

| | |
|-----------------------|----------------------|
| 女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料 | |
| 資料番号 | 02-補-E-19-0610-14_改0 |
| 提出年月日 | 2021年2月8日 |

補足 610-14 【補助ボイラー建屋の耐震性についての計算書
に関する補足説明資料】

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

添付書類「VI-2-11-2-4 補助ボイラー建屋の耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

別紙 1 補助ボイラー建屋の今回工認の解析モデル及び手法

別紙 2 補助ボイラー建屋の地震応答解析における耐震壁のスケルトンカーブの設定

別紙 3 補助ボイラー建屋の地震応答解析結果について

別紙 4 補助ボイラー建屋の地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

別紙 5 補助ボイラー建屋の EW 方向の地震応答解析結果について

別紙 1 補助ボイラー建屋の今回工認の解析モデル及び手法

目次

1. 概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 別紙 1-1
2. 地震応答解析モデルについて・・・・・・・・・・・・・・・・ 別紙 1-2

1. 概要

本資料は、補助ボイラー建屋の今回工認時の地震応答解析モデル及び手法を示すものである。

2. 地震応答解析モデルについて

補助ボイラー建屋の地震応答解析モデル及び手法を表 2-1 に示す。また、今回工認時の地震応答解析モデルを図 2-1 に示す。

比較に用いる地震応答解析モデル及び手法は、今回工認時の制御建屋である。

表 2-1 補助ボイラー建屋の地震応答解析モデル及び手法の比較

| 項目 | 内容 | 今回工認 制御建屋 | 今回工認 補助ボイラー建屋 | 備考 |
|-------------------|------|---|--|-----|
| 入力地震 動の算定 法 | 水平 | 基準地震動を基礎底面に直接入力 | 同左 | — |
| 解析コード | | N U P P 4 | 同左 | — |
| 建屋の モデル化 | モデル | 水平：多軸床柔多質点系モデル | 水平：1軸多質点系モデル | — |
| | 材料物性 | 既工認時の規準に基づき設定 ・コンクリートのヤング係数, ポアソン比 $E = 2.65 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ (SI 換算) $\nu = 0.167$ | 建設時の規準に基づき設定 ・コンクリートのヤング係数, ポアソン比 $E = 2.26 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ (SI 換算) $\nu = 0.167$ | (1) |
| | 剛性評価 | 耐震壁を考慮 初期剛性はシミュレーションにて 補正 | 耐震壁を考慮 | — |
| | 減衰定数 | ・水平方向：RC：5% | 同左 | — |
| 地盤の モデル化 | 底面ばね | ・水平方向：水平及び回転ばねを 考慮 | ・水平方向：考慮せず | (2) |
| | 側面ばね | ・水平方向：考慮せず | 同左 | |
| 非線形 特性 | 耐震壁 | ・水平方向：考慮 | 同左 | (3) |

具体的な反映事項（表の備考欄に対応）

- (1) 「日本建築学会 1988年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」に基づく。
なお、「日本建築学会 1999年 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-」に基づく物性値とした場合の影響については、補足 620-3 に原子炉建屋を代表に示す。
- (2) 補助ボイラー建屋の基礎形状では、アドミッタンス理論による地盤ばねの算定方法を適用することができないため、0.P.9.0mを固定端としたモデル化を行う。
- (3) 「原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1-1991 追補版）」に基づく。詳細は別紙 2 に示す。

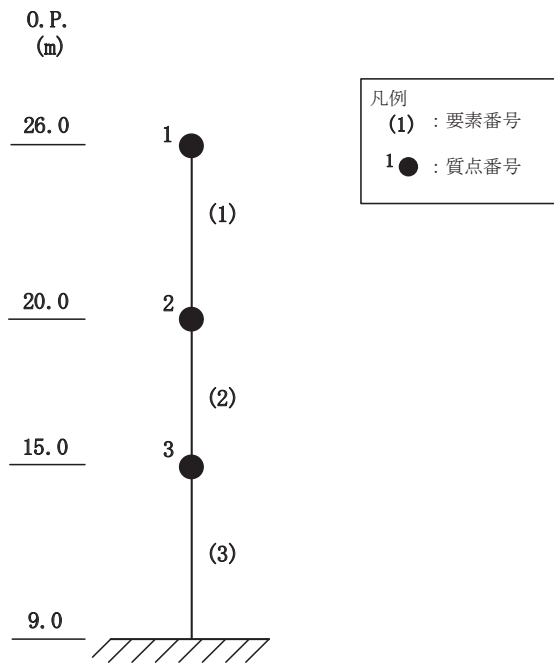


図 2-1 地震応答解析モデル

2.1 今回工認モデルの諸元

表 2-2 に今回工認モデルの諸元を示す。

表 2-2 今回工認モデルの諸元

| 質点 番号 | 質点重量 (×10kN) | 回転慣性重量 (×10kN・m ²) | | 要素 番号 | せん断断面積 (m ²) | | 断面2次 モーメント (m ⁴) | |
|----------|-----------------|-----------------------------------|-------|----------|-----------------------------|-------|------------------------------------|--------|
| | | NS方向 | EW方向 | | NS方向 | EW方向 | NS方向 | EW方向 |
| 1 | 775 | 58124 | 23203 | | | | | |
| | | | | (1) | 13.88 | 9.48 | 2001.2 | 810.5 |
| 2 | 1200 | 90104 | 36000 | | | | | |
| | | | | (2) | 12.84 | 8.60 | 1946.3 | 770.1 |
| 3 | 1414 | 106186 | 42453 | | | | | |
| | | | | (3) | 30.00 | 18.95 | 4094.0 | 1758.8 |
| — | — | — | — | | | | | |

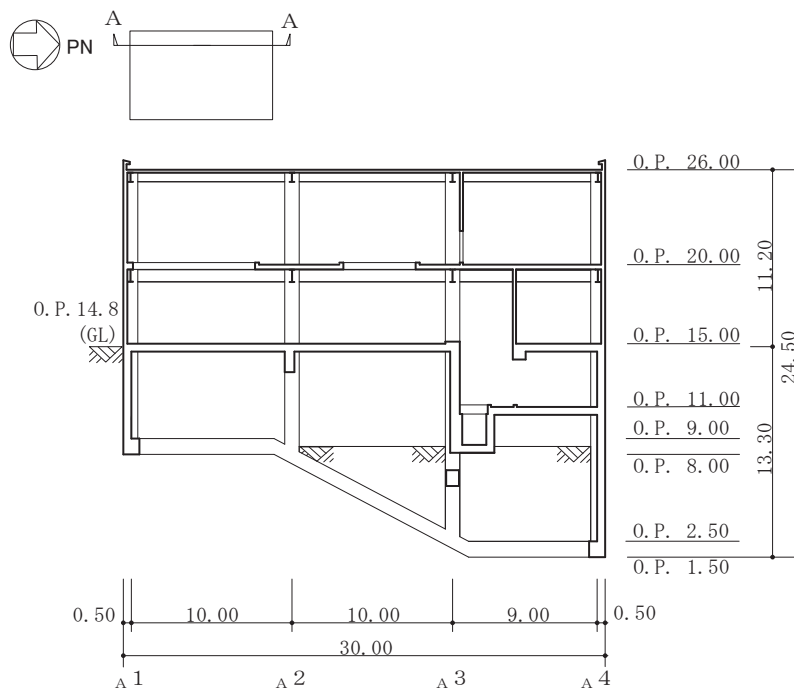
コンクリート部

ヤング係数 E 2.26×10^4 (N/mm²)
 せん断弾性係数 G 0.97×10^4 (N/mm²)
 ポアソン比 ν 0.167
 減衰定数 h 5%

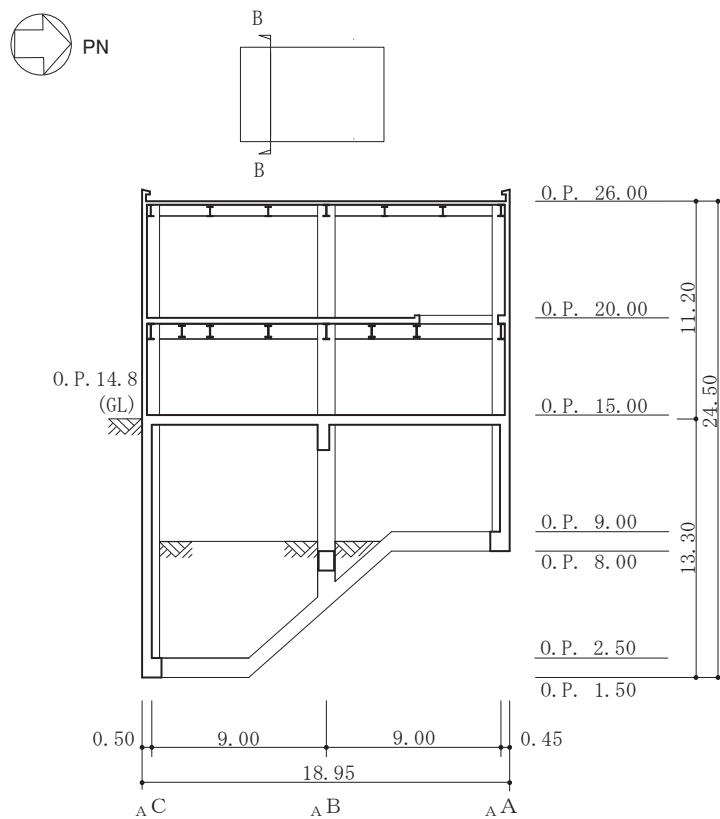
2.2 補助ボイラー建屋の基礎について

補助ボイラー建屋の基礎は、外周部の耐震壁下端の布基礎と独立柱脚部の独立基礎で構成されている。布基礎の底面深さは、北東側は 0.P.1.5m であるが、南西側は 0.P.8.0m となっており、傾斜のある複雑な形状となっている。図 2-2 に補助ボイラー建屋の概略断面図を示す。

補助ボイラー建屋の基礎形状は、剛板基礎を対象とする振動アドミッタンス理論による地盤ばねの算定は適用できないため、0.P.9.0m を固定端としたモデル化を行った。



(a) A-A (NS 方向) 断面



(b) B-B (EW 方向) 断面

図 2-2 補助ボイラー建屋の概略断面図

別紙 2 補助ボイラー建屋の地震応答解析における耐震壁のスケルトンカーブの設定

目次

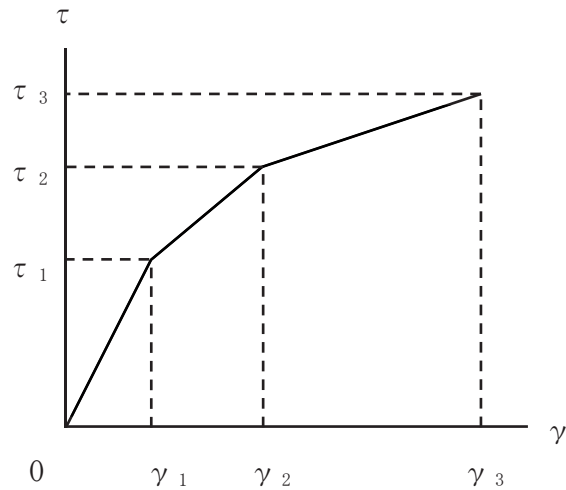
| | |
|------------------------------|---------|
| 1. 概要 | 別紙 2- 1 |
| 2. 耐震壁の非線形特性の設定について | 別紙 2- 2 |
| 2.1 第1折点の設定 | 別紙 2- 3 |
| 2.2 第2折点の設定 | 別紙 2- 3 |
| 2.3 終局点の設定 | 別紙 2- 4 |
| 3. せん断力のスケルトンカーブの設定について | 別紙 2- 5 |
| 3.1 水平方向モデル | 別紙 2- 5 |
| 3.2 使用材料の物性値 | 別紙 2- 7 |
| 3.3 RC造耐震壁のせん断力のスケルトンカーブの諸数値 | 別紙 2- 8 |
| 4. まとめ | 別紙 2-12 |

1. 概要

補助ボイラー建屋は、鉄筋コンクリート造の耐震壁を主体とした構造物である。このため、地震応答解析においては、鉄筋コンクリート造耐震壁（以下「RC造耐震壁」という。）の非線形特性を考慮している。本資料は、RC造耐震壁のせん断力のスケルトンカーブの設定について説明するものである。

2. 耐震壁の非線形特性の設定について

RC造耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ τ － γ 関係）は、「原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版）」（以下「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」という。）に基づき、トリリニア型スケルトンカーブとする。せん断応力度－せん断ひずみ関係を図2-1に示す。



τ_1 ：第1折点のせん断応力度

τ_2 ：第2折点のせん断応力度

τ_3 ：終局点のせん断応力度

γ_1 ：第1折点のせん断ひずみ

γ_2 ：第2折点のせん断ひずみ

γ_3 ：終局点のせん断ひずみ (4.0×10^{-3})

図2-1 せん断応力度－せん断ひずみ関係

2.1 第1折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断力のスケルトンカーブの第1折点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_1 = \sqrt{\sqrt{F_c} (\sqrt{F_c + \sigma_v})}$$
$$\gamma_1 = \tau_1 / G$$

ここで、

F_c : コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)

G : コンクリートのせん断弾性係数 (kgf/cm²)

σ_v : 縦軸応力度 (kgf/cm²) (圧縮を正とする。)

2.2 第2折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断力のスケルトンカーブの第2折点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_2 = 1.35 \cdot \tau_1$$

$$\gamma_2 = 3 \cdot \gamma_1$$

2.3 終局点の設定

RC 造耐震壁におけるせん断力のスケルトンカーブの終局点は、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$\tau_s \leq 4.5 \sqrt{F_c}$ の場合

