

3. 屋外二重管基礎の耐震安全性評価

目 次

| | |
|---------------------|-----|
| 3. 屋外二重管基礎の耐震安全性評価 | 1 |
| 3.1 評価方針 | 1 |
| 3.2 評価条件 | 2 |
| 3.2.1 適用規格 | 2 |
| 3.2.2 耐震安全性評価フロー | 4 |
| 3.2.3 評価対象断面の方向 | 5 |
| 3.2.4 評価対象断面の選定 | 6 |
| 3.2.5 評価項目 | 13 |
| 3.2.6 使用材料及び材料定数 | 17 |
| 3.2.7 評価構造物諸元 | 21 |
| 3.2.8 地下水位 | 23 |
| 3.2.9 地震応答解析手法 | 23 |
| 3.2.10 解析モデルの設定 | 25 |
| 3.2.11 減衰特性 | 44 |
| 3.2.12 荷重の組合せ | 54 |
| 3.2.13 地震応答解析の検討ケース | 56 |
| 3.3 評価内容 | 59 |
| 3.3.1 入力地震動の設定 | 59 |
| 3.3.2 許容限界の設定 | 92 |
| 3.3.3 評価方法 | 110 |
| 3.4 評価結果 | 116 |
| 3.4.1 地震応答解析結果 | 116 |
| 3.4.2 耐震評価結果 | 320 |
| 3.5 まとめ | 458 |

3.1 評価方針

屋外二重管基礎は、耐震安全上重要な機器・配管系を間接支持する機能を求められる土木構造物である。この屋外二重管基礎の耐震評価は、基準地震動 S_0 による耐震安全性評価として、構造部材の健全性評価、改良地盤の安定性、改良地盤及び基礎地盤の支持性能評価を実施する。

屋外二重管基礎の地震応答解析においては、地震時の地盤の有効応力の変化に応じた影響を考慮できる有効応力解析を実施する。

有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮して設定する。

屋外重要土木構造物への地盤変位に対する保守的な配慮として、地盤を強制的に液状化させることを仮定した影響を考慮する。その際は、原地盤よりも十分に小さい液状化強度特性（敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性）を仮定する。

屋外重要土木構造物及び機器・配管系への応答加速度に対する保守的な配慮として、地盤の非液状化の影響を考慮する。その際は、原地盤において非液状化の条件を仮定した解析を実施する。

構造部材の健全性評価を実施することにより、鋼製桁及び鋼管杭の構造強度を有することを確認する。また、改良地盤の安定性、改良地盤及び基礎地盤の支持性能評価を実施することにより、構造強度を有すること及びSクラスの設備を支持する機能を損なわないことを確認する。

構造部材の健全性評価については、構造部材の発生応力が許容限界以下であることを確認する。

改良地盤の安定性については、地盤改良体の発生応力が許容限界以下であること、又は発生せん断力に対して滑動しないことを確認する。

改良地盤及び基礎地盤の支持性能評価については、地盤改良体及び基礎地盤に生じる接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

3.2 評価条件

3.2.1 適用規格

適用する規格，基準類を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編)・同解説 ((社) 日本道路協会，平成 14 年 3 月)
- ・道路橋示方書 (V 耐震設計編)・同解説 ((社) 日本道路協会，平成 24 年 3 月)

屋外二重管基礎の耐震評価に当たっては，原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会) 及び道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編)・同解説 ((社) 日本道路協会，平成 14 年 3 月)，並びに道路橋示方書 (V 耐震設計編)・同解説 ((社) 日本道路協会，平成 24 年 3 月) を適用する。

適用する規格，基準類を表 3.2-1 に示す。

表 3.2-1 適用する規格, 基準類

| 項目 | 適用する規格, 基準類 | 備考 |
|----------------|--|---|
| 使用材料及び 材料定数 | ・道路橋示方書 (I 共通編・IV下部構造編)・ 同解説 (平成 14 年 3 月) | — |
| 荷重及び荷重の 組合せ | ・道路橋示方書 (I 共通編・IV下部構造編)・ 同解説 (平成 14 年 3 月) | ・活荷重及び衝撃以外の主荷重 + 地震の影響の組合せにつ いて, 最も不利となる条件を 考慮して検討する。 |
| 許容限界 | ・道路橋示方書 (I 共通編・IV下部構造編)・ 同解説 (平成 14 年 3 月) ・道路橋示方書 (V耐震設計編)・同解説 ((社)日本道路協会, 平成 24 年 3 月) ・J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気 協会) | ・鋼製桁及び鋼管杭の曲げ軸力 及びせん断に対する照査は, 発生応力が短期許容応力度 以下であることを確認する。 ・地盤改良体①の照査は, 発生 応力が許容限界以下である ことを局所安全係数により 確認する。また, 引張強度に 達した要素がある場合は, 発 生せん断力に対して滑動し ないことをすべり安全率に より確認する。 ・地盤改良体②の照査は, すべ り安全率が 1.5 以上であるこ とを確認する。 ・改良地盤及び基礎地盤に発生 する接地圧が極限支持力度 に基づく許容限界以下であ ることを確認する。 |
| 地震応答解析 | ・J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気 協会) ・道路橋示方書 (V耐震設計編)・同解説 ((社)日本道路協会, 平成 24 年 3 月) | ・有限要素法による 2 次元モデ ルを用いた時刻歴非線形解 析である。 |

3.2.2 耐震安全性評価フロー

図 3.2-1 に屋外二重管の地震応答計算及び屋外二重管基礎の耐震安全性評価フローを示す。

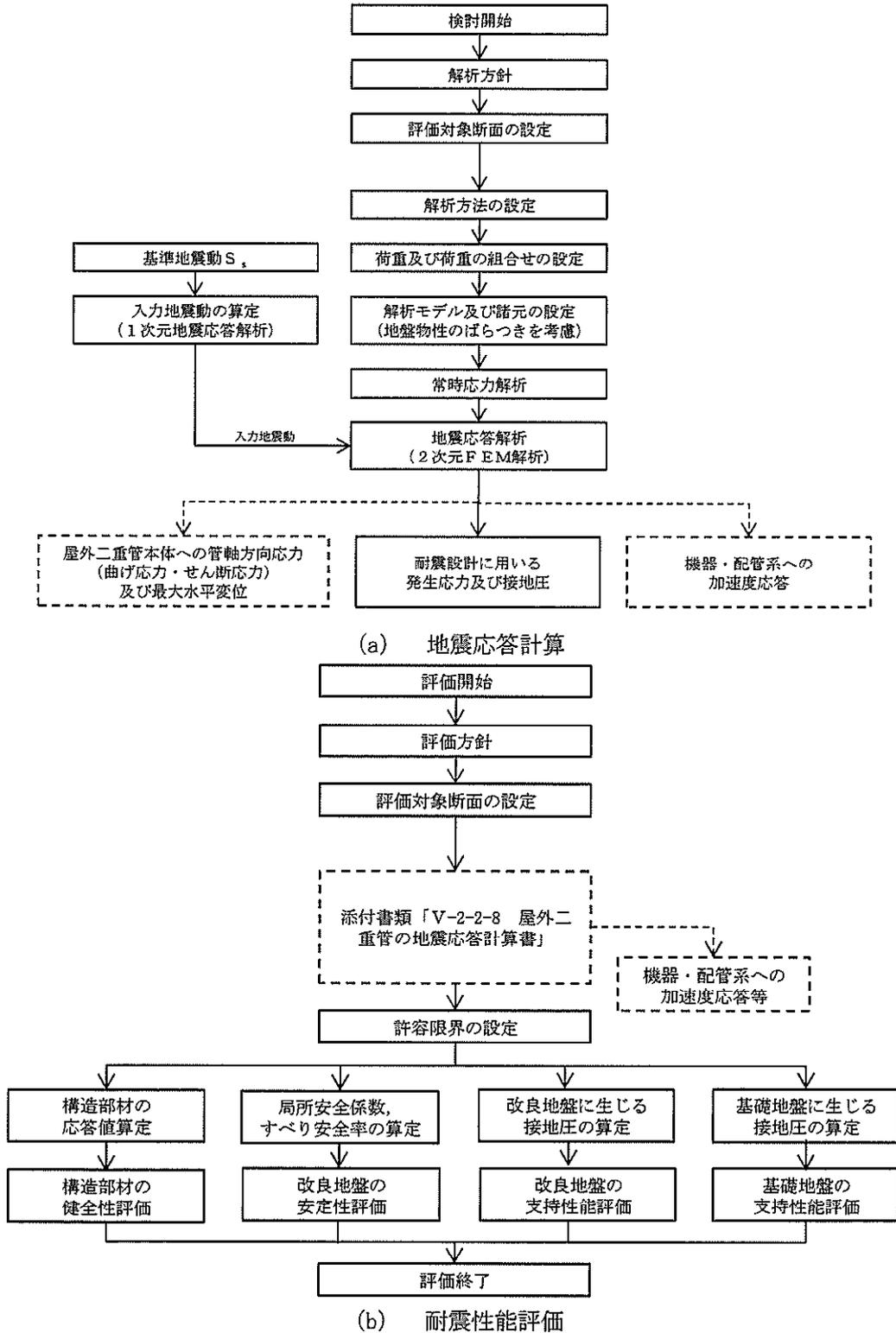


図 3.2-1 屋外二重管の地震応答計算及び屋外二重管基礎の耐震安全性評価フロー

3.2.3 評価対象断面の方向

屋外二重管の位置を図 3.2-2 に示す。

屋外二重管は、Sクラス機器である残留熱除去系海水系配管、非常用ディーゼル発電機海水系配管及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系配管の間接支持機能を有する延長約 215 m、内径 2.0 m 及び 1.8 m の 2 本の鋼管の地中構造物であり、杭基礎及び地盤改良体を介して十分な支持性能を有する基礎地盤に設置する。排気筒付近に位置する可とう管から海水ポンプ室までの区間は、水平方向の鋼製桁と鉛直方向の鋼管杭を剛結したラーメン構造である杭基礎により支持する構造とする。一方、原子炉建屋から排気筒付近に位置する可とう管までの区間は、他構造物（原子炉建屋、排気筒、主排気筒ダクト基礎など）と近接していることから、杭基礎ではなく屋外二重管直下に造成した地盤改良体により支持する構造とする。

杭基礎構造部における鋼管杭は、強軸断面方向と弱軸断面方向が明確でなく、横断方向と縦断方向で地質断面に差異があるため、直交する横断方向と縦断方向の両方向を評価対象断面の方向とする。

杭基礎構造部及び地盤改良体基礎構造部における地盤改良体は、横断方向の幅が縦断方向と比較して小さいことから横断方向が弱軸断面方向となる。したがって、横断方向断面を評価対象断面の方向とする。なお、杭基礎構造部における鋼製桁の下方に位置する既設の地盤改良体は、当該箇所を非液状化層とすることを目的としたものであり、屋外二重管本体の荷重を支持しているものではない。また、杭基礎構造部における屋外二重管本体の縦断方向に進行する表面波に対して実施する応答変位法の検討では、地盤改良体は保守的に剛性低減や強度低下を考慮しない。

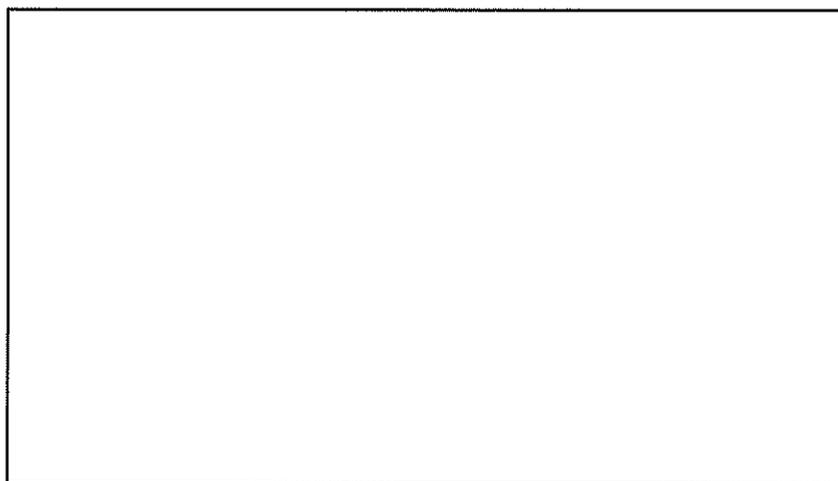


図 3.2-2 屋外二重管の位置図

3.2.4 評価対象断面の選定

屋外二重管基礎の平面図を図 3.2-3 に、断面図を図 3.2-4 に示す。

屋外二重管基礎の杭基礎構造部は、水平方向の鋼製桁と鉛直方向の鋼管杭を剛結したラーメン構造であり、鋼製桁上に設置された屋外二重管本体を、地盤改良体及び鋼管杭を介して十分な支持機能を有する基礎地盤に支持させる。地盤改良体基礎構造部は、屋外二重管本体を岩盤相当の地盤に置換した地盤改良体で支持する構造である。

評価対象断面は、「1.4.3 屋外二重管の断面選定の考え方」で記載したとおり、基礎構造物の構造的特徴や周辺の状況も考慮して、杭基礎構造部は図 3.2-5 に示す A-A 断面、B-B 断面及び C-C 断面を、地盤改良体基礎構造部は C'-C' 断面を代表として耐震評価を実施する。屋外二重管基礎の評価対象断面を図 3.2-6 に示す。

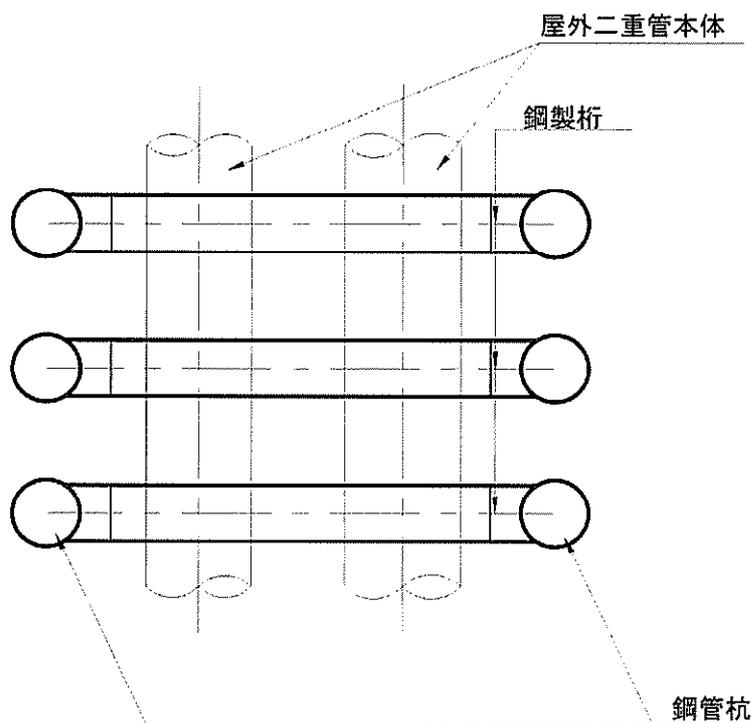


図 3.2-3 屋外二重管基礎の平面図

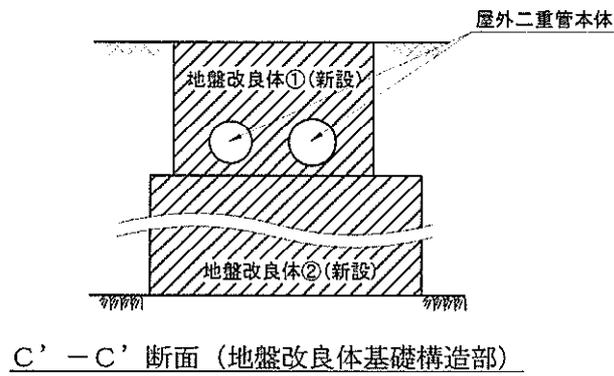
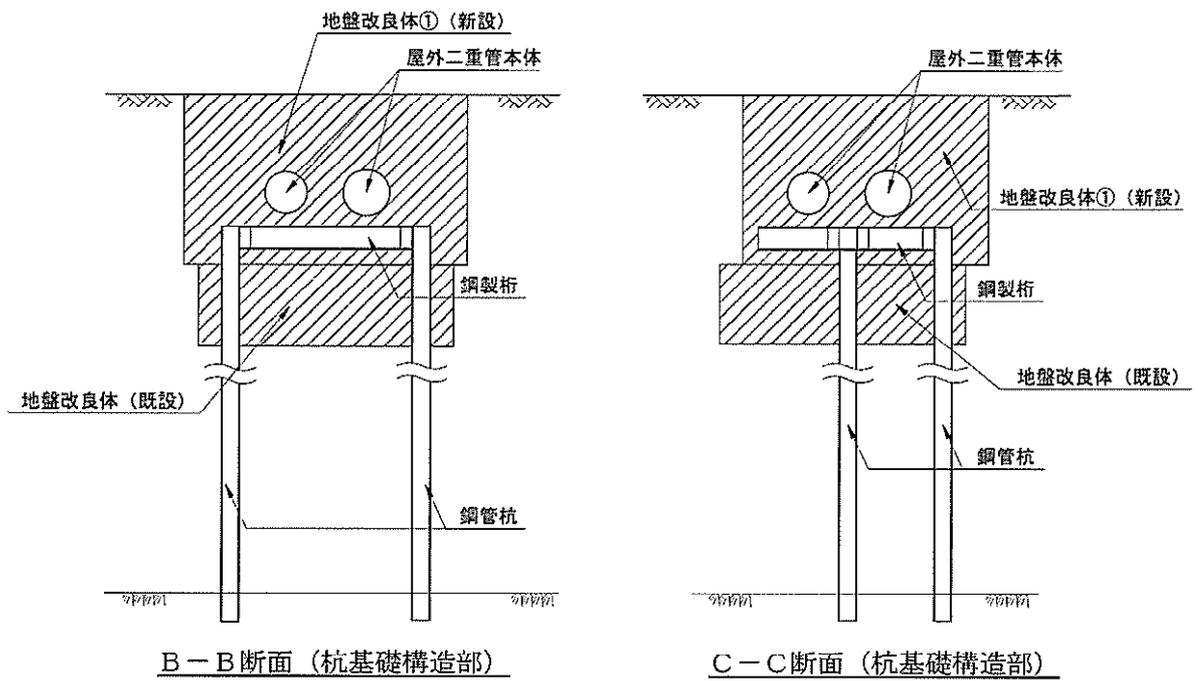


図 3.2—4 屋外二重管基礎の断面図

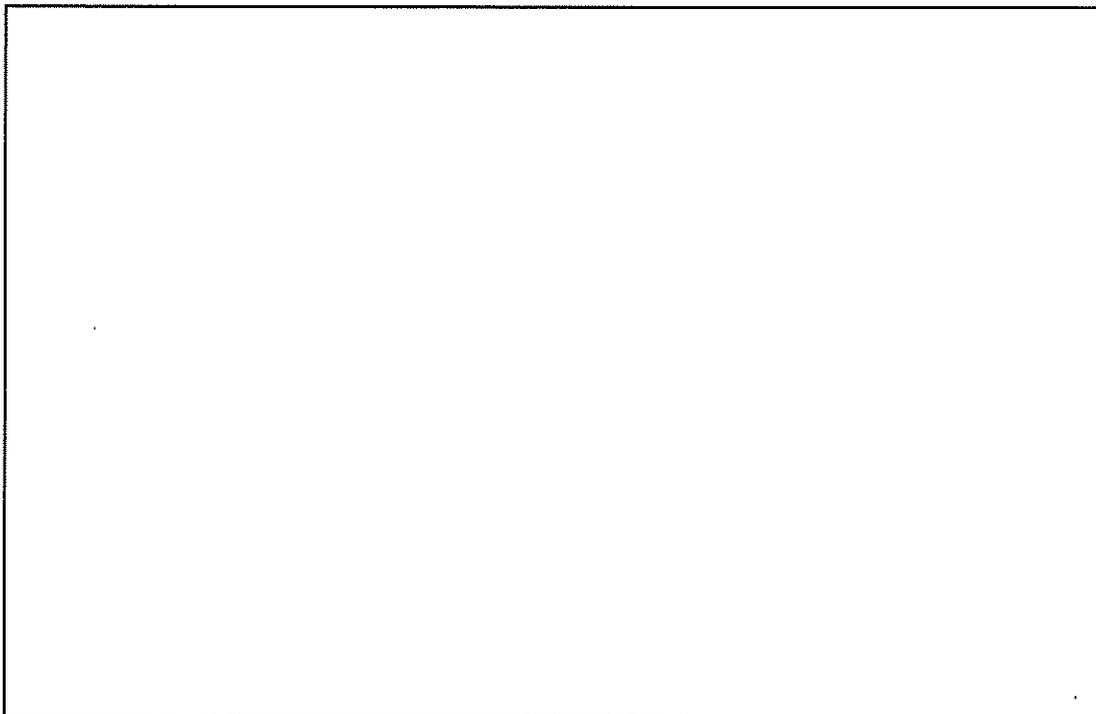


図 3.2-5 屋外二重管基礎の評価対象断面位置図

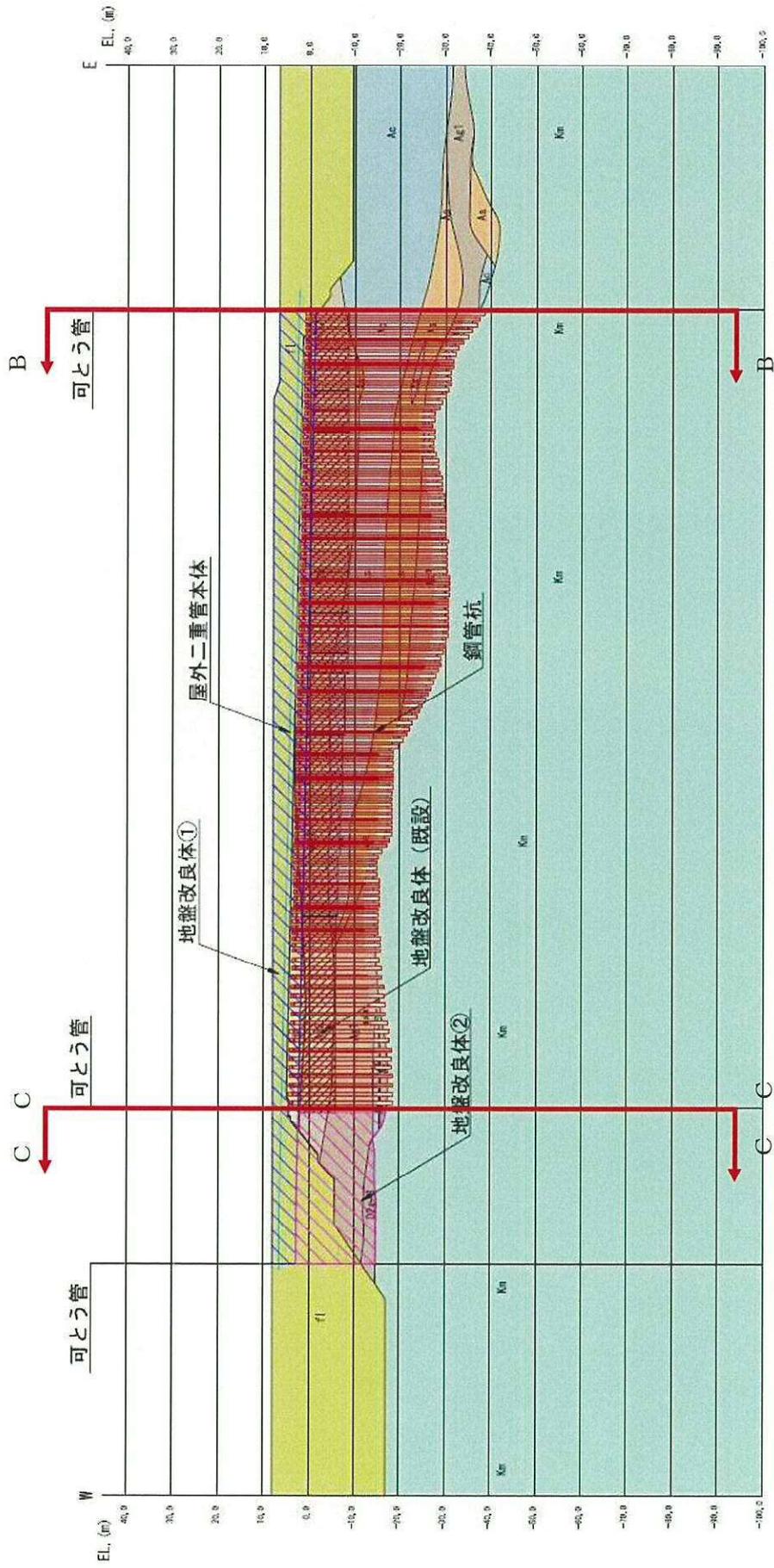


図 3.2-6 (1) 屋外二重管基礎の評価対象断面図 (A-A断面)

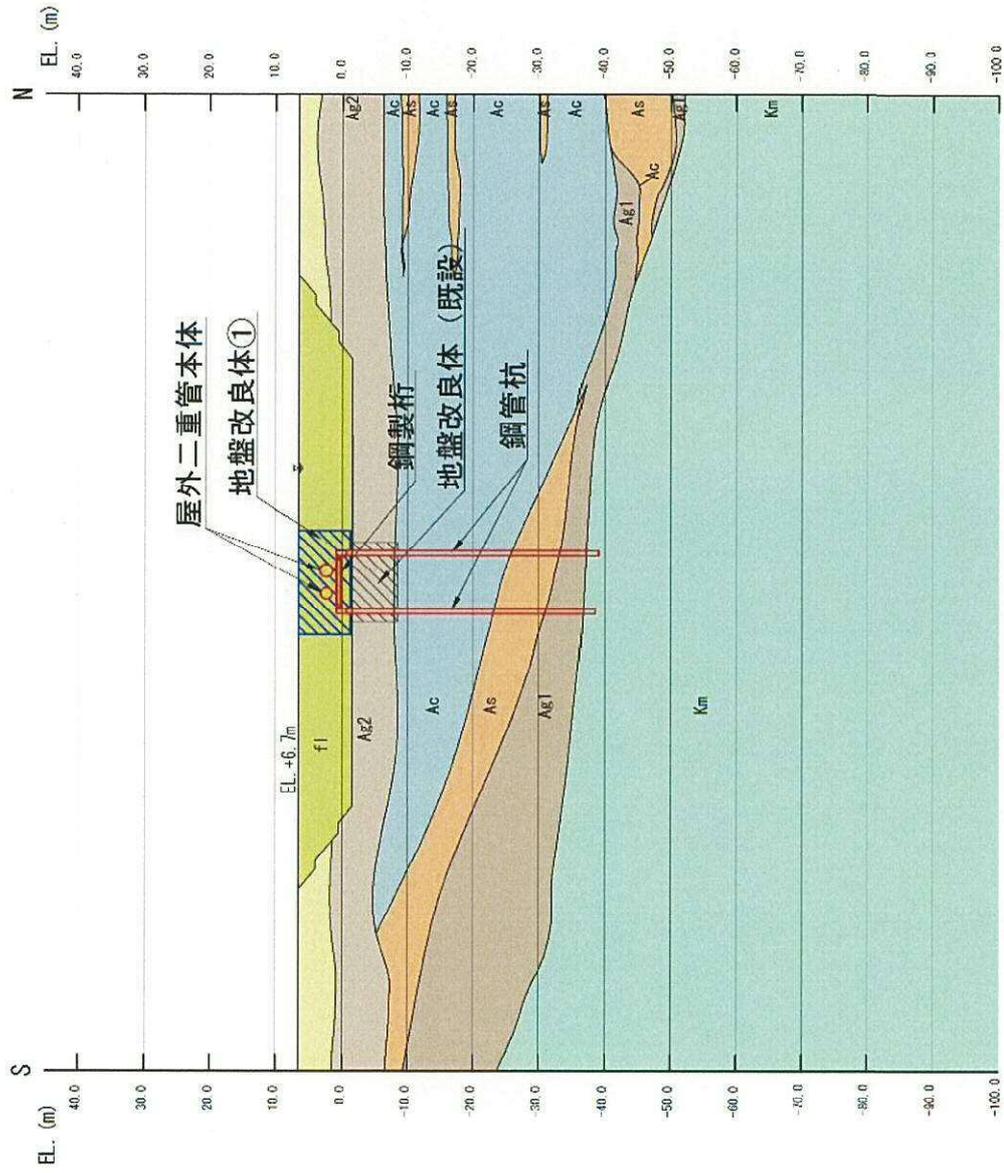


図 3.2-6 (2) 屋外二重管基礎の評価対象断面図 (B-B断面)

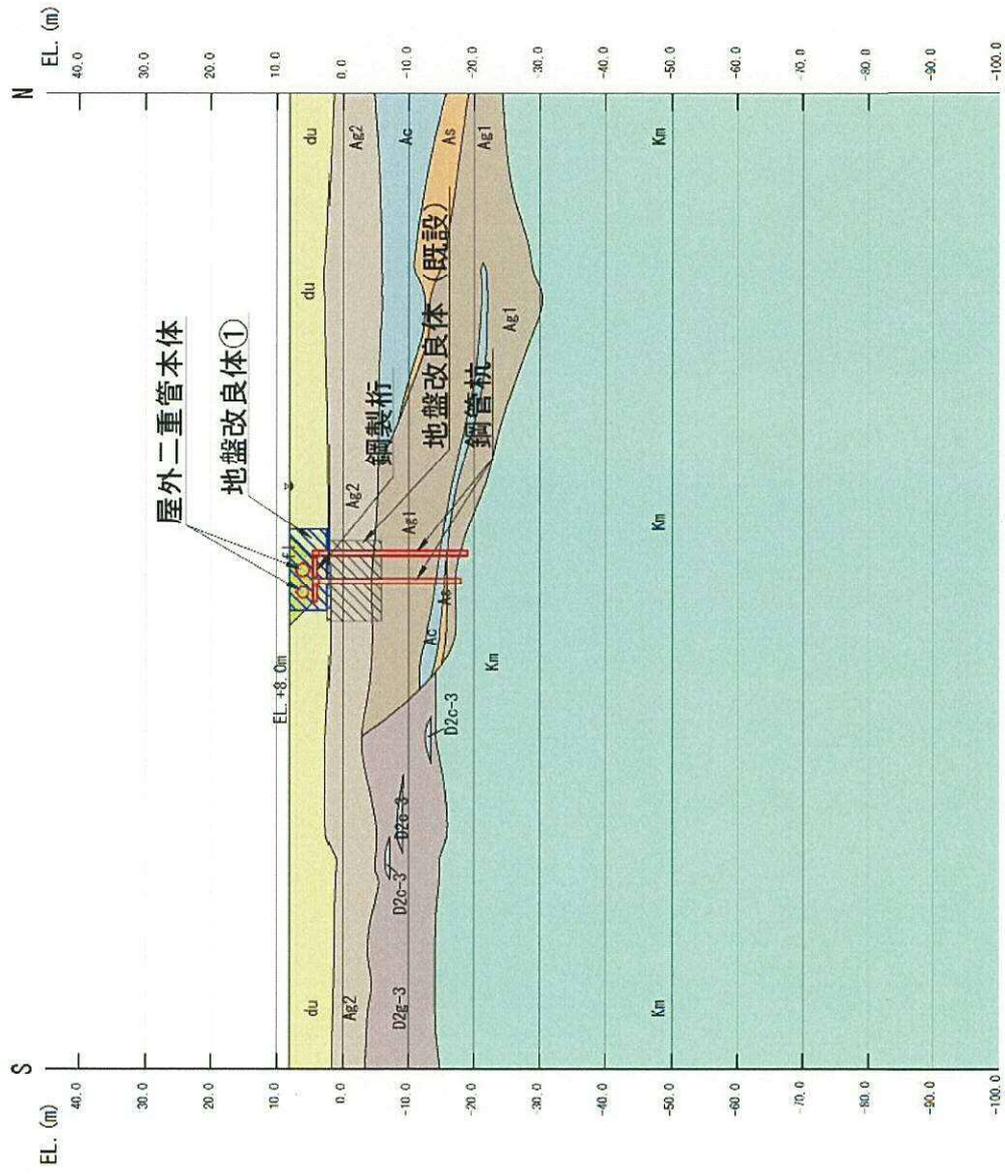


図 3.2-6 (3) 屋外二重管基礎の評価対象断面図 (C-C断面・杭基礎構造部)

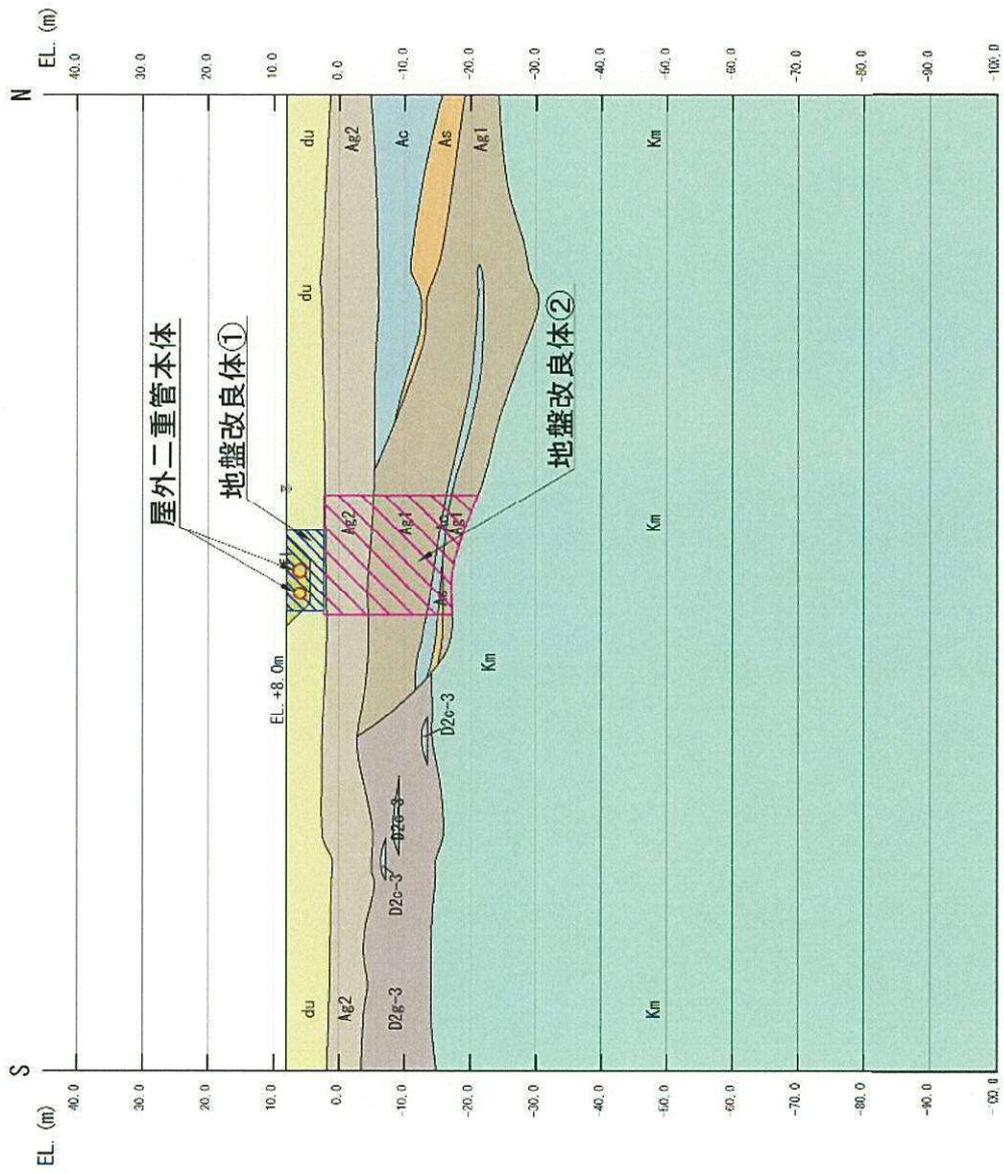


図 3.2-6 (4) 屋外二重管基礎の評価対象断面図 (C' - C' 断面・地盤改良体基礎構造部)

3.2.5 評価項目

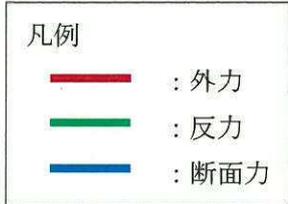
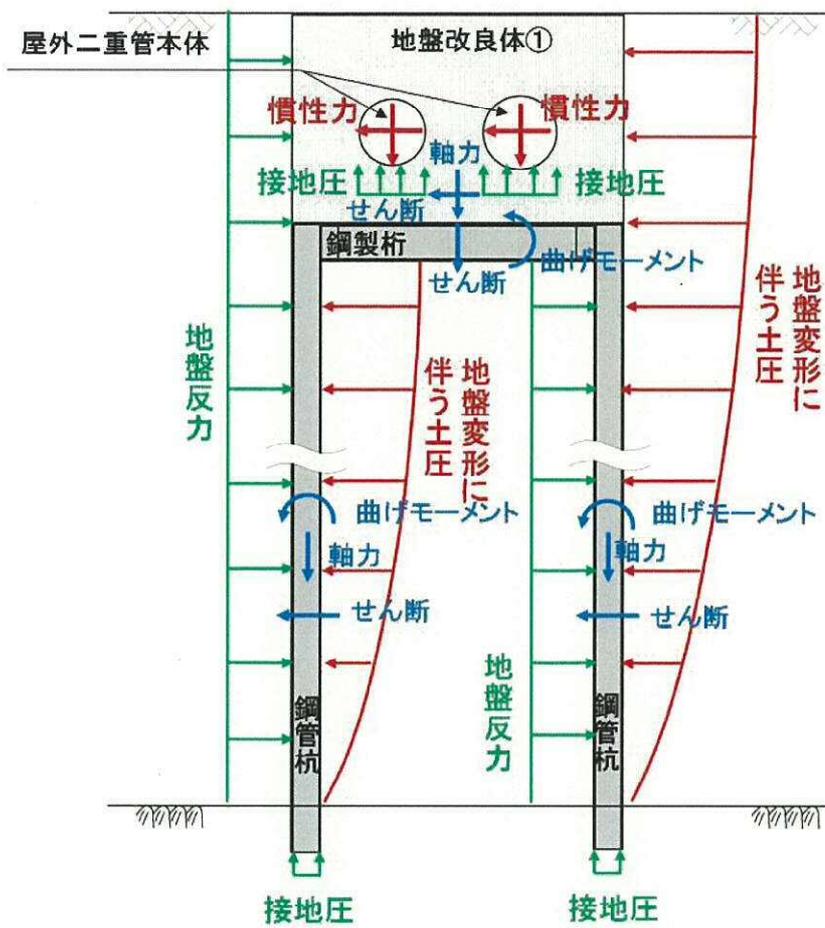
屋外二重管本体には、地震による慣性力及び地盤変形に伴う土圧が荷重として作用する。屋外二重管基礎は、これらの荷重を受け基礎地盤に伝達することで、屋外二重管本体を支持する機能を発揮する。ここで、杭基礎構造部においては、屋外二重管本体を鋼製桁上へ直接設置すると両者の接触点に荷重が集中することから、間に地盤改良体①を挟んで荷重分散を図る構造とする。

屋外二重管本体に作用する荷重は、管体周囲の地盤改良体①に接地圧として伝達され、杭基礎構造部においては杭基礎に、地盤改良体基礎構造部においては下方の地盤改良体②に鉛直荷重として伝達される。屋外二重管本体を支持する杭基礎及び地盤改良体②に対しては、管体周囲の地盤改良体①から鉛直荷重が作用するとともに、地盤変形に伴う水平土圧が作用し、杭基礎構造部においては鋼製桁及び鋼管杭に曲げモーメント、軸力及びせん断力が、地盤改良体基礎構造部においては地盤改良体②に軸力及びせん断力が伝達される。これらに伴う発生応力は、水平方向については周辺地盤に、鉛直方向については下方の基礎地盤に伝達され、水平方向では地盤反力が、鉛直方向では鋼管杭下端、又は地盤改良体直下の基礎地盤に接地圧が生じる。

