋階  | 19.47  | 20.63  | ③    |
| 2    | 2階   | 18.66  | 40.32  | ②, ③ |
| 3    | 1階   | 36.93  | 39.93  | ③    |
| 4    | 地下1階 | 42.77  | 46.57  | ③    |
| 5    | 地下2階 | 45.47  | 50.51  | ③    |
| 6    | 地下3階 | 51.03  | 57.14  | ③    |
| 7    | 二重床  | 353.31   | 354.92 | ③    |
| 8    | 基礎   | 500.86   | 500.86 | —    |

(b) EW方向

変更理由

- ①地下2階, 地下3階の階高の変更に伴い再計算
- ②建屋の増床(塔屋階)に伴い再計算
- ③機器レイアウトの変更に伴い再計算

第3.-2表 諸元の変更点(断面二次モーメント)

| 要素番号 | 階層   | せん断断面積<br>As<br>(m <sup>2</sup> ) |        | 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  | ②, ③ |
| 3    | 1階   | 472.4                             | 474.4  | ③    |
| 4    | 地下1階 | 646.7                             | 640.5  | ③    |
| 5    | 地下2階 | 740.5                             | 749.8  | ③    |
| 6    | 地下3階 | 851.1                             | 876.1  | ③    |
| 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<br>As<br>(m <sup>2</sup> ) |        | 変更理由 |
|------|------|-----------------------------------|--------|------|
|      |      | 既認可                               | 今回設工認  |      |
| 1    | 塔屋階  | 299.7                             | 300.1  | ③    |
| 2    | 2階   | 385.3                             | 415.6  | ②, ③ |
| 3    | 1階   | 524.3                             | 522.9  | ③    |
| 4    | 地下1階 | 636.8                             | 633.2  | ③    |
| 5    | 地下2階 | 788.1                             | 791.3  | ③    |
| 6    | 地下3階 | 950.9                             | 975.9  | ③    |
| 7    | 二重床  | 3852.8                            | 3852.8 | —    |
| 8    | 基礎   | 7708.6                            | 7708.6 | —    |

(b) EW 方向

変更理由

- ①地下2階, 地下3階の階高の変更に伴い再計算
- ②建屋の増床(塔屋階)に伴い再計算
- ③機器レイアウトの変更に伴い再計算

第3.-2表 諸元の変更点(せん断断面積)

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

変更理由

- ①地下2階, 地下3階の階高の変更に伴い再計算
- ②建屋の増床(塔屋階)に伴い再計算
- ③機器レイアウトの変更に伴い再計算

第3.-2表 諸元の変更点(軸断面積)