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

$\tau_s > 4.5 \sqrt{F_c}$ の場合

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

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

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

ただし、 $M/QD > 1$ のとき $M/QD = 1$

$$\tau_s = \frac{(P_v + P_H) \cdot s \sigma_y}{2} + \frac{(\sigma_v + \sigma_H)}{2}$$

ここで、

F_c : コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)

P_v, P_H : 縦, 横筋比 (実数)

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

$s \sigma_y$: 鉄筋降伏応力度 (kgf/cm²)

M/QD : シアスパン比

3. せん断力のスケルトンカーブの設定について

3.1 水平方向モデル

水平方向は、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁及び柱の曲げ及びせん断剛性を評価した多質点系モデルとしている。地震応答解析モデルを図 3-1 に、解析モデルの諸元を表 3-1 に示す。

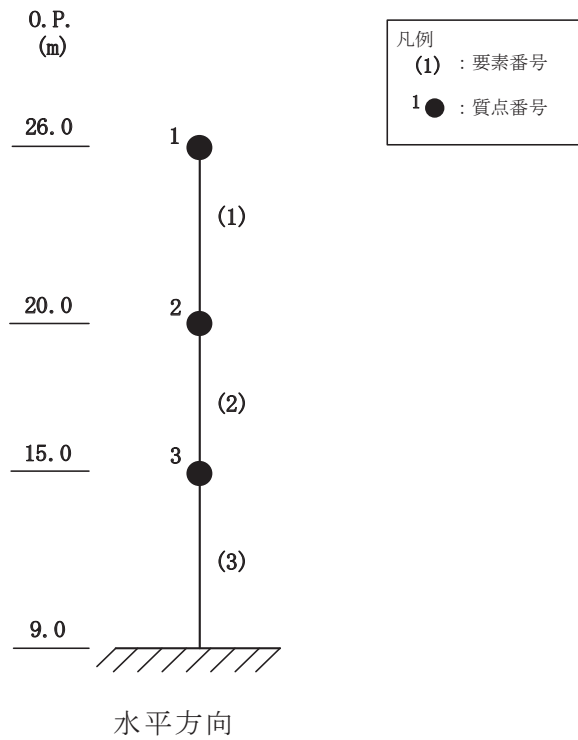


図 3-1 地震応答解析モデル

表 3-1 解析モデルの諸元

| 質点 番号 | 質点重量 ($\times 10\text{kN}$) | 回転慣性重量 ($\times 10\text{kN}\cdot\text{m}^2$) | | 要素 番号 | せん断断面 (m^2) | | 断面2次 モーメント (m^4) | |
|----------|----------------------------------|---|-------|----------|---------------------------|-------|-----------------------------------|--------|
| | | NS方向 | EW方向 | | NS方向 | EW方向 | NS方向 | EW方向 |
| 1 | 775 | 58124 | 23203 | (1) | 13.88 | 9.48 | 2001.2 | 810.5 |
| 2 | 1200 | 90104 | 36000 | | | | | |
| 3 | 1414 | 106186 | 42453 | | | | | |
| — | — | — | — | (3) | 30.00 | 18.95 | 4094.0 | 1758.8 |
| — | — | — | — | | | | | |

3.2 使用材料の物性値

地震応答解析に用いる補助ボイラー建屋の使用材料の物性値を表3-2及び表3-3に示す。

表 3-2 使用材料の物性値（コンクリート）

| 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 (%) |
|--|---------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| コンクリート： F _c = 240kgf/cm ² | 2.26 × 10 ⁴ | 0.97 × 10 ⁴ | 5 |

表 3-3 使用材料の物性値（鉄筋）

| 使用材料 | 降伏応力度 σ _y (N/mm ²) |
|--------------|--|
| 鉄筋：SD345 相当* | 345 |

注記*：建設当時の鉄筋の種類はSD35であるが、現在の規格（SD345）に読み替えた降伏応力度を示す。

3.3 RC造耐震壁のせん断力のスケルトンカーブの諸数値

(1) 第1折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの第1折点の設定根拠を表3-4に示す。

表3-4 せん断力のスケルトンカーブ ($\tau - \gamma$ 関係, 第1折点)

(a) NS方向

| 要素番号 | 通り名 | 設計基準強度 F_c (N/mm ²) | せん断弾性係数 G ($\times 10^4$ N/mm ²) | 断面積 A_s (m ²) | 縦軸応力度 σ_v^* (N/mm ²) | τ_1 (N/mm ²) | γ_1 ($\times 10^{-3}$) |
|------|----------------|--------------------------------------|--|--------------------------------|--|----------------------------------|------------------------------------|
| (1) | A ^A | 23.5 | 0.97 | 13.88 | 0.282 | 1.64 | 0.169 |
| | A ^C | | | | 0.237 | | |
| (2) | A ^A | 23.5 | 0.97 | 12.84 | 0.745 | 1.84 | 0.189 |
| | A ^C | | | | 0.672 | | |
| (3) | A ^A | 23.5 | 0.97 | 30.00 | 0.616 | 1.81 | 0.187 |
| | A ^C | | | | 0.663 | | |

注記* : 縦軸応力度 $\sigma_v =$ 当該部分が支える重量 / 断面積

(b) EW方向

| 要素番号 | 通り名 | 設計基準強度 F_c (N/mm ²) | せん断弾性係数 G ($\times 10^4$ N/mm ²) | 断面積 A_s (m ²) | 縦軸応力度 σ_v^* (N/mm ²) | τ_1 (N/mm ²) | γ_1 ($\times 10^{-3}$) |
|------|----------------|--------------------------------------|--|--------------------------------|--|----------------------------------|------------------------------------|
| (1) | A ¹ | 23.5 | 0.97 | 9.48 | 0.242 | 1.64 | 0.169 |
| | A ⁴ | | | | 0.275 | | |
| (2) | A ¹ | 23.5 | 0.97 | 8.60 | 0.696 | 1.84 | 0.189 |
| | A ⁴ | | | | 0.714 | | |
| (3) | A ¹ | 23.5 | 0.97 | 18.95 | 0.617 | 1.81 | 0.187 |
| | A ⁴ | | | | 0.663 | | |

注記* : 縦軸応力度 $\sigma_v =$ 当該部分が支える重量 / 断面積

(2) 第2折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの第2折点の設定根拠を表3-5に示す。

表3-5 せん断力のスケルトンカーブ ($\tau - \gamma$ 関係, 第2折点)

(a)NS方向

| 要素 番号 | τ_2^{*1} (N/mm ²) | γ_2^{*2} ($\times 10^{-3}$) |
|----------|---------------------------------------|---|
| (1) | 2.22 | 0.508 |
| (2) | 2.48 | 0.567 |
| (3) | 2.44 | 0.560 |

注記*1: $\tau_2 = 1.35 \cdot \tau_1$

*2: $\gamma_2 = 3 \cdot \gamma_1$

(b)EW方向

| 要素 番号 | τ_2^{*1} (N/mm ²) | γ_2^{*2} ($\times 10^{-3}$) |
|----------|---------------------------------------|---|
| (1) | 2.22 | 0.507 |
| (2) | 2.48 | 0.567 |
| (3) | 2.45 | 0.559 |

注記*1: $\tau_2 = 1.35 \cdot \tau_1$

*2: $\gamma_2 = 3 \cdot \gamma_1$

(3) 終局点

RC 造耐震壁の終局点は、「2.3 終局点の設定」に基づき、各層の終局せん断応力度を算出する。シアスパン比 M/QD を評価するための M 及び Q は、建設工認時の S_2 地震時の最大応答値を用いている。

RC 造耐震壁の各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの終局点の設定根拠を表 3-6 に示す。また、補助ボイラー建屋の O.P. 11.0m~O.P. 15.0m について、各耐震壁の配筋を示したものを図 3-2 に示す。

表 3-6 せん断力のスケルトンカーブ ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点)

(a) NS 方向

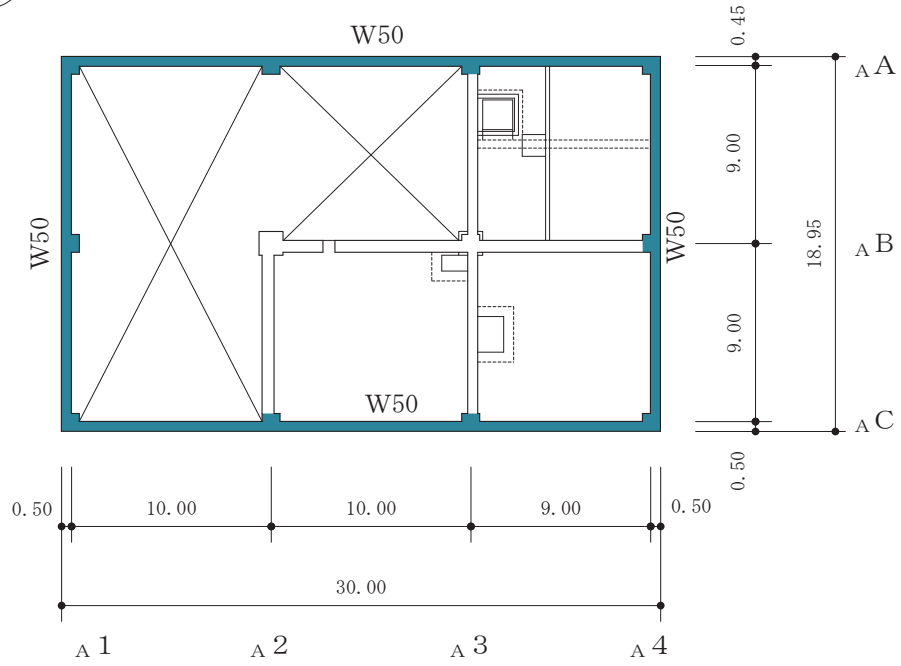
| 要素番号 | 通り名 | P_V (%) | P_H (%) | 縦軸応力度 σ_v^* (N/mm ²) | M/QD | τ_3 (N/mm ²) | γ_3 ($\times 10^{-3}$) |
|------|----------------|--------------|--------------|---|--------|----------------------------------|------------------------------------|
| (1) | A _A | 0.508 | 0.508 | 0.282 | 0.240 | 4.71 | 4.00 |
| | A _C | 0.508 | 0.508 | 0.237 | 0.240 | | |
| (2) | A _A | 0.508 | 0.508 | 0.745 | 0.285 | 4.74 | 4.00 |
| | A _C | 0.508 | 0.508 | 0.672 | 0.274 | | |
| (3) | A _A | 0.574 | 0.574 | 0.616 | 0.389 | 4.57 | 4.00 |
| | A _C | 0.574 | 0.574 | 0.663 | 0.434 | | |

注記* : 縦軸応力度 $\sigma_v =$ 当該部分が支える重量 / 断面積

(b) EW 方向

| 要素番号 | 通り名 | P_V (%) | P_H (%) | 縦軸応力度 σ_v^* (N/mm ²) | M/QD | τ_3 (N/mm ²) | γ_3 ($\times 10^{-3}$) |
|------|----------------|--------------|--------------|---|--------|----------------------------------|------------------------------------|
| (1) | A ₁ | 0.508 | 0.508 | 0.242 | 0.317 | 4.54 | 4.00 |
| | A ₄ | 0.508 | 0.508 | 0.275 | 0.317 | | |
| (2) | A ₁ | 0.796 | 0.796 | 0.696 | 0.439 | 4.92 | 4.00 |
| | A ₄ | 0.796 | 0.796 | 0.714 | 0.447 | | |
| (3) | A ₁ | 0.574 | 0.574 | 0.617 | 0.650 | 4.14 | 4.00 |
| | A ₄ | 0.574 | 0.574 | 0.663 | 0.655 | | |

注記* : 縦軸応力度 $\sigma_v =$ 当該部分が支える重量 / 断面積



地下1階伏図 (0. P. 11. 0m)

| 記号 | 壁厚 (cm) | 縦筋 | 横筋 |
|-----|---------|-----------|-----------|
| W50 | 500 | 2-D19@200 | 2-D19@200 |

図3-2 耐震壁の配筋図 (0. P. 11. 0m~0. P. 15. 0m)

4. まとめ

補助ボイラー建屋におけるせん断力のスケルトンカーブの設定について整理した。算出したせん断力のスケルトンカーブの諸数値を表 4-1 に示す。

表 4-1 補助ボイラー建屋のせん断力のスケルトンカーブ ($\tau - \gamma$ 関係)

(a) NS 方向

| 要素 番号 | 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) | 1.64 | 0.169 | 2.22 | 0.508 | 4.71 | 4.00 |
| (2) | 1.84 | 0.189 | 2.48 | 0.567 | 4.74 | 4.00 |
| (3) | 1.81 | 0.187 | 2.44 | 0.560 | 4.57 | 4.00 |

(b) EW 方向

| 要素 番号 | 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) | 1.64 | 0.169 | 2.22 | 0.507 | 4.54 | 4.00 |
| (2) | 1.84 | 0.189 | 2.48 | 0.567 | 4.92 | 4.00 |
| (3) | 1.81 | 0.187 | 2.45 | 0.559 | 4.14 | 4.00 |

別紙 3 補助ボイラー建屋の地震応答解析結果について

目次

1. 概要..... 別紙 3-1
2. 固有値解析結果..... 別紙 3-1
3. 地震応答解析結果..... 別紙 3-4

1. 概要

本資料は、補助ボイラー建屋の波及的影響評価を行っている NS 方向について、基準地震動 S_s に基づく基本ケースの地震応答解析結果を示すものである。

2. 固有値解析結果

基本ケースの地震応答解析モデルの固有値解析結果（固有周期，固有振動数及び刺激係数）を表 2-1 に示す。刺激関数図を図 2-1 に示す。

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

表 2-1 固有値解析結果 (NS 方向)

| 次数 | 固有周期 (s) | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|----|-------------|---------------|-------|----------|
| 1 | 0.084 | 11.97 | 1.318 | 建屋全体 1 次 |
| 2 | 0.037 | 26.97 | 0.246 | 建屋全体 2 次 |
| 3 | 0.029 | 35.04 | 0.243 | 建屋全体 3 次 |