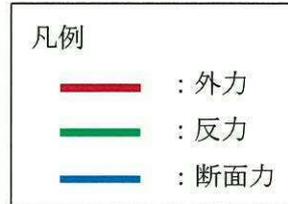
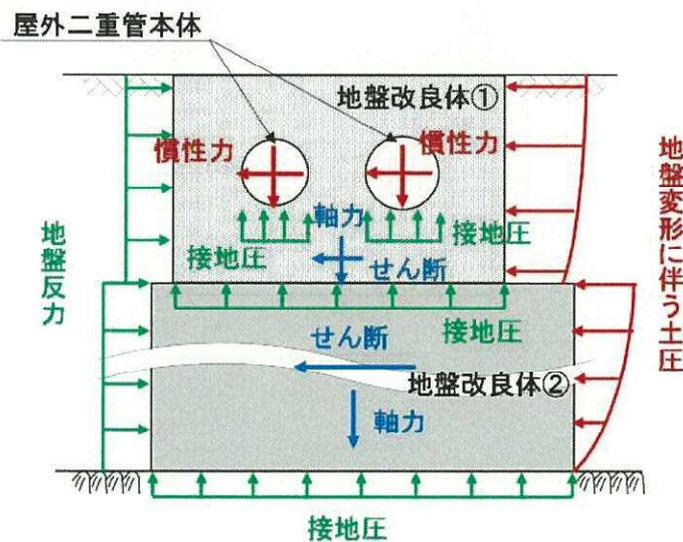
以上の荷重伝達メカニズムを踏まえ、杭基礎構造部（鋼製桁及び鋼管杭）については、構造部材としての健全性を評価する。

屋外二重管本体を直接支持している地盤改良体①については、局所安全係数により改良地盤としての安定性、極限支持力度により改良地盤としての支持性能を評価する。地盤改良体②については、地盤改良体①と異なり、屋外二重管本体を直接支持しているものではなく大断面であることから、すべり安全率により改良地盤としての安定性、極限支持力度により改良地盤としての支持性能を評価する。杭基礎構造部直下及び地盤改良体②に接する基礎地盤については、接地圧が極限支持力度に基づく許容限界以下であることを確認することで基礎地盤としての支持性能を評価する。

地震時における荷重伝達概念図を図 3.2-7 に、荷重伝達メカニズムを踏まえた評価項目を表 3.2-2 に示す。



(a) 杭基礎構造部



(b) 地盤改良体基礎構造部

図 3.2-7 荷重伝達概念図

表 3.2-2 (1) 屋外二重管基礎の評価項目 (杭基礎構造部)

| 評価方針 | 評価項目 | 部位 | 役割 | 評価方法 | 許容限界 |
|------------|-----------|------------|-----------------------|---|--|
| 構造強度を有すること | 構造部材の健全性 | 鋼製桁 鋼管杭 | 屋外二重管本体及び地盤改良体①を支持する。 | 曲げ軸力, せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認する。 | 短期許容応力度 |
| | 改良地盤の安定性 | 地盤改良体① | 屋外二重管本体を支持する。 | 発生応力が許容限界以下であることを局所安全係数により確認する。また, 引張強度に達した要素がある場合は, 発生せん断力に対して滑動しないことをすべり安全率により確認する。 | 一軸圧縮強度* せん断強度* (地盤要素), せん断強さ* (仮想すべり面) |
| | 改良地盤の支持性能 | 地盤改良体① | 屋外二重管本体を支持する。 | 接地圧が許容限界以下であることを確認する。 | 極限支持力* |
| | 基礎地盤の支持性能 | 基礎地盤 | 杭基礎構造を支持する。 | 接地圧が許容限界以下であることを確認する。 | 極限支持力* |

注記 * : 妥当な安全余裕を考慮する。

表 3.2-2 (2) 屋外二重管基礎の評価項目 (地盤改良体基礎構造部)

| 評価方針 | 評価項目 | 部位 | 役割 | 評価方法 | 許容限界 |
|------------|-----------|--------|-----------------------|---|--|
| 構造強度を有すること | 改良地盤の安定性 | 地盤改良体① | 屋外二重管本体を支持する。 | 発生応力が許容限界以下であることを局所安全係数により確認する。また、引張強度に達した要素がある場合は、発生せん断力に対して滑動しないことをすべり安全率により確認する。 | 圧縮強度* せん断強度* (地盤要素), せん断強さ* (仮想すべり面) |
| | | 地盤改良体② | 屋外二重管本体及び地盤改良体①を支持する。 | 発生せん断力に対して滑動しないことをすべり安全率により確認する。 | せん断強さ* (仮想すべり面) |
| | 改良地盤の支持性能 | 地盤改良体① | 屋外二重管本体を支持する。 | 接地圧が許容限界以下であることを確認する。 | 極限支持力* |
| | | 地盤改良体② | 屋外二重管本体及び地盤改良体①を支持する。 | 接地圧が許容限界以下であることを確認する。 | 極限支持力* |
| | 基礎地盤の支持性能 | 基礎地盤 | 地盤改良体基礎構造を支持する。 | 接地圧が許容限界以下であることを確認する。 | 極限支持力* |

注記 * : 妥当な安全余裕を考慮する。

3.2.6 使用材料及び材料定数

耐震評価に用いる材料定数は、道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）に基づいて設定する。構造物の使用材料を表3.2-3に，材料物性値を表3.2-4に示す。

地盤及び地盤改良体の諸元は，V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。地盤物性値を表3.2-5に，地盤改良体の物性値を表3.2-6に示す。なお，地盤改良体の一軸圧縮強度は，新設の地盤改良体において 1.5 N/mm^2 ，既設の地盤改良体において 3.0 N/mm^2 とし，表3.2-6に基づき動的変形特性及び強度特性を設定する。

表 3.2-3 使用材料

| 使用箇所 | 材料 | 諸元 |
|-------|-----|------------------|
| 屋外二重管 | 鋼管 | SM400 相当 (SM41B) |
| 鋼製桁 | 鋼板 | SM400 |
| 鋼管杭 | 鋼管杭 | SM570 |

表 3.2-4 材料の物性値

| 材料 | 単位体積重量 (kN/m^3) | ヤング係数 (N/mm^2) | ポアソン比 | 減衰定数 (%) |
|-----|-------------------------------|------------------------------|-------|-------------|
| 鋼管 | 77.0*1 | 2.00×10^5 *1 | 0.3*1 | 3*2 |
| 鋼板 | | | | |
| 鋼管杭 | | | | |

注記 *1：道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）

*2：道路橋示方書（Ⅴ耐震設計編）・同解説（（社）日本道路協会，平成24年3月）

表 3.2-5 (1) 地盤の解析用物性値一覧 (液状化検討対象層)

| パラメータ | | | | 原地盤 | | | | | | | 豊浦標準砂 | |
|-------|---------------------------|----------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|--------------------|--------|----------------------|--------------------|-------|
| | | | | 埋戻土 | 第四系 (液状化検討対象層) | | | | | | | |
| | | | | | f1 | du | Ag2 | As | Ag1 | D2s-3 | | D2g-3 |
| 物理特性 | 密度 () は地下水水位以浅 | ρ | g/cm ³ | 1.98 (1.82) | 1.98 (1.82) | 2.01 (1.89) | 1.74 | 2.01 (1.89) | 1.92 | 2.15 (2.11) | 2.01 (1.89) | 1.958 |
| | 間隙比 | e | - | 0.75 | 0.75 | 0.67 | 1.2 | 0.67 | 0.79 | 0.43 | 0.67 | 0.702 |
| 変形特性 | ポアソン比 | ν_{CD} | - | 0.26 | 0.26 | 0.25 | 0.26 | 0.25 | 0.19 | 0.26 | 0.25 | 0.333 |
| | 基準平均有効主応力 () は地下水水位以浅 | σ'_{ms} | kN/m ² | 358 (312) | 358 (312) | 497 (299) | 378 | 814 (814) | 966 | 1167 (1167) | 1695 (1710) | 12.6 |
| | 基準初期せん断剛性 () は地下水水位以浅 | G_{ms} | kN/m ² | 253529 (220739) | 253529 (220739) | 278087 (167137) | 143284 | 392073 (392073) | 650611 | 1362035 (1362035) | 947946 (956776) | 18975 |
| | 最大履歴減衰率 | h_{max} | - | 0.220 | 0.220 | 0.233 | 0.216 | 0.221 | 0.192 | 0.130 | 0.233 | 0.287 |
| 強度特性 | 粘着力 | C_{CD} | N/mm ² | 0 | 0 | 0 | 0.012 | 0 | 0.01 | 0 | 0 | 0 |
| | 内部摩擦角 | ϕ_{CD} | 度 | 37.3 | 37.3 | 37.4 | 41 | 37.4 | 35.8 | 44.4 | 37.4 | 30 |
| 液状化特性 | 液状化パラメータ | ϕ_p | - | 34.8 | 34.8 | 34.9 | 38.3 | 34.9 | 33.4 | 41.4 | 34.9 | 28 |
| | 液状化パラメータ | S_1 | - | 0.047 | 0.047 | 0.028 | 0.046 | 0.029 | 0.048 | 0.030 | 0.020 | 0.005 |
| | 液状化パラメータ | W_1 | - | 6.5 | 6.5 | 56.5 | 6.9 | 51.6 | 17.6 | 45.2 | 10.5 | 5.06 |
| | 液状化パラメータ | P_1 | - | 1.26 | 1.26 | 9.00 | 1.00 | 12.00 | 4.80 | 8.00 | 7.00 | 0.57 |
| | 液状化パラメータ | P_2 | - | 0.80 | 0.80 | 0.60 | 0.75 | 0.60 | 0.96 | 0.60 | 0.50 | 0.80 |
| | 液状化パラメータ | C_1 | - | 2.00 | 2.00 | 3.40 | 2.27 | 3.35 | 3.15 | 3.82 | 2.83 | 1.44 |

表 3.2-5 (2) 地盤の解析用物性値一覧 (非液状化層)

| パラメータ | | | | 原地盤 | | | | |
|-------|---------------------------|----------------|-------------------|-------------|--------|------------------|--------|------------------------------------|
| | | | | 第四系 (非液状化層) | | | 新第三系 | |
| | | | | Ac | D2c-3 | 1m | D1c-1 | Km |
| 物理特性 | 密度 () は地下水水位以浅 | ρ | g/cm ³ | 1.65 | 1.77 | 1.47 (1.43) | 1.77 | $1.72-1.03 \times 10^{-4} \cdot z$ |
| | 間隙比 | e | - | 1.59 | 1.09 | 2.8 | 1.09 | 1.16 |
| 変形特性 | ポアソン比 | ν_{CD} | - | 0.10 | 0.22 | 0.14 | 0.22 | $0.16+0.00025 \cdot z$ |
| | 基準平均有効主応力 () は地下水水位以浅 | σ'_{ms} | kN/m ² | 480 | 696 | 249 (223) | 696 | 動的変形特性に基づき z (標高) 毎に物性値を 設定 |
| | 基準初期せん断剛性 () は地下水水位以浅 | G_{ms} | kN/m ² | 121829 | 285223 | 38926 (35783) | 285223 | |
| | 最大履歴減衰率 | h_{max} | - | 0.200 | 0.186 | 0.151 | 0.186 | |
| 強度特性 | 粘着力 | C_{CD} | N/mm ² | 0.025 | 0.026 | 0.042 | 0.026 | |
| | 内部摩擦角 | ϕ_{CD} | 度 | 29.1 | 35.6 | 27.3 | 35.6 | $23.2+0.0990 \cdot z$ |

z : 標高 (m)

表 3.2-5 (3) 地盤の解析用物性値一覧 (新第三系 Km 層)

| 区分 番号 | 設定深度 T.P.(m) Z | 適用深度 T.P.(m) | 密度 ρ (g/cm^3) | ポアソン比 ν_{co} | 粘着力 C_{co} (kN/m^2) | 内部摩擦角 ϕ_{co} ($^{\circ}$) | せん断波 速度Vs (m/s) | 基準初期 せん断剛性 C_{ma} (kN/m^2) | 基準体積 弾性係数 K_{ma} (kN/m^3) | 基準平均有効 主応力 σ'_{ma} (kN/m^2) | 拘束圧 依存係数 mG,mK | 最大履歴 減衰率 hmax(-) | ポアソン比 ν_d | 縦波 速度Vp (m/s) |
|----------|----------------------|--------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------------------|--|----------------------|------------------------|------------------|-------------------------|
| 1 | 10 | 9.5 ~ 10.5 | 1.72 | 0.18 | 298 | 24.2 | 425 | 310,875 | 353,317 | 504 | 0 | 0.105 | 0.464 | 1640 |
| 2 | 9 | 8.5 ~ 9.5 | 1.72 | 0.18 | 304 | 24.1 | 425 | 312,139 | 354,992 | 504 | 0 | 0.105 | 0.464 | 1644 |
| 3 | 8 | 7.5 ~ 8.5 | 1.72 | 0.18 | 310 | 24.0 | 427 | 313,608 | 356,650 | 504 | 0 | 0.105 | 0.464 | 1648 |
| 4 | 7 | 6.5 ~ 7.5 | 1.72 | 0.18 | 316 | 23.9 | 428 | 315,078 | 358,322 | 504 | 0 | 0.105 | 0.464 | 1651 |
| 5 | 6 | 5.5 ~ 6.5 | 1.72 | 0.18 | 322 | 23.8 | 428 | 315,978 | 358,322 | 504 | 0 | 0.105 | 0.464 | 1651 |
| 6 | 5 | 4.5 ~ 5.5 | 1.72 | 0.18 | 328 | 23.7 | 429 | 316,551 | 359,989 | 504 | 0 | 0.105 | 0.464 | 1655 |
| 7 | 4 | 3.5 ~ 4.5 | 1.72 | 0.18 | 334 | 23.6 | 430 | 318,028 | 361,670 | 504 | 0 | 0.105 | 0.463 | 1639 |
| 8 | 3 | 2.5 ~ 3.5 | 1.72 | 0.18 | 340 | 23.5 | 431 | 319,508 | 363,363 | 504 | 0 | 0.107 | 0.463 | 1642 |
| 9 | 2 | 1.5 ~ 2.5 | 1.72 | 0.18 | 346 | 23.4 | 431 | 319,509 | 363,363 | 504 | 0 | 0.107 | 0.463 | 1642 |
| 10 | 1 | 0.5 ~ 1.5 | 1.72 | 0.18 | 352 | 23.3 | 432 | 320,993 | 365,051 | 504 | 0 | 0.107 | 0.463 | 1646 |
| 11 | 0 | -0.5 ~ 0.5 | 1.72 | 0.18 | 358 | 23.2 | 433 | 322,481 | 366,743 | 504 | 0 | 0.107 | 0.463 | 1650 |
| 12 | -1 | -1.5 ~ -0.5 | 1.72 | 0.18 | 364 | 23.1 | 434 | 323,972 | 368,439 | 504 | 0 | 0.108 | 0.463 | 1653 |
| 13 | -2 | -2.5 ~ -1.5 | 1.72 | 0.18 | 370 | 23.0 | 435 | 325,467 | 370,139 | 504 | 0 | 0.108 | 0.463 | 1657 |
| 14 | -3 | -3.5 ~ -2.5 | 1.72 | 0.18 | 376 | 22.9 | 435 | 325,467 | 370,139 | 504 | 0 | 0.108 | 0.463 | 1657 |
| 15 | -4 | -4.5 ~ -3.5 | 1.72 | 0.18 | 382 | 22.8 | 436 | 326,965 | 371,843 | 504 | 0 | 0.109 | 0.463 | 1661 |
| 16 | -5 | -5.5 ~ -4.5 | 1.72 | 0.18 | 388 | 22.7 | 437 | 328,467 | 373,551 | 504 | 0 | 0.109 | 0.462 | 1644 |
| 17 | -6 | -6.5 ~ -5.5 | 1.72 | 0.18 | 394 | 22.6 | 438 | 329,972 | 375,262 | 504 | 0 | 0.109 | 0.462 | 1648 |
| 18 | -7 | -7.5 ~ -6.5 | 1.72 | 0.18 | 400 | 22.5 | 438 | 329,972 | 375,262 | 504 | 0 | 0.109 | 0.462 | 1648 |
| 19 | -8 | -8.5 ~ -7.5 | 1.72 | 0.18 | 406 | 22.4 | 439 | 331,480 | 376,977 | 504 | 0 | 0.109 | 0.462 | 1652 |
| 20 | -9 | -9.5 ~ -8.5 | 1.72 | 0.18 | 412 | 22.3 | 440 | 332,992 | 378,697 | 504 | 0 | 0.110 | 0.462 | 1656 |
| 21 | -10 | -11 ~ -9.5 | 1.72 | 0.18 | 418 | 22.2 | 441 | 334,507 | 380,420 | 504 | 0 | 0.110 | 0.462 | 1659 |
| 22 | -12 | -13 ~ -11 | 1.72 | 0.18 | 430 | 22.0 | 442 | 336,028 | 382,147 | 504 | 0 | 0.110 | 0.462 | 1663 |
| 23 | -14 | -15 ~ -13 | 1.72 | 0.18 | 442 | 21.8 | 444 | 338,074 | 385,814 | 504 | 0 | 0.111 | 0.462 | 1671 |
| 24 | -16 | -17 ~ -15 | 1.72 | 0.18 | 454 | 21.6 | 445 | 340,803 | 387,352 | 504 | 0 | 0.111 | 0.461 | 1654 |
| 25 | -18 | -19 ~ -17 | 1.72 | 0.18 | 467 | 21.4 | 447 | 343,871 | 390,842 | 504 | 0 | 0.112 | 0.461 | 1662 |
| 26 | -20 | -21 ~ -19 | 1.72 | 0.18 | 479 | 21.2 | 448 | 345,211 | 392,583 | 504 | 0 | 0.112 | 0.461 | 1665 |
| 27 | -22 | -23 ~ -21 | 1.72 | 0.15 | 491 | 21.0 | 450 | 346,300 | 391,471 | 498 | 0 | 0.112 | 0.461 | 1673 |
| 28 | -24 | -25 ~ -23 | 1.72 | 0.15 | 503 | 20.8 | 452 | 351,403 | 384,870 | 498 | 0 | 0.113 | 0.461 | 1680 |
| 29 | -26 | -27 ~ -25 | 1.72 | 0.15 | 515 | 20.6 | 453 | 352,955 | 386,674 | 498 | 0 | 0.113 | 0.460 | 1664 |
| 30 | -28 | -29 ~ -27 | 1.72 | 0.15 | 527 | 20.4 | 455 | 356,093 | 388,098 | 498 | 0 | 0.114 | 0.460 | 1672 |
| 31 | -30 | -31 ~ -29 | 1.72 | 0.15 | 539 | 20.2 | 456 | 357,655 | 391,712 | 498 | 0 | 0.114 | 0.460 | 1675 |
| 32 | -32 | -33 ~ -31 | 1.72 | 0.15 | 551 | 20.0 | 458 | 360,794 | 395,155 | 498 | 0 | 0.115 | 0.460 | 1683 |
| 33 | -34 | -35 ~ -33 | 1.72 | 0.15 | 563 | 19.8 | 459 | 362,971 | 396,893 | 498 | 0 | 0.115 | 0.459 | 1667 |
| 34 | -36 | -37 ~ -35 | 1.72 | 0.15 | 575 | 19.6 | 461 | 365,538 | 400,349 | 498 | 0 | 0.115 | 0.459 | 1675 |
| 35 | -38 | -39 ~ -37 | 1.72 | 0.15 | 587 | 19.4 | 462 | 367,124 | 402,088 | 498 | 0 | 0.116 | 0.459 | 1678 |
| 36 | -40 | -41 ~ -39 | 1.72 | 0.15 | 600 | 19.2 | 464 | 370,309 | 405,577 | 498 | 0 | 0.116 | 0.459 | 1685 |
| 37 | -42 | -43 ~ -41 | 1.72 | 0.15 | 611 | 19.0 | 465 | 371,907 | 407,327 | 498 | 0 | 0.117 | 0.459 | 1689 |
| 38 | -44 | -45 ~ -43 | 1.72 | 0.15 | 623 | 18.8 | 467 | 375,113 | 410,838 | 498 | 0 | 0.117 | 0.458 | 1678 |
| 39 | -46 | -47 ~ -45 | 1.72 | 0.15 | 635 | 18.6 | 468 | 376,721 | 412,599 | 498 | 0 | 0.117 | 0.458 | 1681 |
| 40 | -48 | -49 ~ -47 | 1.72 | 0.15 | 647 | 18.4 | 470 | 378,948 | 415,134 | 498 | 0 | 0.118 | 0.458 | 1688 |
| 41 | -50 | -51 ~ -49 | 1.73 | 0.15 | 660 | 18.3 | 472 | 385,418 | 422,122 | 498 | 0 | 0.118 | 0.458 | 1696 |
| 42 | -52 | -53 ~ -51 | 1.73 | 0.15 | 672 | 18.1 | 473 | 387,051 | 423,913 | 498 | 0 | 0.118 | 0.458 | 1698 |
| 43 | -54 | -55 ~ -53 | 1.73 | 0.15 | 684 | 17.9 | 475 | 390,331 | 427,505 | 498 | 0 | 0.118 | 0.457 | 1698 |
| 44 | -56 | -57 ~ -55 | 1.73 | 0.15 | 696 | 17.7 | 476 | 391,978 | 429,307 | 498 | 0 | 0.119 | 0.457 | 1692 |
| 45 | -58 | -59 ~ -57 | 1.73 | 0.15 | 709 | 17.5 | 478 | 395,277 | 432,922 | 498 | 0 | 0.119 | 0.457 | 1699 |
| 46 | -60 | -61 ~ -59 | 1.73 | 0.15 | 720 | 17.3 | 479 | 396,933 | 434,736 | 498 | 0 | 0.120 | 0.457 | 1702 |
| 47 | -62 | -63 ~ -61 | 1.73 | 0.14 | 732 | 17.1 | 481 | 400,255 | 432,491 | 492 | 0 | 0.120 | 0.457 | 1709 |
| 48 | -64 | -65 ~ -63 | 1.73 | 0.14 | 744 | 16.9 | 482 | 401,921 | 434,250 | 492 | 0 | 0.120 | 0.459 | 1695 |
| 49 | -66 | -67 ~ -65 | 1.73 | 0.14 | 756 | 16.7 | 484 | 405,253 | 432,778 | 492 | 0 | 0.120 | 0.458 | 1702 |
| 50 | -68 | -69 ~ -67 | 1.73 | 0.14 | 769 | 16.5 | 485 | 406,939 | 429,547 | 492 | 0 | 0.121 | 0.456 | 1705 |
| 51 | -70 | -71 ~ -69 | 1.73 | 0.14 | 780 | 16.3 | 487 | 410,392 | 433,097 | 492 | 0 | 0.121 | 0.459 | 1712 |
| 52 | -72 | -73 ~ -71 | 1.73 | 0.14 | 792 | 16.1 | 489 | 413,679 | 435,661 | 492 | 0 | 0.121 | 0.456 | 1719 |
| 53 | -74 | -75 ~ -73 | 1.73 | 0.14 | 804 | 15.9 | 490 | 415,373 | 438,449 | 492 | 0 | 0.122 | 0.455 | 1705 |
| 54 | -76 | -77 ~ -75 | 1.73 | 0.14 | 816 | 15.7 | 492 | 418,771 | 442,036 | 492 | 0 | 0.122 | 0.455 | 1712 |
| 55 | -78 | -79 ~ -77 | 1.73 | 0.14 | 828 | 15.5 | 493 | 420,475 | 443,635 | 492 | 0 | 0.122 | 0.455 | 1716 |
| 56 | -80 | -81 ~ -79 | 1.73 | 0.14 | 840 | 15.3 | 495 | 423,893 | 447,443 | 492 | 0 | 0.122 | 0.455 | 1723 |
| 57 | -82 | -83 ~ -81 | 1.73 | 0.14 | 852 | 15.1 | 496 | 425,608 | 449,253 | 492 | 0 | 0.123 | 0.455 | 1728 |
| 58 | -86 | -89 ~ -85 | 1.73 | 0.14 | 889 | 14.5 | 501 | 434,232 | 458,356 | 492 | 0 | 0.124 | 0.454 | 1728 |
| 59 | -82 | -85 ~ -80 | 1.73 | 0.14 | 813 | 14.1 | 504 | 439,448 | 463,882 | 492 | 0 | 0.124 | 0.454 | 1738 |
| 60 | -86 | -101 ~ -95 | 1.73 | 0.14 | 849 | 13.5 | 509 | 448,210 | 473,111 | 492 | 0 | 0.125 | 0.453 | 1798 |
| 61 | -104 | -108 ~ -101 | 1.73 | 0.13 | 955 | 12.9 | 513 | 455,282 | 483,485 | 486 | 0 | 0.126 | 0.452 | 1733 |
| 62 | -112 | -115 ~ -108 | 1.73 | 0.13 | 1,033 | 12.1 | 519 | 465,965 | 474,391 | 486 | 0 | 0.127 | 0.451 | 1737 |
| 63 | -116 | -122 ~ -115 | 1.73 | 0.13 | 1,070 | 11.5 | 524 | 475,018 | 483,575 | 486 | 0 | 0.127 | 0.451 | 1754 |
| 64 | -126 | -130 ~ -122 | 1.73 | 0.13 | 1,118 | 10.7 | 530 | 485,671 | 494,713 | 486 | 0 | 0.128 | 0.450 | 1758 |

表 3.2-6 地盤改良体の物性値一覧

| 項目 | | 地盤改良体 (セメント改良) | |
|--------|--|---|--|
| | | 一軸圧縮強度 ($\leq 8.5 \text{ N/mm}^2$ の場合) | 一軸圧縮強度 ($> 8.5 \text{ N/mm}^2$ の場合) |
| 物理特性 | 密度 ρ_s (g/cm^3) | 改良対象の原地盤の平均密度 $\times 1.1$ | |
| 静的変形特性 | 静弾性係数 (N/mm^2) | 581 | 2159 |
| | 静ポアソン比 ν_s | 0.260 | |
| 動的変形特性 | 初期せん断剛性 G_0 (N/mm^2) | $G_0 = \rho_s / 1000 \times V_s^2$ $V_s = 147.6 \times q_u^{0.417}$ (m/s) q_u : 一軸圧縮強度 (kgf/cm^2) | |
| | 動ポアソン比 ν_d | 0.431 | |
| | 動せん断弾性係数のひずみ依存性 $G/G_0 \sim \gamma$ | $G/G_0 = \frac{1}{1 + \gamma / 0.000537}$ γ : せん断ひずみ (-) | $G/G_0 = \frac{1}{1 + \gamma / 0.001560}$ γ : せん断ひずみ (-) |
| | 減衰定数 $h \sim \gamma$ | $h = 0.152 \frac{\gamma / 0.000537}{1 + \gamma / 0.000537}$ γ : せん断ひずみ (-) | $h = 0.178 \frac{\gamma / 0.001560}{1 + \gamma / 0.001560}$ γ : せん断ひずみ (-) |
| 強度特性 | 粘着力 C (N/mm^2) | $C = q_u / 2$ q_u : 一軸圧縮強度 (N/mm^2) | |

注記：地盤改良体（新設）の一軸圧縮強度：1.5 N/mm^2

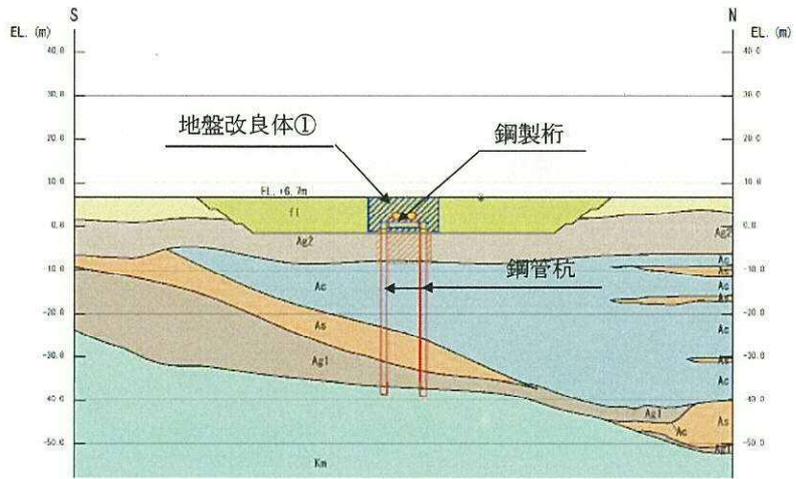
：地盤改良体（既設）の一軸圧縮強度：3.0 N/mm^2

3.2.7 評価構造物諸元

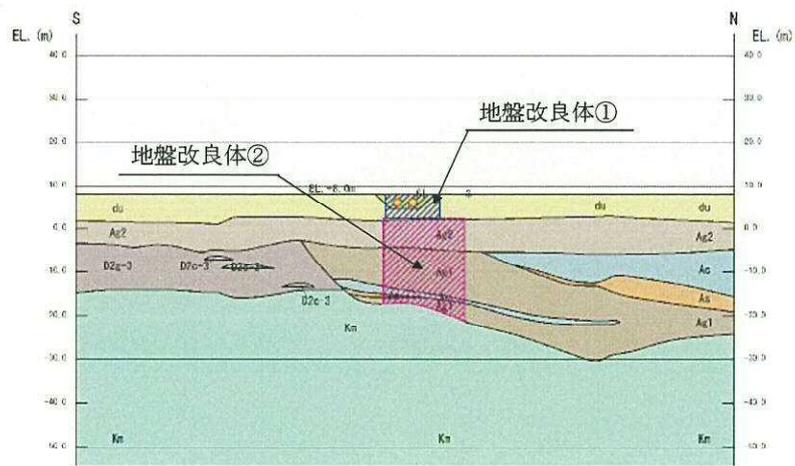
屋外二重管基礎の評価部位とその諸元を表 3.2-7 に、評価部位を図 3.2-8 に示す。

表 3.2-7 評価部位の諸元

| 評価部位 | 断面寸法 | 材料 | 機能要求 |
|-------|------------------------------|-------------|--------------------------------------|
| 鋼製桁 | 幅 800mm×高さ 650mm (t=40mm) | SM400 | ・屋外二重管本体を支持する。 |
| 鋼管杭 | φ 800 (t=40mm) | SM570 | |
| 地盤改良体 | — | セメント 改良土 | ・屋外二重管本体を支持する。 ・屋外二重管本体の浮上りを防止する。 |



(a) 杭基礎構造部



(b) 地盤改良体基礎構造部

図 3.2-8 評価部位

3.2.8 地下水位

地下水位は地表面として設定する。

3.2.9 地震応答解析手法

屋外二重管の地震応答解析は、地盤と構造物の相互作用を考慮できる2次元有限要素法を用いて、基準地震動に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析にて行う。部材については、線形はり要素を用いることとする。また、地盤については、有効応力の変化に応じた地震時挙動を適切に考慮できるようにモデル化する。地震応答解析については、解析コード「FLIP ver. 7.3.0_2」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、V-5-10「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

地震応答解析手法の選定フローを図3.2-9に示す。

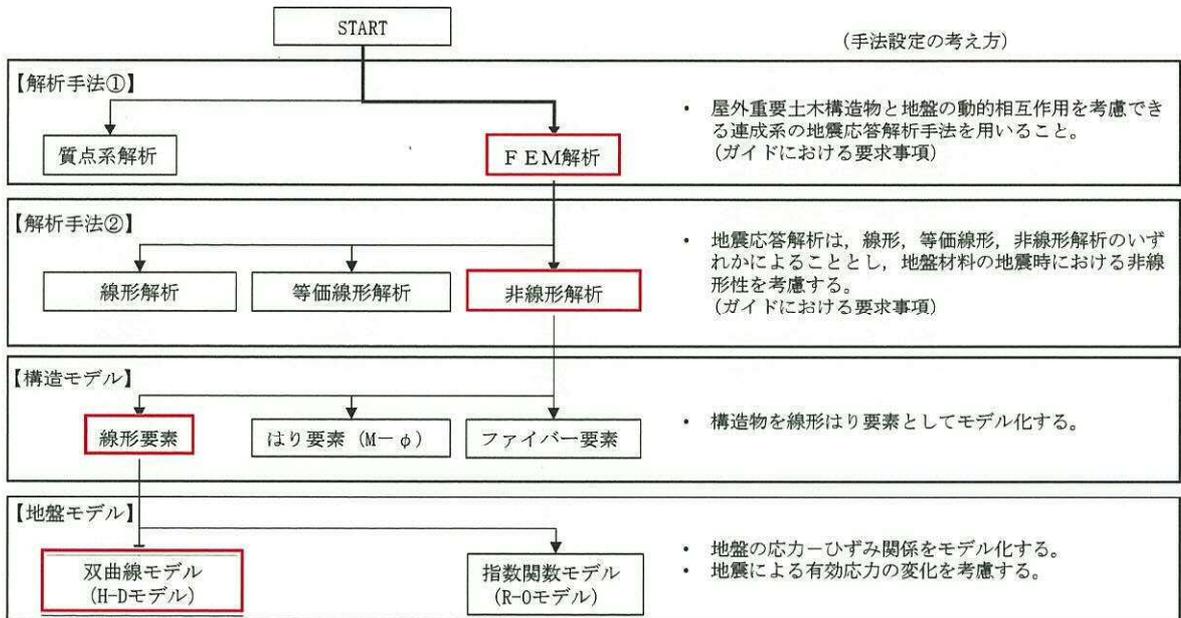


図 3.2-9 地震応答解析手法の選定フロー

地盤の繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係の骨格曲線の構成則を有効応力解析へ適用する際は、地盤の繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係の骨格曲線に関するせん断ひずみ及び有効応力の変化に応じた特徴を適切に表現できるモデルを用いる必要がある。

一般に、地盤は荷重を与えることによりせん断ひずみを増加させていくと、地盤のせん断応力は上限値に達し、それ以上はせん断応力が増加しなくなる特徴がある。また、地盤のせん断応力の上限値は有効応力に応じて変化する特徴がある。

よって、耐震評価における有効応力解析では、地盤の繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係の骨格曲線の構成則として、地盤の繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係の骨格曲線に関するせん断ひずみ及び有効応力の変化に応じたこれら2つの特徴を表現できる双曲線モデル（H-Dモデル）を選定する。

3.2.10 解析モデルの設定

(1) 解析モデル領域

地震応答解析モデルは、境界条件の影響が地盤及び構造物の応力状態に影響を及ぼさないよう、十分広い領域とする。具体的には、J E A G 4 6 0 1 - 1987 を参考に、図 3.2-10 に示すとおりモデル幅を構造物基礎幅の 5 倍以上、モデル高さを構造物幅の 2 倍以上確保する。

地盤の要素分割については、地盤の波動をなめらかに表現するために、最大周波数 20 Hz 及びせん断波速度 V_s で算定される波長の 5 または 4 分割、すなわち $V_s/100$ 又は $V_s/80$ を考慮し、要素高さを 1 m 程度まで細分割して設定するとともに、構造物の要素分割については、構造物が接する地盤の要素分割に合わせて設定する。

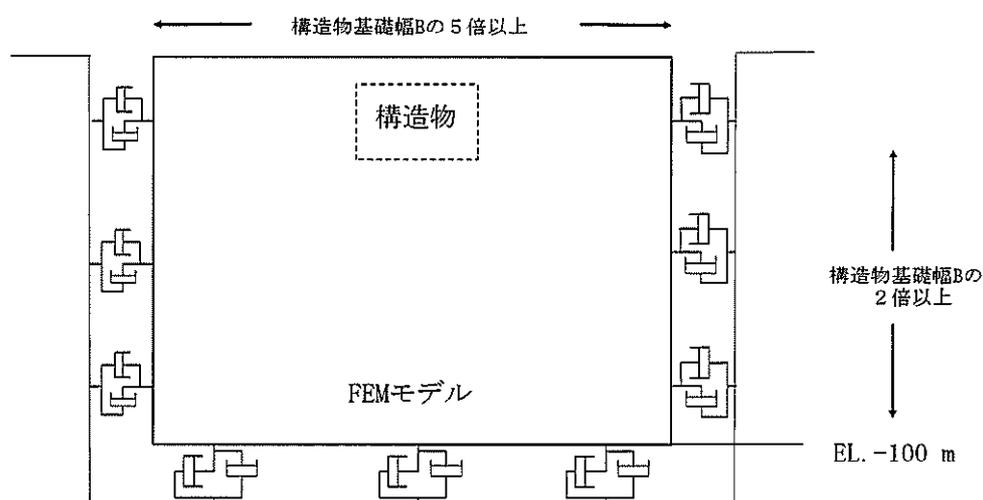


図 3.2-10 モデル範囲の考え方

2次元有効応力解析モデルは、検討対象構造物とその周辺地盤をモデル化した不整形地盤に加え、この不整形地盤の左右に広がる地盤をモデル化した自由地盤で構成される。この自由地盤は、不整形地盤の左右端と同じ地層構成を有する1次元地盤モデル（不整形地盤左右端のそれぞれ縦1列の要素列と同じ地層構成で、水平方向に連続することを表現するために循環境界条件を設定したモデル）である。2次元有効応力解析における自由地盤の初期応力解析から不整形地盤の地震応答解析までのフローを図3.2-11に示す。また、屋外二重管周辺の地質断面図を図3.2-12に示す。

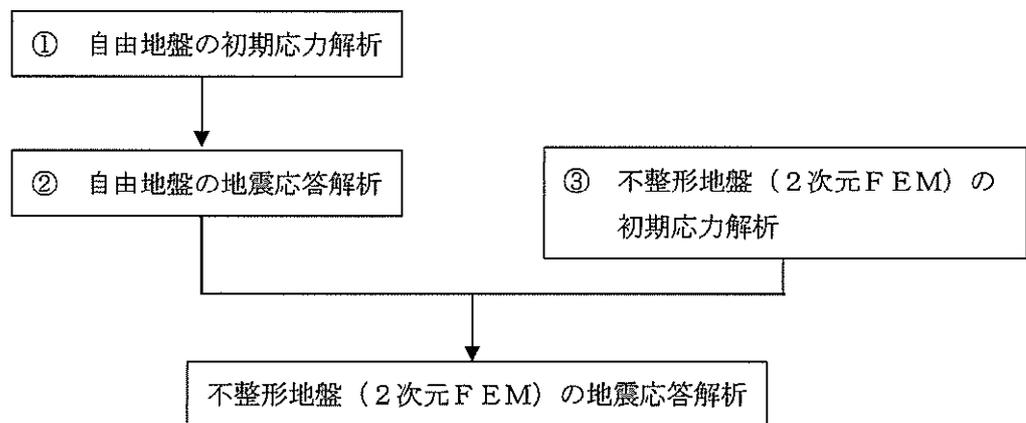


図 3.2-11 自由地盤の初期応力解析から不整形地盤（2次元FEM）の地震応答解析までのフロー

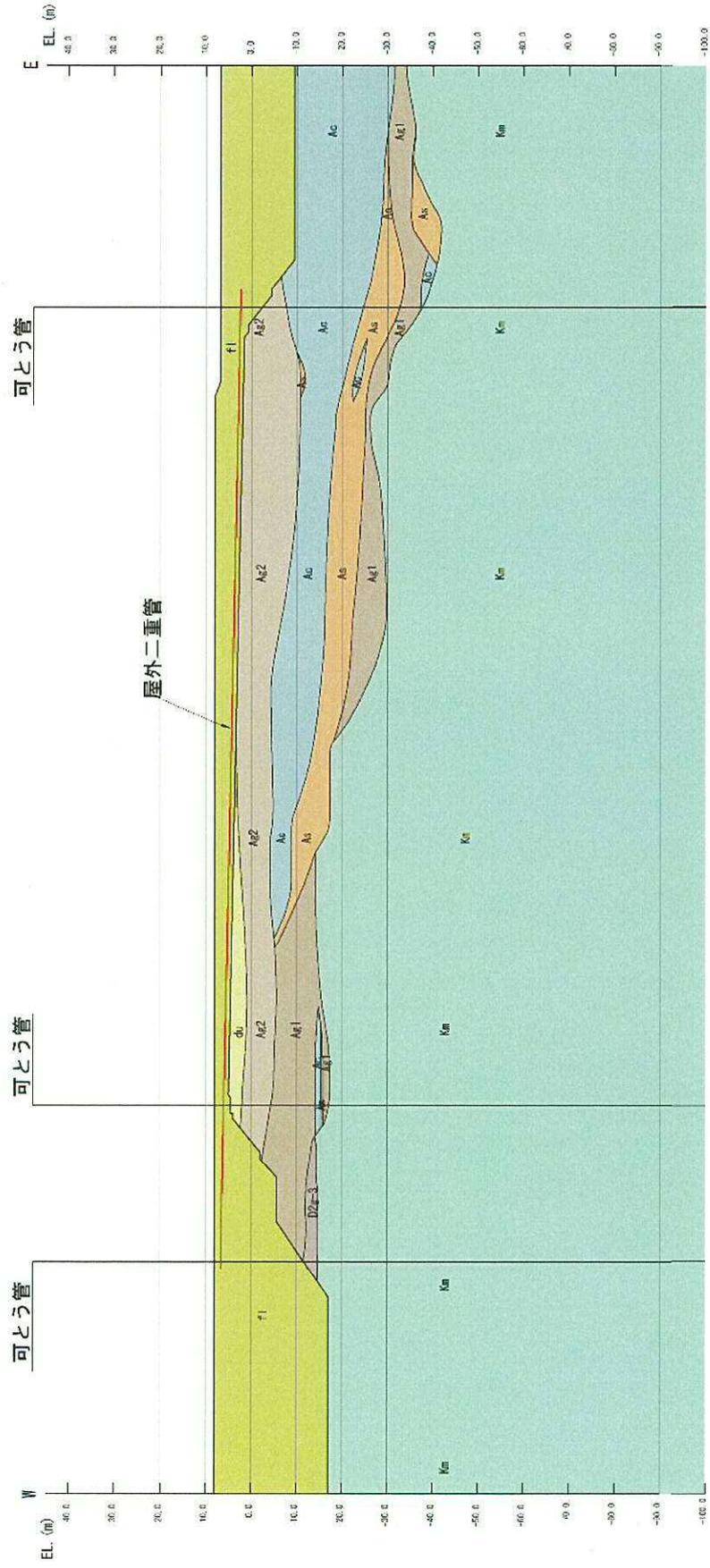


図 3.2-12 (1) 地質断面図 (A-A 断面)