#### 4. 応力解析における既認可からの変更点

「2. 平面図及び断面図の既認可との比較」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。

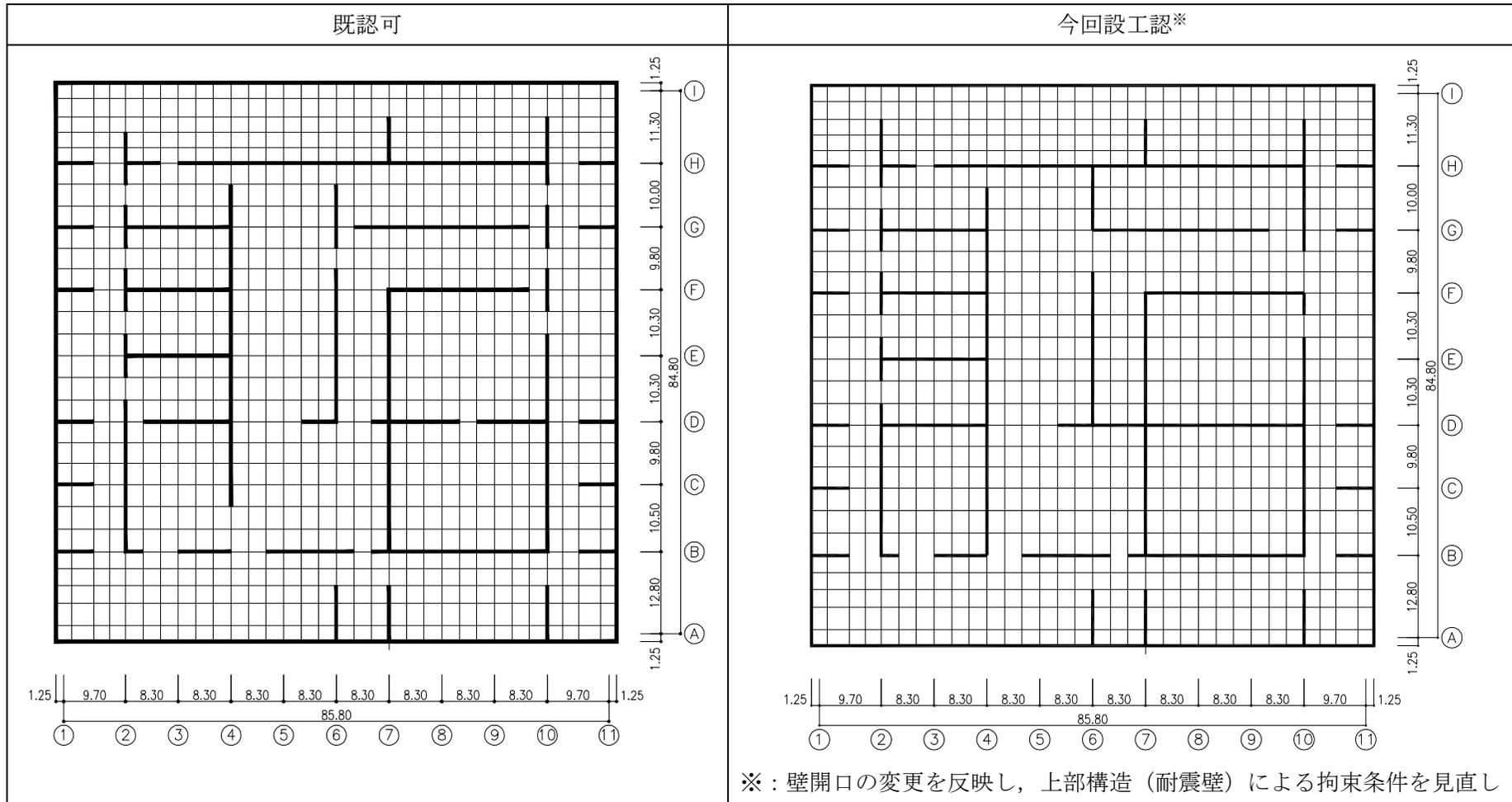
なお、基礎スラブの解析手法については既認可と同様である。ただし、基礎スラブの解析モデルについては、既認可からの壁開口の変更を反映し、上部構造（耐震壁）による拘束条件の見直しを行っている。解析モデル図を第 4. -1 図に示す。

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<br>コンクリートのヤング係数：<br>$E_c=2.44 \times 10^4 \text{N/mm}^2$<br>コンクリートのポアソン比：<br>$\nu=0.2$ | 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<br>浮上り：考慮   | 同左    | —  |
|           | 非線形特性   | 考慮しない  | 同左    | —  |
|           | 上部構造による拘束   | 耐震壁を梁要素でモデル化して考慮   | 同左    | ※2 |
| 地震荷重との組合せ | VL+SL+S+G+B<br>VL:鉛直荷重<br>SL:積雪荷重<br>S:地震荷重<br>G:土圧<br>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    | —  |
|           | 積雪荷重 (SL)   | 上部構造物の重量として考慮  | 同左    | —  |
|           | 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    | —  |
|           | 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    | —  |
|           | 浮力 (B)  | 基礎スラブに一様に上向き等の等分布荷重として入力   | 同左    | —  |
| 評価方法      | 応力解析  | Ss 地震力に対して発生応力が許容限界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 (第 4. -1 図)



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