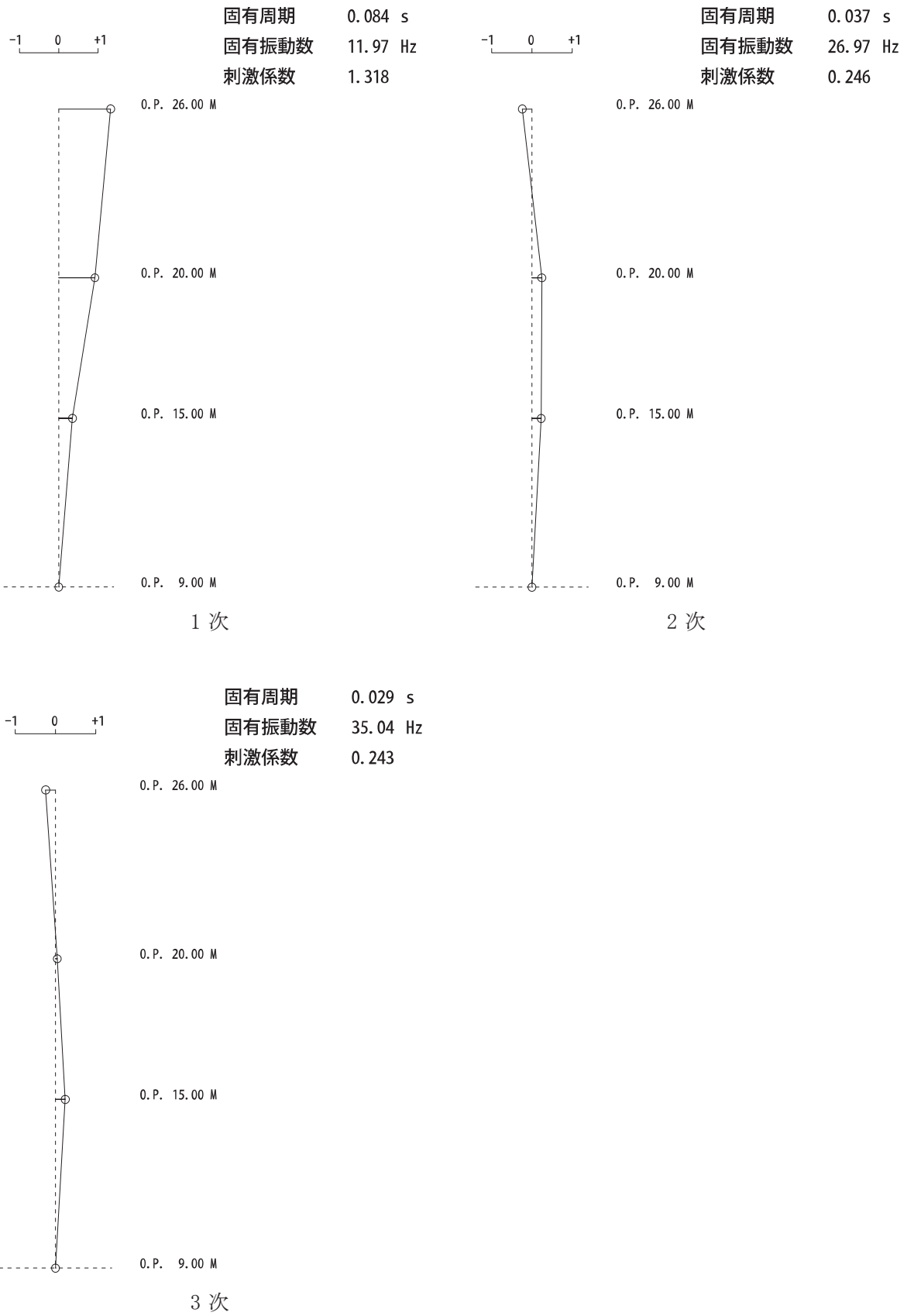


図 2-1 刺激関数図 (NS 方向)

3. 地震応答解析結果

基準地震動 S_s に基づく基本ケースの地震応答解析結果を図 3-1～図 3-4 及び表 3-1 に示す。

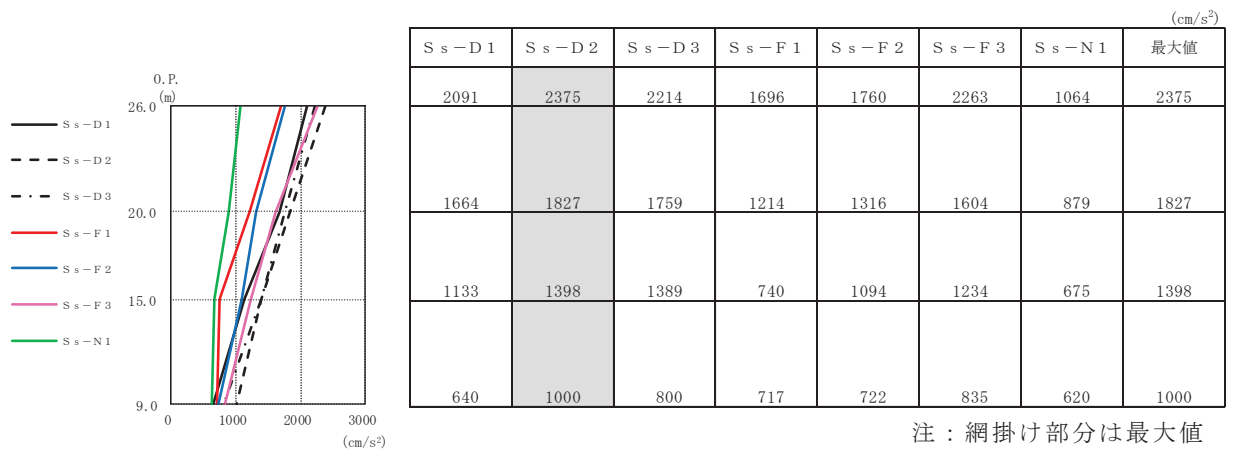


図 3-1 最大応答加速度（基準地震動 S_s，NS 方向）

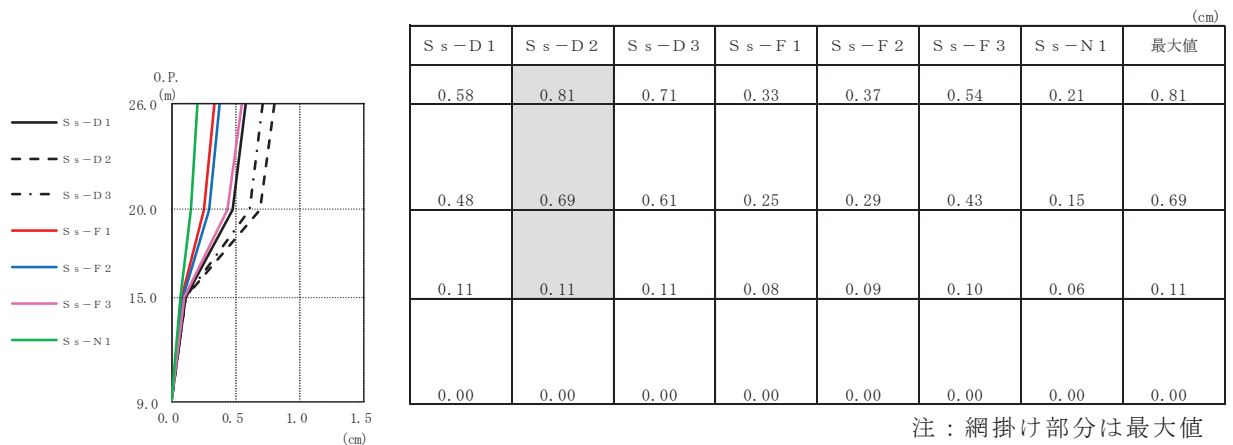


図 3-2 最大応答変位（基準地震動 S_s，NS 方向）

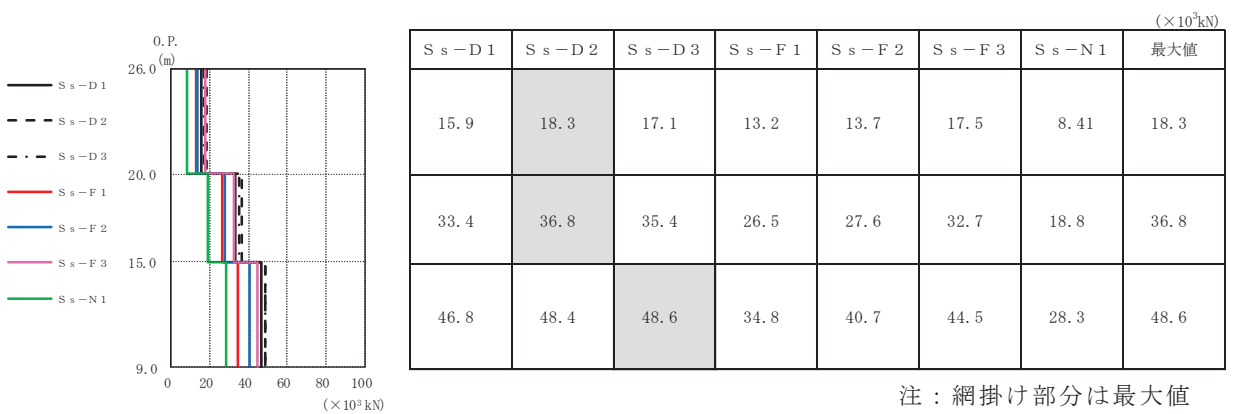


図 3-3 最大応答せん断力（基準地震動 S_s，NS 方向）

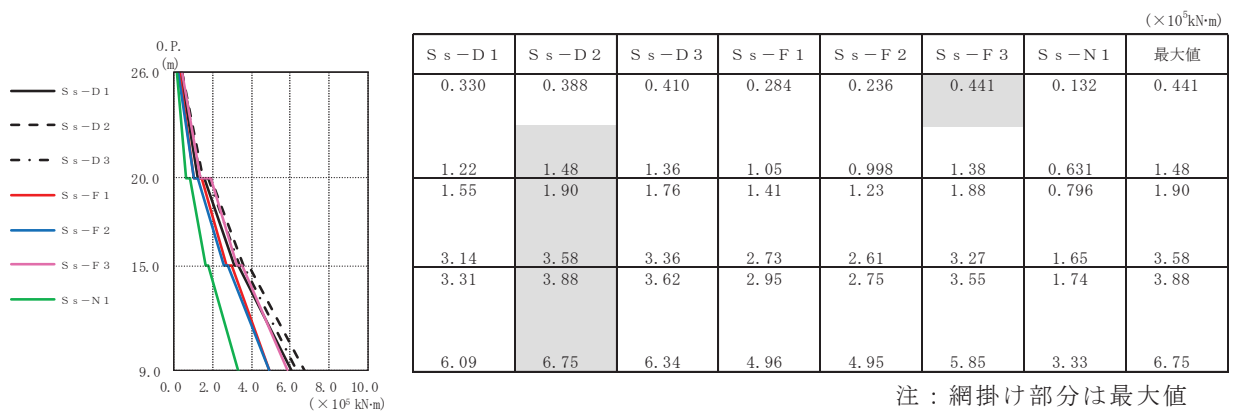
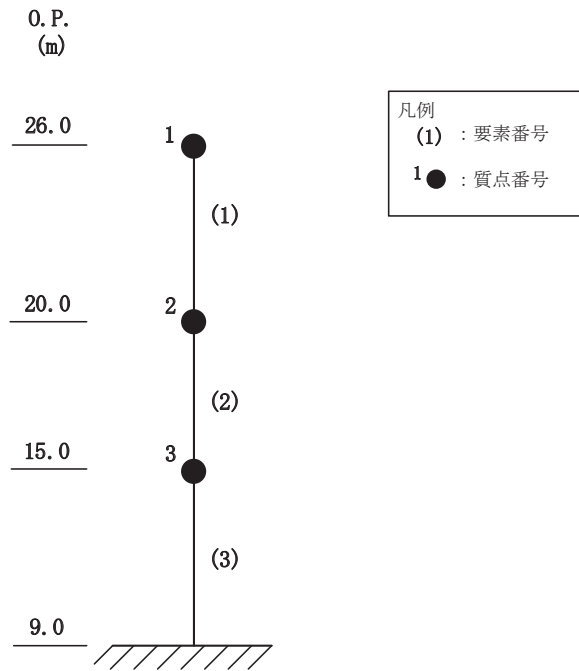


図 3-4 最大応答曲げモーメント（基準地震動 S_s，NS 方向）

表 3-1 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s, NS 方向)

| 要素 番号 | 最大応答せん断ひずみ (×10 ⁻³) | | | | | | | 最大値 |
|----------|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|
| | S _s -D 1 | S _s -D 2 | S _s -D 3 | S _s -F 1 | S _s -F 2 | S _s -F 3 | S _s -N 1 | |
| (1) | 0.118 | 0.136 | 0.127 | 0.098 | 0.101 | 0.130 | 0.062 | 0.136 |
| (2) | 0.753 | 1.158 | 0.988 | 0.324 | 0.373 | 0.670 | 0.151 | 1.158 |
| (3) | 0.161 | 0.166 | 0.167 | 0.119 | 0.140 | 0.153 | 0.097 | 0.167 |