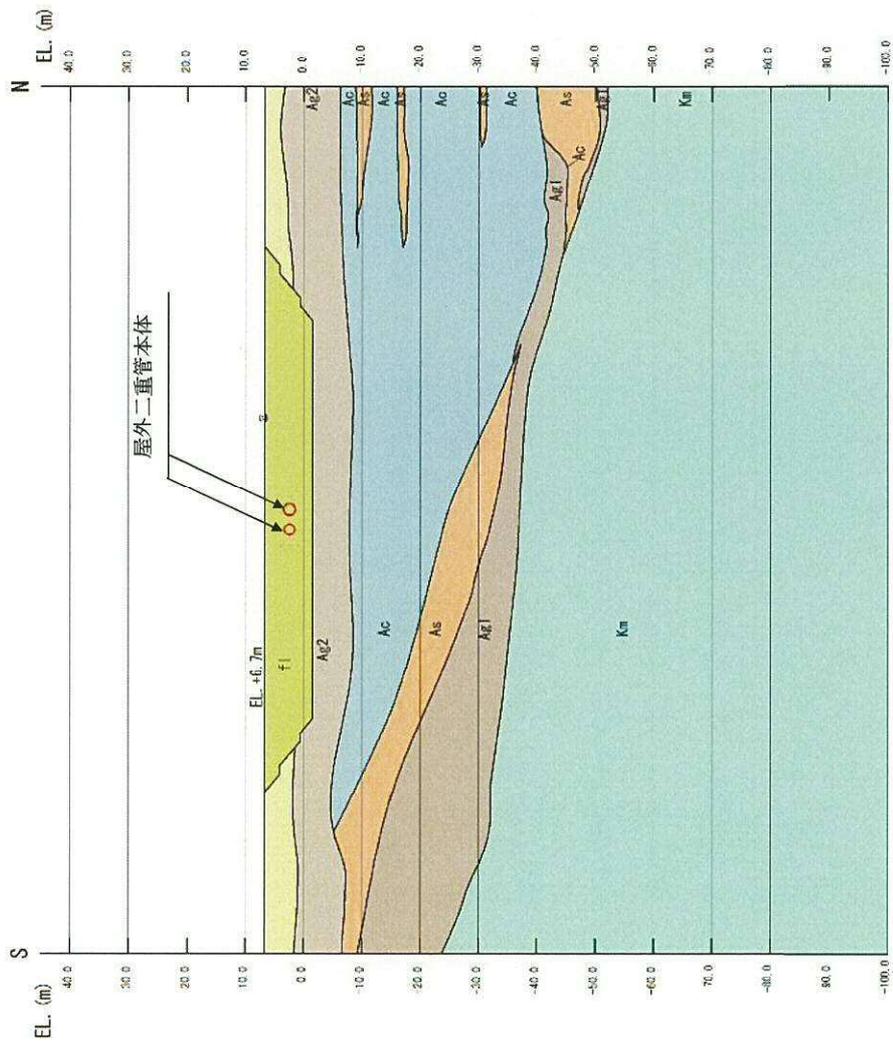


图 3.2-12 (2) 地质断面图 (B-B 断面)

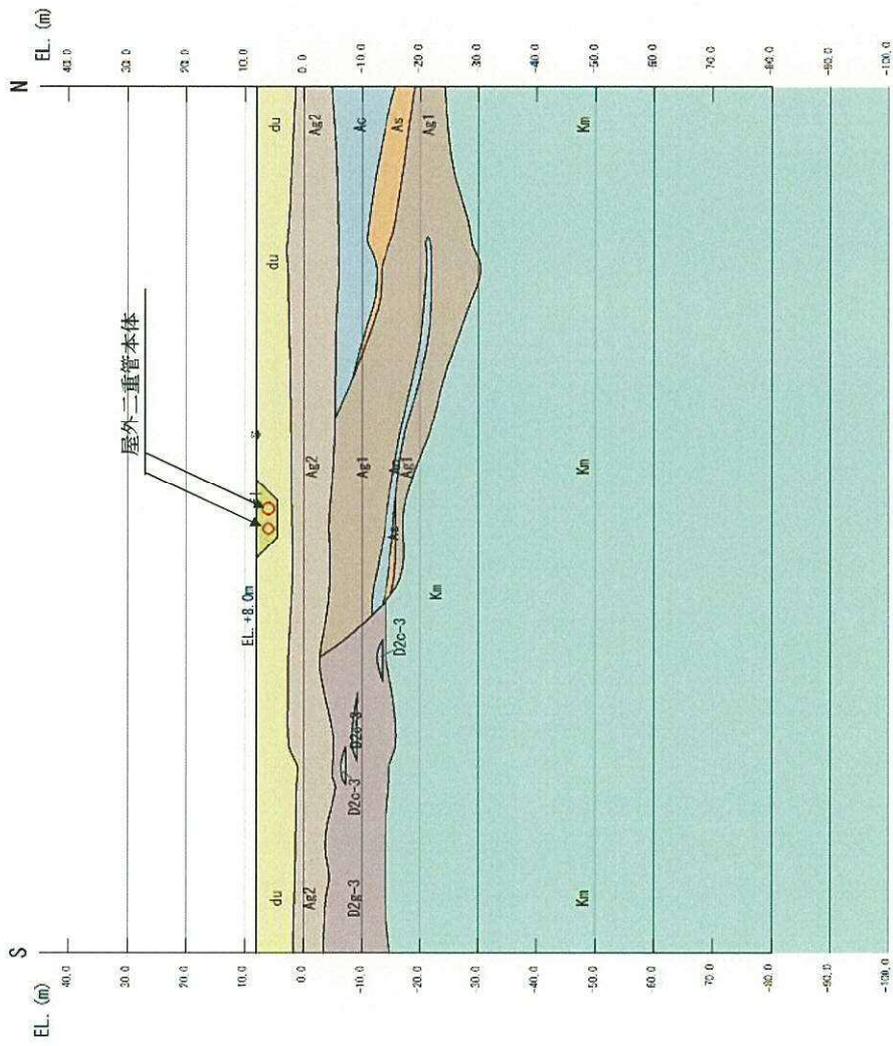


图 3.2-12 (3) 地质断面图 (C-C' 断面, C'-C' 断面)

(2) 境界条件

a. 固有値解析時

固有値解析を実施する際の境界条件は、境界が構造物を含めた周辺地盤の振動特性に影響を与えないよう設定する。ここで、底面境界は地盤のせん断方向の卓越変形モードを把握するために固定とし、側面は実地盤が側方に連続していることを模擬するため水平ローラーとする。境界条件の概念図を図 3.2-13 に示す。

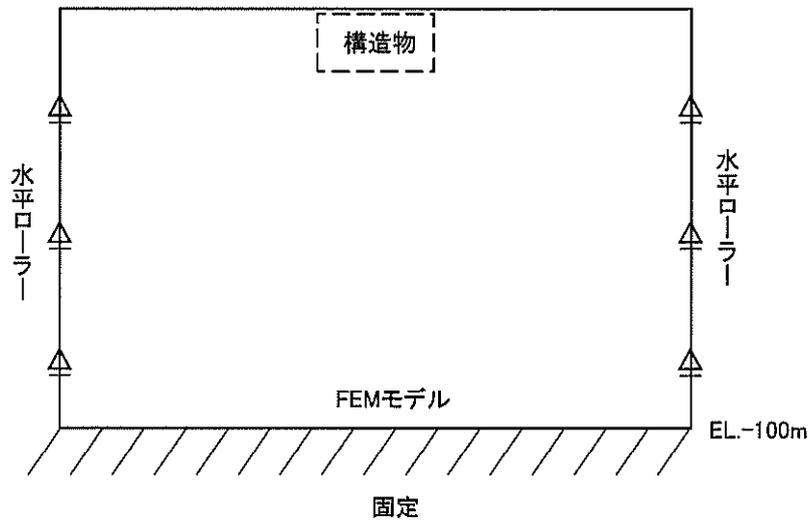


図 3.2-13 固有値解析における境界条件の概念図

b. 初期応力解析時

初期応力解析は、地盤や構造物の自重及び風荷重等の静的な荷重を載荷することによる常時の初期応力を算定するために行う。そこで、初期応力解析時の境界条件は底面固定とし、側方は自重による地盤の鉛直方向の変形を拘束しないよう鉛直ローラーとする。境界条件の概念図を図 3.2-14 に示す。

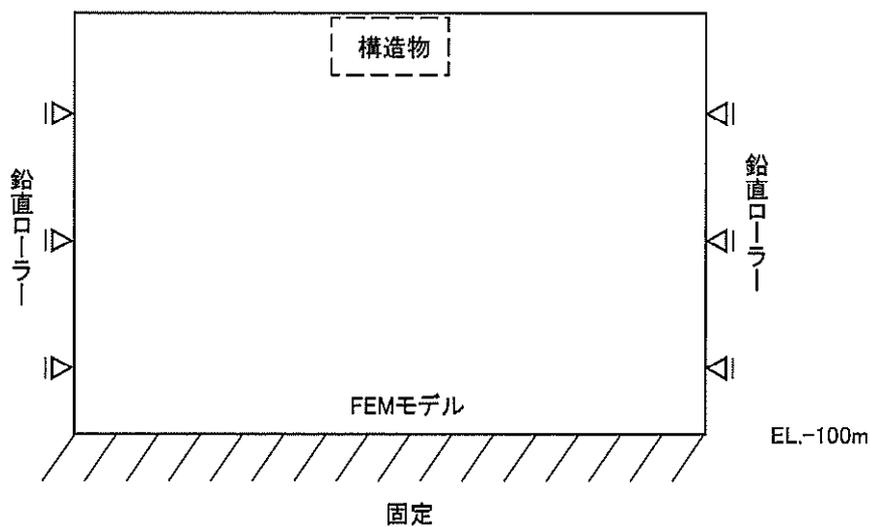


図 3.2-14 初期応力解析における境界条件の概念図

c. 地震応答解析時

地震応答解析時の境界条件については、有限要素法解析における半無限地盤を模擬するため、粘性境界を設ける。底面の粘性境界については、地震動の下降波がモデル底面境界から半無限地盤へ通過していく状態を模擬するため、ダッシュポットを設定する。側方の粘性境界については、自由地盤の地盤振動と不整形地盤側方の地盤振動の差分が側方を通過していく状態を模擬するため、自由地盤の側方にダッシュポットを設定する。地震応答解析モデルを図 3.2-15 に示す。

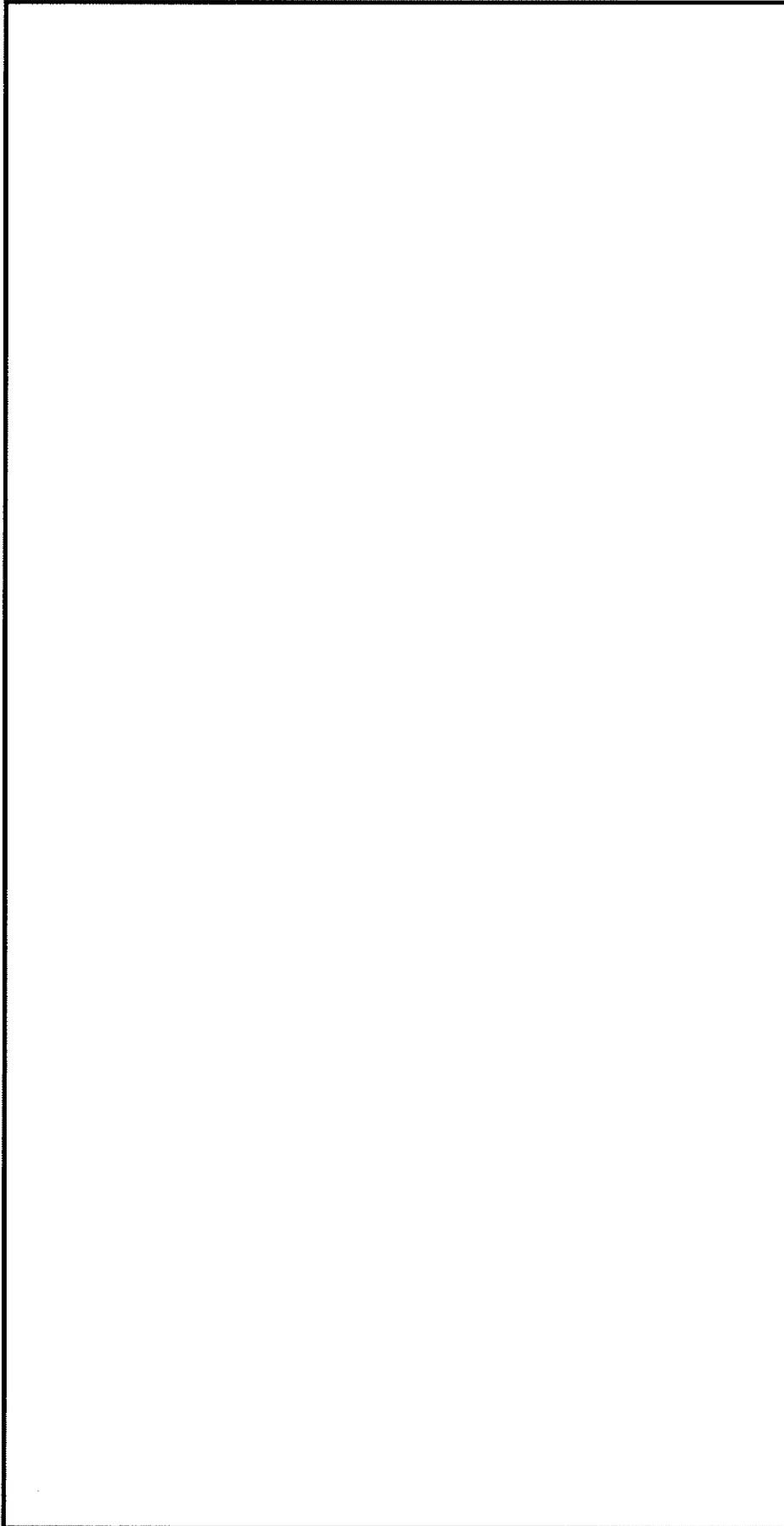


図 3.2-15 (1) 屋外二重管基礎の地震応答解析モデル (A-A断面)

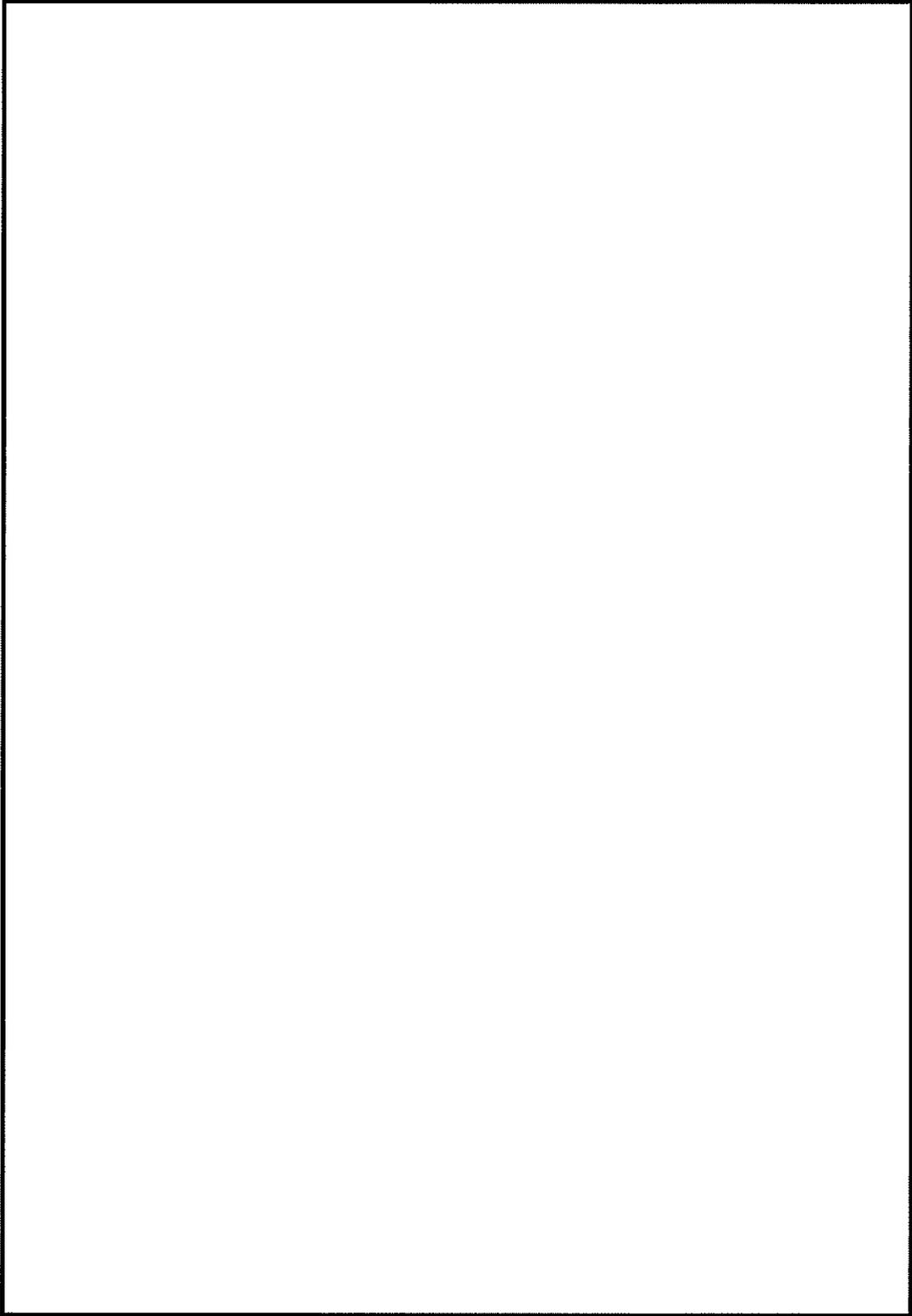


図 3.2-15 (2) 屋外二重管基礎の地震応答解析モデル (B-B 断面)

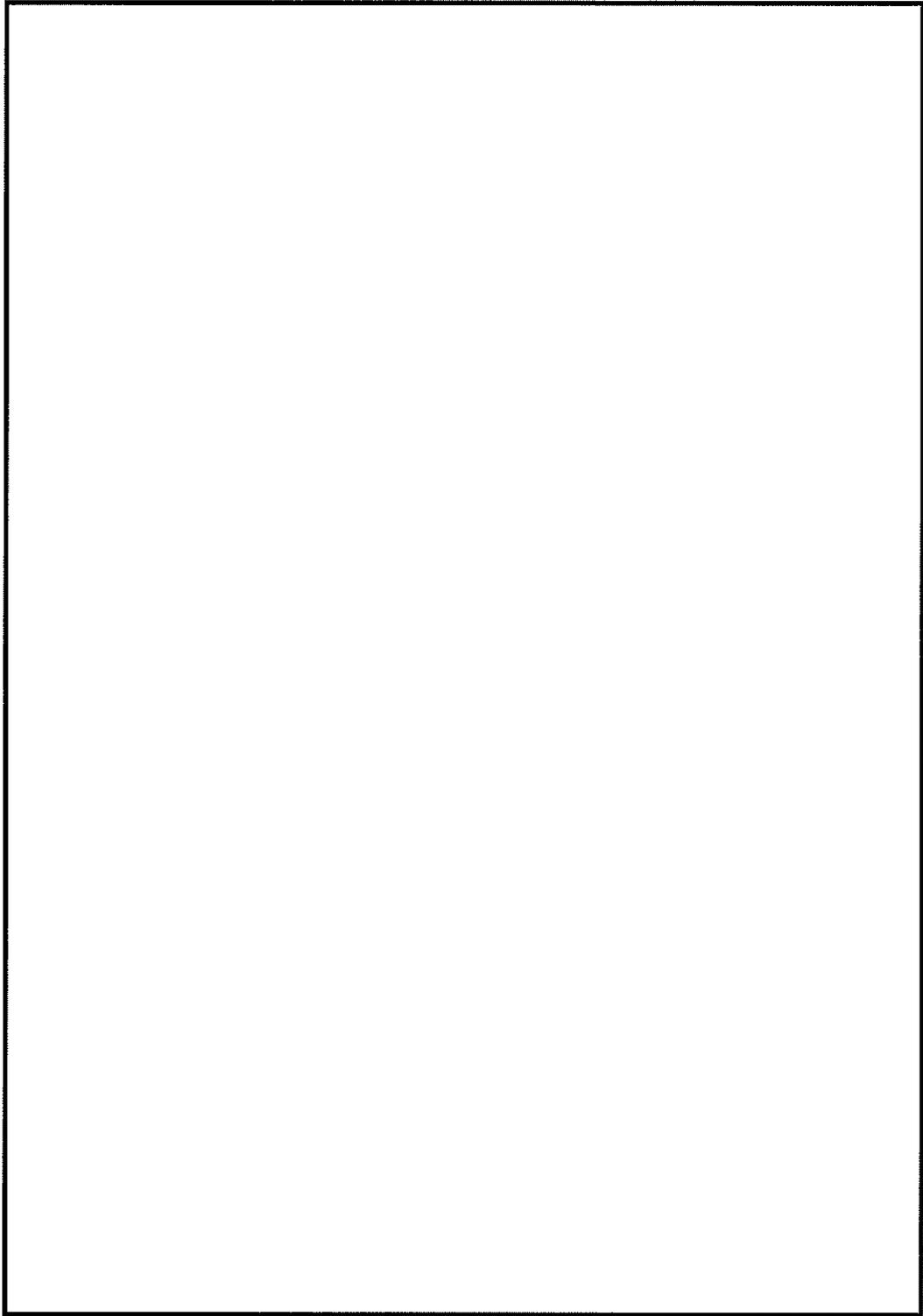


図 3.2-15 (3) 屋外二重管基礎の地震応答解析モデル (C-C断面：杭基礎構造部)

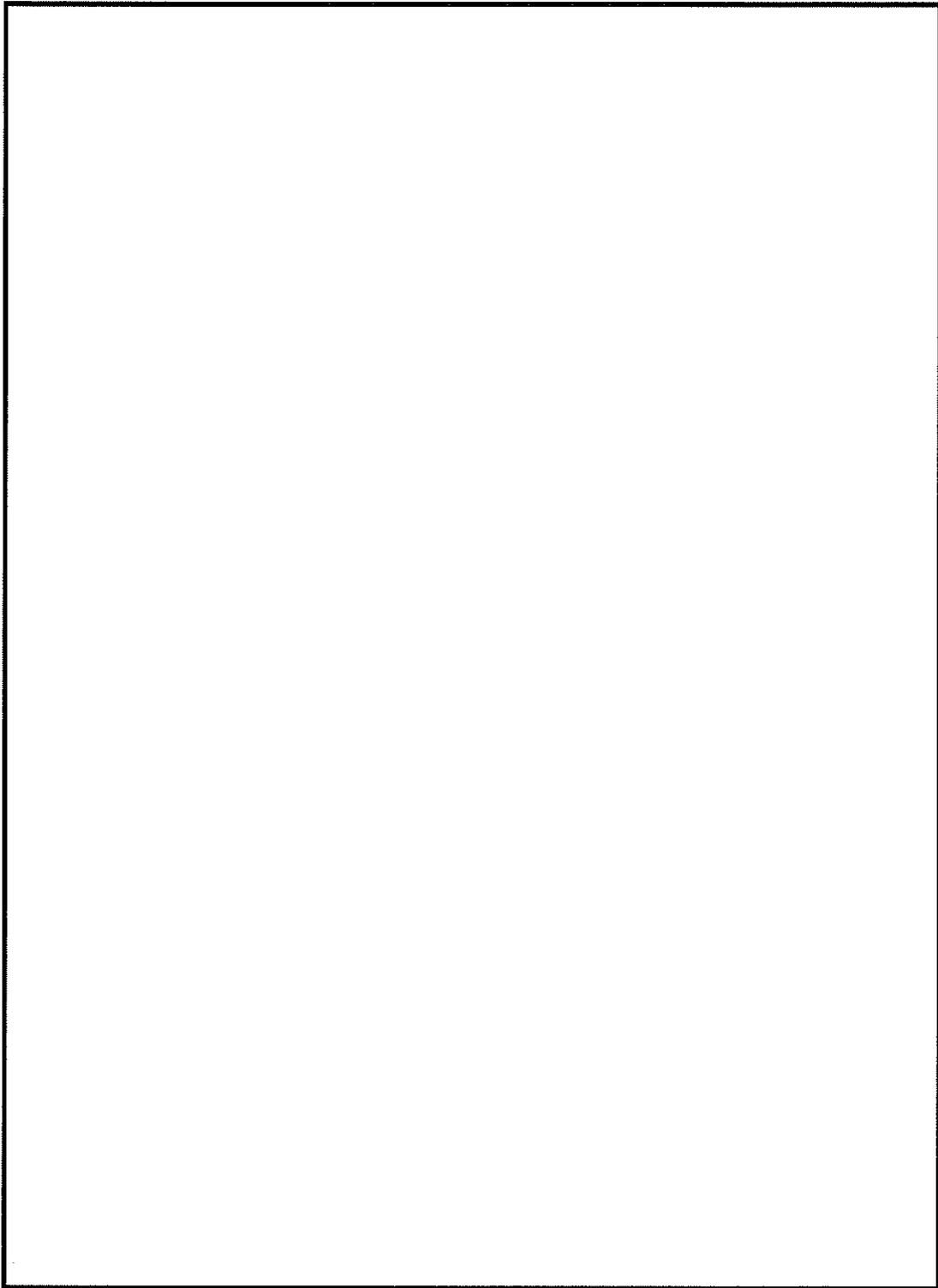


図 3.2-15 (4) 屋外二重管基礎の地震応答解析モデル (C'-C' 断面：地盤改良体基礎構造部)

(3) 構造物のモデル化

屋外二重管基礎の鋼製桁及び鋼管杭は、部材軸線における線形はり要素としてモデル化する。地盤と鋼製桁及び地盤と地盤改良体の接合面にはジョイント要素を配置し、地盤と鋼管杭の間には杭－地盤相互作用ばねを設ける。また、屋外二重管本体は、地震時に発生する応力を評価するため、屋外二重管横断方向の評価対象断面では管体を線形はり要素でモデル化する。

構造物のモデル化における要素分割は、「道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説（平成24年3月）」に基づき、断面剛性の変化点や、その中間点の重心位置に節点を設け、ジョイント要素、又は杭－地盤相互作用ばねを配置している地盤と同じ要素幅に分割する。

モデル化の概要図を図 3.2-16 に示す。

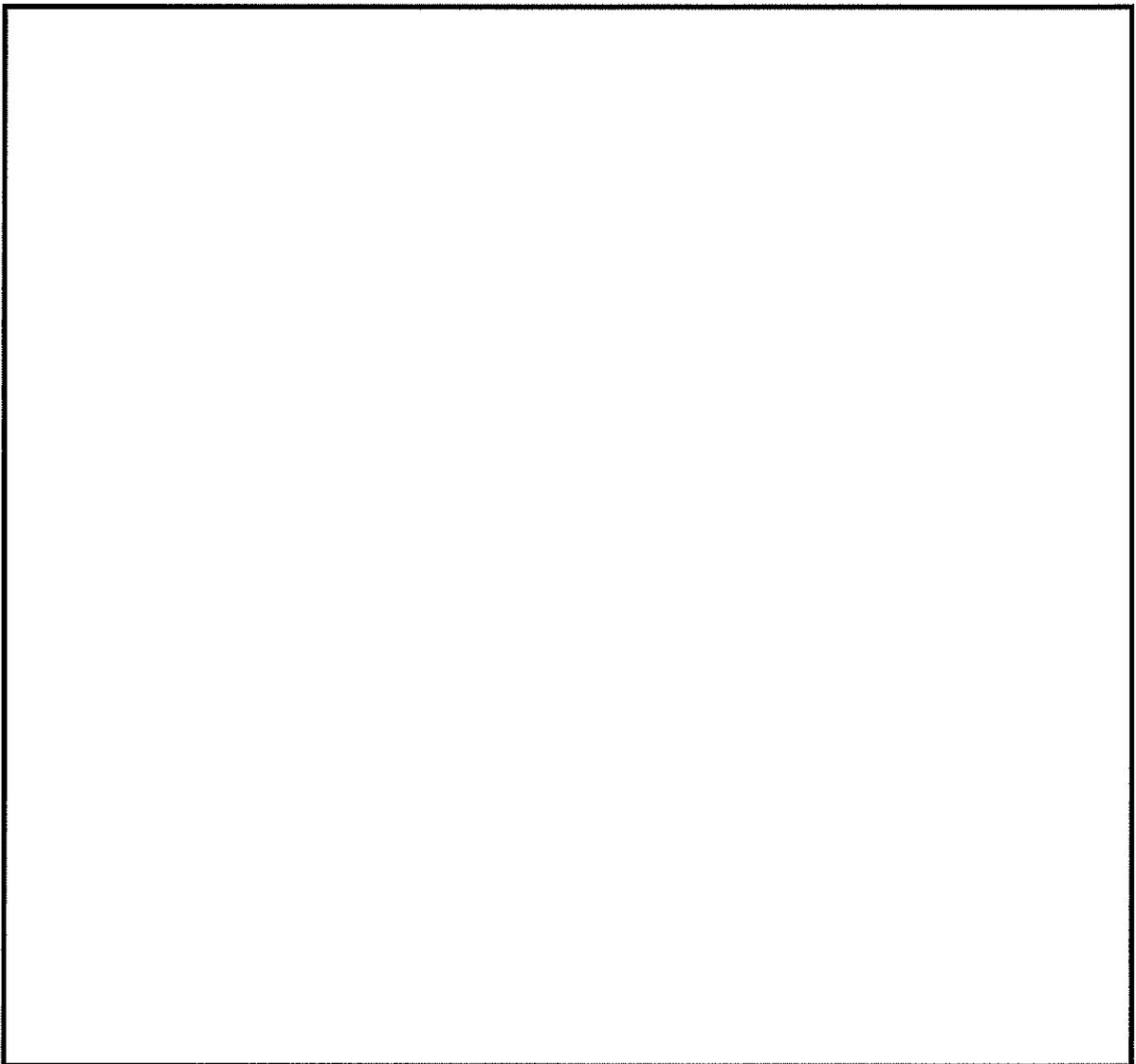


図 3.2-16 屋外二重管基礎のモデル概要図

(4) ジョイント要素の設定

地盤と構造体の接合面にジョイント要素を設けることにより、強震時の地盤と構造体の接合面における剥離及びすべりを考慮する。

ジョイント要素は、地盤と構造体の接合面で法線方向及びせん断方向に対して設定する。法線方向については、常時状態以上の引張荷重が生じた場合、剛性及び応力をゼロとし、剥離を考慮する。せん断方向については、地盤と構造体の接合面におけるせん断抵抗力以上のせん断荷重が生じた場合、せん断剛性をゼロとし、すべりを考慮する。

なお、せん断強度 τ_f は次式の Mohr-Coulomb 式により規定される。c、 ϕ は周辺地盤の c、 ϕ とする。(表 3.2-8 参照)

$$\tau_f = c + \sigma' \tan \phi$$

ここで、

- τ_f : せん断強度
- c : 粘着力
- ϕ : 内部摩擦角

表 3.2-8 周辺地盤及び隣接構造物との境界に用いる強度特性

| 周辺の状況 | | 粘着力 c (N/mm ²) | 内部摩擦角 ϕ (度) |
|-------|---------|-------------------------------|--------------------------------|
| 第四紀層 | f1 層 | 0 | 37.3 |
| | du 層 | 0 | 37.3 |
| | Ac 層 | 0.025 | 29.1 |
| | As 層 | 0 | 41.0 |
| | Ag1 層 | 0 | 37.4 |
| | Ag2 層 | 0 | 37.4 |
| | D2g-3 層 | 0 | 44.4 |
| | D2c-3 層 | 0.026 | 35.6 |
| 新第三系 | Km 層 | $c = 0.358 - 0.00603 \cdot z$ | $\phi = 23.2 + 0.0990 \cdot z$ |
| 地盤改良体 | | $1/2 q_u$ | 0 |

z : 標高 (m)

q_u : 一軸圧縮強さ (N/mm²)

ジョイント要素のばね定数は、数値計算上不安定な挙動を起こさない程度に十分大きな値として、港湾構造物設計事例集（沿岸技術研究センター）に従い、表 3.2-9 のとおり設定する。ジョイント要素の設定位置を図 3.2-17 に、ジョイント要素設定の考え方を図 3.2-18 に示す。

表 3.2-9 周辺地盤と隣接構造物の境界に用いる強度特性

| | せん断剛性 k_s (kN/m^3) | 圧縮剛性 k_n (kN/m^3) |
|--------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 側方及び底面 | 1.0×10^6 | 1.0×10^6 |

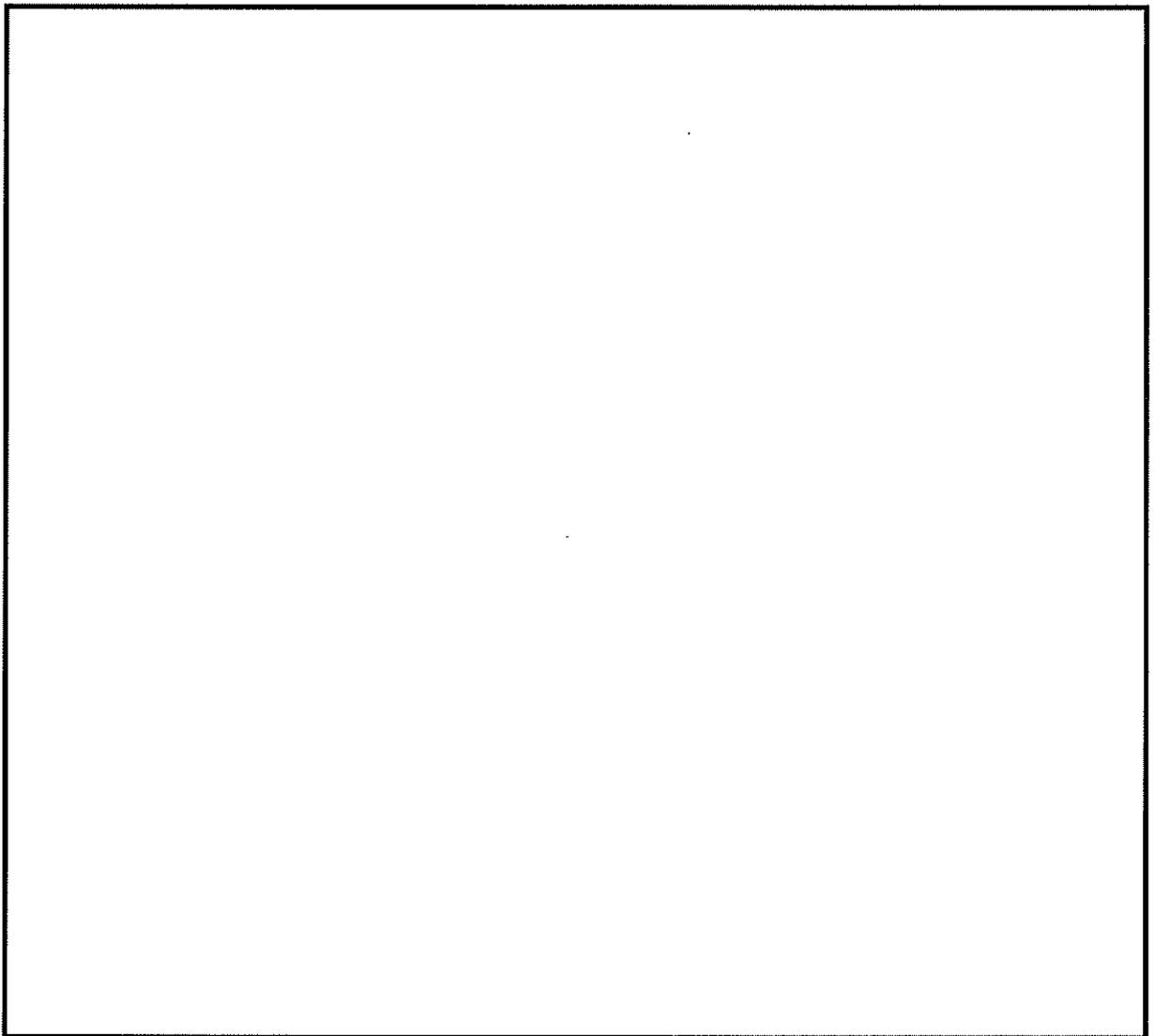


図 3.2-17 ジョイント要素の設定位置

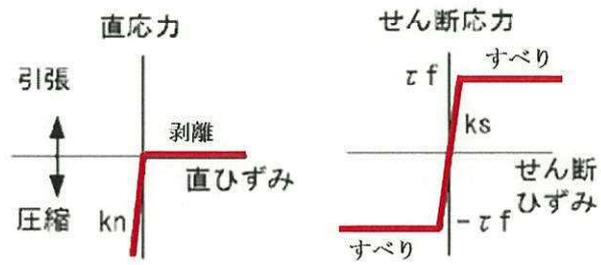


図 3.2-18 ジョイント要素設定の考え方

(5) 杭-地盤相互作用ばねの設定

地盤と杭の接合面に杭-地盤相互作用ばねを設けることにより、地盤と杭の接合面における、強震時の相互作用の3次元効果を2次元モデルで適切に考慮する。

杭-地盤相互作用ばねの杭軸方向については、地盤と杭の接合面におけるせん断抵抗力以上のせん断荷重が発生した場合、せん断剛性をゼロとし、すべりを考慮する。なお、せん断強度 τ_f は次式の Mohr-Coulomb 式により規定される。c、 ϕ は周辺地盤の c、 ϕ とする。(表 3.2-10 参照)

$$\tau_f = c + \sigma' \tan \phi$$

ここで、

- τ_f : せん断強度
- c : 粘着力
- ϕ : 内部摩擦角

表 3.2-10 周辺地盤及び杭との境界に用いる強度特性

| 周辺の状況 | | 粘着力 c (N/mm ²) | 内部摩擦角 ϕ (度) |
|-------|---------|-------------------------------|--------------------------------|
| 第四紀層 | Ac 層 | 0.025 | 29.1 |
| | As 層 | 0 | 41.0 |
| | Ag1 層 | 0 | 37.4 |
| | Ag2 層 | 0 | 37.4 |
| | D2g-3 層 | 0 | 44.4 |
| | D2c-3 層 | 0.026 | 35.6 |
| 新第三系 | Km 層 | $c = 0.358 - 0.00603 \cdot z$ | $\phi = 23.2 + 0.0990 \cdot z$ |
| 地盤改良体 | | $1/2 q_u$ | 0 |

z : 標高 (m)

q_u : 一軸圧縮強さ (N/mm²)

杭-地盤相互作用ばねの杭軸方向のばね定数は、数値解析上不安定な挙動を起こさない程度に十分大きな値として表 3.2-11 のとおり設定する。

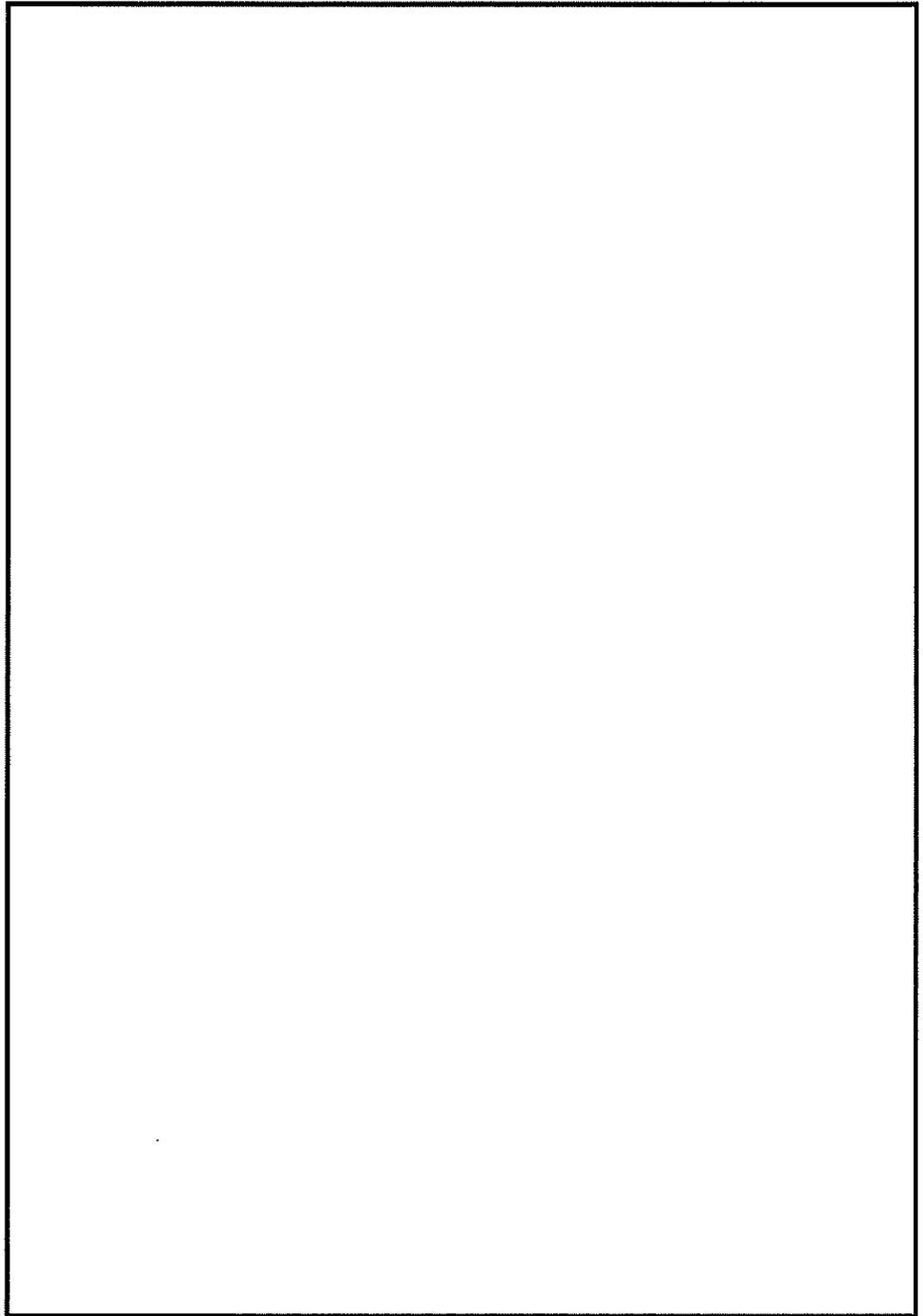
また、杭-地盤相互作用ばねの杭軸直角方向のばね定数については、杭径及び杭間隔より設定される*。

図 3.2-19 に杭-地盤相互作用ばね設定の考え方を示す。

注記 * : FLIP 研究会 14 年間の検討成果のまとめ「理論編」

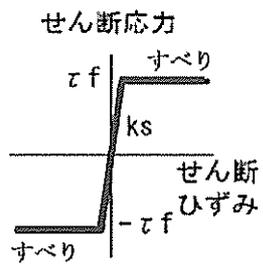
表 3.2-11 杭-地盤相互作用ばねのばね定数

| | せん断剛性 k_s (kN/m ²) |
|------|-------------------------------------|
| 杭軸方向 | 1.0×10^6 |



(a) 杭-地盤相互作用ばね配置図

図 3.2-19 (1) 杭-地盤相互作用ばね設定の考え方



(b) 杭-地盤相互作用ばね（杭軸方向）の力学的特性

図 3.2-19 (2) 杭-地盤相互作用ばね設定の考え方

(6) 杭下端ジョイントばねの設定

杭下端境界部に圧縮応力の上限值を有さないジョイントばねを設けることにより、杭下端における地盤と杭の相互作用を適切に考慮する。

杭下端の杭軸方向について設定するジョイントばねは、常時状態以上の引張荷重が生じた場合、剛性及び応力をゼロとし、剥離を考慮する。

杭下端ジョイントばねのばね定数は、数値解析上不安定な挙動を起こさない程度に十分大きい値として、表 3.2-12 のとおり設定する。杭下端ジョイントばね設定の考え方を図 3.2-20 に示す。

表 3.2-12 杭下端ジョイントばねのばね定数

| | 圧縮剛性 k_v (kN/m) |
|------|----------------------|
| 杭軸方向 | 1.0×10^6 |

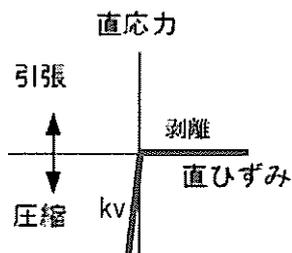


図 3.2-20 杭下端ジョイントばね設定の考え方

3.2.11 減衰特性

動的解析における地盤及び構造物の減衰については、固有値解析により求められる固有周期及び減衰比に基づき、質量マトリックス及び剛性マトリックスの線形結合で表される以下のRayleigh減衰にて与える。なお、Rayleigh減衰は、 $\alpha = 0$ となる剛性比例型減衰とする。

有効応力解析では、時系列で地盤の1次固有振動数が低振動数側へシフトしていくことから、Rayleigh減衰の係数 α 、 β の両方を用いると、質量比例項の減衰 $\alpha [M]$ の影響により、有効応力解析における減衰定数が低振動数帯で過減衰となる場合がある。

一方、有効応力解析における低振動数帯で減衰 $\alpha [M]$ の影響がない剛性比例型減衰では、地盤の1次固有振動数が時系列で低振動数側へシフトしていくのに伴い、1次固有振動モードに対する減衰定数が初期減衰定数より保守的に小さい側へ変化していくことを考慮できる。

ゆえに、有効応力解析では、地震力による時系列での地盤剛性の軟化に伴う1次固有振動数の低振動数側へのシフトに応じて、1次固有振動モードに対する減衰定数として、初期減衰定数よりも保守的に小さい側のモード減衰定数を適用し、地盤応答の適切な評価が行えるように、低振動数帯で減衰 $\alpha [M]$ の影響がない剛性比例型減衰を採用した。

$$[C] = \alpha [M] + \beta [K]$$

ここで、

[C] : 減衰係数マトリックス

[M] : 質量マトリックス

[K] : 剛性マトリックス

α , β : 係数

係数 α 、 β は、以下のように求めている。

$$\alpha = 0$$

$$\beta = \frac{h}{\pi f}$$

ここで、

f : 固有値解析により求められた1次固有振動数

h : 各材料の減衰定数

地盤の減衰定数は1%（解析における減衰は、ひずみが大きい領域では履歴減衰が支配的となる。このため、解析上の安定のためになるべく小さい値として1%を採用している。）とする。また、線形材料としてモデル化する鋼材の減衰定数は3%（道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説（平成24年3月））とする。

Rayleigh減衰の設定フローを図3.2-21に、固有値解析結果を表3.2-13～表3.2-16に示す。

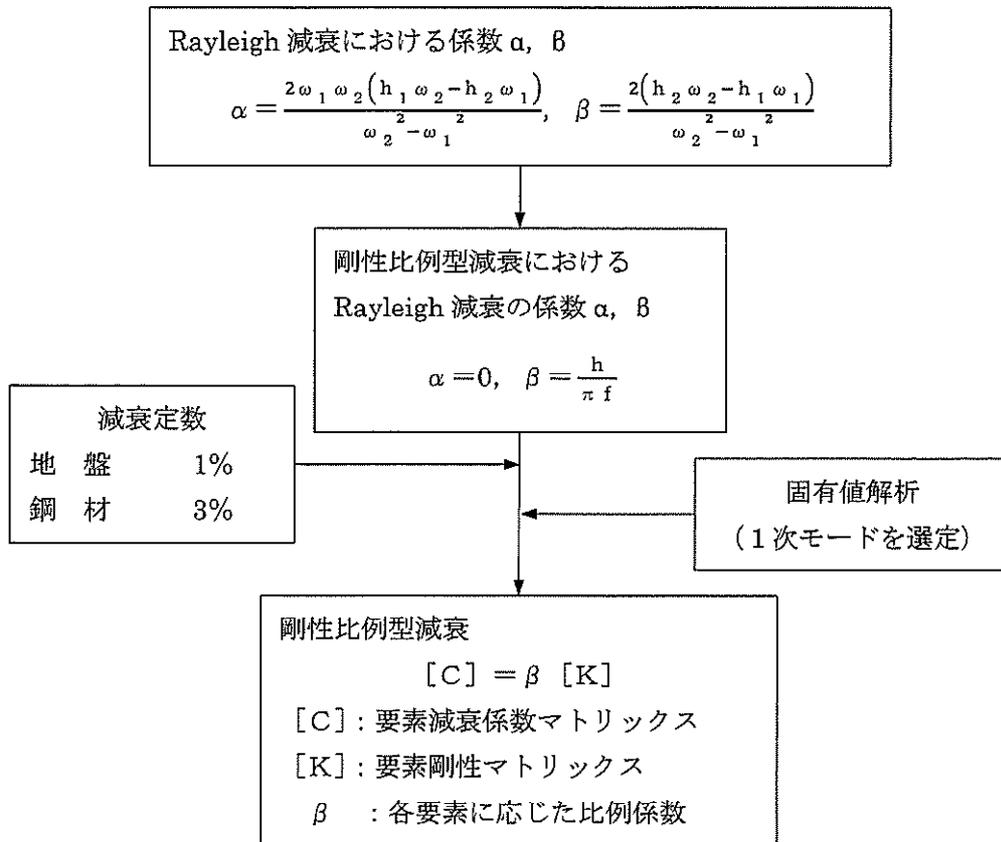


図 3.2-21 Rayleigh 減衰の設定フロー

表 3.2-13 (1) 固有値解析結果
 (検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

(a) A-A断面

| モード次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|-------|------------|--------|---------|
| 1 | 0.882 | 205.85 | 1次として採用 |
| 2 | 1.393 | 25.66 | — |
| 3 | 1.621 | 18.65 | — |
| 4 | 1.813 | -23.51 | — |
| 5 | 1.968 | 47.09 | — |
| 6 | 2.063 | 14.16 | — |
| 7 | 2.154 | 35.95 | — |
| 8 | 2.361 | -35.61 | — |
| 9 | 2.410 | 31.53 | — |

(b) B-B断面

| モード次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|-------|------------|--------|---------|
| 1 | 0.768 | 148.39 | 1次として採用 |
| 2 | 1.271 | 51.43 | — |
| 3 | 1.680 | 47.16 | — |
| 4 | 1.785 | 22.00 | — |
| 5 | 1.895 | 62.88 | — |
| 6 | 1.976 | 11.30 | — |
| 7 | 2.212 | 9.68 | — |
| 8 | 2.548 | -4.58 | — |
| 9 | 2.765 | 16.93 | — |

表 3.2-13 (2) 固有値解析結果

(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

(c) C-C断面 (杭基礎構造部)

| モード次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|-------|------------|--------|---------|
| 1 | 0.903 | 211.47 | 1次として採用 |
| 2 | 1.595 | 32.07 | — |
| 3 | 1.783 | -27.99 | — |
| 4 | 2.267 | -34.14 | — |
| 5 | 2.301 | -1.85 | — |
| 6 | 2.444 | 54.38 | — |
| 7 | 2.791 | -3.46 | — |
| 8 | 3.148 | 2.26 | — |
| 9 | 3.237 | -25.53 | — |

(d) C'-C'断面 (地盤改良体基礎構造部)

| モード次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|-------|------------|--------|---------|
| 1 | 0.872 | 148.96 | 1次として採用 |
| 2 | 1.535 | 26.16 | — |
| 3 | 1.717 | -18.67 | — |
| 4 | 2.095 | -19.24 | — |
| 5 | 2.196 | 4.68 | — |
| 6 | 2.386 | -38.40 | — |
| 7 | 2.627 | 8.02 | — |
| 8 | 2.954 | -2.05 | — |
| 9 | 3.064 | -20.31 | — |

表 3.2-14 (1) 固有値解析結果
 (検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した解析ケース)

(a) A-A断面

| モード次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|-------|------------|--------|---------|
| 1 | 0.900 | 208.70 | 1次として採用 |
| 2 | 1.494 | 13.96 | — |
| 3 | 1.662 | -18.48 | — |
| 4 | 1.854 | 22.52 | — |
| 5 | 2.052 | -33.17 | — |
| 6 | 2.162 | -1.68 | — |
| 7 | 2.238 | 46.97 | — |
| 8 | 2.449 | -35.92 | — |
| 9 | 2.570 | 33.33 | — |

(b) B-B断面

| モード次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|-------|------------|--------|---------|
| 1 | 0.802 | 153.26 | 1次として採用 |
| 2 | 1.346 | 46.16 | — |
| 3 | 1.797 | 47.00 | — |
| 4 | 1.830 | 16.66 | — |
| 5 | 1.987 | 60.02 | — |
| 6 | 2.130 | -2.93 | — |
| 7 | 2.313 | -8.53 | — |
| 8 | 2.677 | 1.40 | — |
| 9 | 2.929 | -14.71 | — |

表 3.2-14 (2) 固有値解析結果
 (検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した解析ケース)
 (c) C-C断面 (杭基礎構造部)

| モード次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|-------|------------|--------|---------|
| 1 | 0.909 | 212.59 | 1次として採用 |
| 2 | 1.632 | 22.57 | — |
| 3 | 1.839 | -31.75 | — |
| 4 | 2.310 | -3.91 | — |
| 5 | 2.376 | -41.39 | — |
| 6 | 2.513 | -48.97 | — |
| 7 | 2.922 | -1.75 | — |
| 8 | 3.200 | 1.49 | — |
| 9 | 3.309 | -25.96 | — |

(d) C'-C'断面 (地盤改良体基礎構造部)

| モード次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|-------|------------|--------|---------|
| 1 | 0.878 | 149.90 | 1次として採用 |
| 2 | 1.590 | 17.61 | — |
| 3 | 1.769 | -22.93 | — |
| 4 | 2.201 | 13.50 | — |
| 5 | 2.223 | -18.80 | — |
| 6 | 2.456 | -37.04 | — |
| 7 | 2.772 | 7.02 | — |
| 8 | 3.011 | -0.87 | — |
| 9 | 3.146 | 22.45 | — |

表 3.2-15 (1) 固有値解析結果

(検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)

(a) A-A断面

| モード次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|-------|------------|--------|---------|
| 1 | 0.870 | 203.09 | 1次として採用 |
| 2 | 1.310 | 36.20 | — |
| 3 | 1.595 | 22.07 | — |
| 4 | 1.768 | -31.71 | — |
| 5 | 1.808 | 30.29 | — |
| 6 | 1.903 | -9.53 | — |
| 7 | 1.971 | -8.81 | — |
| 8 | 2.178 | 65.74 | — |
| 9 | 2.287 | -3.33 | — |

(b) B-B断面

| モード次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|-------|------------|--------|---------|
| 1 | 0.728 | 142.83 | 1次として採用 |
| 2 | 1.196 | 53.77 | — |
| 3 | 1.561 | 52.63 | — |
| 4 | 1.729 | -24.80 | — |
| 5 | 1.792 | 52.90 | — |
| 6 | 1.831 | 40.69 | — |
| 7 | 2.103 | -10.25 | — |
| 8 | 2.413 | -9.90 | — |
| 9 | 2.582 | 14.60 | — |

表 3.2-15 (2) 固有値解析結果

(検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)

(c) C-C断面 (杭基礎構造部)

| モード次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|-------|------------|--------|---------|
| 1 | 0.895 | 209.73 | 1次として採用 |
| 2 | 1.529 | 42.59 | — |
| 3 | 1.745 | -21.64 | — |
| 4 | 2.130 | 30.05 | — |
| 5 | 2.292 | 5.47 | — |
| 6 | 2.372 | -56.87 | — |
| 7 | 2.645 | 6.34 | — |
| 8 | 3.070 | -5.64 | — |
| 9 | 3.155 | -24.39 | — |

(d) C'-C'断面 (地盤改良体基礎構造部)

| モード次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|-------|------------|--------|---------|
| 1 | 0.857 | 146.27 | 1次として採用 |
| 2 | 1.404 | -39.44 | — |
| 3 | 1.677 | -12.55 | — |
| 4 | 1.888 | -16.89 | — |
| 5 | 2.175 | -3.99 | — |
| 6 | 2.295 | 38.10 | — |
| 7 | 2.441 | -9.07 | — |
| 8 | 2.817 | -3.60 | — |
| 9 | 2.923 | -21.38 | — |

表 3.2-16 (1) 固有値解析結果

(検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

(a) A-A断面

| モード次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|-------|------------|--------|---------|
| 1 | 0.862 | 202.24 | 1次として採用 |
| 2 | 1.232 | 31.77 | — |
| 3 | 1.411 | 30.30 | — |
| 4 | 1.656 | -3.94 | — |
| 5 | 1.765 | -24.75 | — |
| 6 | 1.854 | 45.51 | — |
| 7 | 1.970 | 10.00 | — |
| 8 | 2.164 | 52.98 | — |
| 9 | 2.230 | 33.44 | — |

(b) B-B断面

| モード次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|-------|------------|--------|---------|
| 1 | 0.733 | 145.87 | 1次として採用 |
| 2 | 1.168 | 42.29 | — |
| 3 | 1.545 | -9.25 | — |
| 4 | 1.690 | 19.07 | — |
| 5 | 1.718 | 82.54 | — |
| 6 | 1.866 | 16.68 | — |
| 7 | 1.953 | 26.22 | — |
| 8 | 2.263 | -3.45 | — |
| 9 | 2.294 | 0.26 | — |

表 3.2-16 (2) 固有値解析結果

(検討ケース④)：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

(c) C-C断面 (杭基礎構造部)

| モード次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|-------|------------|--------|---------|
| 1 | 0.865 | 202.42 | 1次として採用 |
| 2 | 1.404 | 43.29 | — |
| 3 | 1.735 | -14.99 | — |
| 4 | 1.862 | -6.51 | — |
| 5 | 1.914 | 78.93 | — |
| 6 | 2.181 | 9.72 | — |
| 7 | 2.281 | 2.03 | — |
| 8 | 2.601 | -9.43 | — |
| 9 | 2.700 | 0.95 | — |

(d) C'-C'断面 (地盤改良体基礎構造部)

| モード次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | 備考 |
|-------|------------|--------|---------|
| 1 | 0.838 | 143.24 | 1次として採用 |
| 2 | 1.342 | 30.96 | — |
| 3 | 1.683 | -12.48 | — |
| 4 | 1.747 | 1.37 | — |
| 5 | 1.825 | 50.73 | — |
| 6 | 2.043 | 14.19 | — |
| 7 | 2.196 | 3.84 | — |
| 8 | 2.341 | -12.20 | — |
| 9 | 2.551 | 3.76 | — |

3.2.12 荷重の組合せ

耐震安全性評価にて考慮する荷重は、通常運転時の荷重（永久荷重）及び地震時荷重を抽出し、それぞれ組合せて設定する。地震時荷重には、地震時土圧、動水圧、機器・配管系からの反力による荷重が含まれるものとする。

変動荷重（積雪荷重、風荷重及び温度荷重）については、発電所の立地特性や屋外二重管が地中に埋設された構造物であることを考慮すると、構造物に与える影響は軽微であると判断し、地震力と組合せる荷重としては除外した。

なお、屋外二重管は、地盤内に埋設されている構造物であることから、運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態の影響を受けないと考えられるため、当該状態についての組合せは考慮しないものとする。また、重大事故等対処時においても、地盤内で設計基準事故時の条件を上回るような事象は発生しないため、当該状態についての組合せは考慮しないものとする。

荷重の組合せを表 3.2-17 に示す。

地震時に屋外二重管基礎に作用する機器・配管荷重については、解析モデルに付加質量として与えることで考慮する。

表 3.2-17 荷重の組合せ

| 種別 | | 荷重 | 算定方法 |
|------|--------|---------------------|--|
| 永久荷重 | 常時考慮荷重 | 躯体自重 | ○ ・設計図書に基づいて、対象構造物の体積に材料の単位体積重量を乗じて設定する。 |
| | | 機器・配管荷重 | ○ ・機器・配管荷重の重量に基づいて設定する。 |
| | | 土被り荷重 | ○ ・常時応力解析により設定する。 |
| | | 永久上載荷重 | — ・恒常的に配置された設備等はないことから、考慮しない。 |
| | 静止土圧 | | ○ ・常時応力解析により算定する。 |
| | 外水圧 | | ○ ・地下水位に応じた静水圧として設定する。 ・水の単位体積重量を考慮する。 |
| | 内水圧 | | — ・内水がないことから、考慮しない。 |
| 変動荷重 | | 積雪荷重 風荷重 温度荷重 | — ・発電所の立地特性及び構造物の配置状況を踏まえると、偶発荷重（地震荷重）と組合せるべき変動荷重はない。 |
| 偶発荷重 | | 水平地震動 | ○ ・基準地震動 S_d による水平・鉛直同時加振をする。 |
| | | 鉛直地震動 | ○ ・躯体、機器・配管系の慣性力、動土圧を考慮する。 |
| | | 動水圧 | — ・内水がないことから、考慮しない。 |

(1) 機器・配管荷重

機器・配管荷重は、屋外二重管本体に付加質量として考慮する。付加質量は、外管の密度に含める。外管の密度を表 3.2-18 に示す。

表 3.2-18 屋外二重管本体の密度（付加質量を含む）

| 外管径 (mm) | 外管密度 (g/cm ³) |
|----------|---------------------------|
| φ 1800 | 13.99 |
| φ 2000 | 14.18 |

(2) 外水圧

地下水位は地表面として設定する。

3.2.13 地震応答解析の検討ケース

(1) 耐震設計における検討ケース

屋外二重管基礎の耐震設計における検討ケースを表 3.2-19 に示す。

耐震評価においては、すべての基準地震動 S_s に対して実施する①の検討ケース（基本ケース）において、せん断力照査及び曲げ軸力照査をはじめとしたすべての評価項目について、各照査値が最も厳しい（許容限界に対する余裕が最も小さい）地震動を用い、②～⑥より追加検討ケースを実施する。最も厳しい地震動の選定は、照査値 1.0 に対して 2 倍の余裕となる照査値 0.5 以上を相対的に厳しい地震動の選定の目安として実施する。

②～⑥より追加検討ケースを実施する地震動の選定フローを図 3.2-22 に示す。

表 3.2-19 屋外二重管の耐震設計における検討ケース

| 検討ケース | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|------------|----------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|---|
| 液状化強度特性の設定 | | 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース） | 地盤物性のばらつきを考慮（+1 σ ）した解析ケース | 地盤物性のばらつきを考慮（-1 σ ）した解析ケース | 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース | 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース | 地盤物性のばらつきを考慮（+1 σ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース |
| 地震波（位相） | S_s-D1 | (H+V+) | 実施 | | | | |
| | | (H+V-) | 実施 | | | | |
| | | (H-V+) | 実施 | | | | |
| | | (H-V-) | 実施 | | | | |
| | S_s-11 | | 実施 | | | | |
| | S_s-12 | | 実施 | | | | |
| | S_s-13 | | 実施 | | | | |
| | S_s-14 | | 実施 | | | | |
| | S_s-21 | | 実施 | | | | |
| | S_s-22 | | 実施 | | | | |
| S_s-31 | (H+V+) | 実施 | | | | | |
| | (H-V+) | 実施 | | | | | |

全ての基準地震動 S_s に対して実施する①の検討ケース（基本ケース）において、せん断力照査及び曲げ軸力照査をはじめとした全ての照査項目について、各照査値が最も厳しい（許容限界に対する余裕が最も小さい）地震動を用い、②～⑥より追加検討ケースを実施する。

注記：構築物間の相対変位の算定を行う場合は、上記の実施ケースにおいて変位量が厳しいケースで行う。

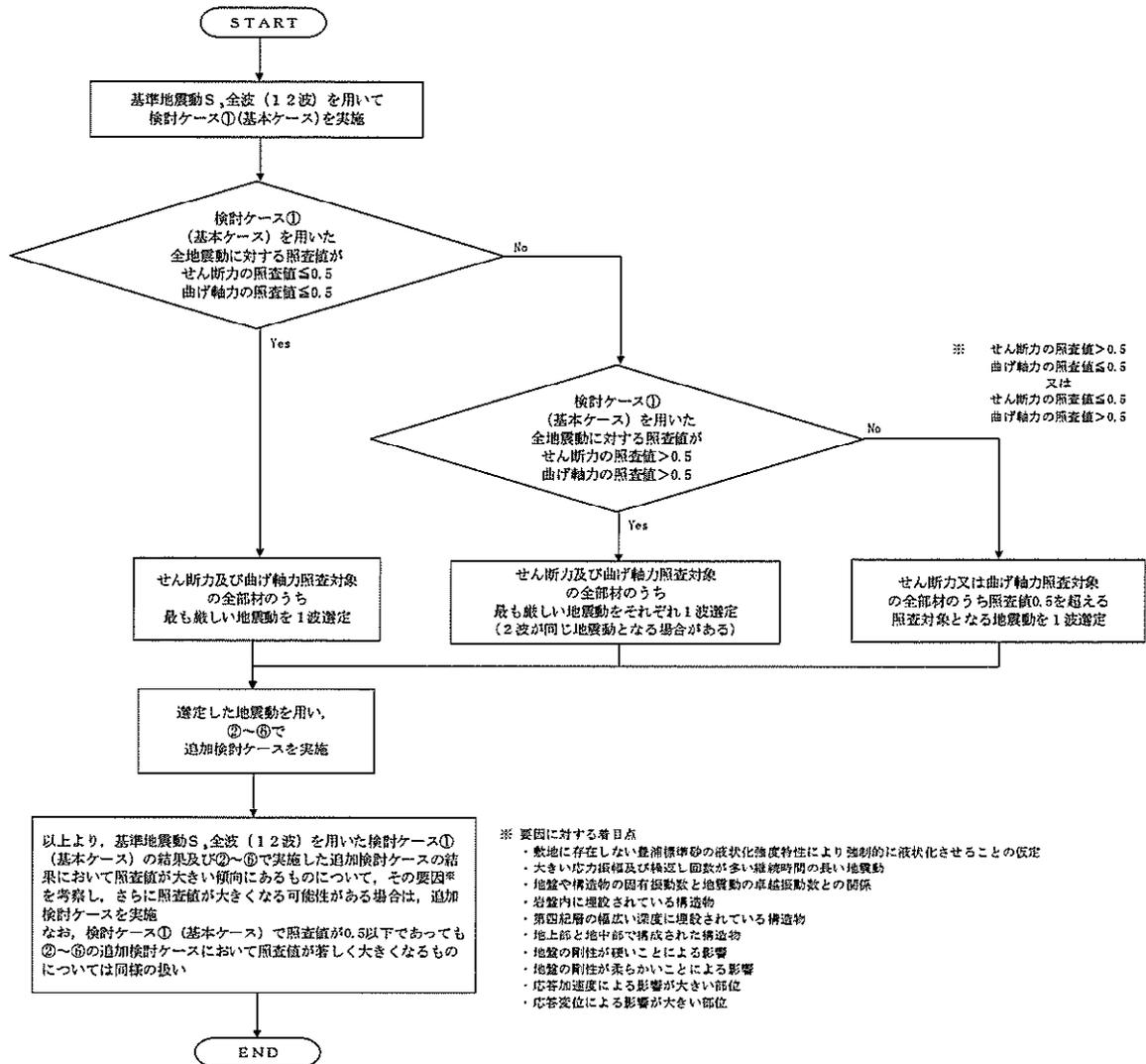


図 3.2-22 ②～⑥より追加検討ケースを実施する地震動の選定フロー

(2) 機器・配管系に対する加速度応答抽出のための検討ケース

機器・配管系に対する加速度応答の抽出における検討ケースを表 3.2-20 に示す。

すべての基準地震動 S_s に対して実施する⑤の検討ケース（原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）において、上載される機器・配管系の固有振動数帯で加速度応答が最も大きくなる地震動を用い、④及び⑥より追加検討ケースを実施する。

表 3.2-20 機器・配管系への加速度応答の抽出における検討ケース

| 検討ケース | | ④ 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース | ⑤ 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース | ⑥ 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース |
|-------------|----------|--------------------------------|---|--|
| 液状化強度特性の設定 | | 敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性 | 液状化パラメータを非適用 | 液状化パラメータを非適用 |
| 地震波 (位相) | S_s-D1 | (H+V+) | 全ての基準地震動 S_s に対して実施する⑤の検討ケース（原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）において、上載される機器・配管系の固有振動数帯で加速度応答が最も大きくなる地震動を用い、④及び⑥より追加検討ケースを実施する。 | 実施 |
| | | (H+V-) | | 実施 |
| | | (H-V+) | | 実施 |
| | | (H-V-) | | 実施 |
| | S_s-11 | | | 実施 |
| | S_s-12 | | | 実施 |
| | S_s-13 | | | 実施 |
| | S_s-14 | | | 実施 |
| | S_s-21 | | | 実施 |
| | S_s-22 | | | 実施 |
| S_s-31 | (H+V+) | 実施 | | |
| | (H-V+) | 実施 | | |

3.3 評価内容

3.3.1 入力地震動の設定

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_0 を1次元波動論によって、地震応答解析モデルの底面位置で評価したものをを用いる。

入力地震動算定の概念図を図 3.3-1 に、管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3.3-2 に、管軸直角方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3.3-3 に示す。

入力地震動の算定には、解析コード「k-SHAKE Ver. 6.2.0」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、V-5-17「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

なお、基準地震動 S_0 のうち断層モデル波については、特定の方向性を有しない地震動については、位相を反転させた場合の影響も確認する。断層モデル波である $S_{0-11} \sim S_{0-22}$ については、特定の方向性を有することから、構造物の評価対象断面方向を考慮し、方位補正を行う。具体的には、南北方向及び東西方向の地震動について構造物の評価対象断面方向の成分を求め、各々を足し合わせることで方位補正した地震動を設定する。

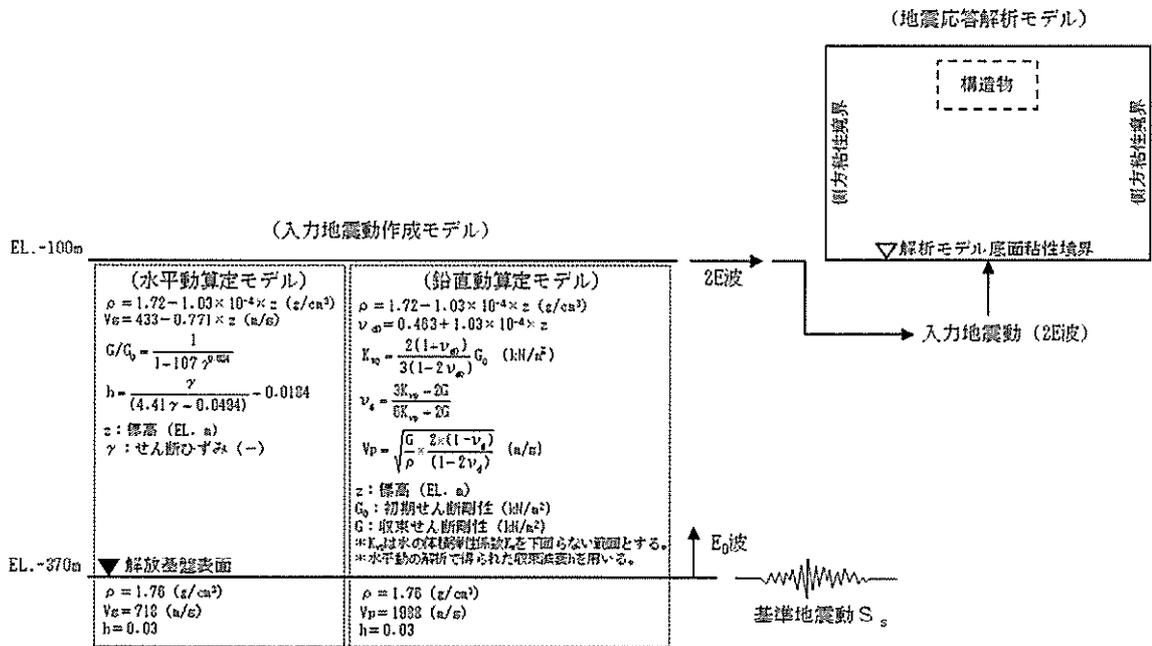
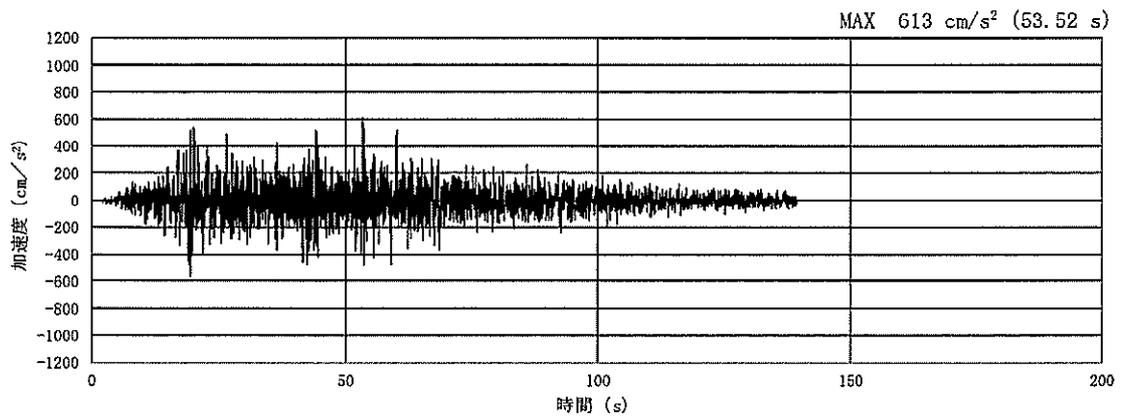
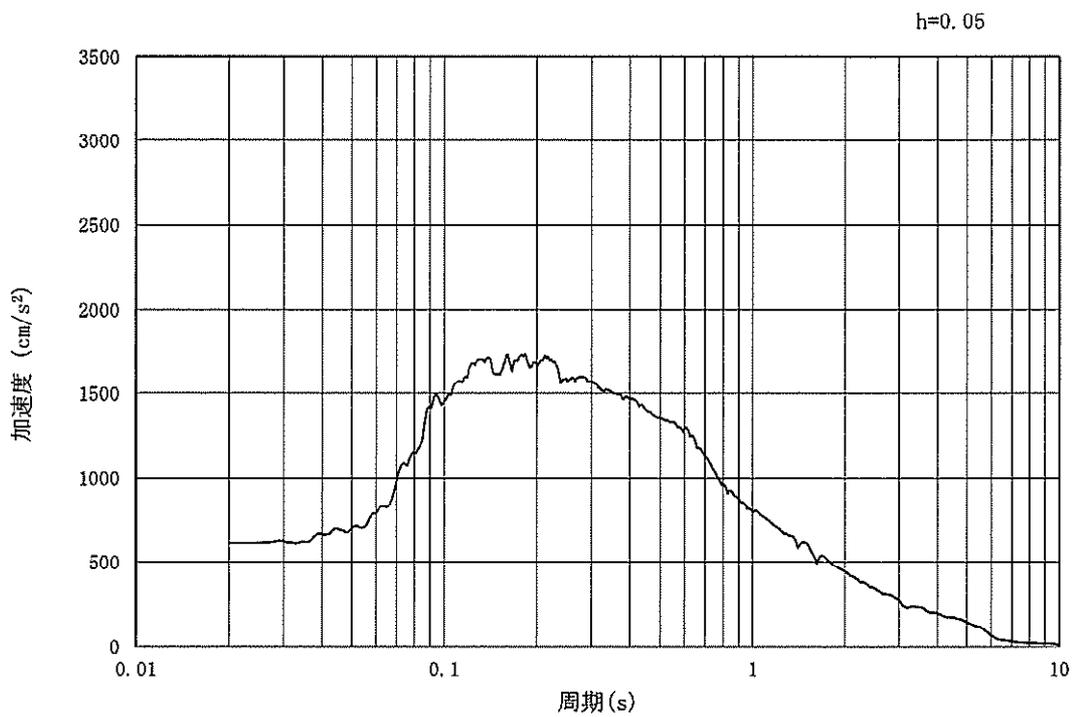