注：網掛け部分は最大値



別紙 4 補助ボイラー建屋の地震応答解析における
材料物性の不確かさに関する検討

目次

| | |
|--------------------------------|---------|
| 1. 概要..... | 別紙 4- 1 |
| 1.1 検討概要..... | 別紙 4- 1 |
| 1.2 検討方針..... | 別紙 4- 2 |
| 2. 材料物性の不確かさの分析..... | 別紙 4- 3 |
| 2.1 建屋剛性の不確かさ..... | 別紙 4- 3 |
| 2.2 地盤物性の不確かさ..... | 別紙 4- 3 |
| 3. 材料物性の不確かさの設定..... | 別紙 4- 4 |
| 3.1 不確かさを考慮した地震応答解析..... | 別紙 4- 4 |
| 3.2 材料物性の不確かさの設定..... | 別紙 4- 5 |
| 4. 固有値解析による材料物性の不確かさの影響検討..... | 別紙 4- 6 |
| 4.1 検討概要..... | 別紙 4- 6 |
| 4.2 不確かさの影響検討..... | 別紙 4- 8 |
| 4.3 まとめ..... | 別紙 4-11 |

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

1. 概要

1.1 検討概要

本資料は、補助ボイラー建屋の NS 方向の地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討について説明するものである。

地震応答解析に用いる材料定数は材料物性の不確かさの変動幅を適切に考慮することとしているが、本資料では、地震応答解析結果に影響を及ぼす建屋剛性（コンクリート剛性）及び地盤物性（地盤のせん断波速度）の不確かさについて検討を行うとともに、その変動幅を設定し、地震応答解析結果における影響を検討する。

1.2 検討方針

建物・構築物の耐震性評価に用いる動的地震力は、各建物・構築物の地震応答解析（時刻歴応答解析法）により求められており、地盤物性、建物・構築物の剛性、地盤のばね定数及び減衰定数、地震動の位相特性などの影響を受ける。

地震応答解析モデルの建屋剛性は、設計基準強度に基づき設定しているが、今後の地震の発生により更に剛性が変動することが考えられる。

また、建物・構築物と地盤との相互作用を考慮したモデルによる地震応答解析において、地盤物性は実測した地盤のせん断波速度を用いて算出していることから、地盤のせん断波速度の不確かさが建屋応答へ影響を及ぼすことが考えられる。

以上より、建屋剛性の不確かさ要因としてはコンクリート剛性を、地盤物性の不確かさ要因としては地盤のせん断波速度を考慮することとし、それぞれの不確かさが建屋固有振動数に及ぼす影響について考察を行う。また、建屋剛性及び地盤物性の不確かさを考慮したモデルにより地震応答解析を実施し、建屋応答に及ぼす影響について確認する。

2. 材料物性の不確かさの分析

2.1 建屋剛性の不確かさ

初期剛性の多少の違いが応答結果に与える影響は小さいが、一方で、過去の中小地震も含めた記録では時間経過に伴い剛性が低下する傾向の他に、更新地震によっても剛性が低下する傾向が認められていることから、初期剛性低下の影響を保守的に反映するモデルを不確かさケースとして採用する。

具体的には、建屋の剛性低下として、基本モデルを用いた基準地震動 S_s の応答結果として得られる剛性低下を考慮する。また、不確かさモデルへの適用にあたっては、この非線形化による剛性低下を初期剛性低下とみなし、全ての耐震壁におけるスケルトン曲線の初期剛性の低下として一律に考慮することにより保守性を確保する。

建屋剛性の不確かさを考慮することにより、部材の発生応力については、剛性の不確かさを考慮することにより、不確かさを考慮しないケース（以下「基本ケース」という。）に対して変動すると考えられるが、耐力については変動しない。また、変位及びせん断ひずみについては、剛性が低下することから、基本ケースよりも大きくなると考えられる。

よって、建屋の応答評価において、建屋剛性の不確かさを考慮する。

2.2 地盤物性の不確かさ

地盤物性の不確かさについては、地盤のせん断波速度が変動することにより、地盤物性が変動する。しかし、補助ボイラー建屋については、基礎上固定とした地震応答解析モデルに基準地震動 S_s を直接入力することから、地盤の物性の不確かさによる影響は生じない。

よって、建屋の応答評価において、地盤物性の不確かさを考慮しない。

3. 材料物性の不確かさの設定

3.1 不確かさを考慮した地震応答解析

不確かさを考慮したケースの質点系モデルによる地震応答解析は，基本ケースにおける建屋応答を確認したうえで，応答への影響の大きい入力動に対して実施する（「別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について」参照）。

質点系モデルによる地震応答解析により得られた最大応答値は，基本ケース及び材料物性の不確かさを考慮したケース（以下「検討ケース」という。）で異なるため，保守的な評価として，各質点において，両検討ケースで得られた応答値のうち最大の応答値から算出される値を採用することとする。

材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を「別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。

3.2 材料物性の不確かさの設定

材料物性の不確かさを考慮した質点系モデルの応答値の算出に当たり、建屋剛性の不確かさを設定する。

建屋剛性の不確かさは、基本ケースの初期剛性に基準地震動 S_s に対する各部材の最大応答ひずみに基づく剛性の低下から算出した初期剛性補正係数（0.38 倍）を乗じて設定する。基本ケースの初期剛性を表 3-1 に示し、不確かさを考慮した初期剛性を表 3-2 に示す。

表 3-1 基本モデルの初期剛性

| 部位 | 方向 | 初期剛性 補正係数 | ヤング係数 E ($\times 10^4$ N/mm ²) | せん断弾性係数 G ($\times 10^4$ N/mm ²) |
|------|----|--------------|--|--|
| 建屋全体 | NS | 1.00 | 2.26 | 0.97 |

表 3-2 基準地震動 S_s による剛性低下を考慮した初期剛性

| 部位 | 方向 | 初期剛性 補正係数 | ヤング係数 E ($\times 10^4$ N/mm ²) | せん断弾性係数 G ($\times 10^4$ N/mm ²) |
|------|----|--------------|--|--|
| 建屋全体 | NS | 0.38 | 0.86 | 0.37 |

4. 固有値解析による材料物性の不確かさの影響検討

本章では，建屋剛性の不確かさを考慮したモデルにより固有値解析を実施し，建屋の固有振動数に及ぼす影響について確認する。

4.1 検討概要

建屋剛性の不確かさを考慮して検討ケースを定め，建屋応答への影響を確認する。

検討ケースを表4-1に，補助ボイラー建屋の地震応答解析モデルを図4-1に示す。ここで，コンクリートの剛性を設計基準強度に基づく剛性とした検討ケースを基本ケースとする。表中の網掛け部分は，基本ケースと異なる設定をしているパラメータである。

表 4-1 検討ケース一覧

| ケース名 | 建屋剛性 (初期剛性) | 地盤物性 |
|-----------------|------------------------------|--------------|
| | | 入力地震動・底面地盤ばね |
| ケース1 (基本ケース) | 設計基準強度に基づく | 直接入力・基礎固定 |
| ケース4 | 基本ケースの0.38倍 (補助ボイラー建屋の場合) | 直接入力・基礎固定 |

注：網掛け部分は，基本ケースとの差異のある条件を示す。

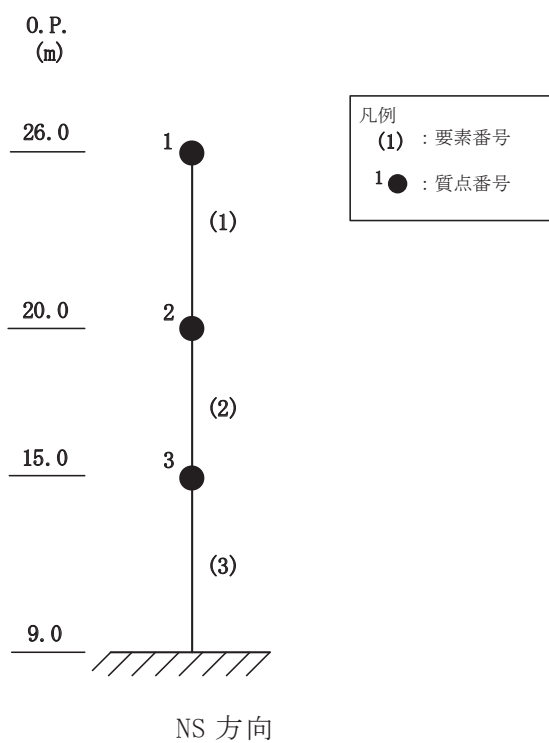


図 4-1 補助ボイラー建屋の地震応答解析モデル

4.2 不確かさの影響検討

4.2.1 建屋剛性変動による影響

(1) 影響評価方針

建屋剛性を変動させたケース（ケース 4）の固有値解析を実施し，基本ケースの結果と比較する。

(2) 固有値解析結果

建屋剛性を変動させた解析モデルの固有値解析結果を表 4-2，刺激関数図を図 4-2 に示す。

基本ケースに対する建屋剛性を変動させた解析モデルの固有振動数は，一様に低振動数側に 38%シフトした。

表 4-2 固有値解析結果の比較（単位：Hz）

NS 方向

| 次数 | NS方向 | |
|----|-------|-----------------|
| | ケース1 | ケース4 |
| 1 | 11.97 | 7.38 (0.62) |
| 2 | 26.97 | 16.62 (0.62) |
| 3 | 35.04 | 21.60 (0.62) |

注：（ ）内は基本モデルに対する比率

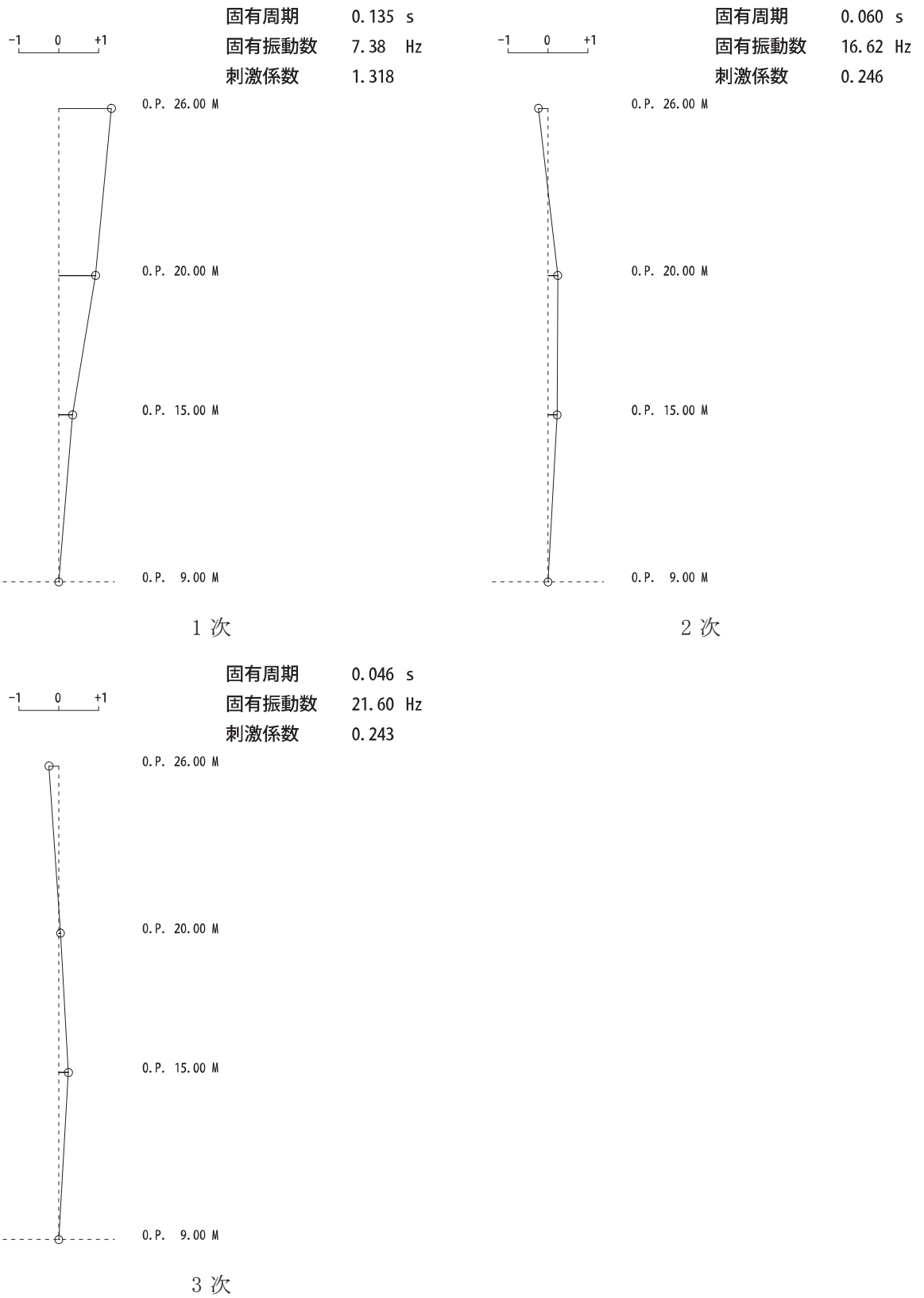


図 4-2 刺激関数図 (ケース 4) (NS 方向)

4.3 まとめ

建屋剛性の不確かさを考慮した固有値解析結果より、以下の傾向を確認した。

- ・ 建屋剛性の不確かさ

基本ケースに対する建屋剛性を変動させた解析モデルの固有振動数は、一様に低振動数側に 38%シフトした。

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の
選定について

目次

1. 概要..... 別紙 4-1-1
2. 選定方法..... 別紙 4-1-1
3. 地震動の選定..... 別紙 4-1-3
4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動..... 別紙 4-1-6

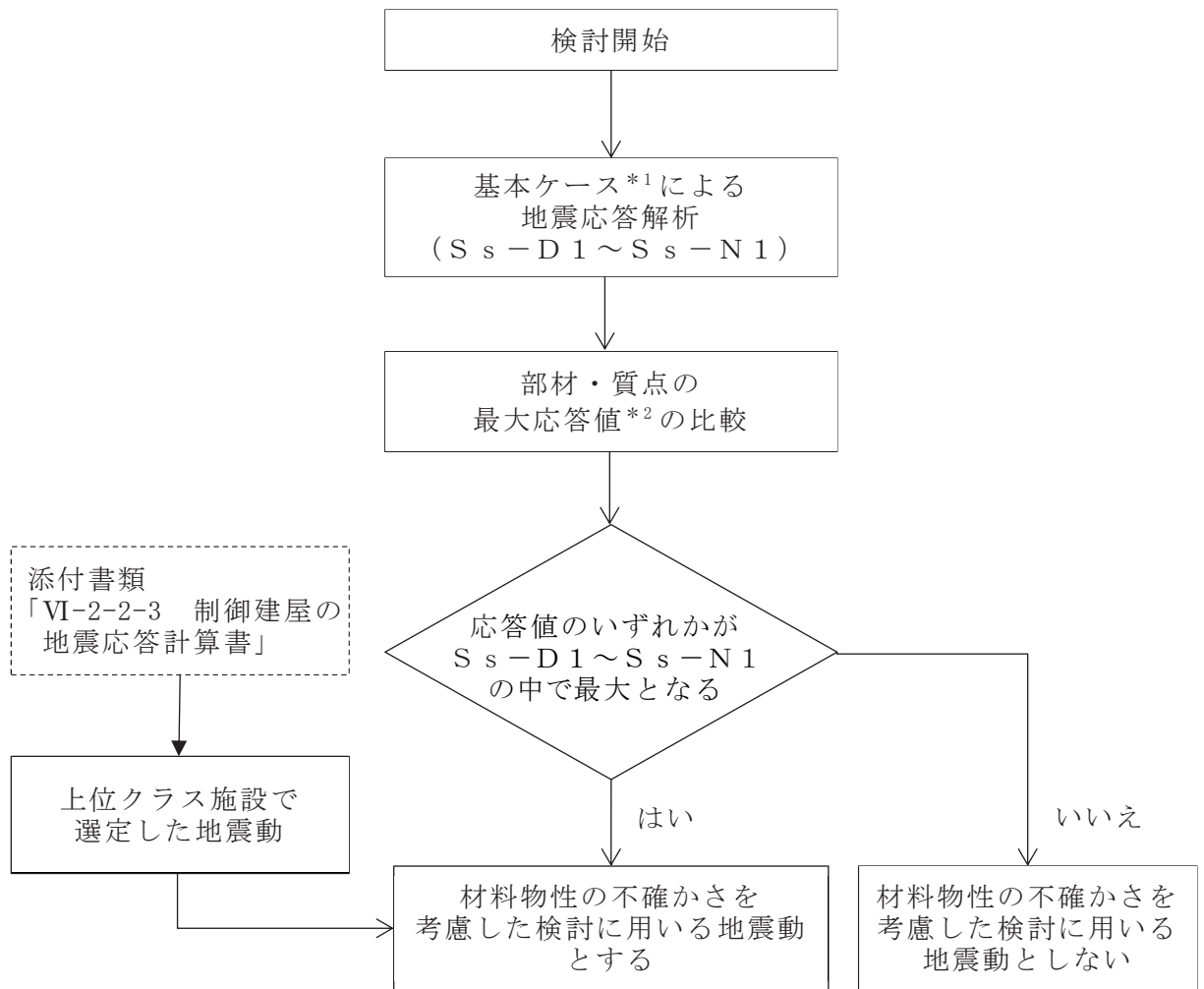
1. 概要

補助ボイラー建屋の材料物性の不確かさの考慮にあたっては、基本ケースにおける建屋応答を確認した上で、建屋応答への影響の大きい地震動に対して検討を実施する。さらに補助ボイラー建屋は波及的影響の評価対象であることから、上位クラス施設（制御建屋）で選定した地震動についても検討を実施する。本資料では、材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法及び地震動の選定結果について説明する。

2. 選定方法

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法を以下に示す。また、選定方法のフローを図 2-1 に示す。

- ① 基本ケースによる地震応答解析を行う。
- ② 地震応答解析結果より、質点及び部材の最大応答値の比較を行う。ここで用いる応答値は、基準地震動 S_s のそれぞれについて、加速度、変位、せん断力及び曲げモーメントとする。
- ③ 応答値のいずれかが基準地震動 S_s の中で最大となる地震動を、材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。
- ④ ③に加えて、上位クラス施設（制御建屋）で選定した地震動を、材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。



注記*1：コンクリート剛性：設計基準強度に基づく

*2：応答値は，加速度，変位，せん断力及び曲げモーメントとする。

図 2-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定法のフロー

3. 地震動の選定

補助ボイラー建屋における基準地震動 S_s に対する地震動の選定を以下に示す。補助ボイラー建屋の基準地震動 S_s に対する最大応答値を表 3-1～表 3-4 に示す。また、上位クラス施設（制御建屋）で選定した地震動を表 3-5 に示す。

「2. 選定方法」に基づき確認した結果、基準地震動 $S_s - D1$ 、 $S_s - D2$ 、 $S_s - D3$ 、 $S_s - F3$ 及び $S_s - N1$ は、応答値のいずれかが $S_s - D1 \sim S_s - N1$ の中で最大、又は上位クラス施設（制御建屋）で選定した地震動となることから、不確かさ検討に用いる地震動とする。

表 3-1 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s，NS 方向）

| 質点 番号 | 最大応答加速度 (cm/s ²) | | | | | | | 最大値 |
|----------|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|
| | S _s -D 1 | S _s -D 2 | S _s -D 3 | S _s -F 1 | S _s -F 2 | S _s -F 3 | S _s -N 1 | |
| 1 | 2091 | 2375 | 2214 | 1696 | 1760 | 2263 | 1064 | 2375 |
| 2 | 1664 | 1827 | 1759 | 1214 | 1316 | 1604 | 879 | 1827 |
| 3 | 1133 | 1398 | 1389 | 740 | 1094 | 1234 | 675 | 1398 |
| 4 | 640 | 1000 | 800 | 717 | 722 | 835 | 620 | 1000 |

注：網掛け部分は最大値

表 3-2 最大応答変位一覧（基準地震動 S_s，NS 方向）

| 質点 番号 | 最大応答変位 (cm) | | | | | | | 最大値 |
|----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|
| | S _s -D 1 | S _s -D 2 | S _s -D 3 | S _s -F 1 | S _s -F 2 | S _s -F 3 | S _s -N 1 | |
| 1 | 0.58 | 0.81 | 0.71 | 0.33 | 0.37 | 0.54 | 0.21 | 0.81 |
| 2 | 0.48 | 0.69 | 0.61 | 0.25 | 0.29 | 0.43 | 0.15 | 0.69 |
| 3 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.06 | 0.11 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

注：網掛け部分は最大値

表 3-3 最大応答せん断力一覧（基準地震動 S_s，NS 方向）

| 要素 番号 | 最大応答せん断力 (×10 ³ kN) | | | | | | | 最大値 |
|----------|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|
| | S _s -D 1 | S _s -D 2 | S _s -D 3 | S _s -F 1 | S _s -F 2 | S _s -F 3 | S _s -N 1 | |
| (1) | 15.9 | 18.3 | 17.1 | 13.2 | 13.7 | 17.5 | 8.41 | 18.3 |
| (2) | 33.4 | 36.8 | 35.4 | 26.5 | 27.6 | 32.7 | 18.8 | 36.8 |
| (3) | 46.8 | 48.4 | 48.6 | 34.8 | 40.7 | 44.5 | 28.3 | 48.6 |

注：網掛け部分は最大値

表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧（基準地震動 S_s，NS 方向）

| 要素 番号 | 最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kN・m) | | | | | | | 最大値 |
|----------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|
| | S _s -D 1 | S _s -D 2 | S _s -D 3 | S _s -F 1 | S _s -F 2 | S _s -F 3 | S _s -N 1 | |
| (1) | 0.330 | 0.388 | 0.410 | 0.284 | 0.236 | 0.441 | 0.132 | 0.441 |
| | 1.22 | 1.48 | 1.36 | 1.05 | 0.998 | 1.38 | 0.631 | 1.48 |
| (2) | 1.55 | 1.90 | 1.76 | 1.41 | 1.23 | 1.88 | 0.796 | 1.90 |
| | 3.14 | 3.58 | 3.36 | 2.73 | 2.61 | 3.27 | 1.65 | 3.58 |
| (3) | 3.31 | 3.88 | 3.62 | 2.95 | 2.75 | 3.55 | 1.74 | 3.88 |
| | 6.09 | 6.75 | 6.34 | 4.96 | 4.95 | 5.85 | 3.33 | 6.75 |

注 1：上段は要素の上端，下段は要素の下端のモーメントを示す。

注 2：網掛け部分は最大値

表 3-5 上位クラス施設（制御建屋）で選定した地震動

| | |
|------|--|
| 建屋名 | 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動 |
| | 基準地震動 S_s |
| 制御建屋 | $S_s - D 1$, $S_s - D 2$, $S_s - D 3$, $S_s - F 3$, $S_s - N 1$ |

4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

補助ボイラー建屋の材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定結果を表 4-1 に示す。地震動の選定にあたり、基本ケースにおける建屋応答の確認は、以下の資料に基づき実施した。

- ・添付書類「VI-2-11-2-4 補助ボイラー建屋の耐震性に関する計算書」

表 4-1 補助ボイラー建屋の材料物性の不確かさを考慮した
検討に用いる地震動

| 建屋名 | 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動 |
|----------|--|
| | 基準地震動 S_s |
| 補助ボイラー建屋 | $S_s - D 1$, $S_s - D 2$, $S_s - D 3$, $S_s - F 3$, $S_s - N 1$ |

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

目次

1. 概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 別紙 4-2-1
2. 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果・・・・・・・・ 別紙 4-2-2
 - 2.1 建屋剛性の不確かさ・・・・・・・・・・・・・・・・ 別紙 4-2-2

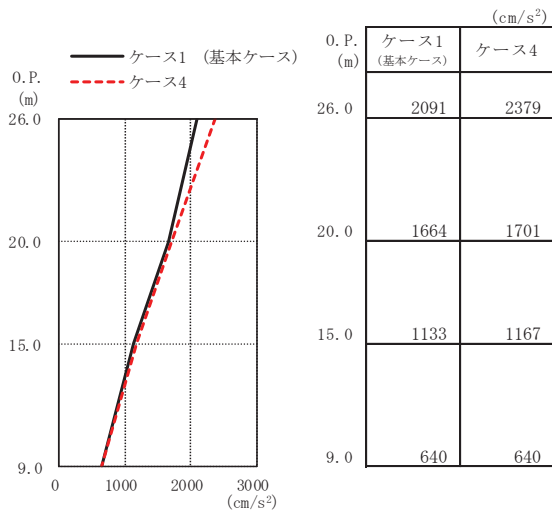
1. 概要

本資料は、補助ボイラー建屋の地震応答解析において材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を示すものである。

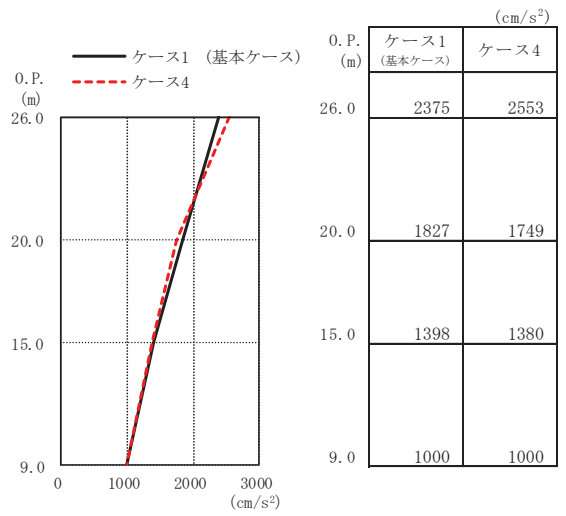
2. 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

2.1 建屋剛性の不確かさ

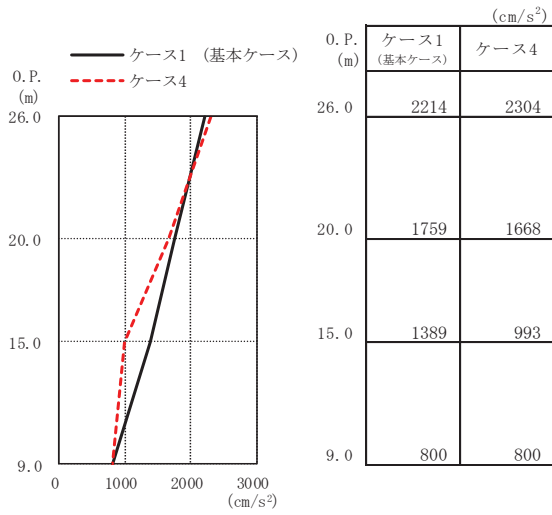
補助ボイラー建屋の建屋剛性の不確かさを考慮した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果の最大応答値の比較を図2-1～図2-9に示す。