図 3.3-1 入力地震動算定の概念図

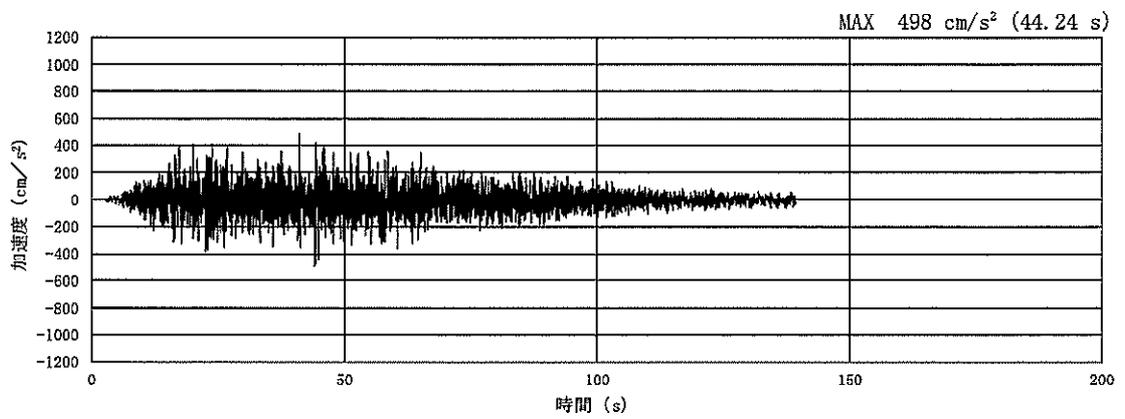


(a) 加速度時刻歴波形

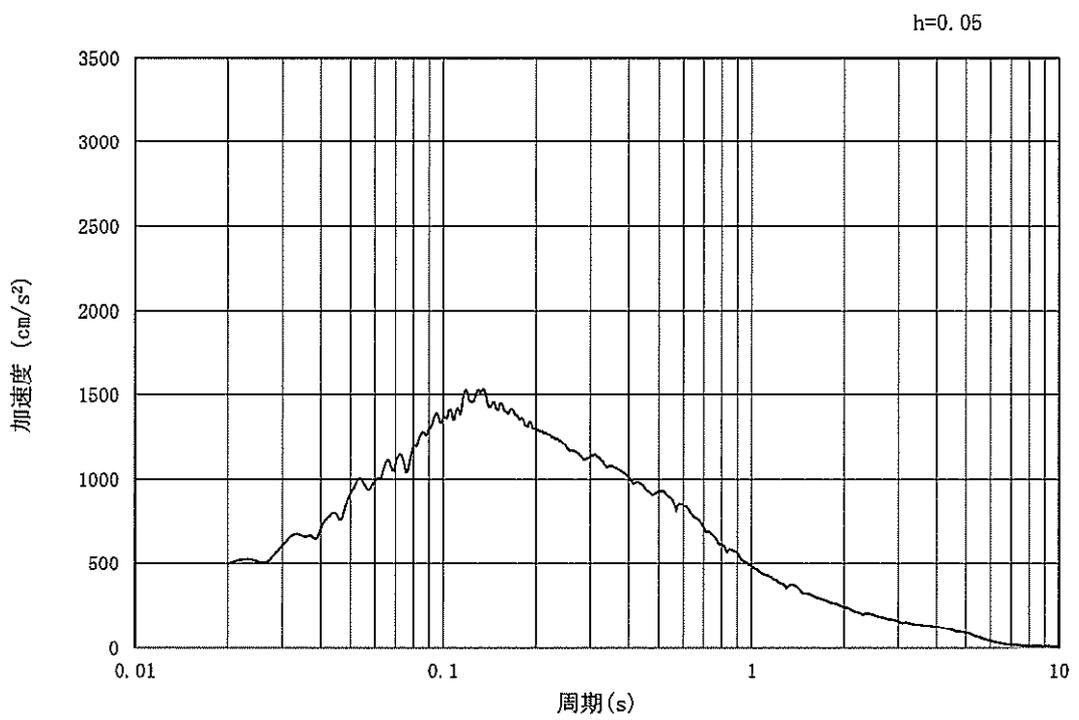


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-2 (1) 管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: S_s-D1)

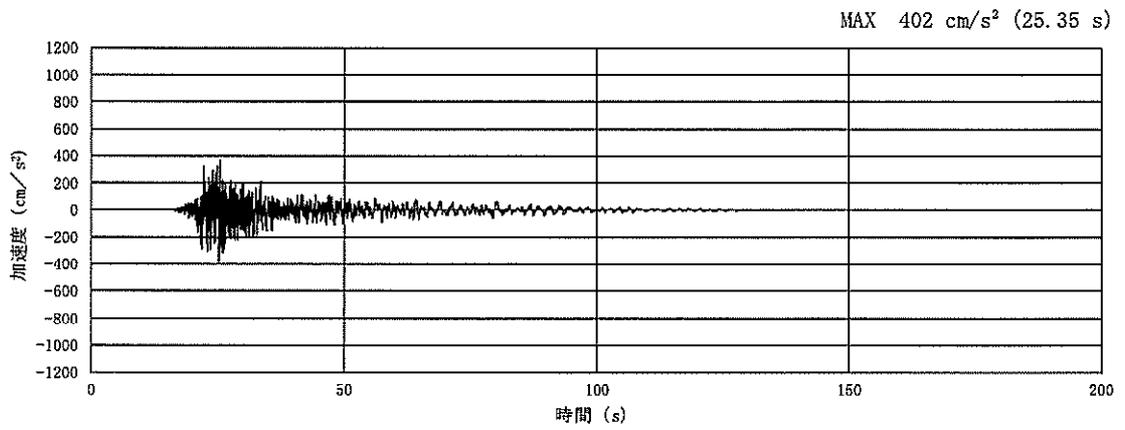


(a) 加速度時刻歴波形

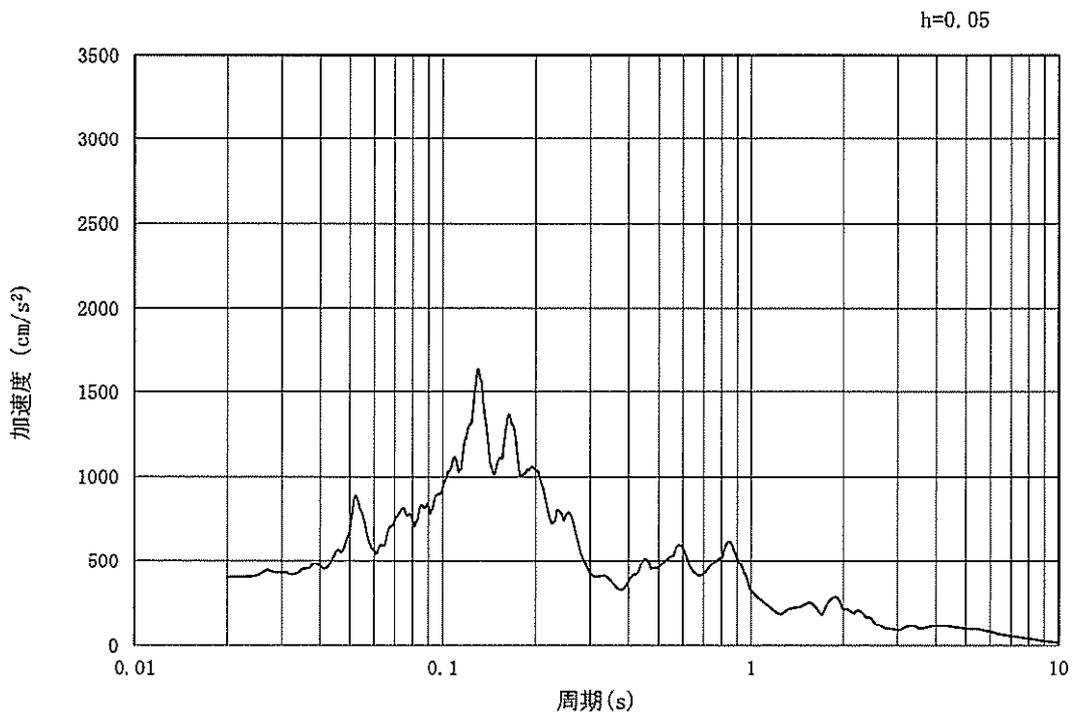


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-2 (2) 管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: S_s-D1)

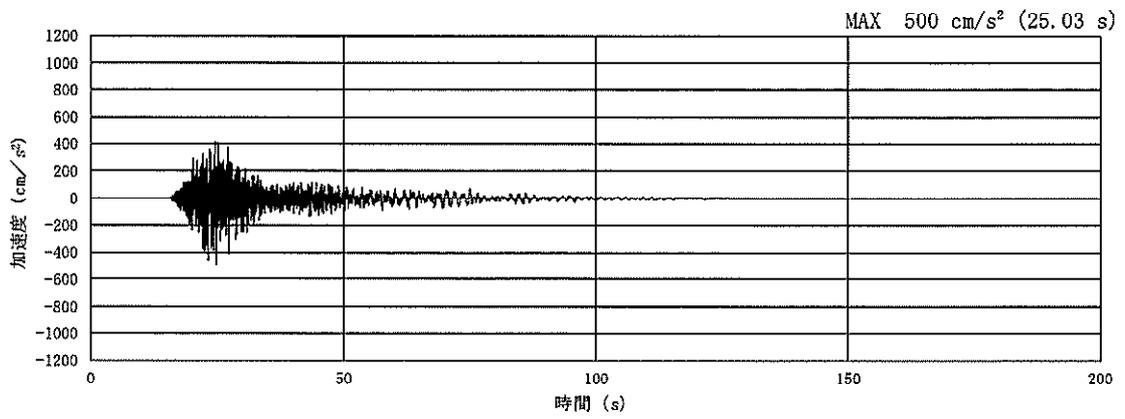


(a) 加速度時刻歴波形

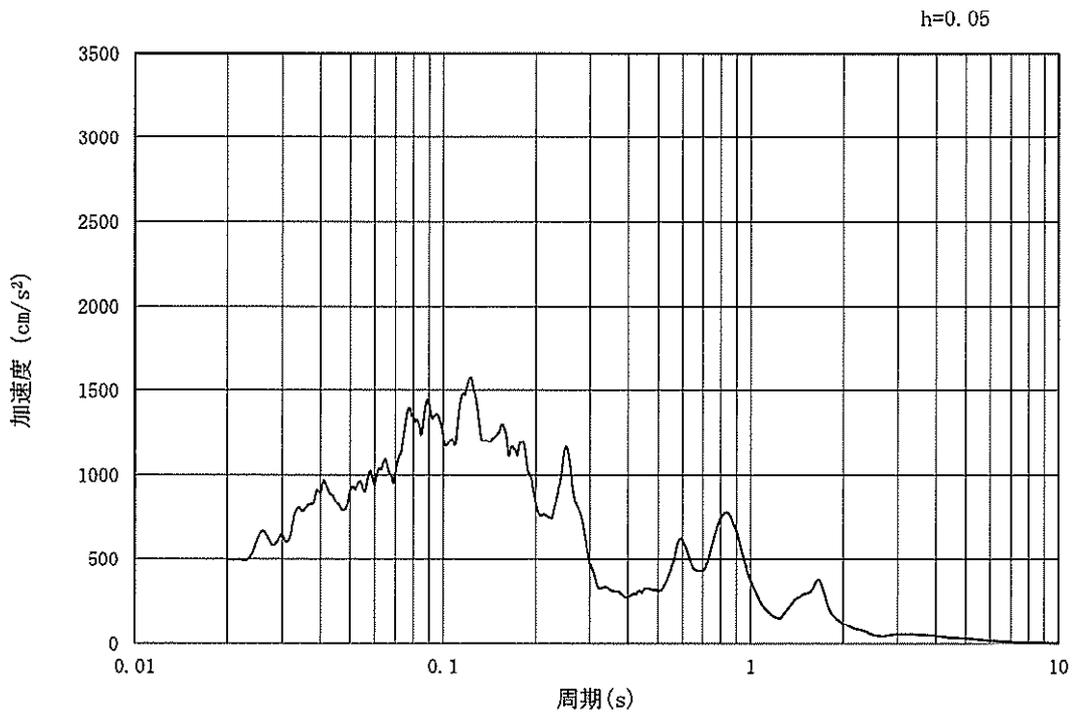


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-2 (3) 管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 11$)

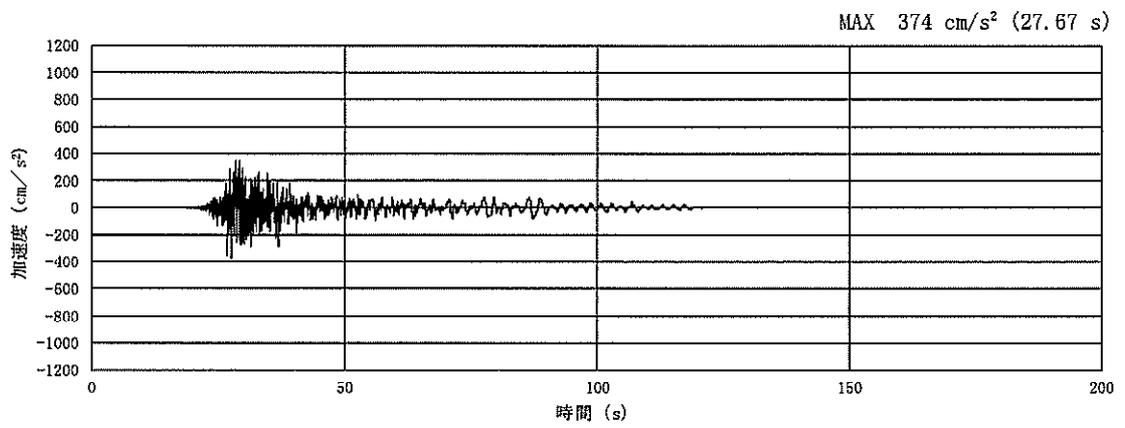


(a) 加速度時刻歴波形

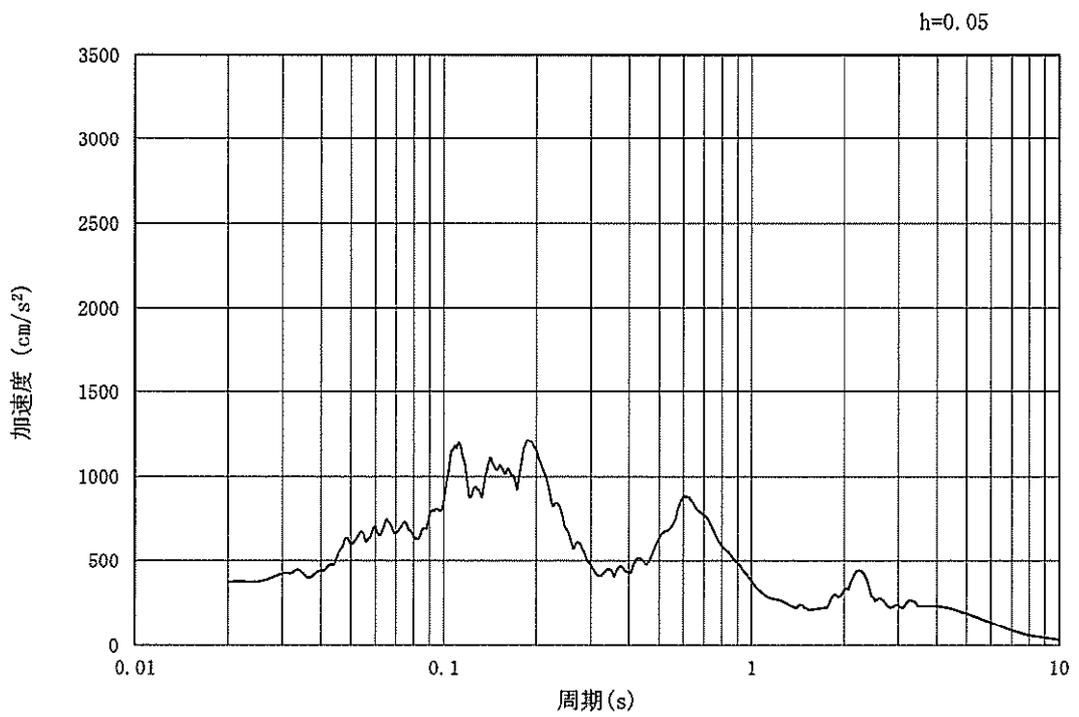


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-2 (4) 管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向： $S_s - 11$)

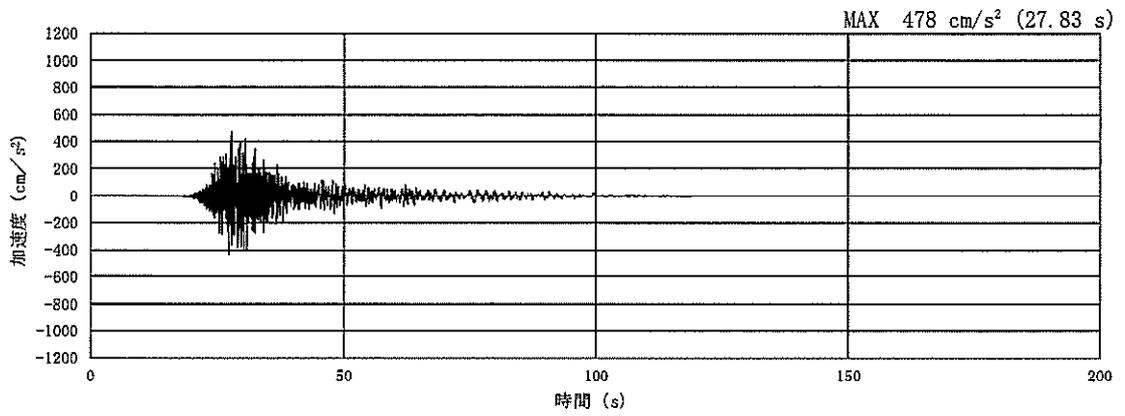


(a) 加速度時刻歴波形

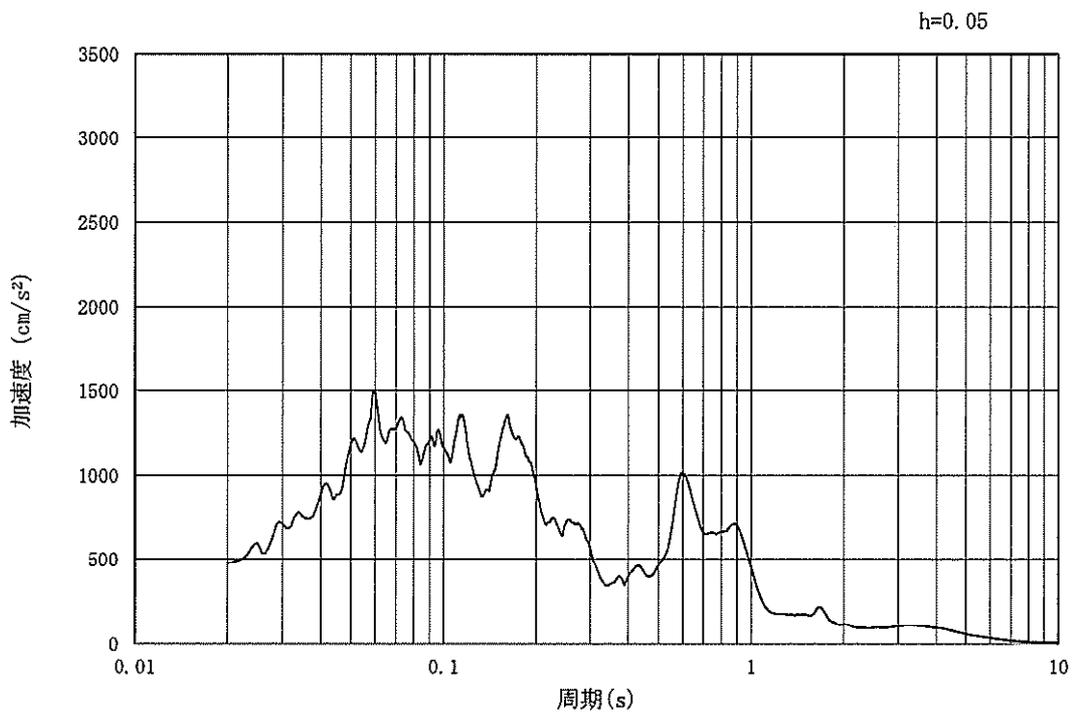


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-2 (5) 管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 12$)

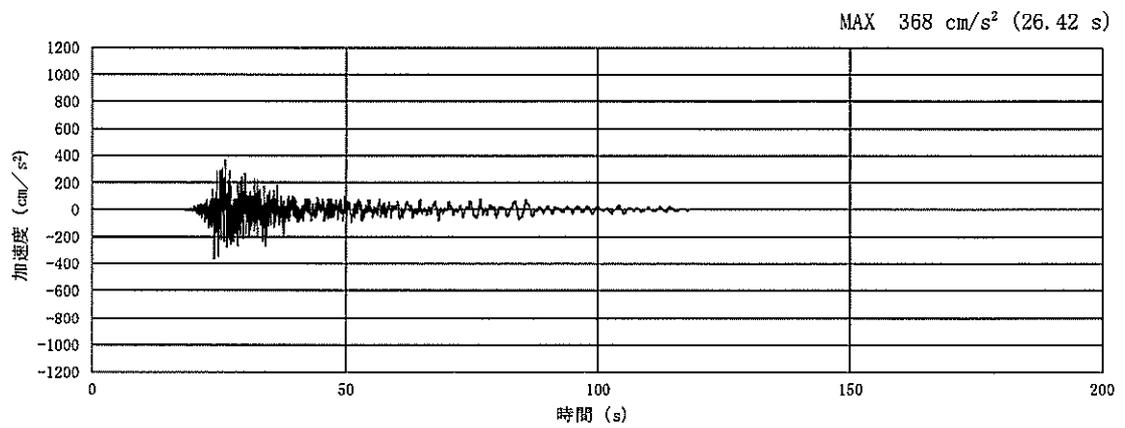


(a) 加速度時刻歴波形

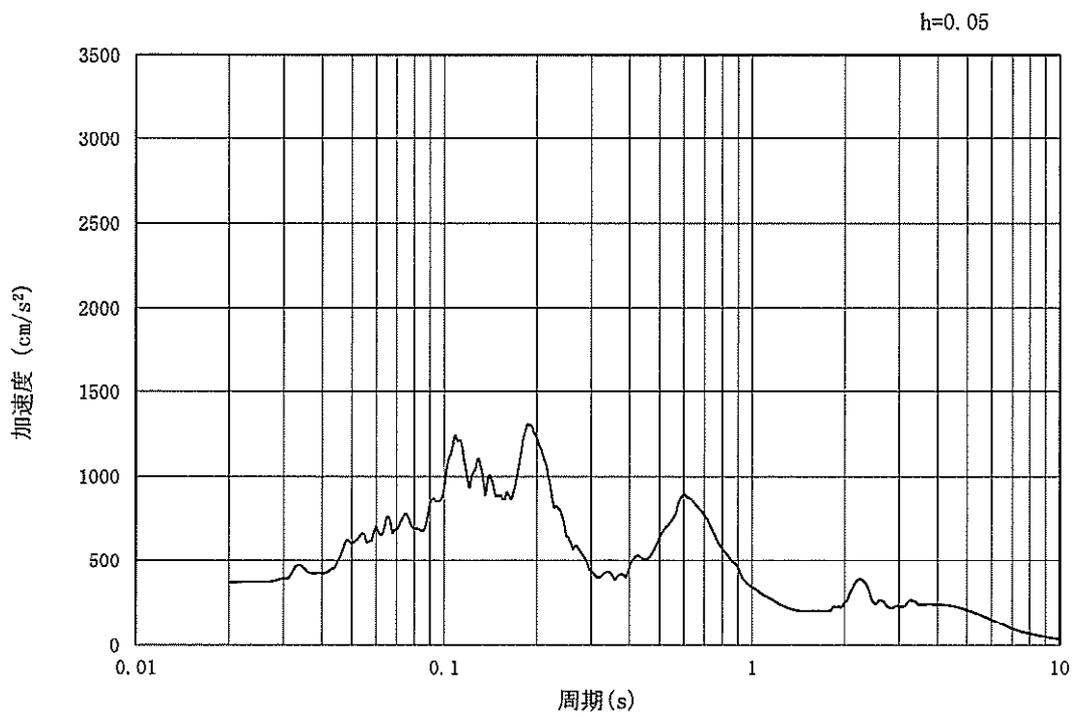


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-2 (6) 管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 12$)

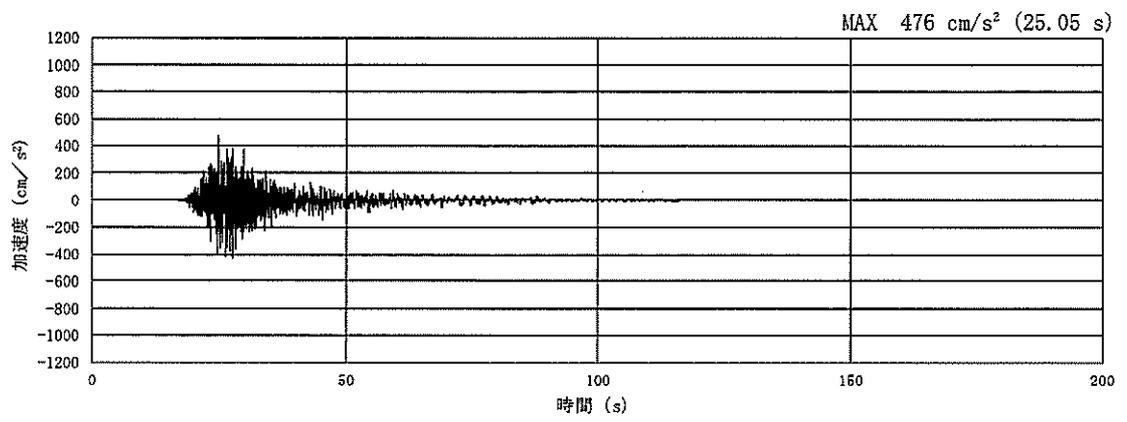


(a) 加速度時刻歴波形

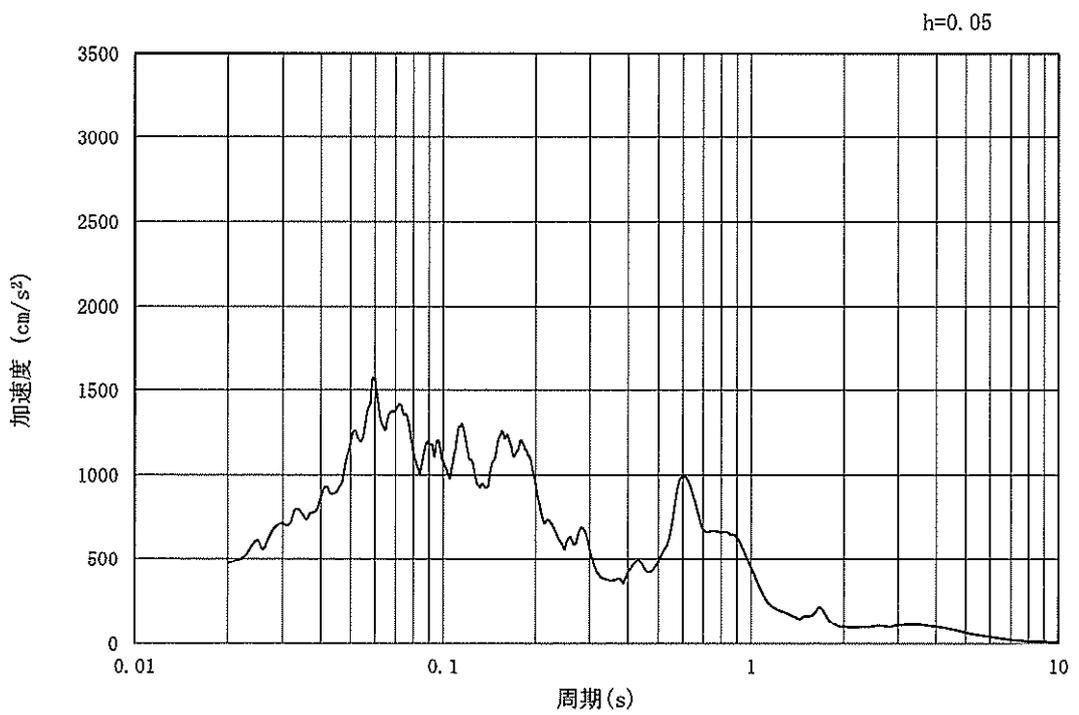


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-2 (7) 管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : $S_s - 13$)

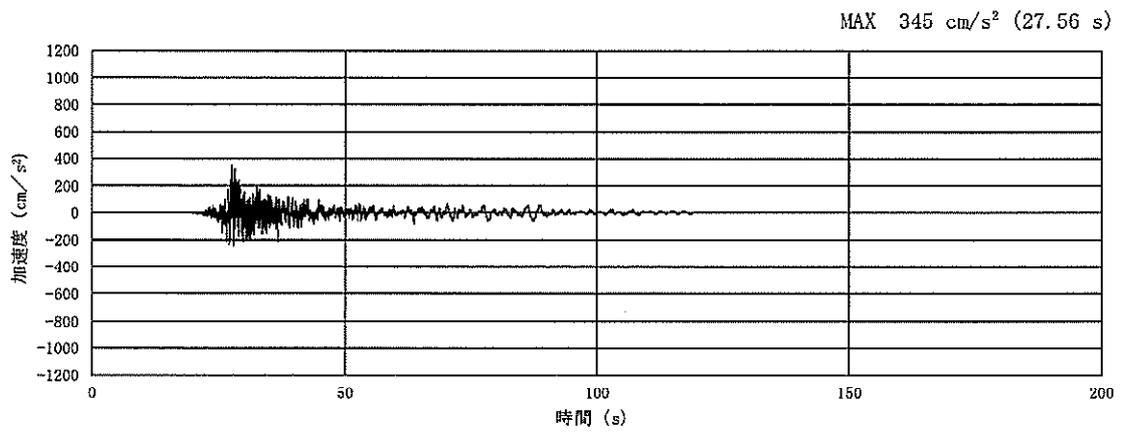


(a) 加速度時刻歴波形

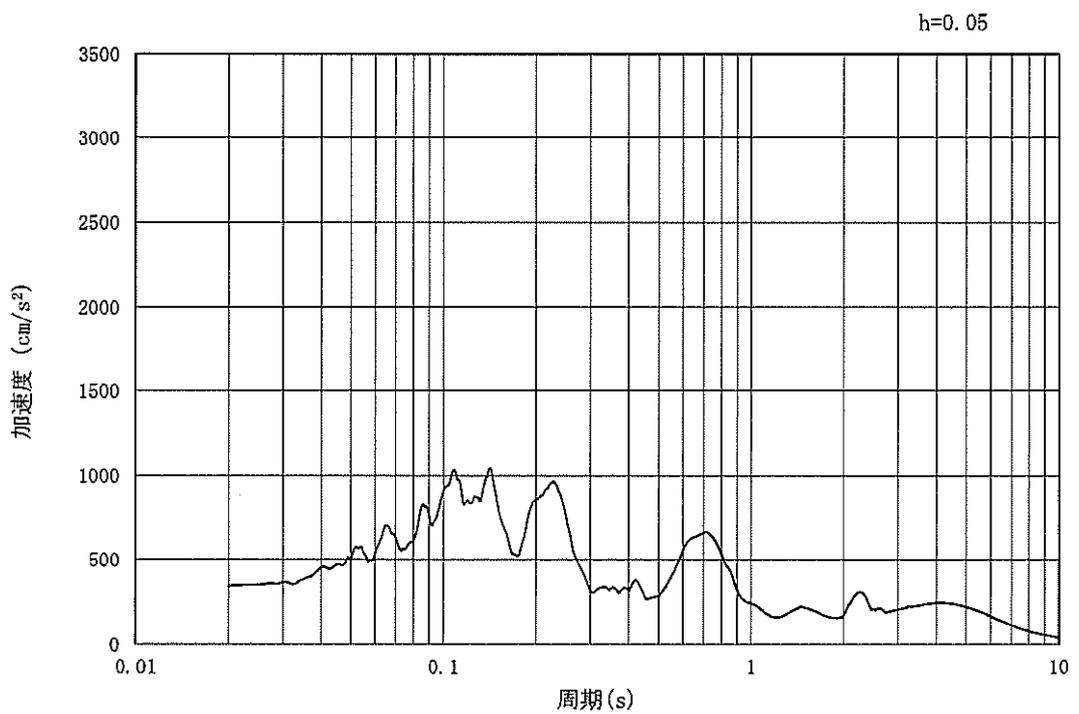


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-2 (8) 管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 13$)

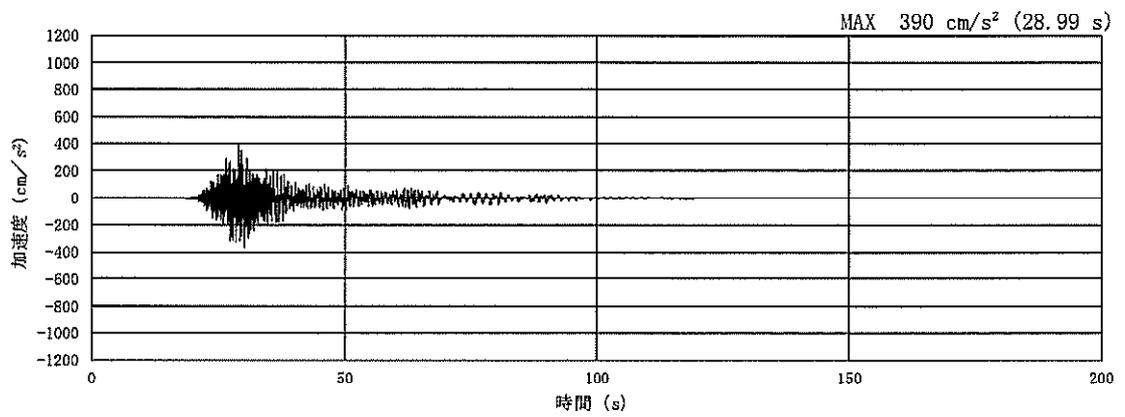


(a) 加速度時刻歴波形

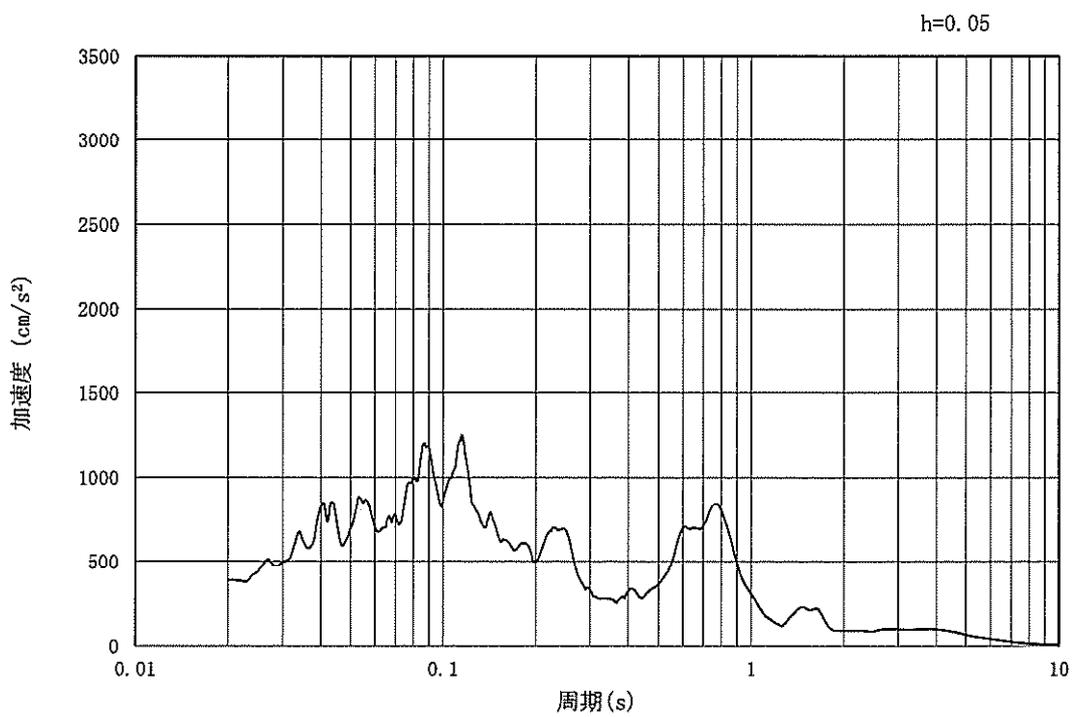


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-2 (9) 管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 14$)

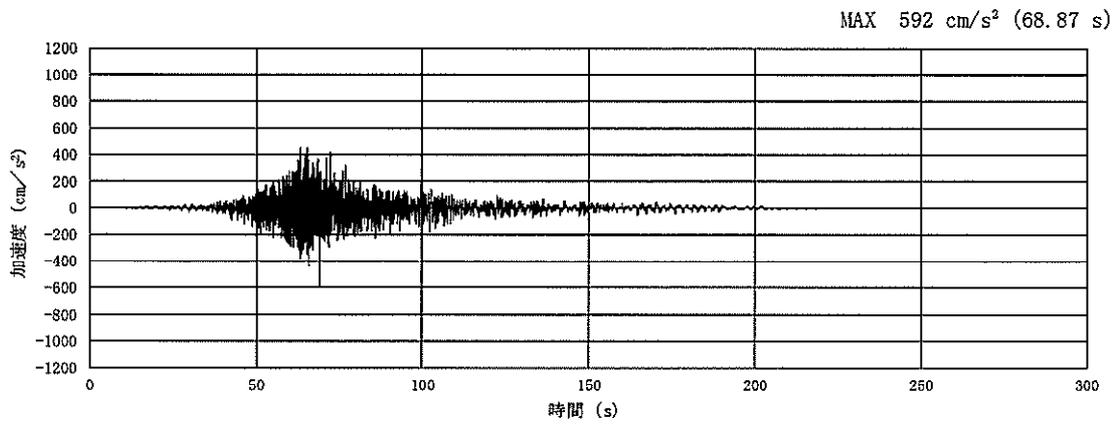


(a) 加速度時刻歴波形

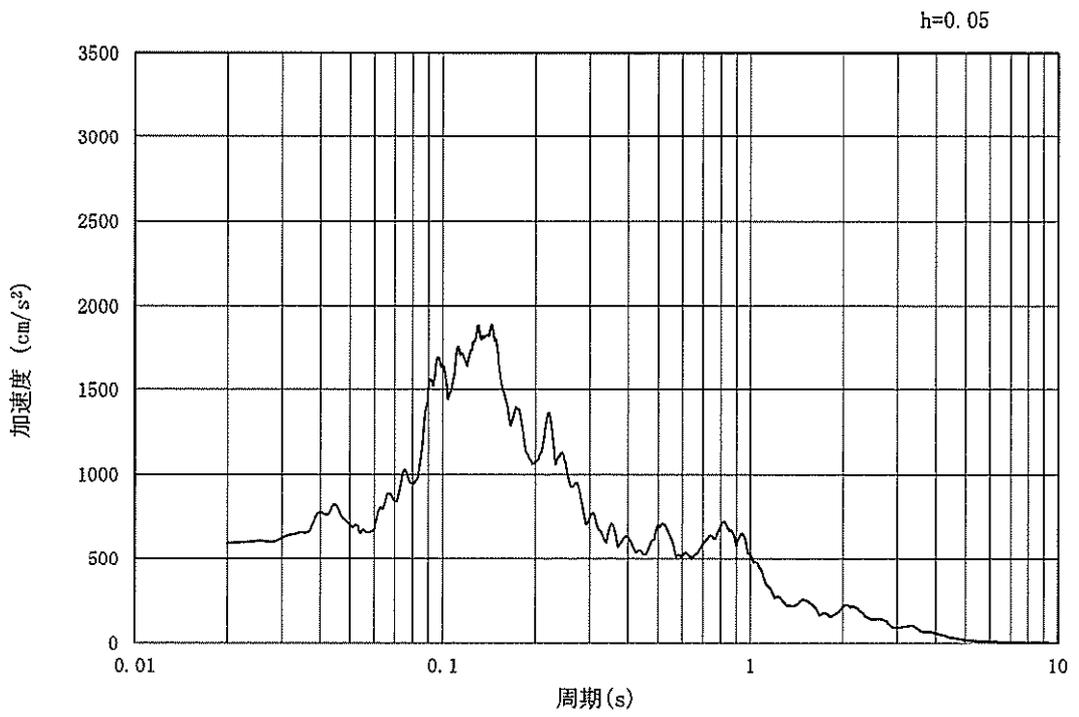


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-2 (10) 管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 14$)