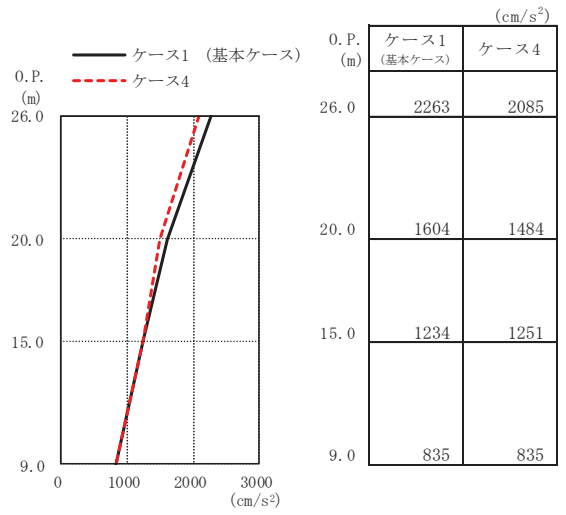
(a) S s - D 1



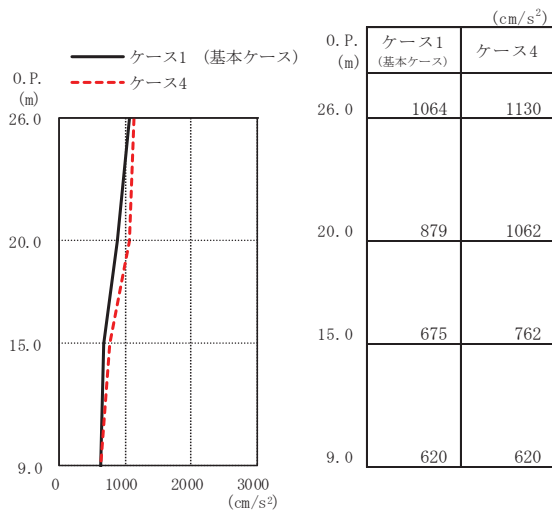
(b) S s - D 2



(c) S s - D 3

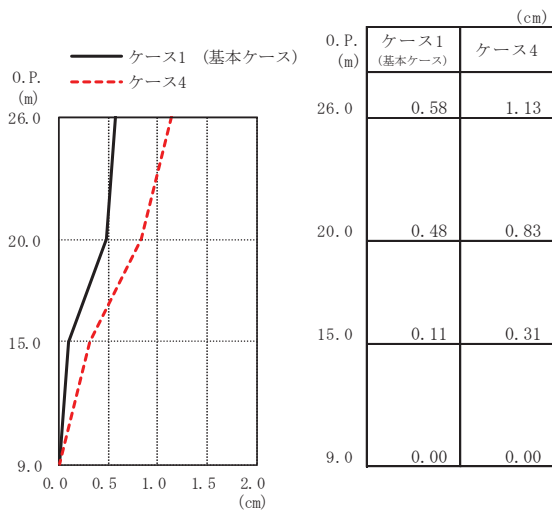


(d) S s - F 3

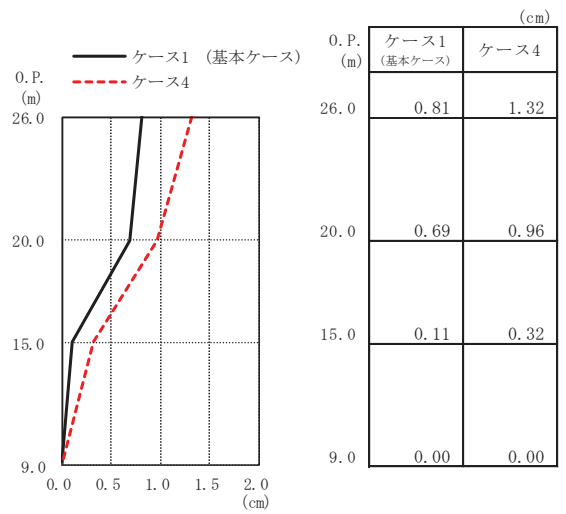


(e) S s - N 1

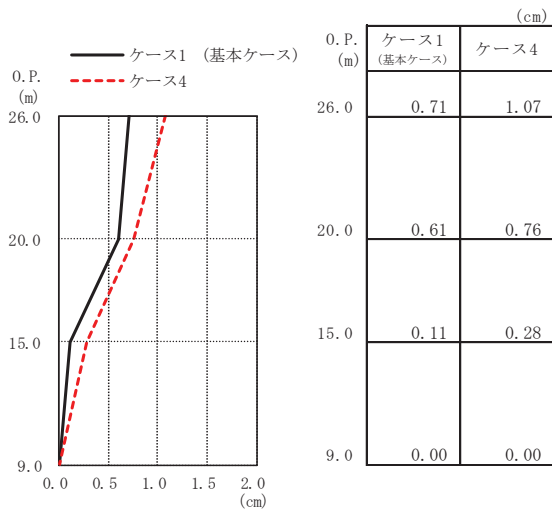
図 2-1 最大応答加速度 (基準地震動 S s, NS 方向)



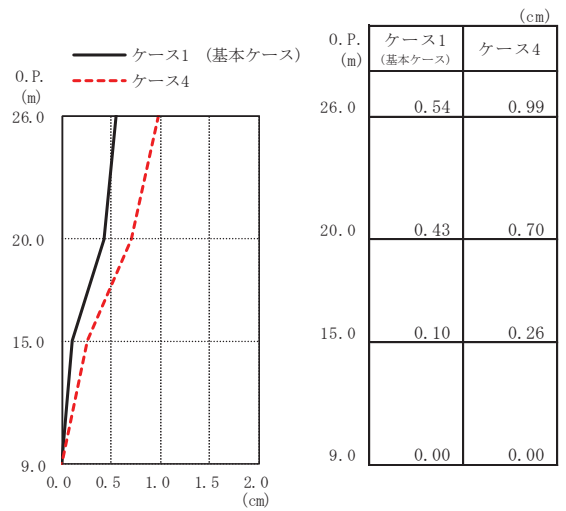
(a) S s - D 1



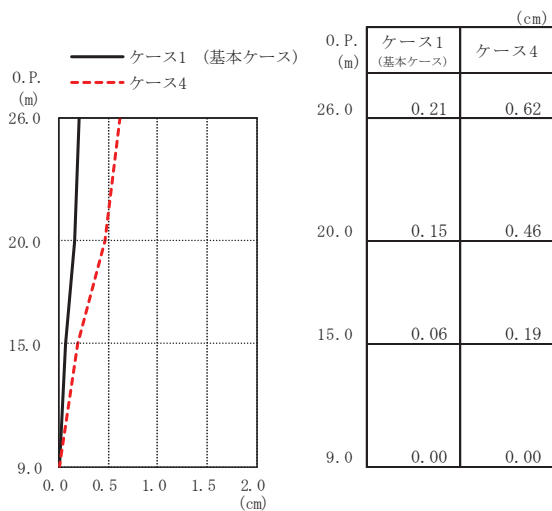
(b) S s - D 2



(c) S s - D 3

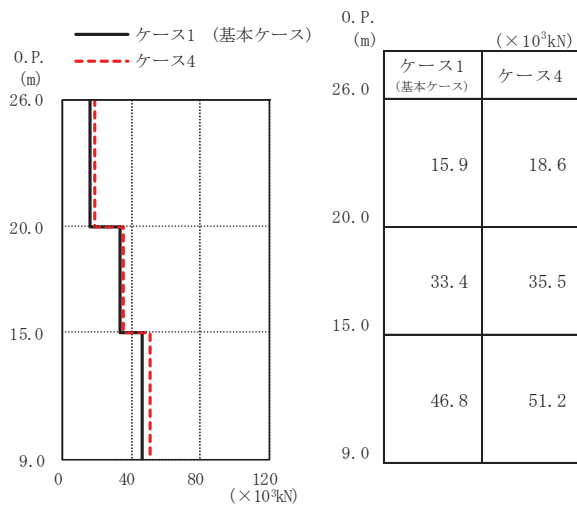


(d) S s - F 3

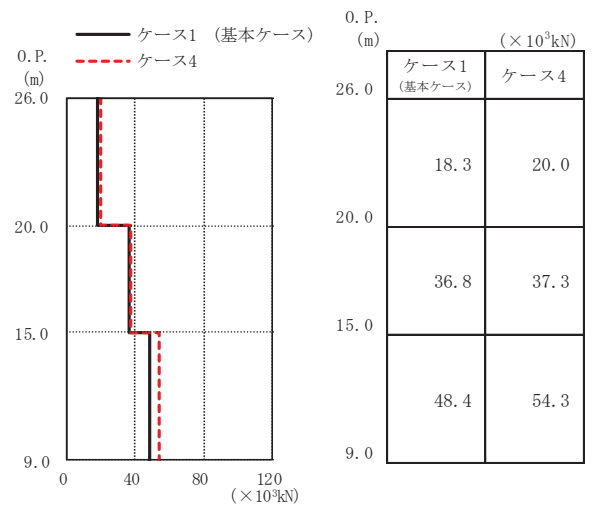


(e) S s - N 1

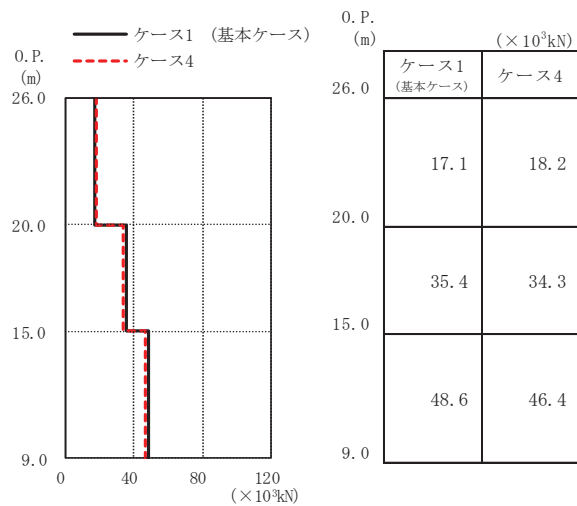
図 2-2 最大応答変位 (基準地震動 S s, NS 方向)



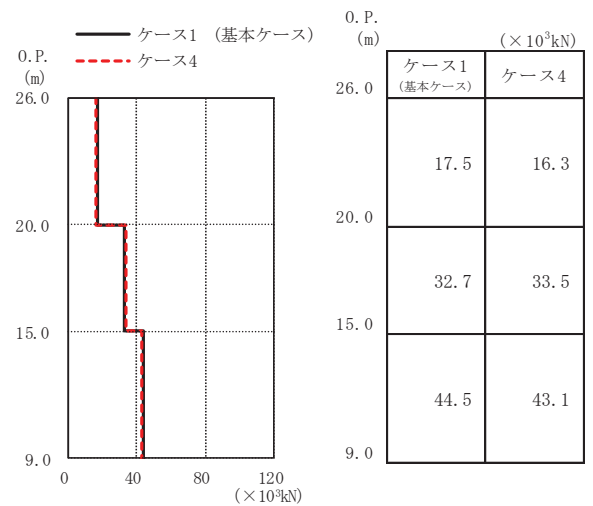
(a) S s - D 1



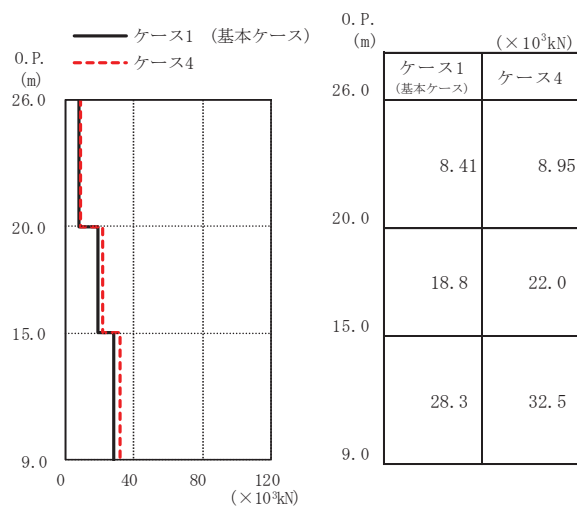
(b) S s - D 2



(c) S s - D 3

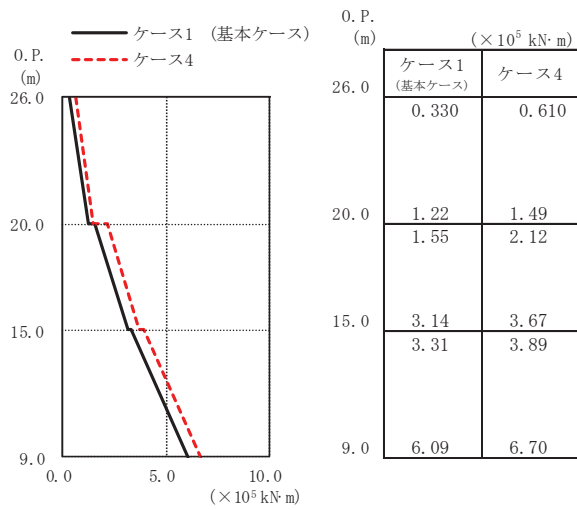


(d) S s - F 3

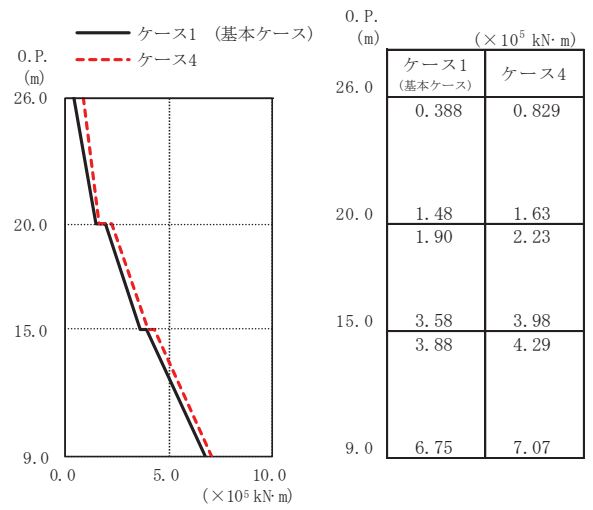


(e) S s - N 1

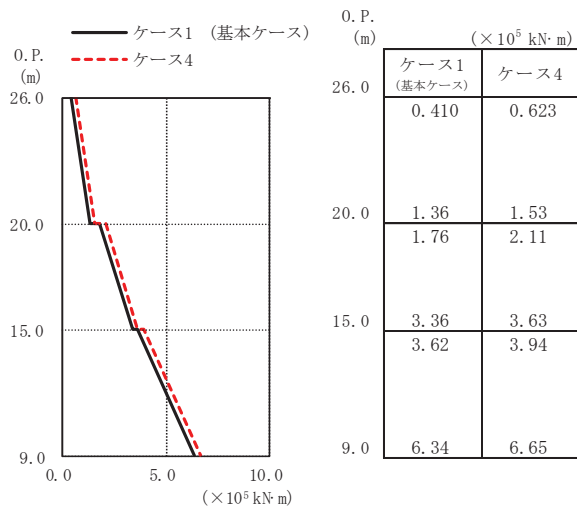
図 2-3 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向)