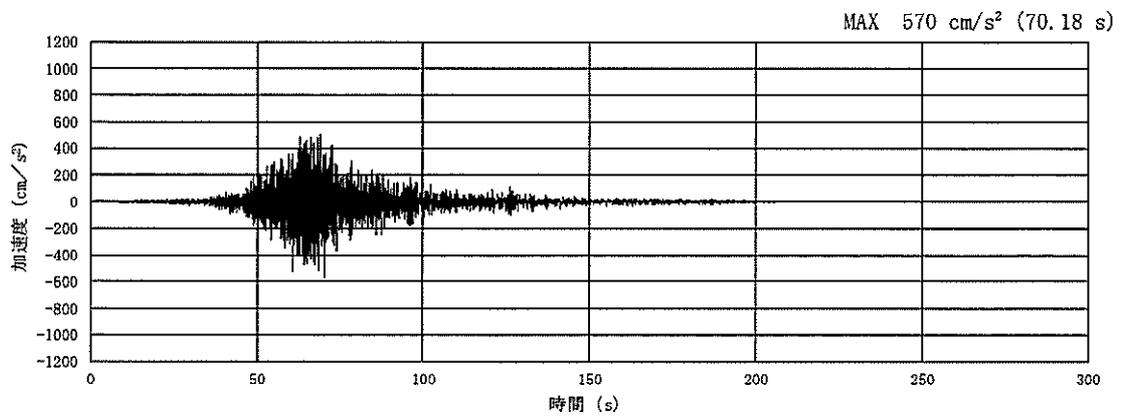


(a) 加速度時刻歴波形

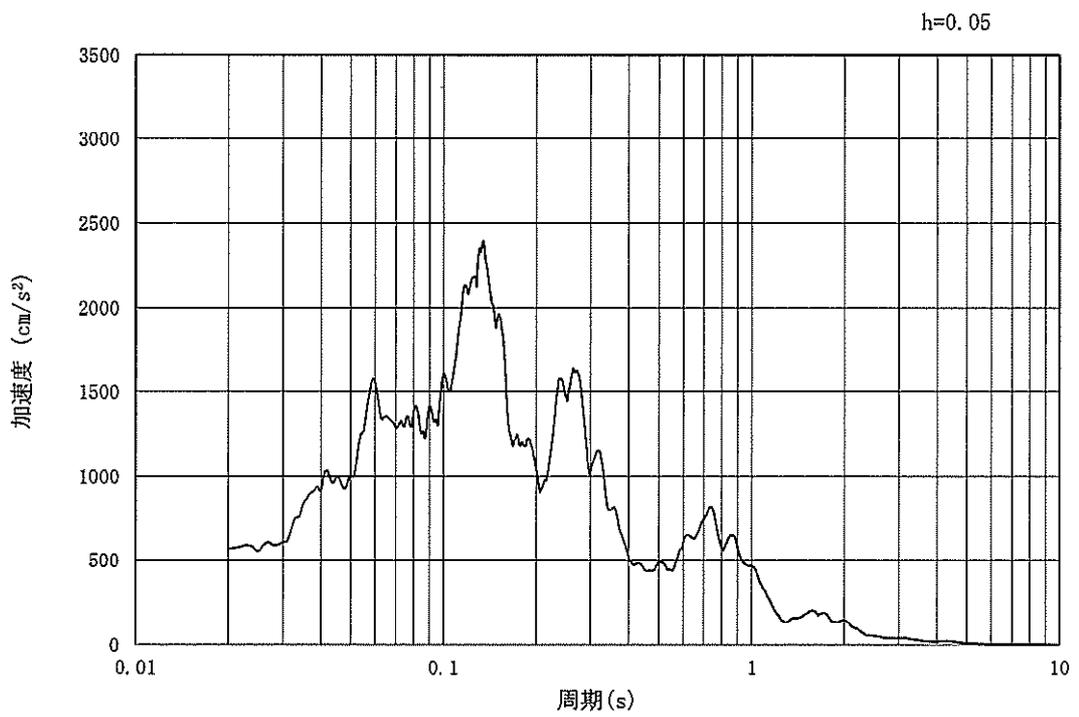


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-2 (11) 管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 21$)

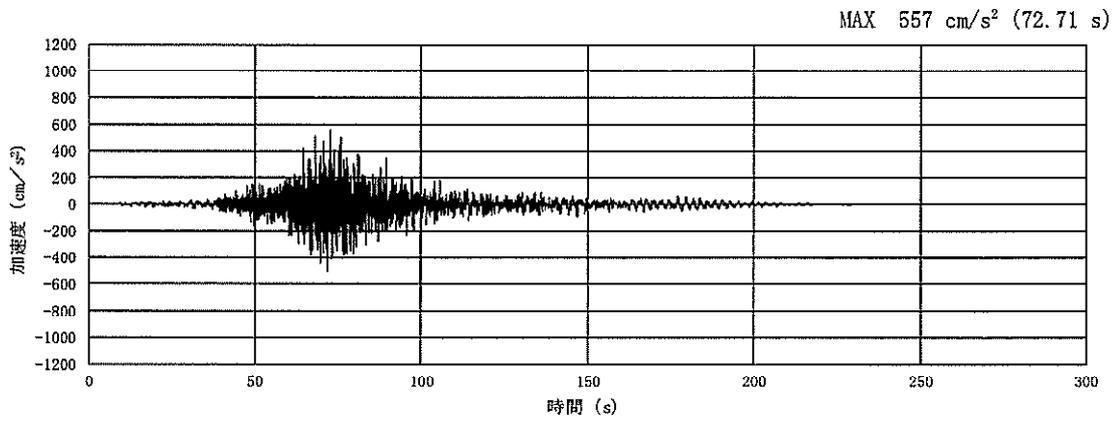


(a) 加速度時刻歴波形

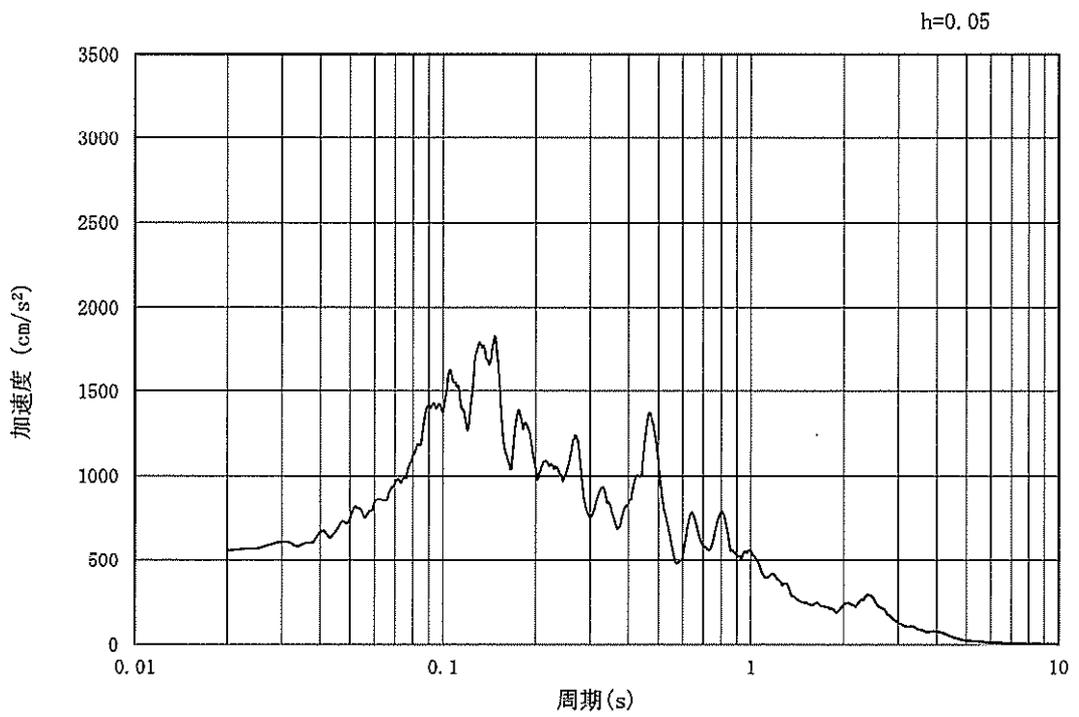


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-2 (12) 管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向 : $S_s - 21$)

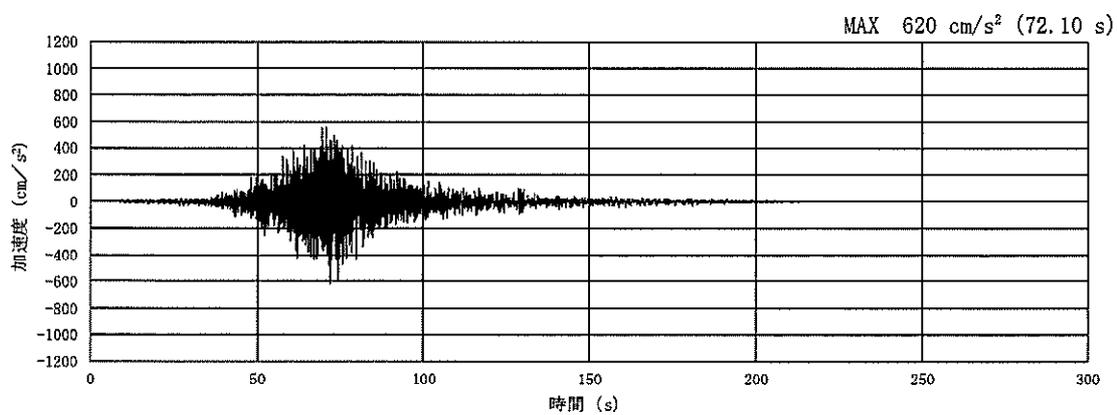


(a) 加速度時刻歴波形

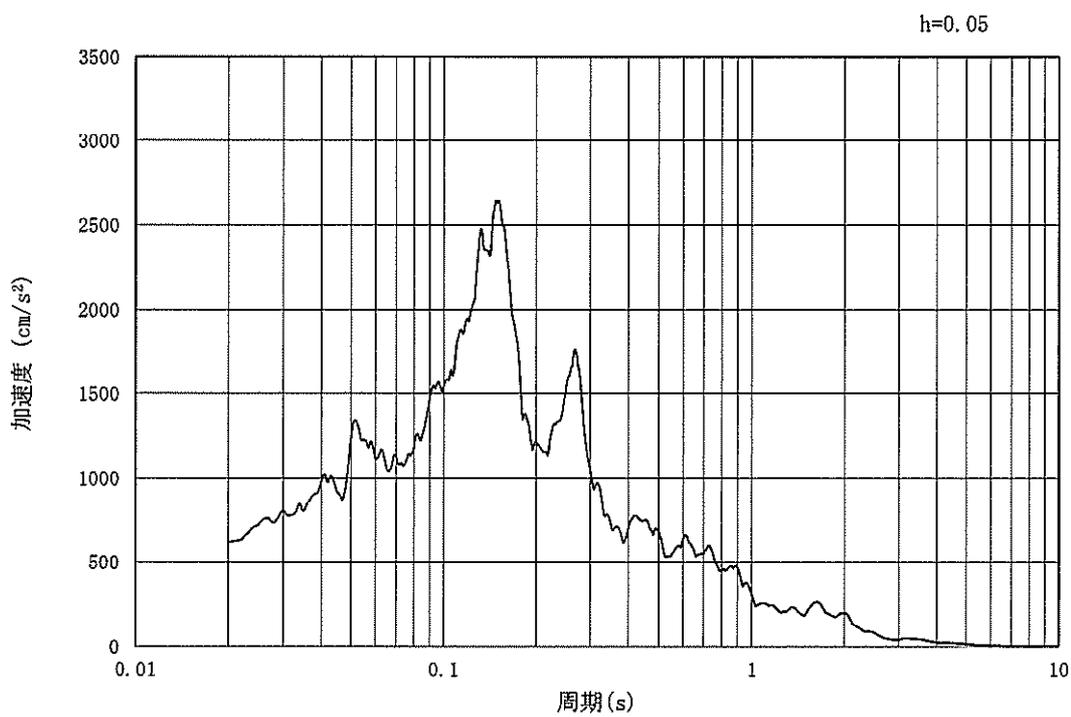


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-2 (13) 管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S_s-22)

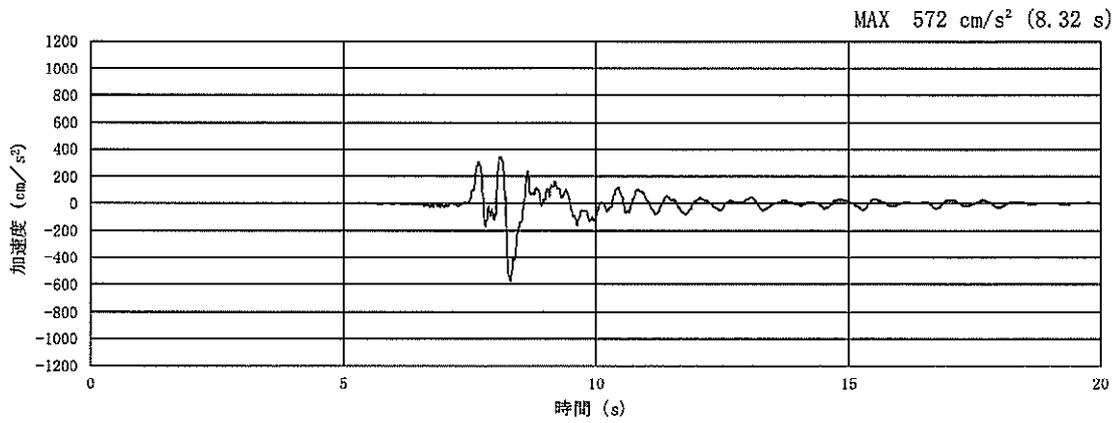


(a) 加速度時刻歴波形

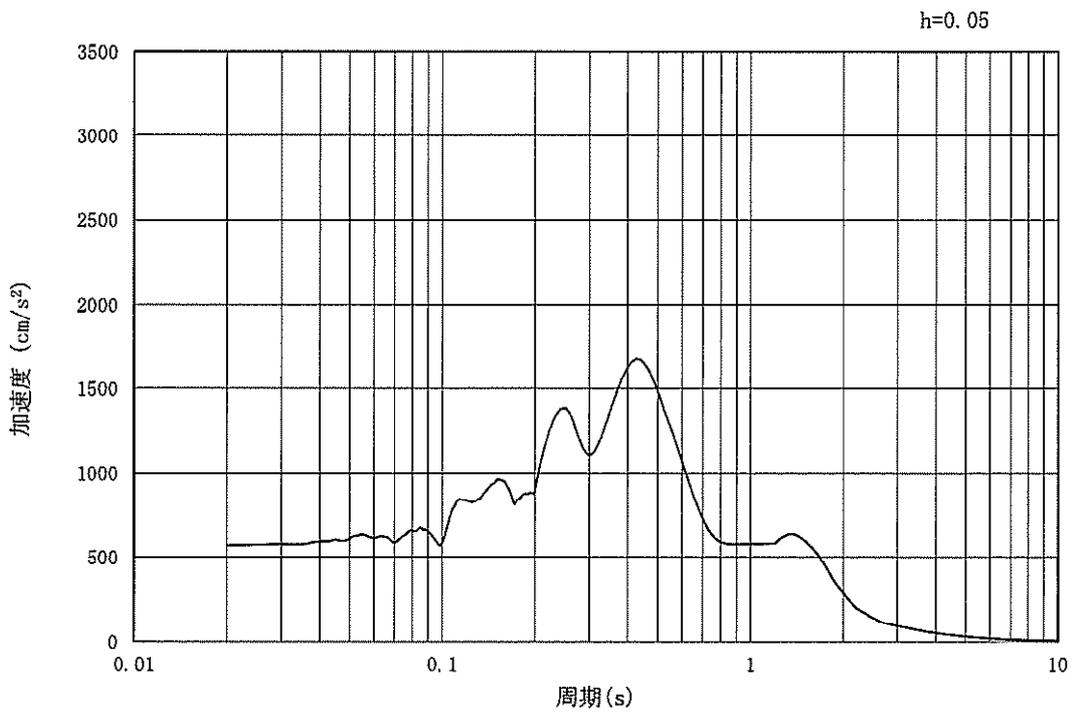


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-2 (14) 管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向 : S_s - 2 2)

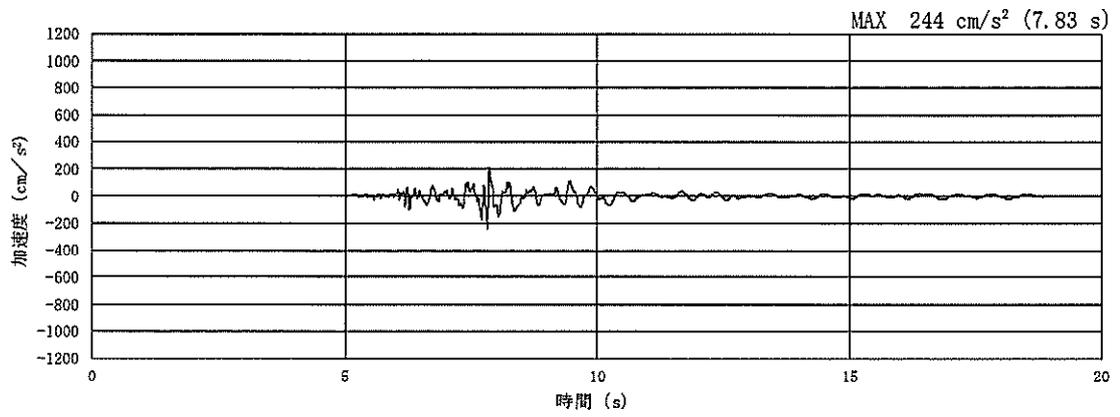


(a) 加速度時刻歴波形

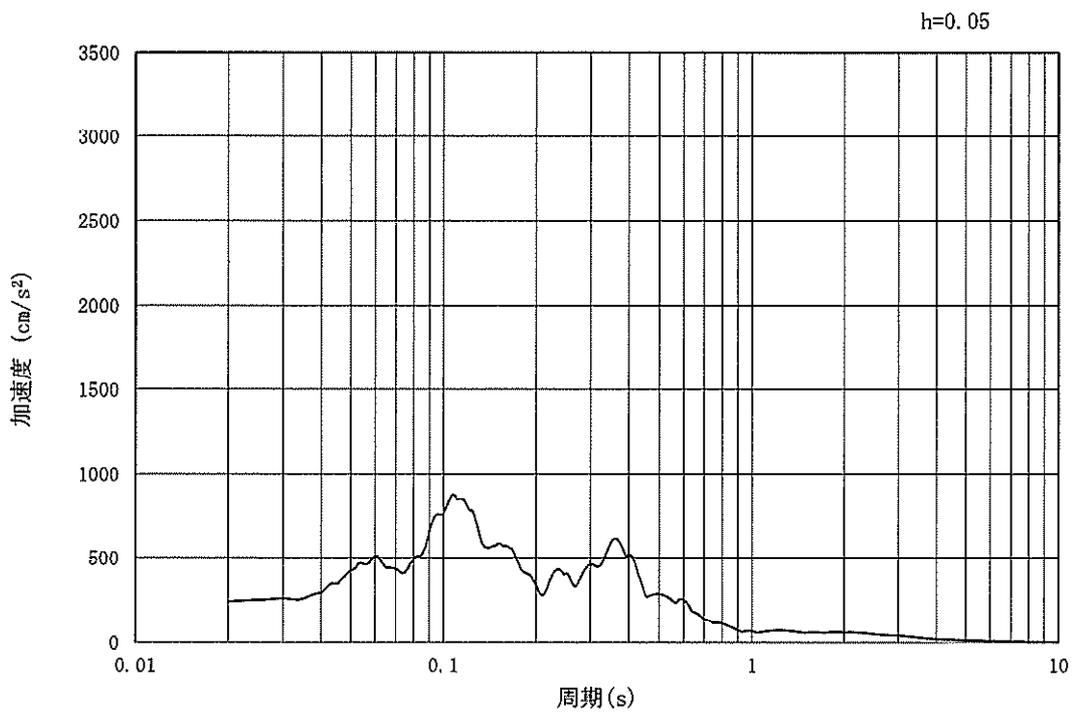


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-2 (15) 管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: S_s-31)

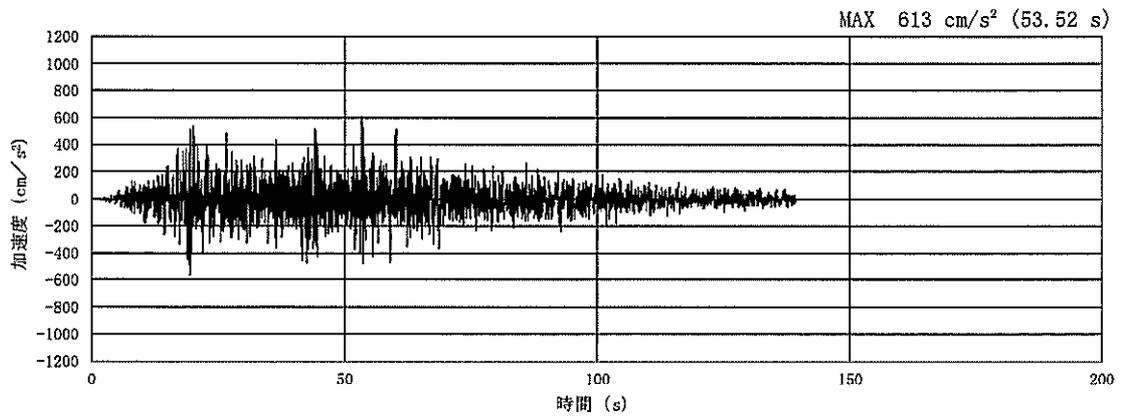


(a) 加速度時刻歴波形

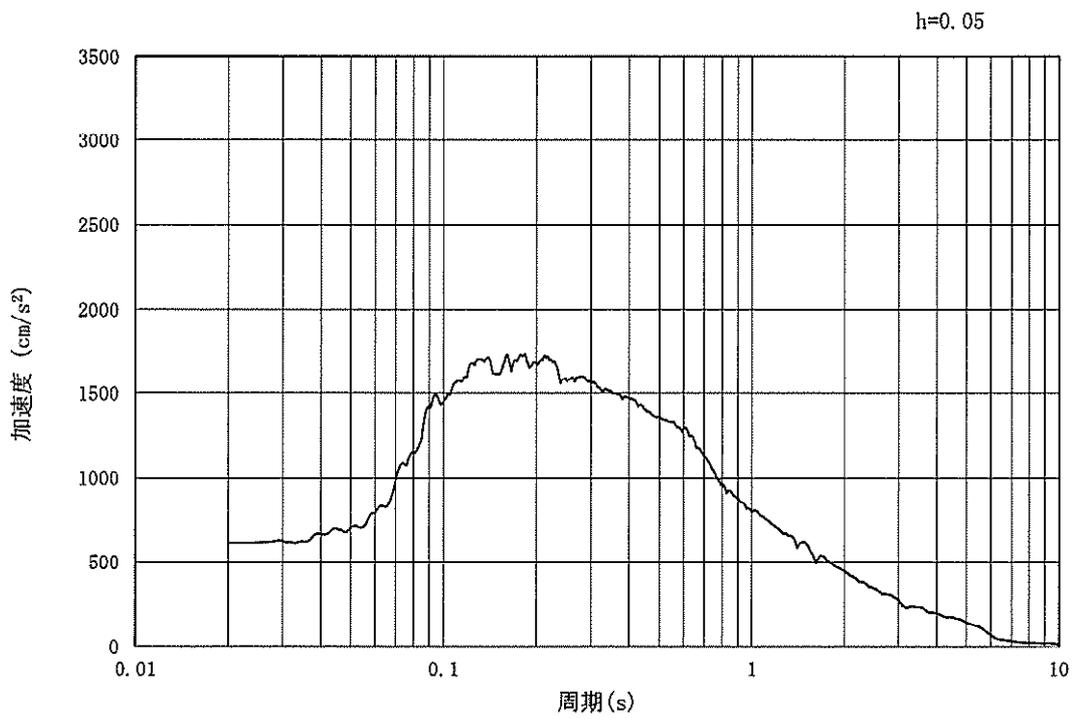


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-2 (16) 管軸方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 31$)

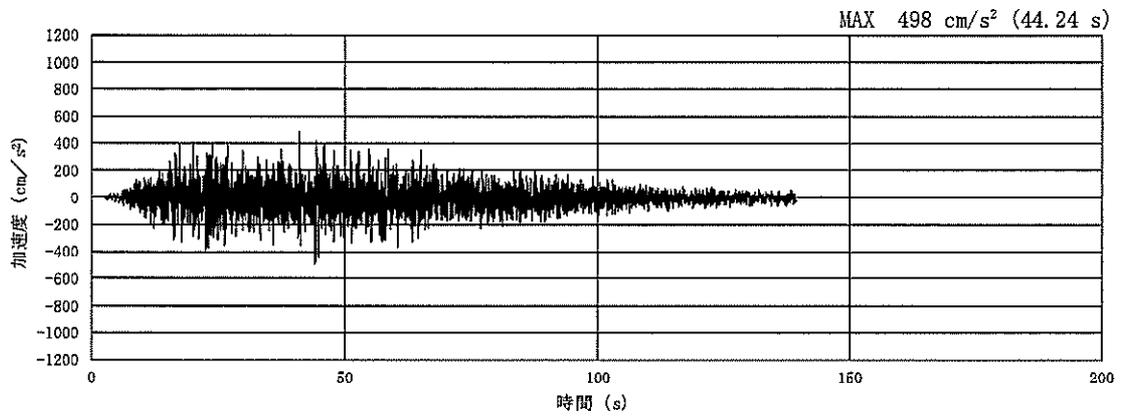


(a) 加速度時刻歴波形

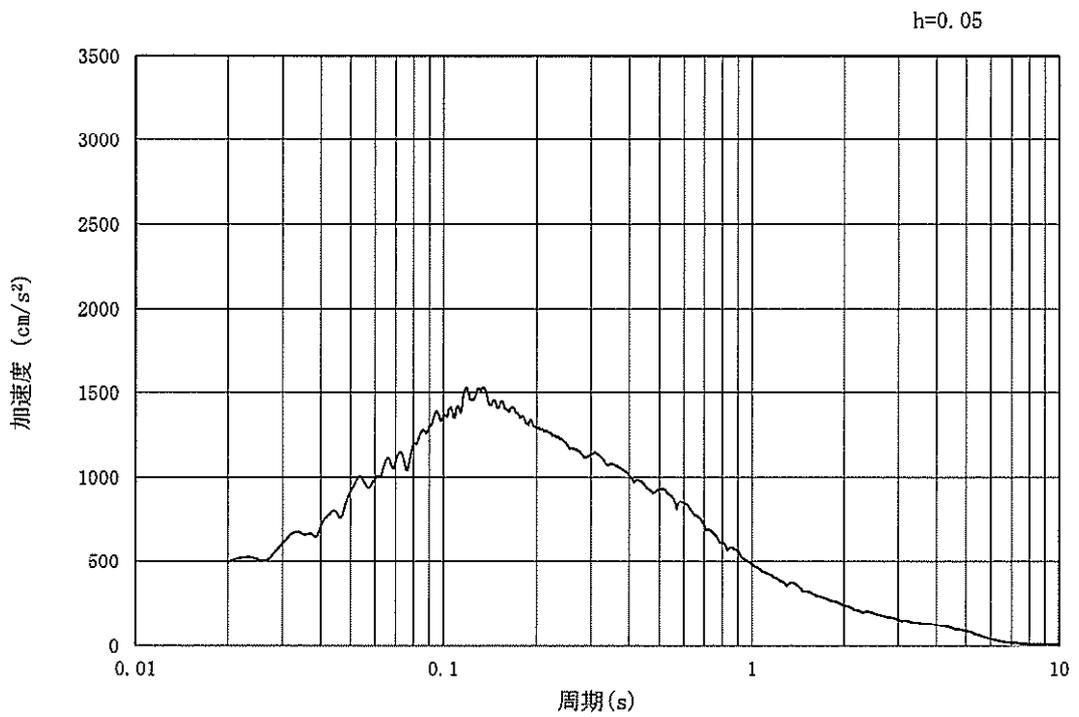


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-3 (1) 管軸直角方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: S_s-D1)

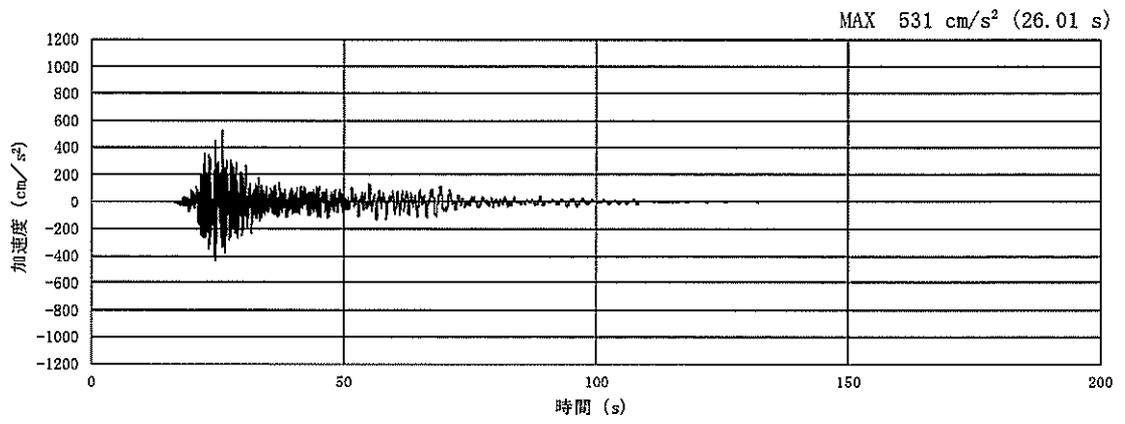


(a) 加速度時刻歴波形

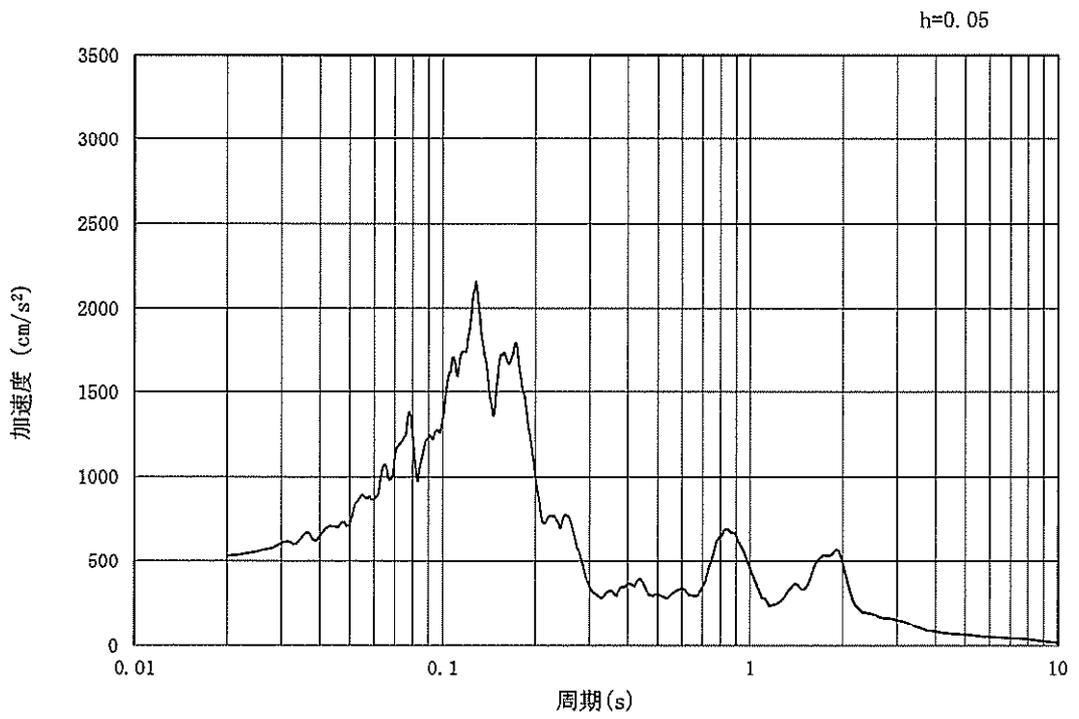


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-3 (2) 管軸直角方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向 : S_s-D1)

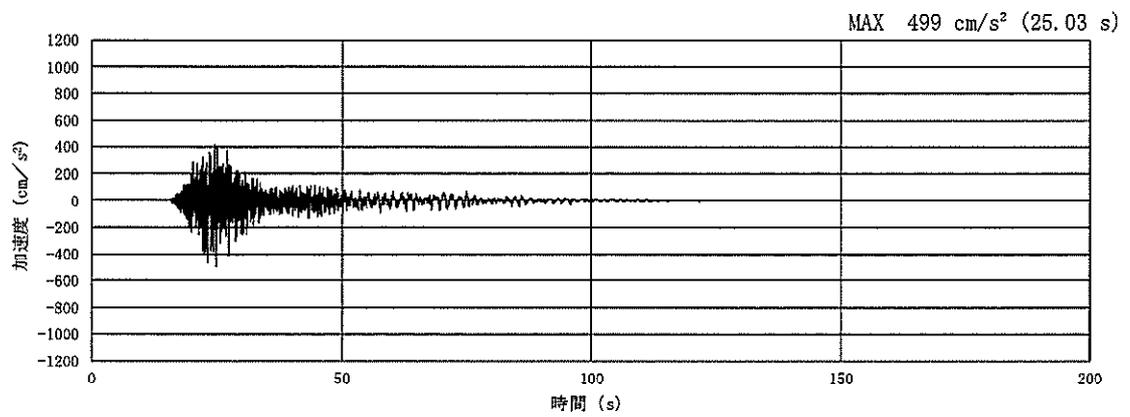


(a) 加速度時刻歴波形

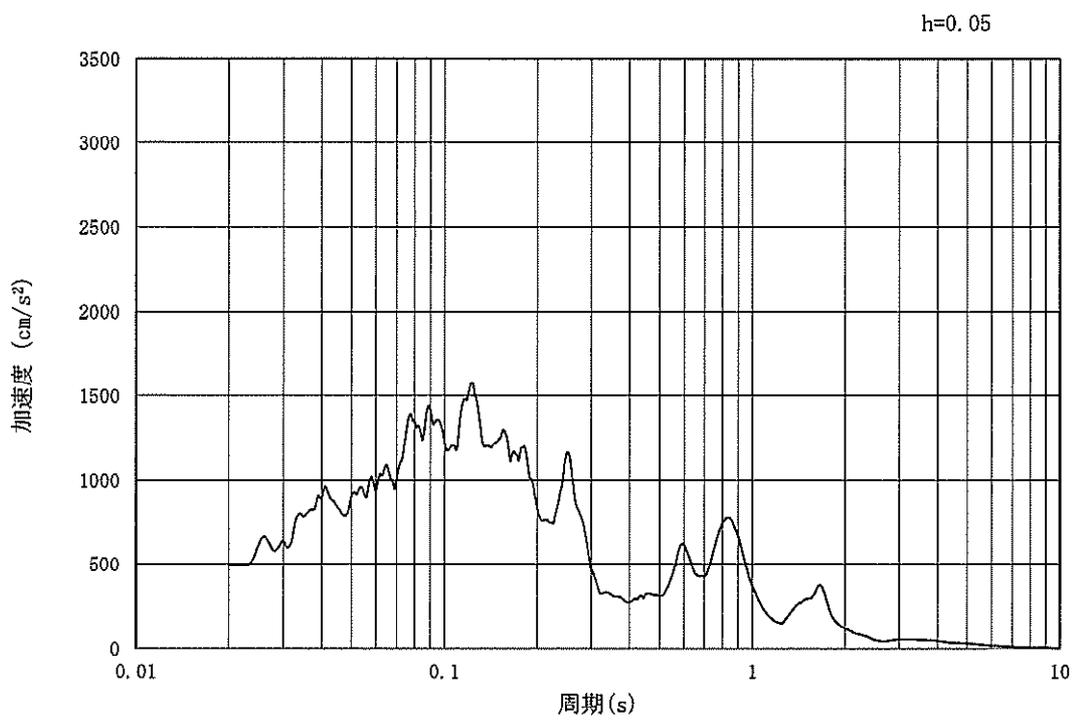


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-3 (3) 管軸直角方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 11$)

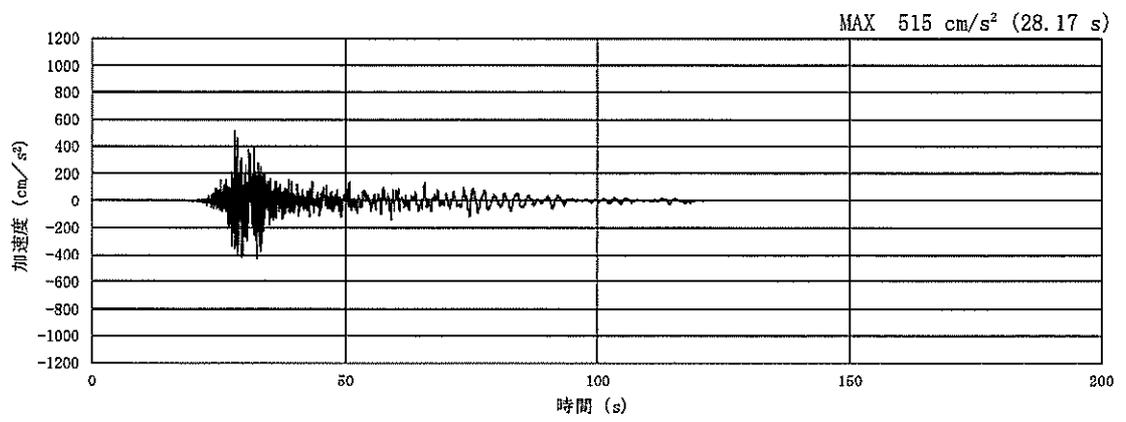


(a) 加速度時刻歴波形

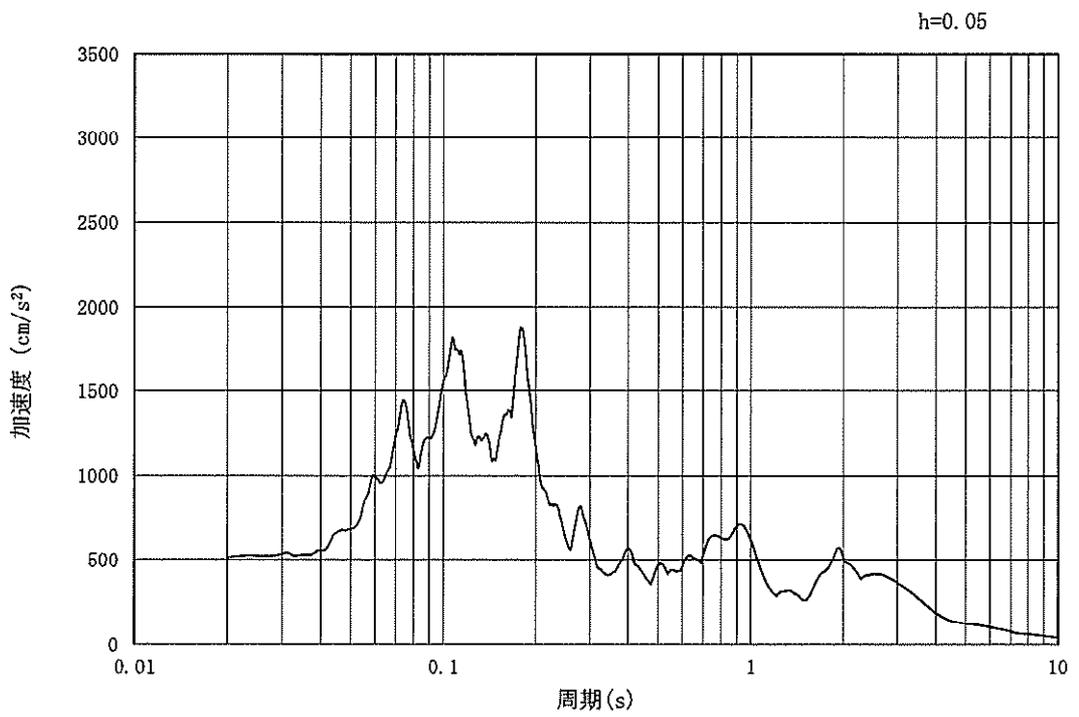


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-3 (4) 管軸直角方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 11$)

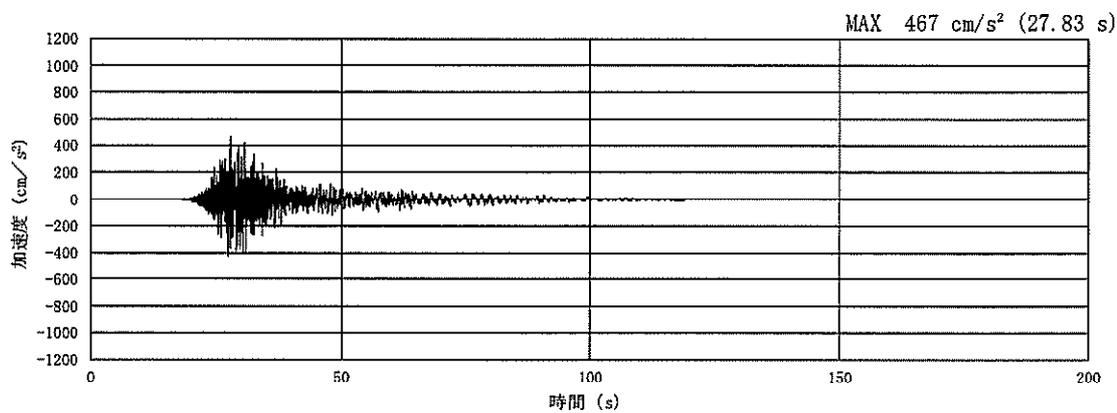


(a) 加速度時刻歴波形

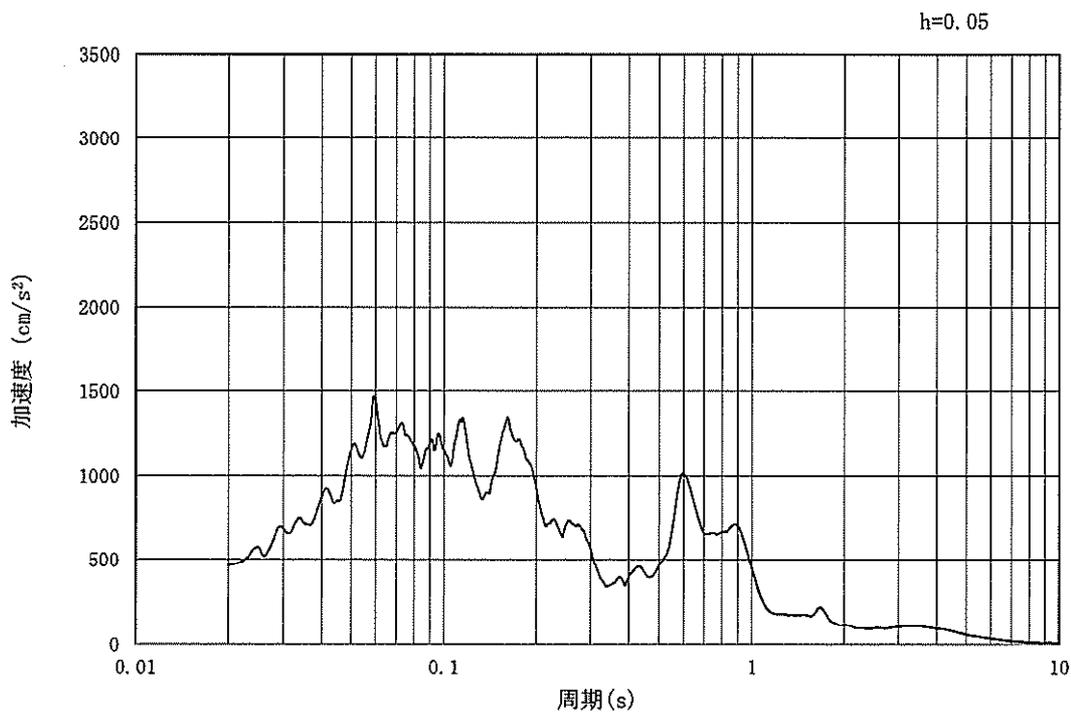


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-3 (5) 管軸直角方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 12$)

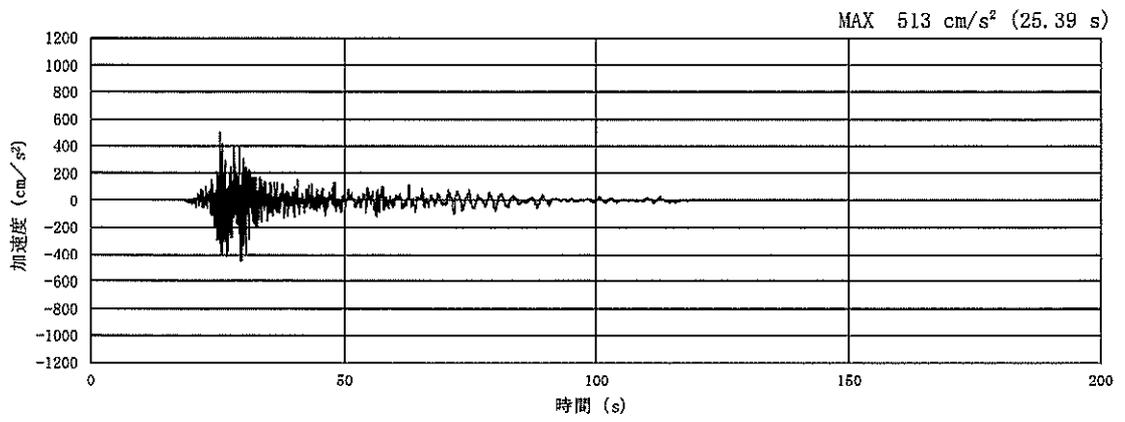


(a) 加速度時刻歴波形

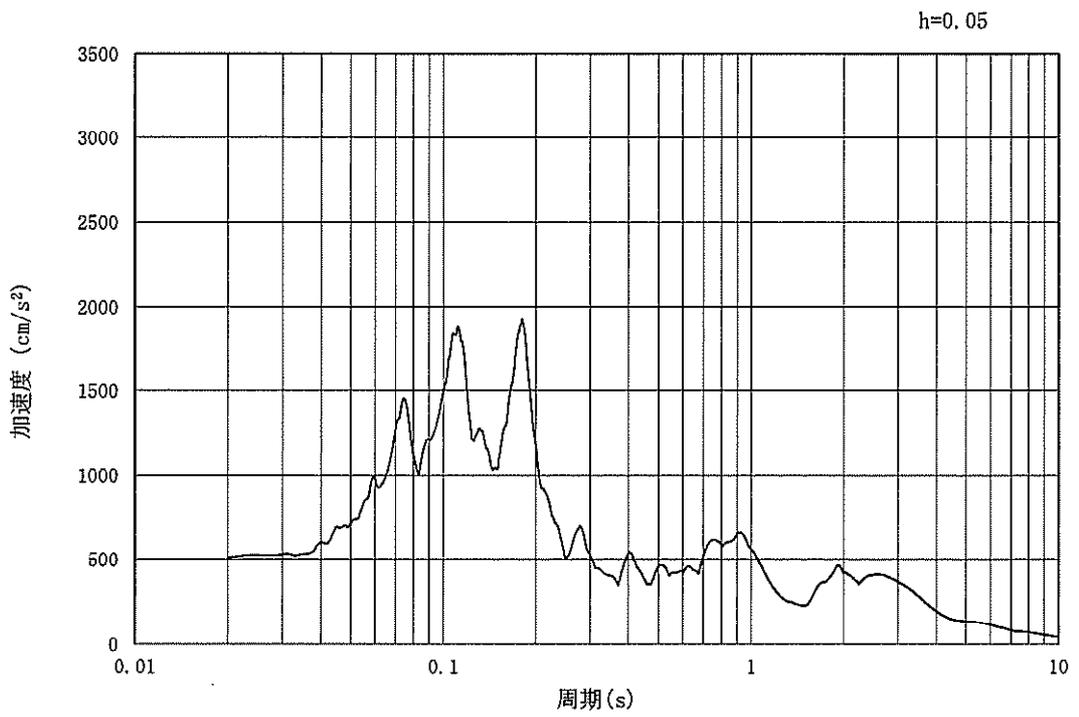


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-3 (6) 管軸直角方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向 : $S_s - 12$)

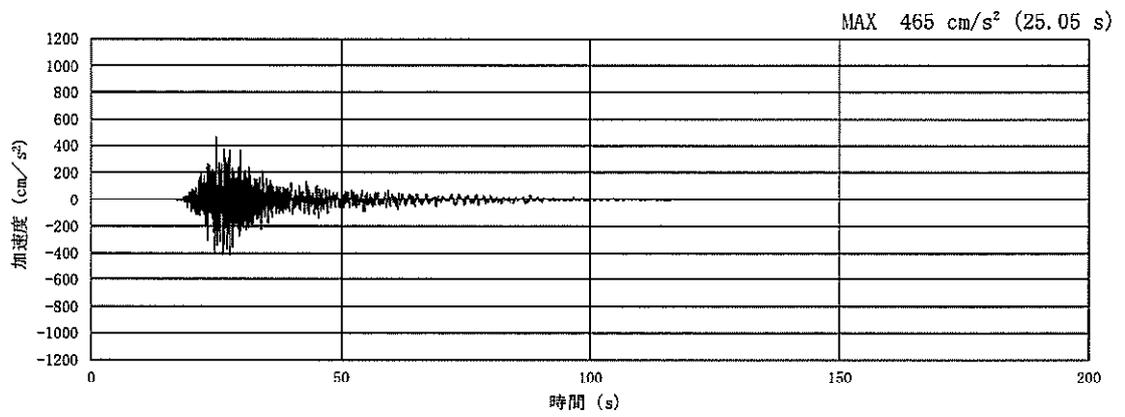


(a) 加速度時刻歴波形

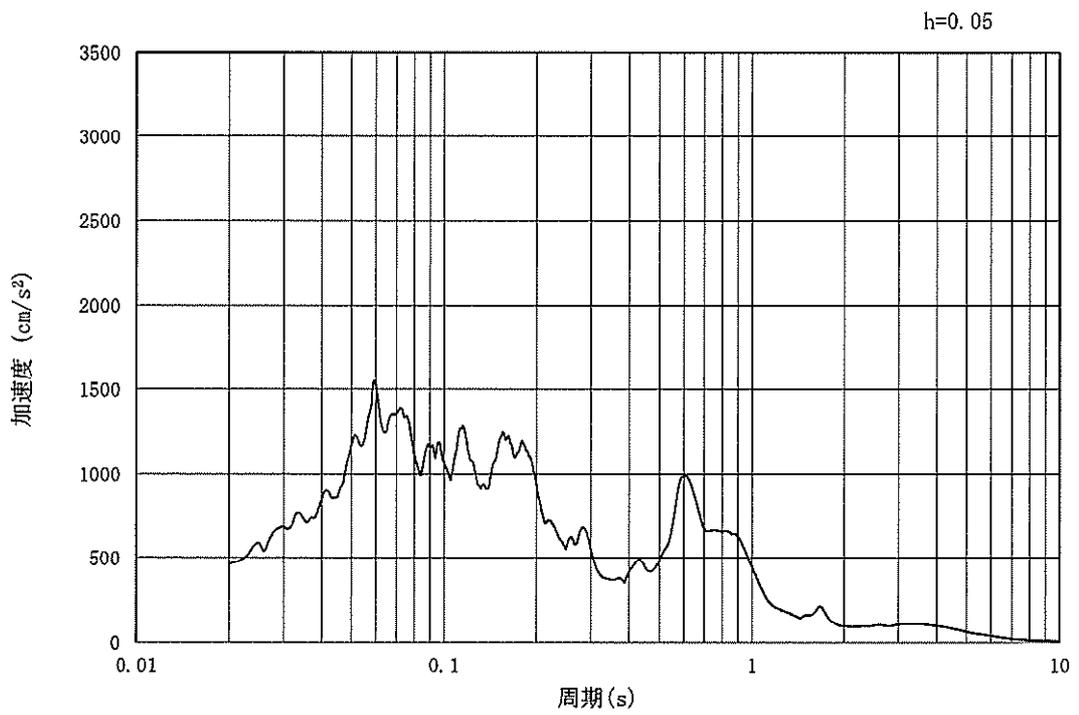


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-3 (7) 管軸直角方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S_s - 13)

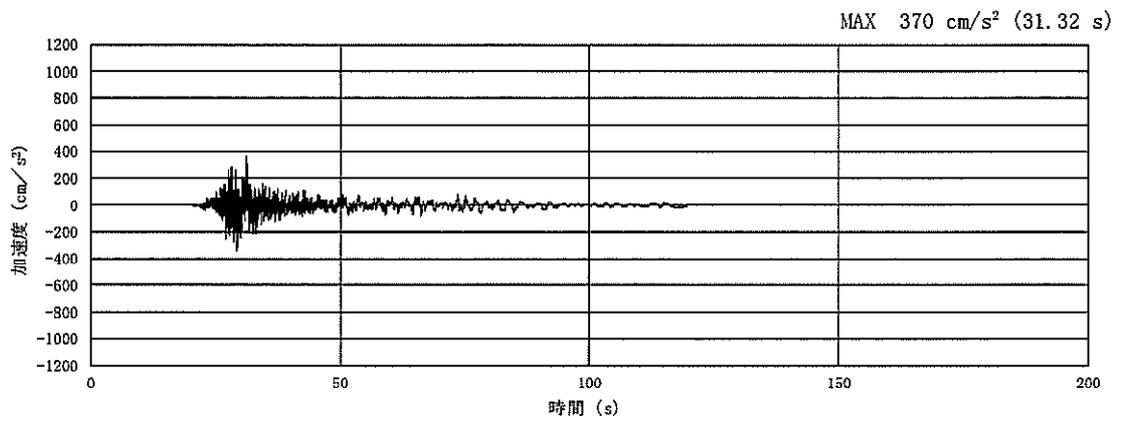


(a) 加速度時刻歴波形

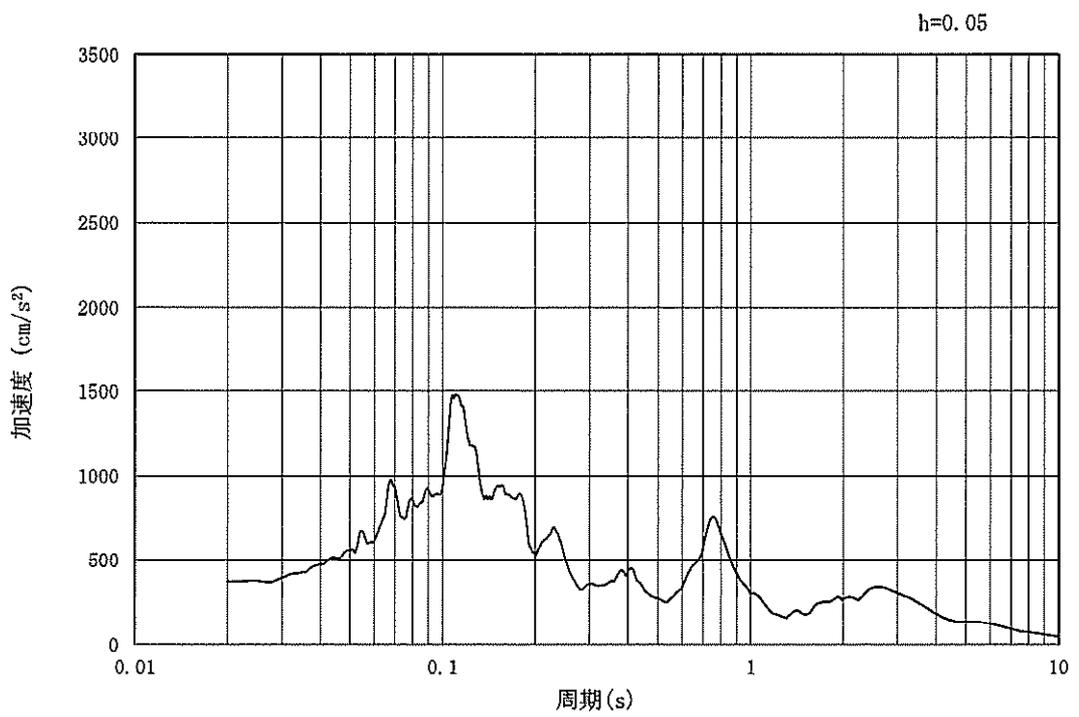


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-3 (8) 管軸直角方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 13$)

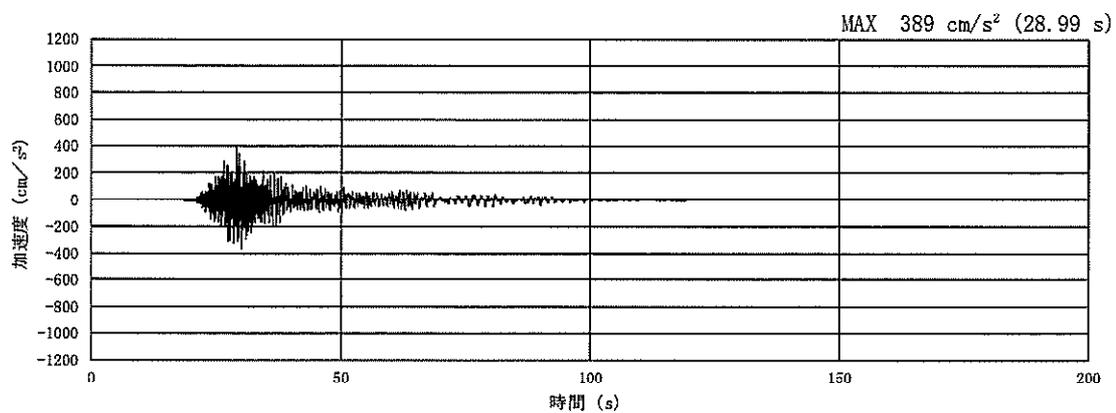


(a) 加速度時刻歴波形

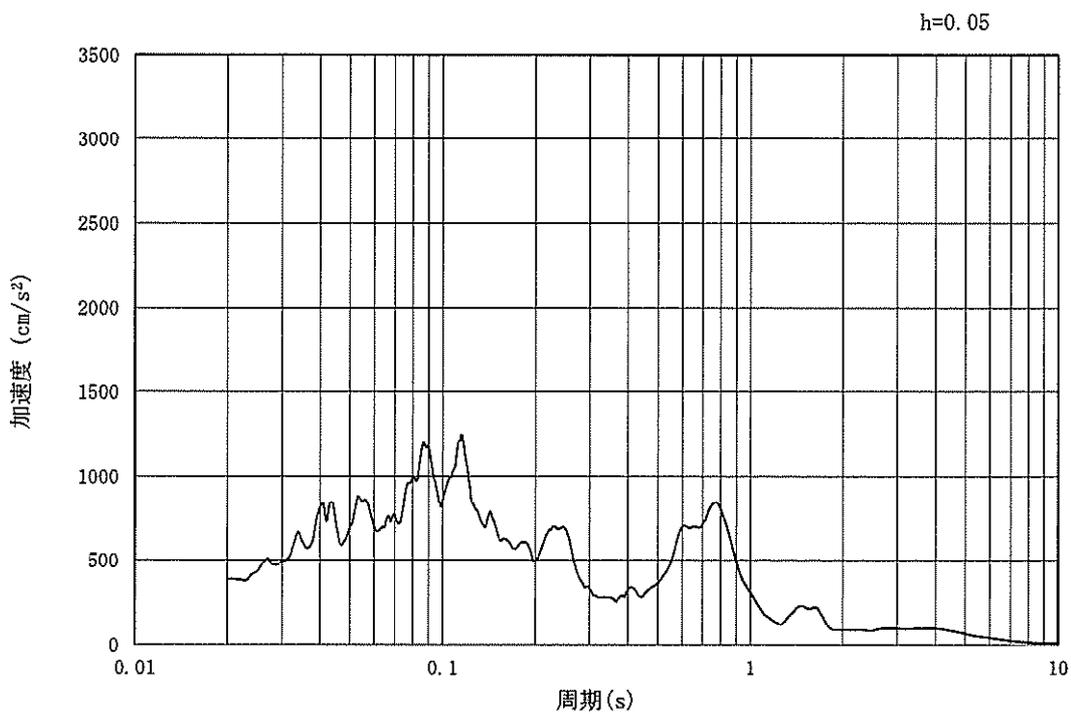


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-3 (9) 管軸直角方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 14$)

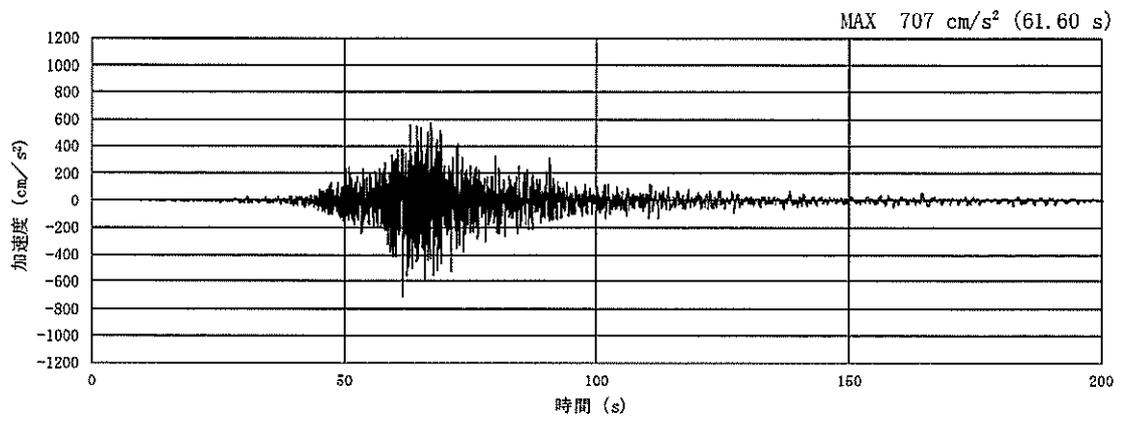


(a) 加加速度時刻歴波形

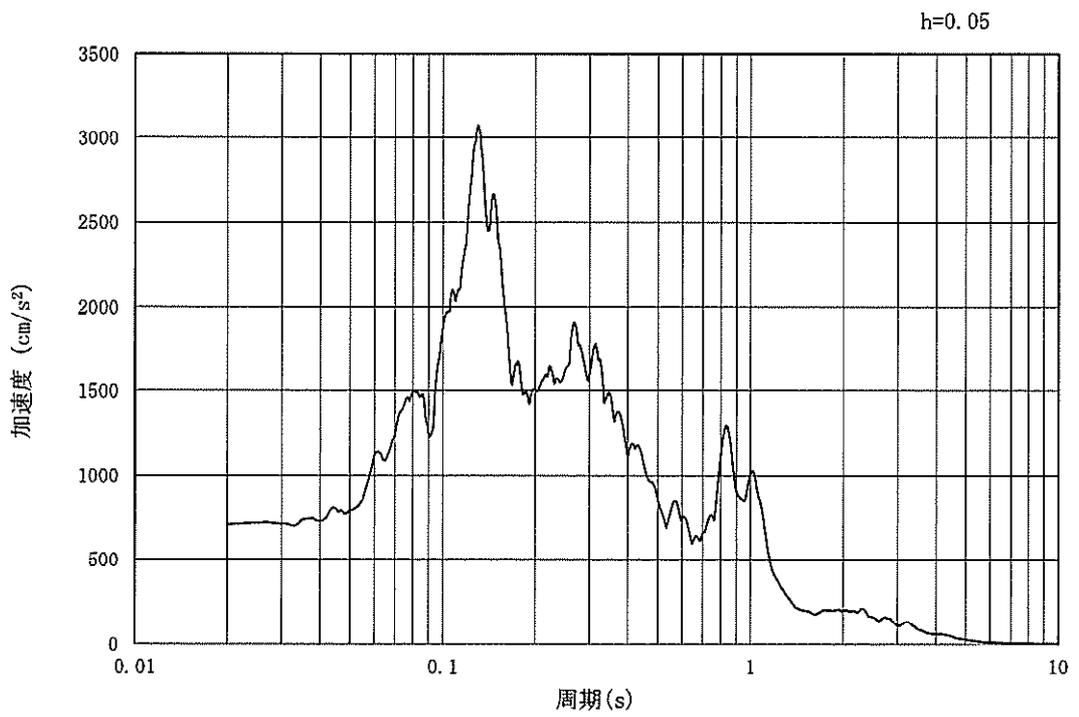


(b) 加加速度応答スペクトル

図 3.3-3 (10) 管軸直角方向の入力地震動の加加速度時刻歴波形及び加加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 1.4$)

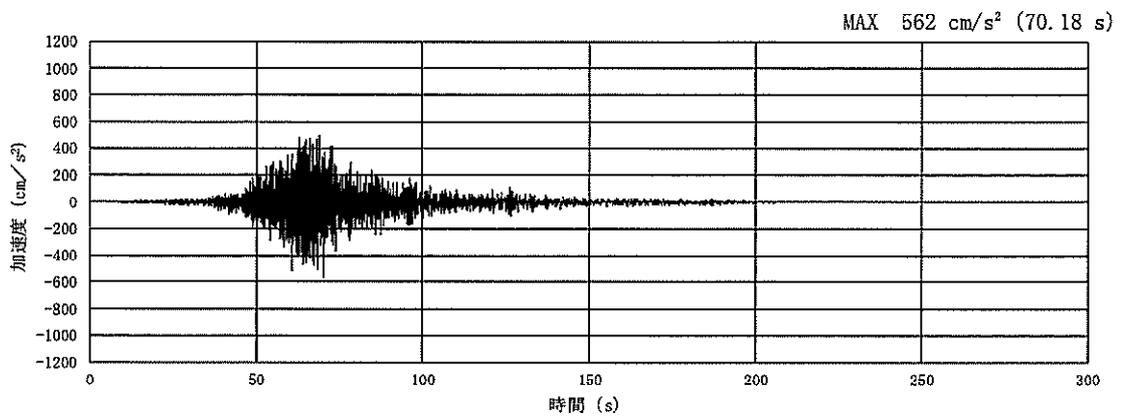


(a) 加加速度時刻歴波形

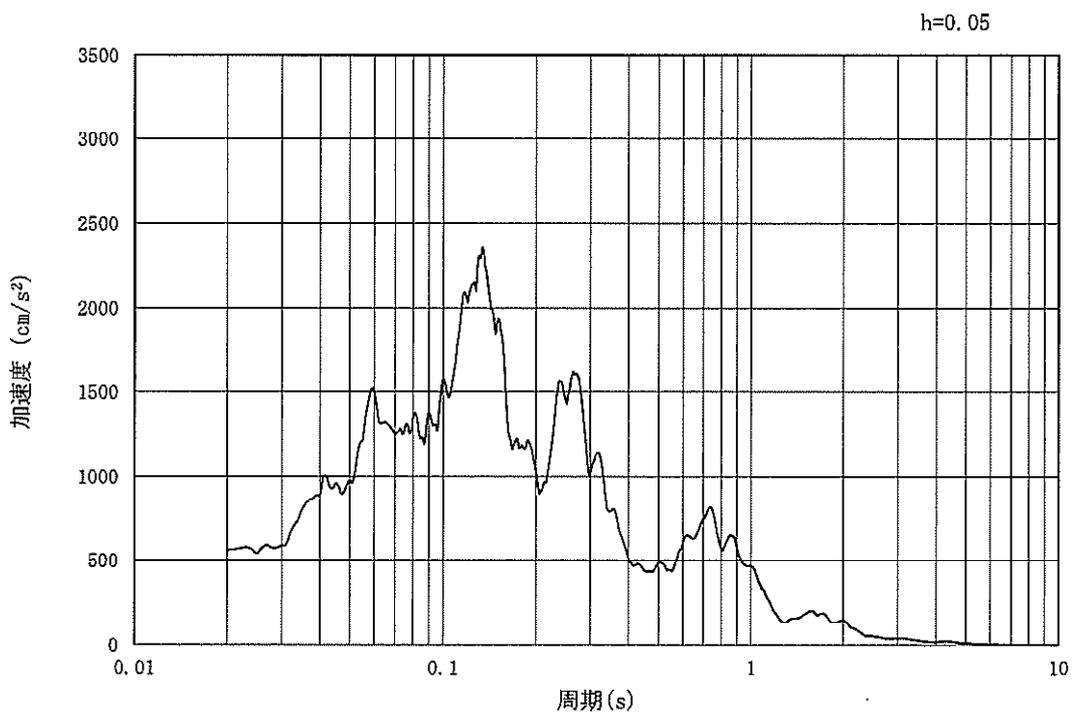


(b) 加加速度応答スペクトル

図 3.3-3 (11) 管軸直角方向の入力地震動の加加速度時刻歴波形及び加加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 21$)

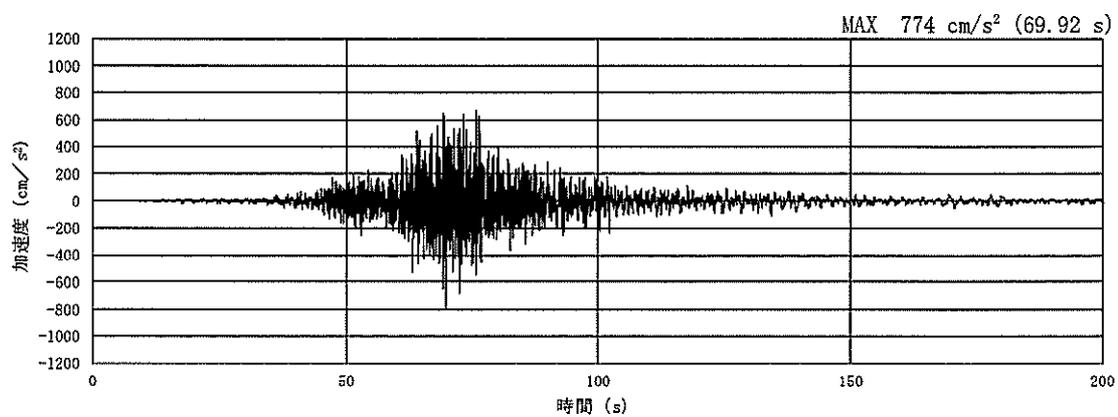


(a) 加速度時刻歴波形

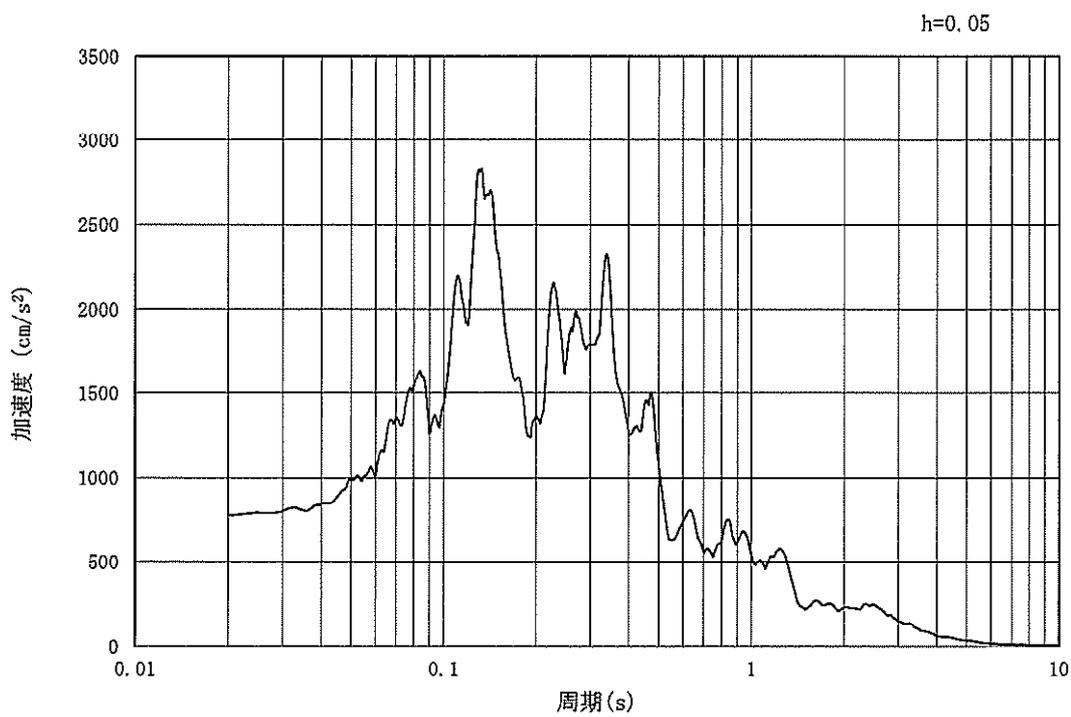


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-3 (12) 管軸直角方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 21$)

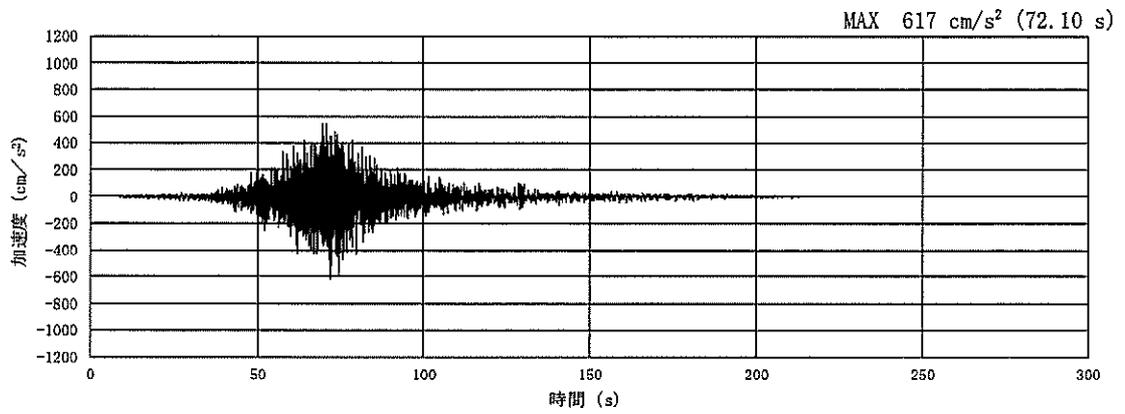


(a) 加速度時刻歴波形

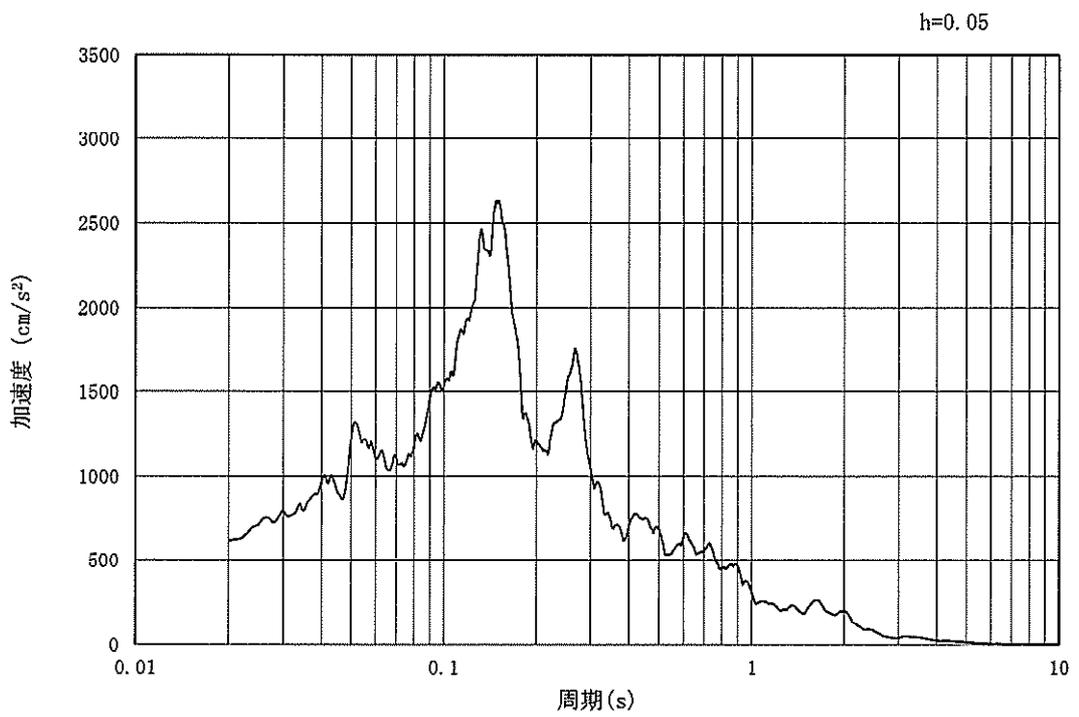


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-3 (13) 管軸直角方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 2.2$)

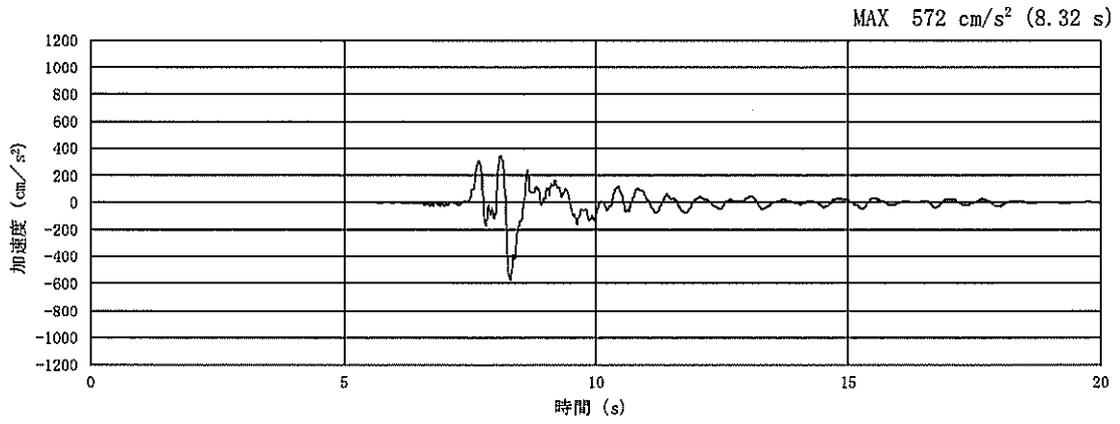


(a) 加速度時刻歴波形

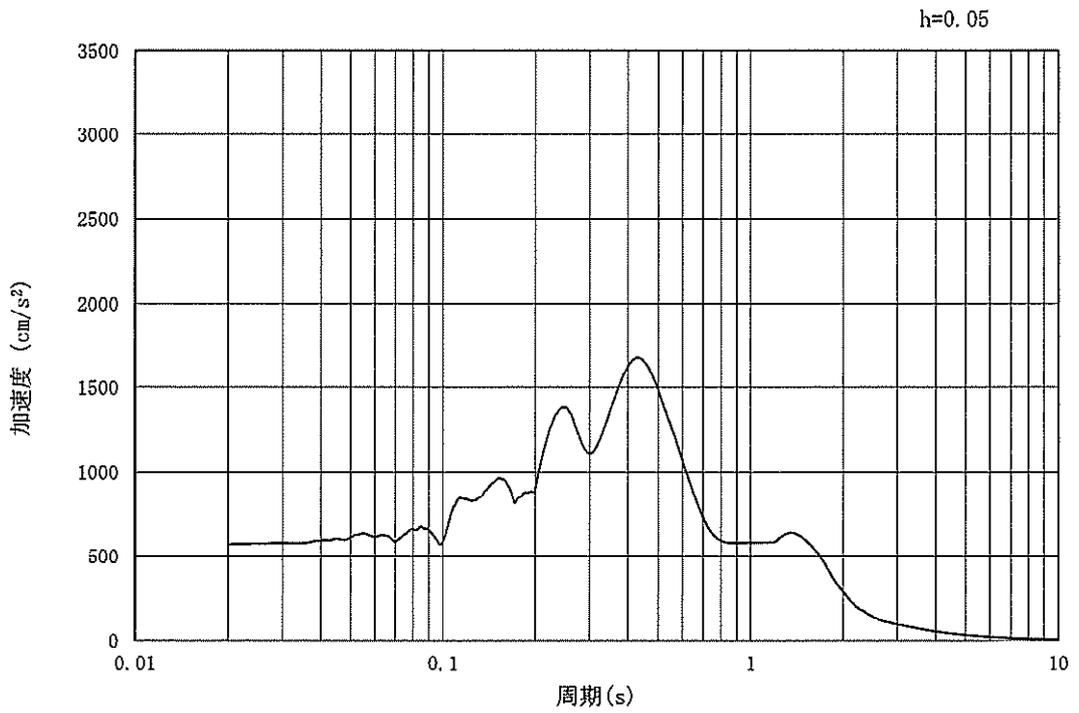


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-3 (14) 管軸直角方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 22$)