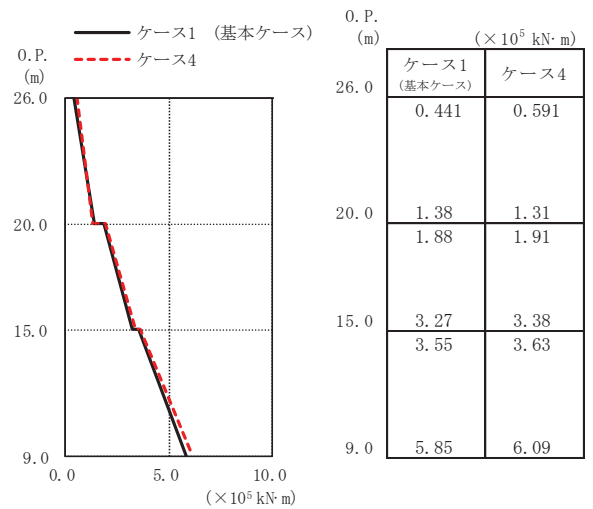
(a) S s - D 1



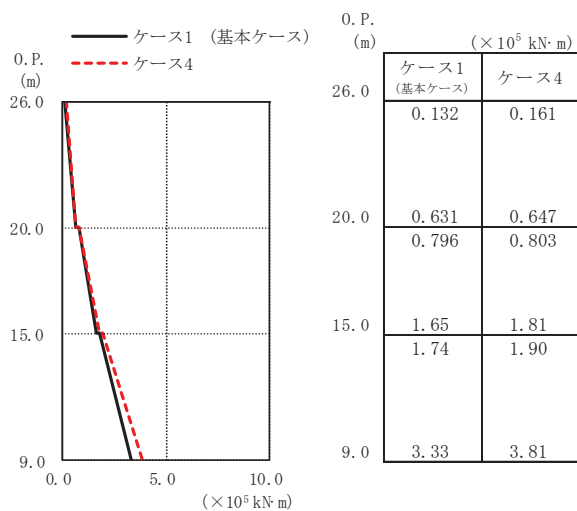
(b) S s - D 2



(c) S s - D 3

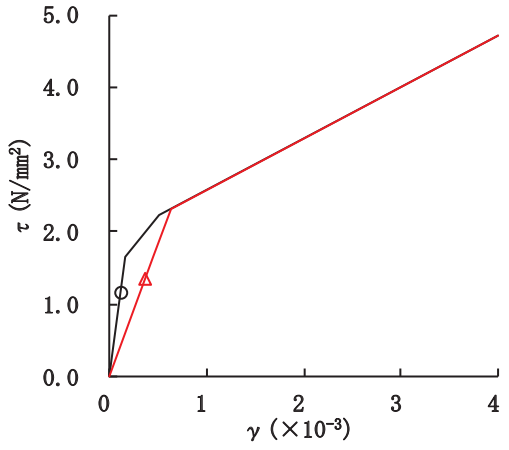
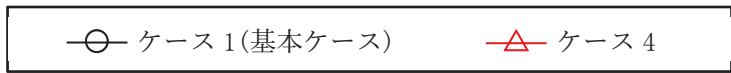


(d) S s - F 3

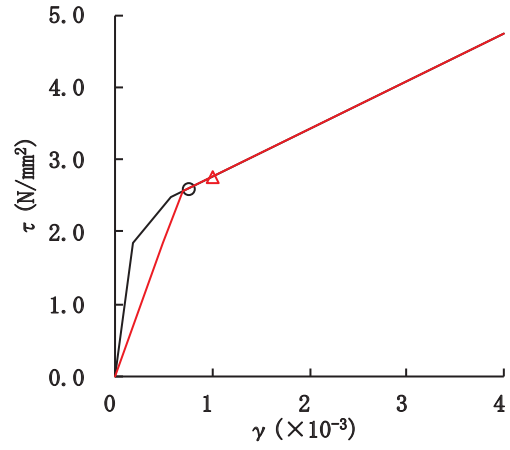


(e) S s - N 1

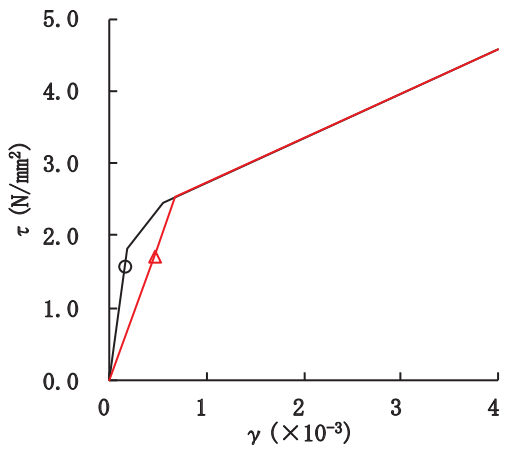
図 2-4 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向)



要素番号(1)



要素番号(2)



要素番号(3)

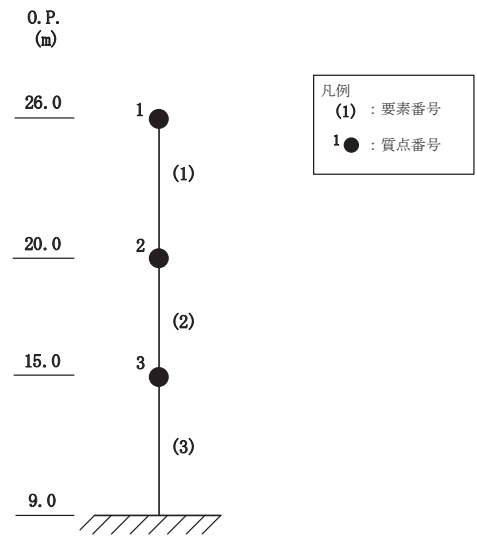
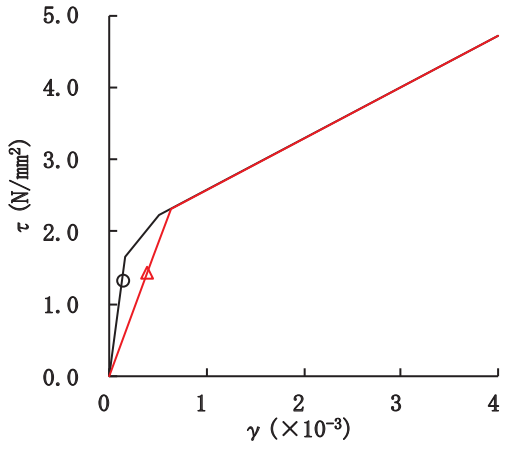
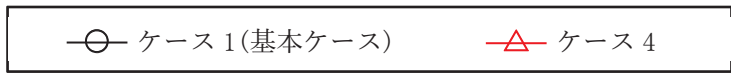
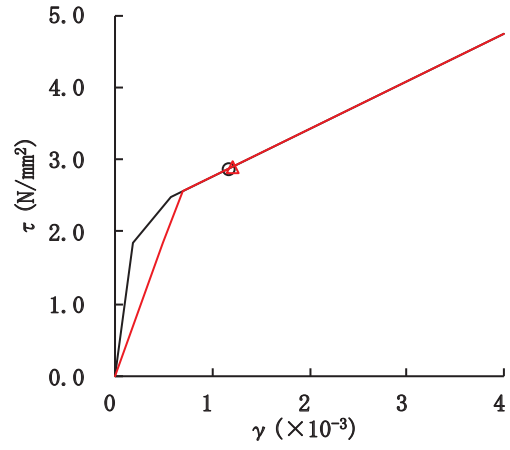


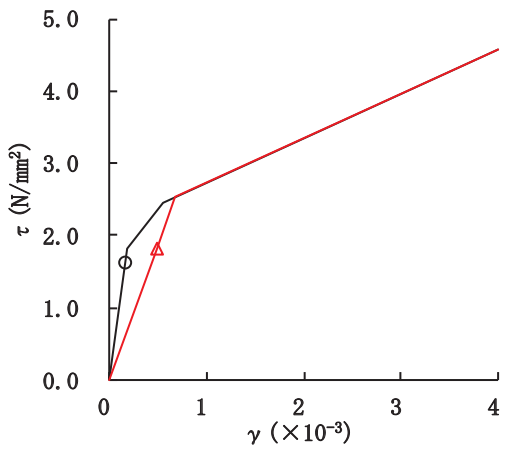
図 2-5 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 1, NS 方向)



要素番号(1)



要素番号(2)



要素番号(3)

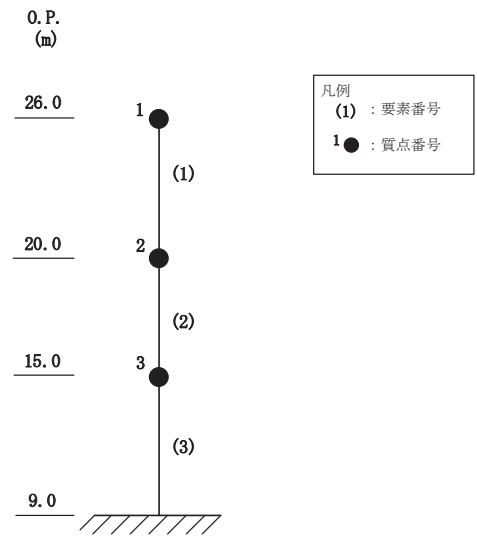
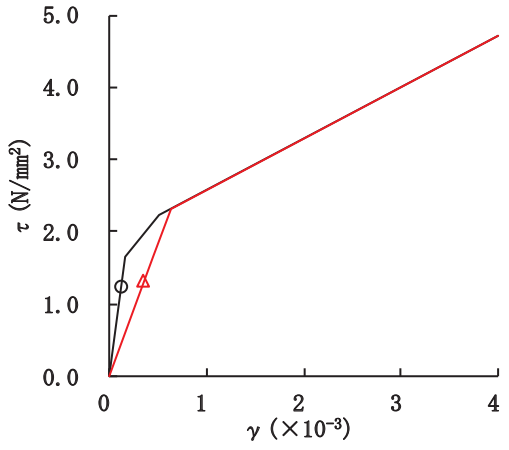
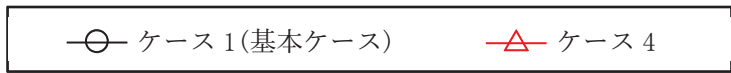
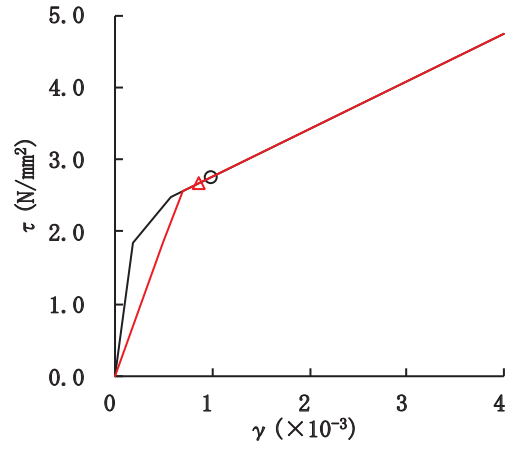


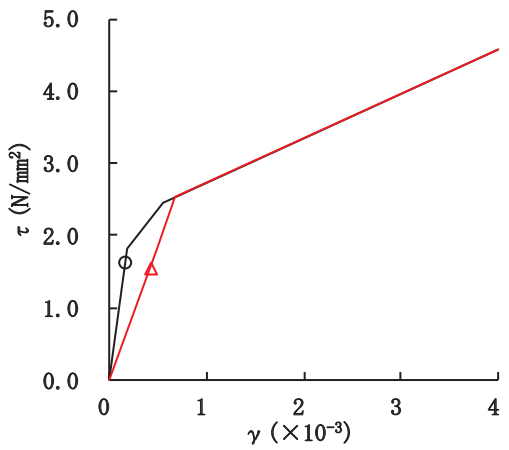
図 2-6 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S_s-D 2, NS 方向)



要素番号(1)



要素番号(2)



要素番号(3)

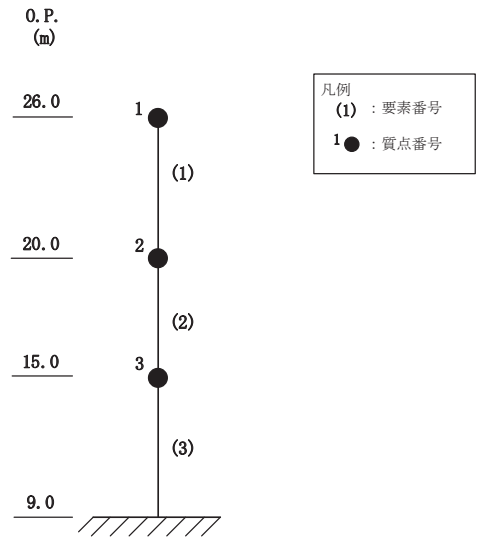
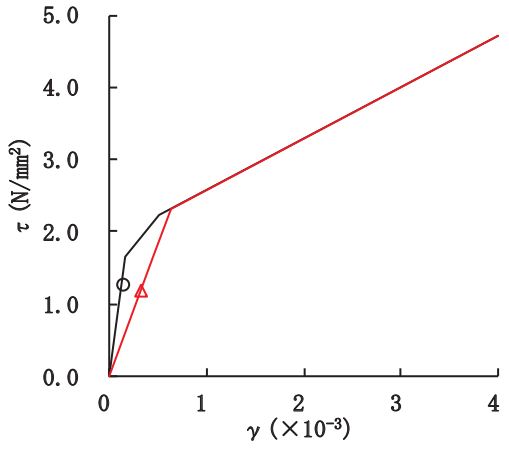
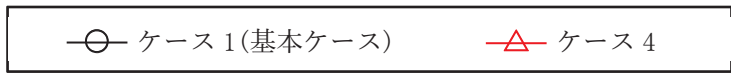
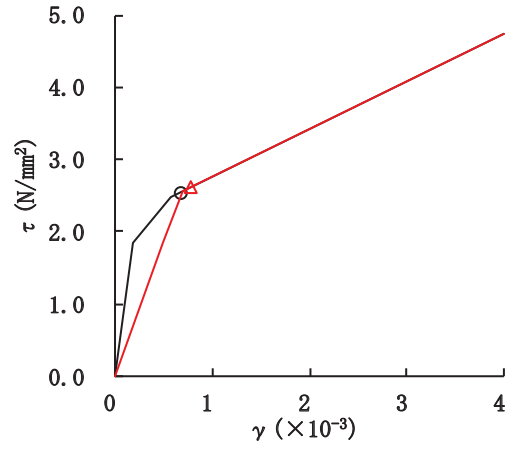


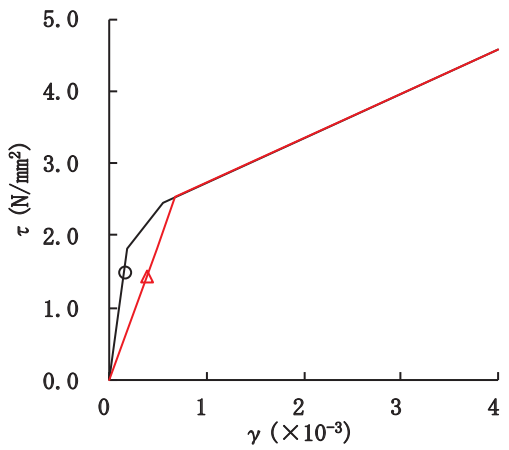
図 2-7 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 3, NS 方向)



要素番号(1)



要素番号(2)



要素番号(3)

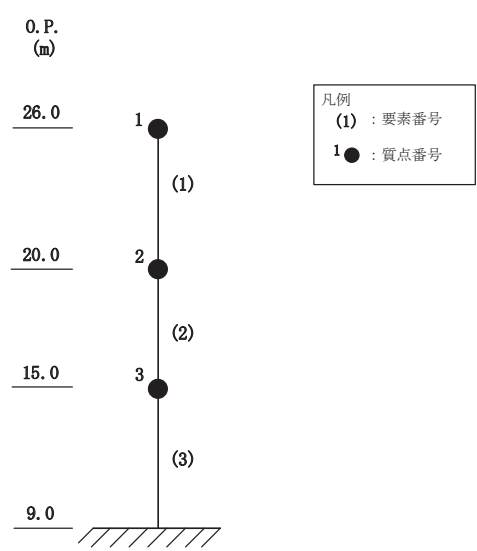
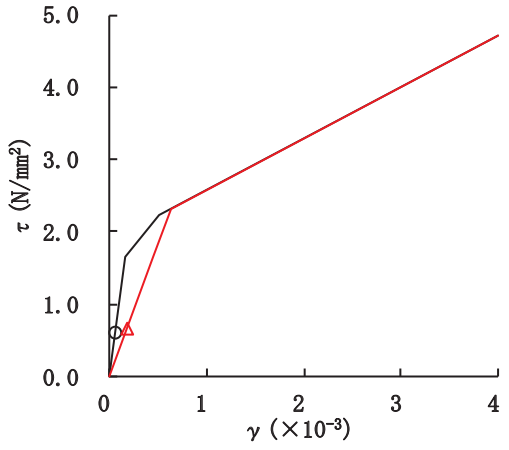
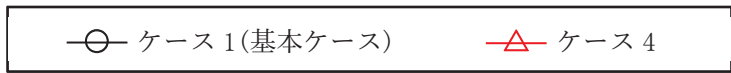
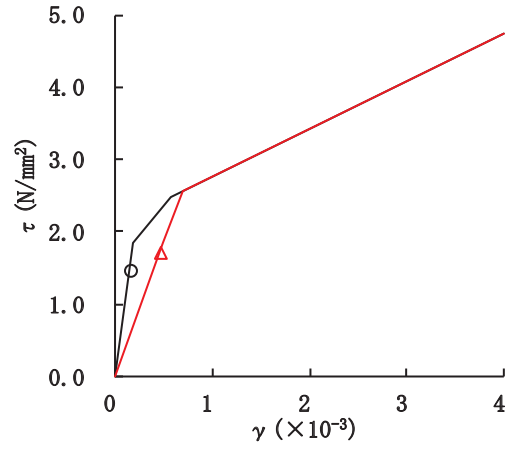


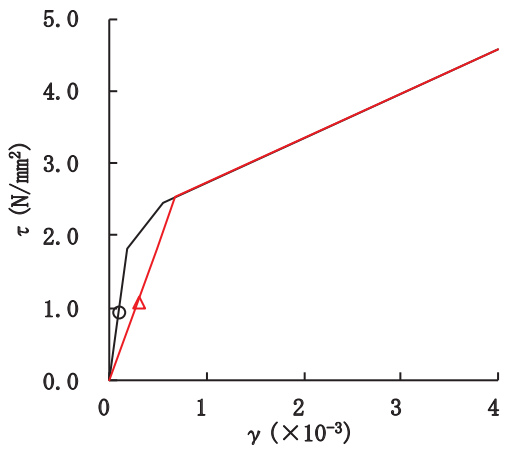
図 2-8 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S_s-F 3, NS 方向)



要素番号(1)



要素番号(2)



要素番号(3)

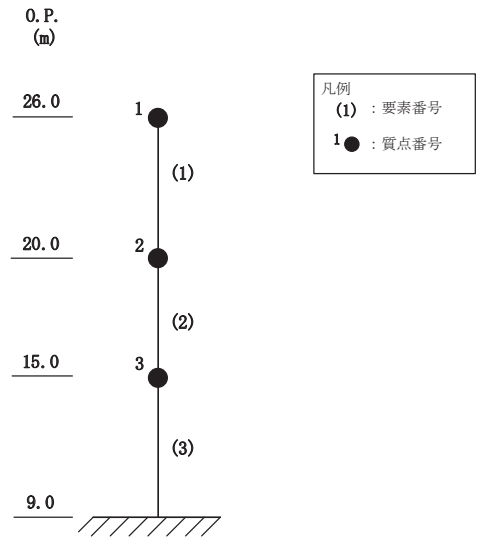


図 2-9 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - N 1, NS 方向)

別紙 5 補助ボイラー建屋の EW 方向の地震応答解析結果について

目次

1. 概要..... 別紙 5-1
2. 評価用地震波..... 別紙 5-1
3. 検討方法及び検討条件..... 別紙 5-2
4. 地震応答解析結果..... 別紙 5-5

1. 概要

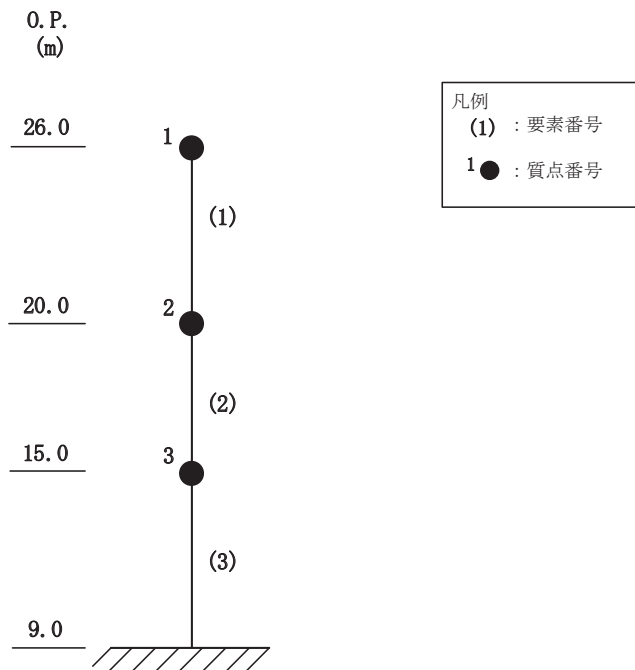
本資料は、補助ボイラー建屋のEW方向について、基準地震動 S_s に対する基本ケースの地震応答解析モデル及び結果を示すものである。なお、応答結果は、構造物全体としての変形性能を確認する観点からせん断ひずみを示し、材料物性の不確かさを考慮する。

2. 評価用地震波

補助ボイラー建屋の地震応答解析に用いる評価用地震波は、添付書類「VI-2-11-2-4 補助ボイラー建屋の耐震性についての計算書」に示すNS方向と同じ基準地震動 S_s を用いることとする。

3. 検討方法及び検討条件

補助ボイラー建屋のEW方向の地震応答解析は、添付書類「VI-2-11-2-4 補助ボイラー建屋の耐震性についての計算書」の「3. 評価方法」に示す方法で行う。EW方向の地震応答解析モデルを図3-1に、せん断力のスケルトンカーブを表3-1に、曲げモーメントのスケルトンカーブを表3-2に示す。



| 質点 番号 | 質点重量 (×10kN) | 回転慣性重量 (×10kN・m ²) | 要素 番号 | せん断断面 (m ²) | 断面2次 モーメント (m ⁴) |
|----------|-----------------|-----------------------------------|----------|----------------------------|------------------------------------|
| | | EW方向 | | EW方向 | EW方向 |
| 1 | 775 | 23203 | (1) | 9.48 | 810.5 |
| 2 | 1200 | 36000 | (2) | 8.60 | 770.1 |
| 3 | 1414 | 42453 | (3) | 18.95 | 1758.8 |
| — | — | — | | | |

図 3-1 地震応答解析モデル(ケース 1 (基本ケース), EW 方向)

表 3-1 せん断力のスケルトンカーブ ($\tau - \gamma$ 関係)

(ケース 1 (基本ケース), EW 方向)

| O. P. (m) | τ_1 (N/mm ²) | τ_2 (N/mm ²) | τ_3 (N/mm ²) | γ_1 ($\times 10^{-3}$) | γ_2 ($\times 10^{-3}$) | γ_3 ($\times 10^{-3}$) |
|--------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 26.0 ~ 20.0 | 1.64 | 2.22 | 4.54 | 0.169 | 0.507 | 4.00 |
| 20.0 ~ 15.0 | 1.84 | 2.48 | 4.92 | 0.189 | 0.567 | 4.00 |
| 15.0 ~ 9.0 | 1.81 | 2.45 | 4.14 | 0.187 | 0.559 | 4.00 |

表 3-2 曲げモーメントのスケルトンカーブ ($M - \phi$ 関係)

(ケース 1 (基本ケース), EW 方向)

| O. P. (m) | M_1 ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$) | M_2 ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$) | M_3 ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$) | ϕ_1 ($\times 10^{-5}/\text{m}$) | ϕ_2 ($\times 10^{-5}/\text{m}$) | ϕ_3 ($\times 10^{-5}/\text{m}$) |
|--------------|---|---|---|---|---|---|
| 26.0 ~ 20.0 | 0.173 | 0.214 | 0.273 | 0.948 | 9.80 | 196 |
| 20.0 ~ 15.0 | 0.199 | 0.291 | 0.374 | 1.15 | 10.2 | 204 |
| 15.0 ~ 9.0 | 0.479 | 0.660 | 0.802 | 1.21 | 10.4 | 208 |

4. 地震応答解析結果

補助ボイラー建屋のEW方向について、基準地震動 S_s に基づく地震応答解析結果を表4-1及び表4-2に示す。

なお、ケース1（基本ケース）及び材料物性の不確かさを考慮するケース4の条件等は添付書類「VI-2-11-2-4 補助ボイラー建屋の耐震性についての計算書」に同じである。

表 4-1 最大応答せん断ひずみ一覧 (EW 方向, ケース 1 (基本ケース))

| 要素 番号 | 最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$) | | | | | | | 最大値 |
|----------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| | S s - D 1 | S s - D 2 | S s - D 3 | S s - F 1 | S s - F 2 | S s - F 3 | S s - N 1 | |
| (1) | 0.14 | 0.15 | 0.14 | 0.13 | 0.13 | 0.15 | 0.10 | 0.15 |
| (2) | 1.47 | 1.88 | 1.24 | 0.65 | 0.98 | 1.45 | 0.33 | 1.88 |
| (3) | 0.19 | 0.23 | 0.20 | 0.17 | 0.19 | 0.24 | 0.15 | 0.24 |

注：網掛け部分は最大値

表 4-2 最大応答せん断ひずみ一覧 (EW 方向, ケース 4)

| 要素 番号 | 最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$) | | | | | | | 最大値 |
|----------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| | S s - D 1 | S s - D 2 | S s - D 3 | S s - F 1 | S s - F 2 | S s - F 3 | S s - N 1 | |
| (1) | 0.43 | 0.46 | 0.47 | 0.40 | 0.37 | 0.45 | 0.27 | 0.47 |
| (2) | 1.57 | 1.79 | 1.44 | 0.92 | 1.00 | 1.82 | 0.69 | 1.82 |
| (3) | 0.59 | 0.58 | 0.52 | 0.49 | 0.46 | 0.62 | 0.45 | 0.62 |

注：網掛け部分は最大値