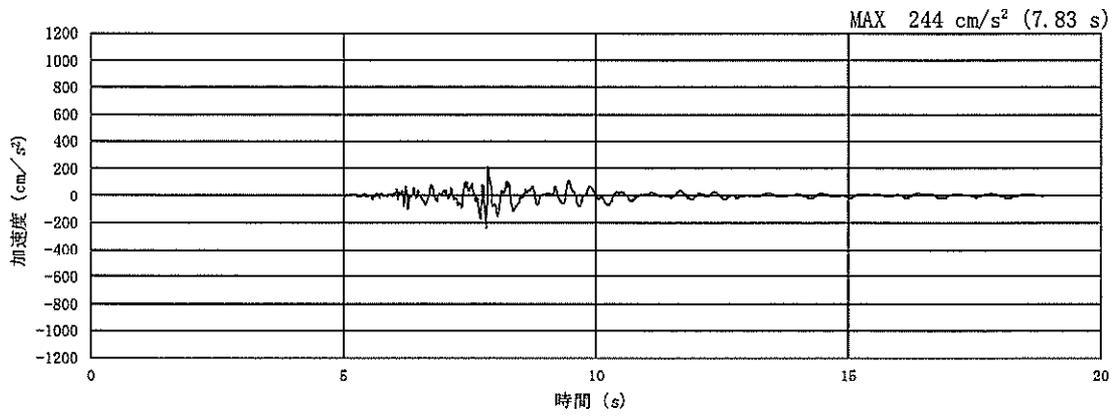


(a) 加速度時刻歴波形

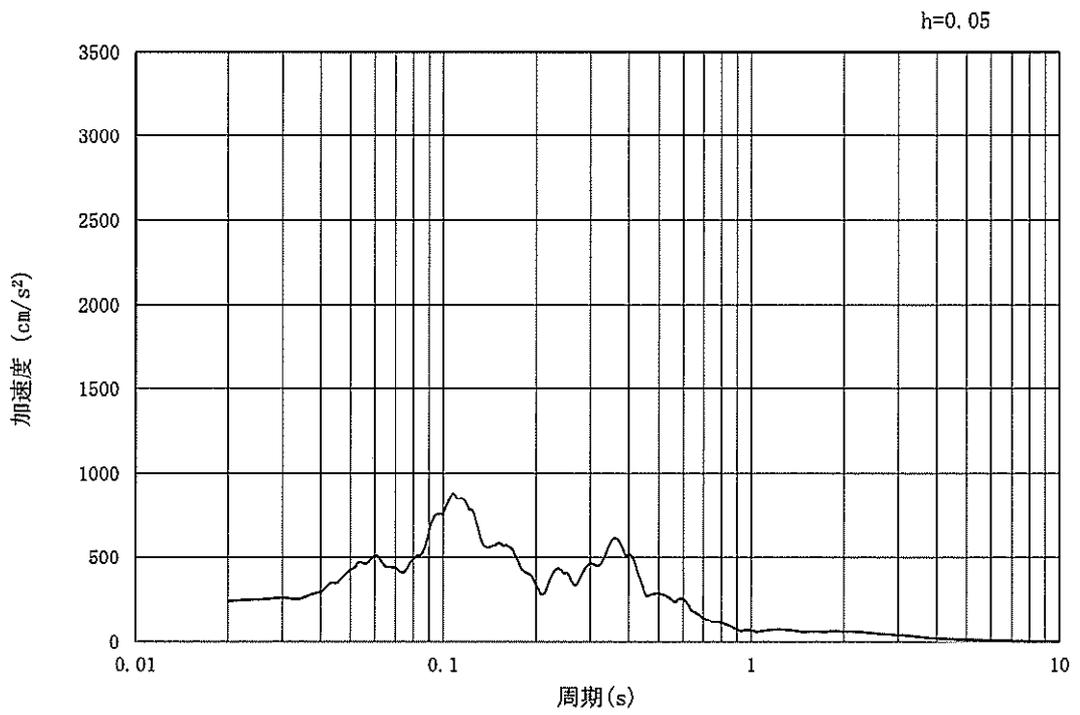


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-3 (15) 管軸直角方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 31$)



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 3.3-3 (16) 管軸直角方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 31$)

3.3.2 許容限界の設定

(1) 構造部材の健全性及び改良地盤の安定性に対する許容限界

a. 杭基礎構造部の鋼製桁及び鋼管杭

屋外二重管基礎の構造部材となる杭基礎構造部の鋼製桁及び鋼管杭の許容限界は、道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）に基づき，表 3.3-1 に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，耐震設計上考慮する荷重が地震荷重であることを考慮し，鋼材の許容応力度に対して 1.5 倍の割増しを考慮する。

表 3.3-1 許容限界

| 評価項目 | | | 許容限界 (N/mm ²) |
|------|--------|----------------------------|------------------------------|
| 鋼製桁 | SM400* | ・短期許容曲げ引張応力度 | 210.0 |
| | | ・短期許容曲げ圧縮応力度 σ_{sa} | |
| | | ・短期許容せん断応力度 τ_{sa} | 120.0 |
| 鋼管杭 | SM570* | ・短期許容曲げ引張応力度 | 382.5 |
| | | ・短期許容曲げ圧縮応力度 σ_{sa} | |
| | | ・短期許容せん断応力度 τ_{sa} | 217.5 |

注記 *：道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説
（（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）

b. 地盤改良体①

屋外二重管本体周りの地盤改良体①の発生応力に対する許容限界は、地盤改良体の一軸圧縮強度及びせん断強度を用いて設定する。また、引張強度に達した要素がある場合は、地盤改良体のせん断強度を用い、仮想すべり面のせん断強さを算定することで設定する。改良地盤の許容限界に対する妥当な安全余裕として、局所安全係数及び必要すべり安全率 1.5 以上を考慮する。設定した地盤改良体①の許容限界を表 3.3-2 に示す。

表 3.3-2 地盤改良体①の安定性に対する許容限界

| 評価項目 | 許容限界*1 |
|-------------------|-------------------------------------|
| 一軸圧縮強度 (地盤要素) | 1500 (kN/m ²) |
| せん断強度*2 (地盤要素) | 750 (kN/m ²) |
| せん断強さ (仮想すべり面) | $\Sigma (C_i \times L_i)$ (kN/m) |

C_i : 仮想すべり面の各要素のせん断強度 (kN/m²)

L_i : 仮想すべり面の各要素のすべり面長さ (m)

注記 *1: 妥当な安全余裕を持たせる。

*2: 地盤改良体(新設)のせん断強度 $c = C_i = q_u/2$

q_u : 地盤改良体(新設)の一軸圧縮強度 (=1500 kN/m²)

c. 地盤改良体②

地盤改良体基礎構造部の屋外二重管下方に位置する地盤改良体②の発生応力に対する許容限界は、地盤改良体のせん断強度を用い、仮想すべり面のせん断強さを算定することで設定する。改良地盤の許容限界に対する妥当な安全余裕として、必要すべり安全率1.5以上を考慮する。設定した地盤改良体②の許容限界を表3.3-3に示す。

表 3.3-3 地盤改良体②の安定性に対する許容限界

| 評価項目 | 許容限界*1 |
|---------------------|-------------------------------------|
| せん断強さ*2 (仮想すべり面) | $\Sigma (C_i \times L_i)$ (kN/m) |

ここで、

C_i : 仮想すべり面の各要素のせん断強度 (kN/m²)

L_i : 仮想すべり面の各要素のすべり面長さ (m)

注記 *1: 妥当な安全余裕を持たせる。

*2: 仮想すべり面のせん断強さ $\Sigma (C_i \times L_i)$

地盤改良体 (新設) のせん断強度 $C_i = q_u / 2$

q_u : 地盤改良体 (新設) の一軸圧縮強度 (=1500 kN/m²)

(2) 改良地盤及び基礎地盤の支持性能に対する許容限界

a. 屋外二重管本体下の地盤改良体①

屋外二重管本体下の地盤改良体①に作用する接地圧に対する許容限界は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、極限支持力度を設定する。ここで評価に用いる最大接地圧は、管周方向の地震応答解析により求められる屋外二重管本体下の最大接地圧とする。屋外二重管本体下の地盤改良体①の極限支持力度は、「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 14 年）」に基づき、以下に示す直接基礎の支持力算定式にて設定する。地盤改良体①の極限支持力度の算定結果を表 3.3-5 に示す。なお、支持性能評価における保守的な配慮として、以下の支持力算定式の第 2 項を 0 と仮定し、極限支持力を算定する。

$$q_u = Q_u / A_e = \alpha \kappa c N_c S_c + \kappa q N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma_1 \beta B_e N_\gamma S_\gamma$$

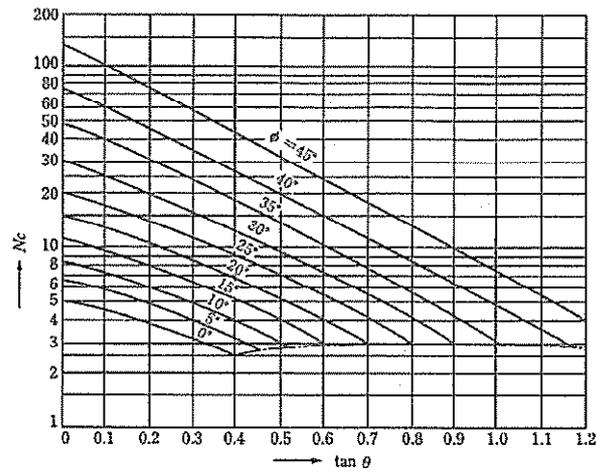
ここで、

- q_u : 基礎底面地盤の極限支持力度 (kN/m²)
- Q_u : 荷重の偏心傾斜，支持力係数の寸法効果を考慮した地盤の極限支持力 (kN)
- c : 地盤の粘着力 (kN/m²)
*c は表 3.2-6 における地盤改良体の粘着力
- q : 上載荷重 (kN/m²) で， $q = \gamma_2 D_f$
- A_e : 有効載荷面積 (m²)
- γ_1, γ_2 : 支持地盤及び根入れ地盤の単位体積重量 (kN/m³)
ただし，地下水位以下では水中単位体積重量とする。
- B_e : 荷重の偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 (m)
 $B_e = B - 2e_B$
- B : 基礎幅 (m)
- e_B : 荷重の偏心量 (m)
- D_f : 基礎の有効根入れ深さ (m)
- α, β : 表 3.3-4 に示す基礎の形状係数
- κ : 根入れ効果に対する割増し係数
- N_c, N_q, N_γ : 図 3.3-4 に示す荷重の傾斜を考慮した支持力係数
- S_c, S_q, S_γ : 支持力係数の寸法効果に関する補正係数

表 3.3-4 形状係数

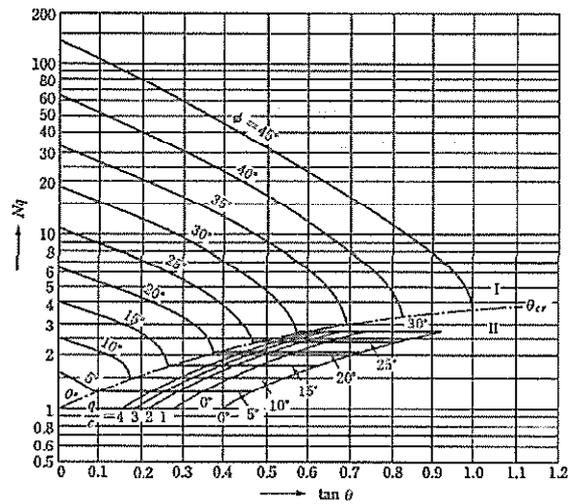
| 基礎底面の形状 形状係数 | 帯状 | 正方形，円形 | 長方形，楕円形，小判形 |
|-----------------|-----|--------|---------------------------|
| α | 1.0 | 1.3 | $1 + 0.3 \frac{B_e}{D_f}$ |
| β | 1.0 | 0.6 | $1 - 0.4 \frac{B_e}{D_f}$ |

「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）」より



「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）」より

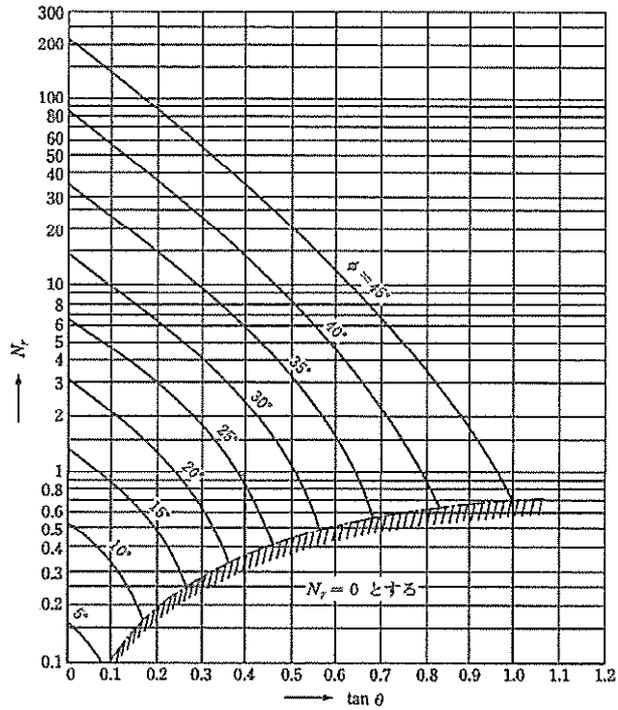
(a) 支持力係数 N_c を求めるグラフ



「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）」より

(b) 支持力係数 N_q を求めるグラフ

図 3.3-4 (1) 支持力係数



「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）」より

(c) 支持力係数 N_γ を求めるグラフ

図 3.3-4 (2) 支持力係数

屋外二重管本体下の地盤改良体①における極限支持力度の算定結果を表 3.3-5 に示す。
 なお、杭基礎構造部の C-C 断面と地盤改良体基礎構造部の C'-C' 断面では屋外二重管本体の中心標高が同じであるため、地盤改良体①の極限支持力度は同じとする。

表 3.3-5 (1) 極限支持力度の算定結果 (B-B断面)

| 項目 | 算定結果 | 備考 |
|--|-------|--------------------|
| 極限支持力度 q_d (kN/m ²) | 1775 | |
| 地盤の粘着力 c (kN/m ²) | 750 | 地盤改良体の粘着力 |
| 上載荷重 q (kN/m ²) | - | $q = \gamma_2 D_f$ |
| 支持地盤及び根入れ地盤の単位体積重量 γ_1 (kN/m ³) | 11.5 | |
| 支持地盤及び根入れ地盤の単位体積重量 γ_2 (kN/m ³) | - | |
| 荷重の偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 B_e (m) | 1.84 | $B_e = B - 2e_B$ |
| 基礎幅 B (m) | 1.84 | |
| 荷重の偏心量 e_B (m) | 0.0 | |
| 基礎の有効根入れ深さ D_f (m) | - | |
| 基礎の形状係数 α | 1.0 | 表 3.3-4 より (帯状) |
| 基礎の形状係数 β | 1.0 | 表 3.3-4 より (帯状) |
| 根入れ効果に対する割増し係数 κ | 1.0 | |
| 支持力係数 N_c | 5.1 | 図 3.3-4 より |
| 支持力係数 N_q | - | |
| 支持力係数 N_γ | 0.0 | 図 3.3-4 より |
| 支持力係数の寸法効果に関する補正係数 S_c | 0.464 | |
| 支持力係数の寸法効果に関する補正係数 S_q | - | |
| 支持力係数の寸法効果に関する補正係数 S_γ | 0.816 | |

表 3.3-5 (2) 極限支持力度の算定結果 (C-C断面, C'-C'断面)

| 項目 | 算定結果 | 備考 |
|--|-------|--------------------|
| 極限支持力度 q_d (kN/m ²) | 1775 | |
| 地盤の粘着力 c (kN/m ²) | 750 | 地盤改良体の粘着力 |
| 上載荷重 q (kN/m ²) | - | $q = \gamma_2 D_f$ |
| 支持地盤及び根入れ地盤の単位体積重量 γ_1 (kN/m ³) | 11.5 | |
| 支持地盤及び根入れ地盤の単位体積重量 γ_2 (kN/m ³) | - | |
| 荷重の偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 B_e (m) | 1.84 | $B_e = B - 2e_B$ |
| 基礎幅 B (m) | 1.84 | |
| 荷重の偏心量 e_B (m) | 0.0 | |
| 基礎の有効根入れ深さ D_f (m) | - | |
| 基礎の形状係数 α | 1.0 | 表 3.3-4 より (帯状) |
| 基礎の形状係数 β | 1.0 | 表 3.3-4 より (帯状) |
| 根入れ効果に対する割増し係数 κ | 1.0 | |
| 支持力係数 N_c | 5.1 | 図 3.3-4 より |
| 支持力係数 N_q | - | |
| 支持力係数 N_γ | 0.0 | 図 3.3-4 より |
| 支持力係数の寸法効果に関する補正係数 S_c | 0.464 | |
| 支持力係数の寸法効果に関する補正係数 S_q | - | |
| 支持力係数の寸法効果に関する補正係数 S_γ | 0.816 | |

b. 杭基礎構造部の基礎地盤

杭基礎構造部における基礎地盤に作用する接地圧に対する許容限界は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、極限支持力を設定する。

押し込み力に対する支持力評価において、敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した耐震設計を行う場合は、第四系の杭周面摩擦力を支持力として考慮せず、杭下端の基礎地盤への接地圧に対する支持力評価を行うことを基本とする。

引抜き力に対する支持力評価において、敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した耐震設計を行う場合は、第四系の杭周面摩擦力を支持力として考慮せず、基礎地盤の杭周面摩擦力により算定される極限支持力とし、杭上端の引抜き力に対する支持力評価を行うことを基本とする。

ただし、杭を根入れした基礎地盤及び岩着している地盤改良体とその上方の非液状化層が連続している場合は、その杭周面摩擦力を支持力として考慮する。

杭基礎構造部における基礎地盤の極限支持力は、「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会、平成14年）」に基づき、以下に示す杭基礎の支持力算定式にて設定する。

極限支持力算定式（中掘り杭工法：コンクリート打設方式）

$$R_u = q_d A + U \sum L_i f_i$$

ここで、

R_u : 地盤から決まる杭の極限支持力 (kN)

q_d : 杭先端における単位面積あたりの極限支持力度 (kN/m²)

$$q_d = 3 \cdot q_u$$

q_u : 基礎地盤の一軸圧縮強度 (kN/m²)

* $c_{cu} = q_u / 2$ より、 $q_u = c_{cu} \times 2$ 。ここで、 c_{cu} は「補足-340-1 地盤の支持性能について」の表 4.1-1 における K_m 層の非排水せん断強度

A : 杭先端面積 (m²)

U : 杭の周長 (m)

L_i : 周面摩擦力を考慮する層の層厚 (m)

f_i : 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度 (kN/m²)

屋外二重管の杭基礎構造部における基礎地盤の押し込み力に対する極限支持力度の算定結果を表 3.3-6 に、引抜き力に対する極限支持力度の算定結果を表 3.3-7 に示す。なお、A-A 断面における杭基礎の支持力照査では、「1.4.3 屋外二重管の断面選定の考え方」における評価対象断面位置でモデル化した杭基礎に着目する。

表 3.3-6 (1) 極限支持力度の算定結果 (杭下端：押込み) (A-A断面)

| 項目 | 算定結果 | | 備考 |
|--|-------------------|-------------------|-----|
| | B-B断面 評価対象断面位置 | C-C断面 評価対象断面位置 | |
| 極限支持力 R_u (kN) | - | - | |
| $q_d A$ (kN) | - | - | |
| $U \sum L_i f_i$ (kN) | - | - | |
| 杭先端における単位面積あたりの 極限支持力度 q_d (kN/m ²) | 5810 | 5405 | |
| 基礎地盤の一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²) | 1937 | 1802 | |
| 支持地盤の非排水せん断強度 (kN/m ²) | 968 | 901 | |
| 杭下端の標高 (EL. (m)) | -37.995 | -18.457 | |
| 杭先端面積 A (m ²) | - | - | |
| 杭の周長 U (m) | - | - | |
| 周面摩擦力を考慮する層の層厚 L_i (m) | - | - | Km層 |
| 最大周面摩擦力度 f_i (kN/m ²) | - | - | Km層 |

表 3.3-6 (2) 極限支持力度の算定結果 (杭下端：押込み) (B-B断面)

| 項目 | 算定結果 | | 備考 |
|--|---------|---------|-----|
| | 左側杭 | 右側杭 | |
| 極限支持力 R_u (kN) | - | - | |
| $q_d A$ (kN) | - | - | |
| $U \sum L_i f_i$ (kN) | - | - | |
| 杭先端における単位面積あたりの 極限支持力度 q_d (kN/m ²) | 5810 | 5810 | |
| 基礎地盤の一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²) | 1937 | 1937 | |
| 支持地盤の非排水せん断強度 (kN/m ²) | 968 | 968 | |
| 杭下端の標高 (EL. (m)) | -37.995 | -37.995 | |
| 杭先端面積 A (m ²) | - | - | |
| 杭の周長 U (m) | - | - | |
| 周面摩擦力を考慮する層の層厚 L_i (m) | - | - | Km層 |
| 最大周面摩擦力度 f_i (kN/m ²) | - | - | Km層 |

表 3.3-6 (3) 極限支持力度の算定結果 (杭下端：押込み) (C-C断面)

| 項目 | 算定結果 | | 備考 |
|--|---------|---------|------|
| | 左側杭 | 右側杭 | |
| 極限支持力 R_u (kN) | - | - | |
| $q_d A$ (kN) | - | - | |
| $U \sum L_i f_i$ (kN) | - | - | |
| 杭先端における単位面積あたりの 極限支持力度 q_d (kN/m ²) | 5394 | 5415 | |
| 基礎地盤の一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²) | 1798 | 1805 | |
| 支持地盤の非排水せん断強度 (kN/m ²) | 899 | 903 | |
| 杭下端の標高 (EL. (m)) | -17.938 | -18.938 | |
| 杭先端面積 A (m ²) | - | - | |
| 杭の周長 U (m) | - | - | |
| 周面摩擦力を考慮する層の層厚 L_i (m) | - | - | K.m層 |
| 最大周面摩擦力度 f_i (kN/m ²) | - | - | K.m層 |

表 3.3-7 (1) 極限支持力度の算定結果 (杭天端：引抜き) (B-B断面)

| 項目 | 算定結果 | | 備考 |
|--|---------|---------|-----|
| | 左側杭 | 右側杭 | |
| 極限支持力 R_u (kN) | 1941 | 1941 | |
| $q_d A$ (kN) | - | - | |
| $U \sum L_i f_i$ (kN) | 1941 | 1941 | |
| 杭先端における単位面積あたりの 極限支持力度 q_d (kN/m ²) | - | - | |
| 基礎地盤の一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²) | - | - | |
| 支持地盤の非排水せん断強度 (kN/m ²) | - | - | |
| 杭下端の標高 (EL. (m)) | -37.995 | -37.995 | |
| 杭先端面積 A (m ²) | - | - | |
| 杭の周長 U (m) | 2.51 | 2.51 | |
| 周面摩擦力を考慮する層の層厚 L_i (m) | 0.800 | 0.800 | Km層 |
| 最大周面摩擦力度 f_i (kN/m ²) | 966 | 966 | Km層 |

表 3.3-7 (2) 極限支持力度の算定結果 (杭天端：引抜き) (C-C断面)

| 項目 | 算定結果 | | 備考 |
|--|---------|---------|-----|
| | 左側杭 | 右側杭 | |
| 極限支持力 R_u (kN) | 1802 | 1809 | |
| $q_d A$ (kN) | - | - | |
| $U \sum L_i f_i$ (kN) | 1802 | 1809 | |
| 杭先端における単位面積あたりの 極限支持力度 q_d (kN/m ²) | - | - | |
| 基礎地盤の一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²) | - | - | |
| 支持地盤の非排水せん断強度 (kN/m ²) | - | - | |
| 杭下端の標高 (EL. (m)) | -17.938 | -18.938 | |
| 杭先端面積 A (m ²) | - | - | |
| 杭の周長 U (m) | 2.51 | 2.51 | |
| 周面摩擦力を考慮する層の層厚 L_i (m) | 0.800 | 0.800 | Km層 |
| 最大周面摩擦力度 f_i (kN/m ²) | 896 | 899 | Km層 |

c. 地盤改良体基礎構造部の基礎地盤及び地盤改良体②

地盤改良体基礎構造部における基礎地盤及び地盤改良体②に作用する接地圧に対する許容限界は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、極限支持力度を設定する。

地盤改良体基礎構造部における基礎地盤及び地盤改良体②の極限支持力度は、「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会、平成14年）」に基づき、以下に示すケーソン基礎の支持力算定式にて設定する。なお、支持性能評価における保守的な配慮として、以下の支持力算定式の第3項を0と仮定し、極限支持力を算定する。

$$q_d = \alpha c N_c + \frac{1}{2} \beta \gamma_1 B N_\gamma + \gamma_2 D_f N_q$$

ここで、

- q_d : 基礎底面地盤の極限支持力度 (kN/m²)
- c : 基礎底面より下にある地盤の粘着力 (kN/m²)
(c は、「補足-340-1 地盤の支持性能について」の表4.1-1における K_m 層の非排水せん断強度、又は地盤改良体の粘着力)
- γ_1 : 基礎底面より下にある地盤の単位体積重量 (kN/m³)
ただし、地下水位以下では水中単位体積重量とする
- γ_2 : 基礎底面より上にある周辺地盤の単位体積重量 (kN/m³)
ただし、地下水位以下では水中単位体積重量とする
- α, β : 表3.3-8に示す基礎底面の形状係数
- B : 基礎幅 (m)
- D_f : 基礎の有効根入れ深さ (m)
- N_c, N_q, N_γ : 図3.3-5に示す支持力係数

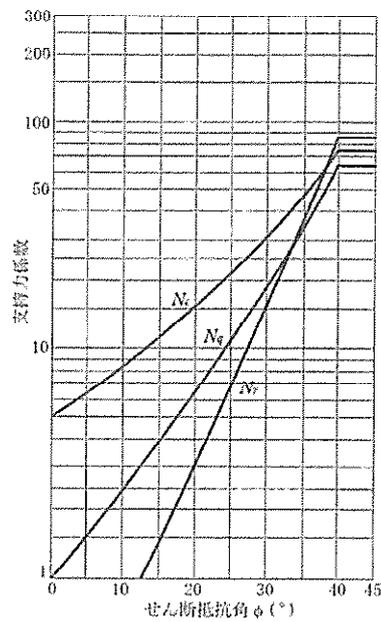
地盤改良体基礎構造部における基礎地盤及び地盤改良体②の極限支持力度の算定結果を表3.3-9に示す。

表 3.3-8 基礎底面の形状係数

| 基礎底面の形状 形状係数 | 帯 状 | 正方形, 円形 | 長方形, 小判形 |
|-----------------|-----|---------|--------------------|
| α | 1.0 | 1.3 | $1+0.3\frac{B}{D}$ |
| β | 1.0 | 0.6 | $1-0.4\frac{B}{D}$ |

D : ケーソン前面幅 (m), B : ケーソン側面幅 (m)
 ただし, $B/D > 1$ の場合, $B/D = 1$ とする。

「道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編)・同解説 ((社) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月)」より



「道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編)・同解説 ((社) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月)」より

図 3.3-5 支持力係数を求めるグラフ

表 3.3-9 (1) 極限支持力の算定結果 (基礎地盤)

| 項目 | 算定結果 | 備考 |
|---|---------|---|
| 基礎底面地盤の極限支持力度 q_d (kN/m ²) | 4515 | |
| 基礎底面より下にある地盤の粘着力 c (kN/m ²) | 885 | 「補足-340-1 地盤の支持性能について」の表 4.1-1 における K_m 層の非排水せん断強度, 又は地盤改良体の粘着力 |
| 基礎底面の標高 (BL. (m)) | -14.004 | A-A断面 (管軸方向) の地質断面図において, 地盤改良体底面標高が最も浅くなる位置 |
| 基礎底面より下にある地盤の単位体積重量 γ_1 (kN/m ³) | 7.1 | 地下水位以下では水中単位体積重量 |
| 基礎底面より上にある周辺地盤の単位体積重量 γ_2 (kN/m ³) | - | |
| 基礎底面の形状係数 α | 1.0 | 表 3.3-8 より (帯状) |
| 基礎底面の形状係数 β | 1.0 | 表 3.3-8 より (帯状) |
| 基礎幅 D (m) | 12.4 | |
| 基礎の有効根入れ深さ D_f (m) | - | A-A断面 (管軸方向) の地質断面図において, 地盤改良体底面標高が最も浅くなる位置 |
| 支持力係数 N_c | 5.1 | 図 3.3-5 より |
| 支持力係数 N_q | - | |
| 支持力係数 N_γ | 0.0 | 図 3.3-5 より |

表 3.3-9 (2) 極限支持力の算定結果 (地盤改良体②)

| 項目 | 算定結果 | 備考 |
|---|---------|--|
| 基礎底面地盤の極限支持力度 q_d (kN/m ²) | 3825 | |
| 基礎底面より下にある 地盤の粘着力 c (kN/m ²) | 750 | 地盤改良体の粘着力 |
| 基礎底面の標高 (EL. (m)) | -14.004 | A-A断面 (管軸方向) の地質断面 図において、地盤改良体底面標高が 最も浅くなる位置 |
| 基礎底面より下にある 地盤の単位体積重量 γ_1 (kN/m ³) | 7.1 | 地下水位以下では 水中単位体積重量 |
| 基礎底面より上にある 周辺地盤の単位体積重量 γ_2 (kN/m ³) | - | |
| 基礎底面の形状係数 α | 1.0 | 表 3.3-8 より (帯状) |
| 基礎底面の形状係数 β | 1.0 | 表 3.3-8 より (帯状) |
| 基礎幅 D (m) | 12.4 | |
| 基礎の有効根入れ深さ D_f (m) | - | A-A断面 (管軸方向) の地質断面 図において、地盤改良体底面標高が 最も浅くなる位置 |
| 支持力係数 N_c | 5.1 | 図 3.3-5 より |
| 支持力係数 N_q | - | |
| 支持力係数 N_γ | 0.0 | 図 3.3-5 より |

3.3.3 評価方法

(1) 鋼製桁及び鋼管杭の健全性

鋼製桁及び鋼管杭の評価は、鋼管杭に発生する曲げモーメント及び軸力から算定される応力度、発生せん断力より算定されるせん断応力度が「3.3.2 許容限界の設定」で示される許容限界以下であることを確認する。なお、各応力度の算定に当たっては1 mmの腐食代を考慮する。

a. 曲げ軸力に対する照査

曲げモーメント及び軸力を用いて次式により算定される応力が「3.3.2 許容限界の設定」で示される許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z}$$

ここで、

σ : 鋼製桁及び鋼管杭の曲げモーメント及び軸力より算定される応力度 (N/mm²)

M : 曲げモーメント (N・mm)

Z : 断面係数 (mm³)

N : 軸力 (N)

A : 有効断面積 (mm²)

b. せん断力に対する照査

せん断力を用いて次式により算定されるせん断応力度が「3.3.2 許容限界の設定」で示される許容限界以下であることを確認する。

$$\tau = \kappa \frac{S}{A}$$

ここで、

τ : 鋼製桁及び鋼管杭のせん断力より算定されるせん断応力度 (N/mm²)

S : せん断力 (N)

A : 有効断面積 (mm²) (鋼製桁はウェブのみ考慮する)

κ : せん断応力の分布係数 (鋼製桁 1.0, 鋼管杭 2.0)

(2) 地盤改良体①の安定性

a. 局所安全係数

屋外二重管本体周りの地盤改良体①の支持地盤としての安定性評価は、地震応答解析による発生最大主応力及びせん断応力が「3.3.2 許容限界の設定」で示される許容限界以下であることを局所安全係数により確認する。妥当な安全余裕として、局所安全係数1.5以上を考慮する。局所安全係数は次式により算定する。

$$f_s = \sigma_3 / \sigma$$

$$f_s = c / \tau$$

ここで、

- f_s : 局所安全係数
- σ : 地盤改良体の圧縮強度 (kN/m²)
- σ_3 : 各要素の最大主応力 (kN/m²)
- c : 地盤改良体のせん断強度 (kN/m²)
- τ : 各要素の発生せん断応力 (kN/m²)

b. すべり安全率

図 3.3-6 にすべり安全率の算定フローを示す。地盤改良体①の最小主応力が引張強度に達した場合は、その要素を通るすべり面を設定し、すべり安全率を算定する。すべり安全率は、仮想すべり面における各要素のせん断強度及び残留強度を考慮し、仮想すべり面のせん断抵抗力を発生せん断力で除した値として次式により算定する。なお、必要すべり安全率は1.5以上とする。

$$F_s = \frac{\sum (C_i \times L_i)}{\sum (\tau_i \times L_i)}$$

ここで、

- F_s : すべり安全率
- C_i : 仮想すべり面上の各要素のせん断強度 (kN/m²)
- τ_i : 仮想すべり面上の各要素の発生せん断応力 (kN/m²)
- L_i : 仮想すべり面上の各要素のすべり面長さ (m)

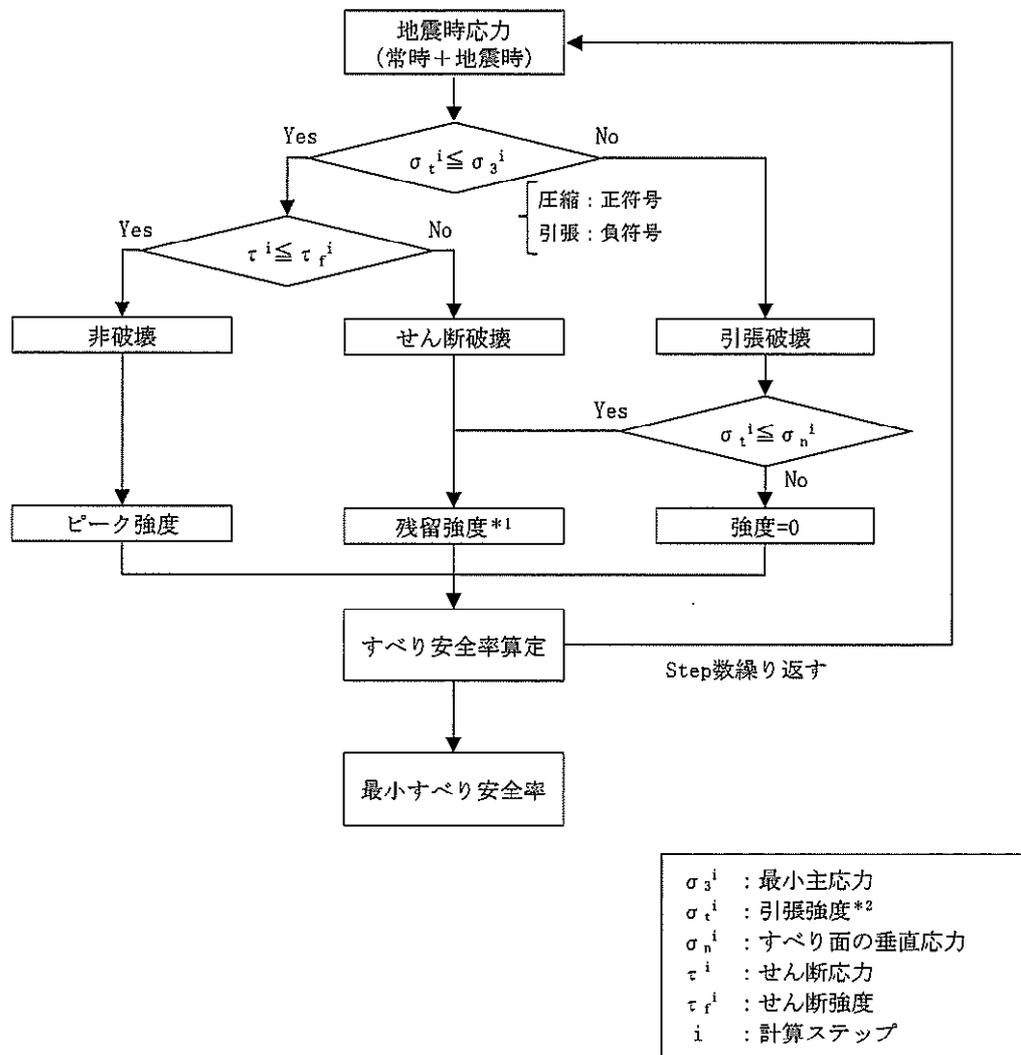
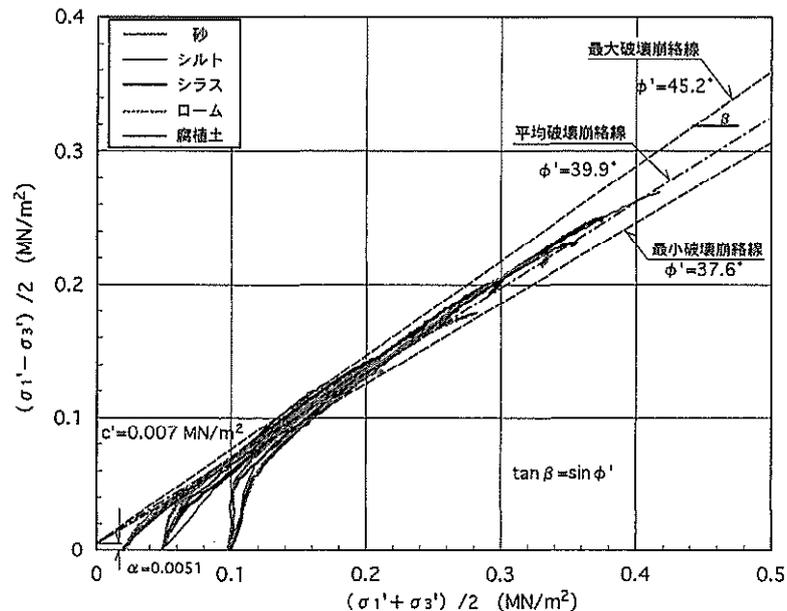


図 3.3-6 すべり安全率の算定フロー

注記 *1：地盤改良体のすべり面において仮定する残留強度は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示される敷地の原地盤の解析用物性値のうち、地盤改良対象の原地盤の内部摩擦角で最小の値である $\phi = 29.1^\circ$ により設定する。

ここで、「改訂版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針—セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法—，日本建築センター」に述べられているように、地盤改良体が十分にせん断され、残留強度の状態となった場合におけるせん断面では、地盤改良体が細粒化し粒状体のせん断特性に近い状態となる。このことから、地盤改良体を砕いて細粒化した試料を用いた三軸圧縮試験により、残留強度時に相当するとして求めたせん断強度と強度特性及び有効応力経路を図 3.3-7 に示す。図 3.3-7 より、最小破壊崩絡線の内部摩擦角は $\phi = 37.6^\circ$ であることから、上記にて設定した地盤改良体の仮想すべり面において仮定する残留強度は、保守的な設定として妥当である。



「改訂版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針—セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法—，日本建築センター」より

図 3.3-7 細粒化した地盤改良体の応力経路図

*2：地盤改良体の引張強度は、「改訂版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針—セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法—((財)日本建築センター)」で示される次式に基づき算定した値は 0.375 N/mm^2 であり，保守的に 0.30 N/mm^2 と設定する。

$$\tau_{s_o} = \frac{s_t \cdot q_u}{2\sqrt{s_t \cdot (q_u - 3s_t)}}$$

ここで，

τ_{s_o} : 地盤改良体のせん断強度 ($=0.75 \text{ N/mm}^2$)

$s_t = \sigma_t^i$: 地盤改良体の引張強度 (N/mm^2)

q_u : 地盤改良体の一軸圧縮強度 ($=1.5 \text{ N/mm}^2$)

(3) 地盤改良体②の安定性

地盤改良体基礎構造部の屋外二重管下方に位置する地盤改良体②の地盤としての安定性評価は、「(2) b. すべり安全率」と同様に、仮想すべり面のすべり安全率を算定することで実施する。

仮想すべり面は地盤改良体の端部を基点として±5度間隔で設定し、最も厳しいすべり面として最小すべり安全率のすべり面を選定する。地盤改良体②の安定性評価における想定すべり面を図3.3-8に示す。

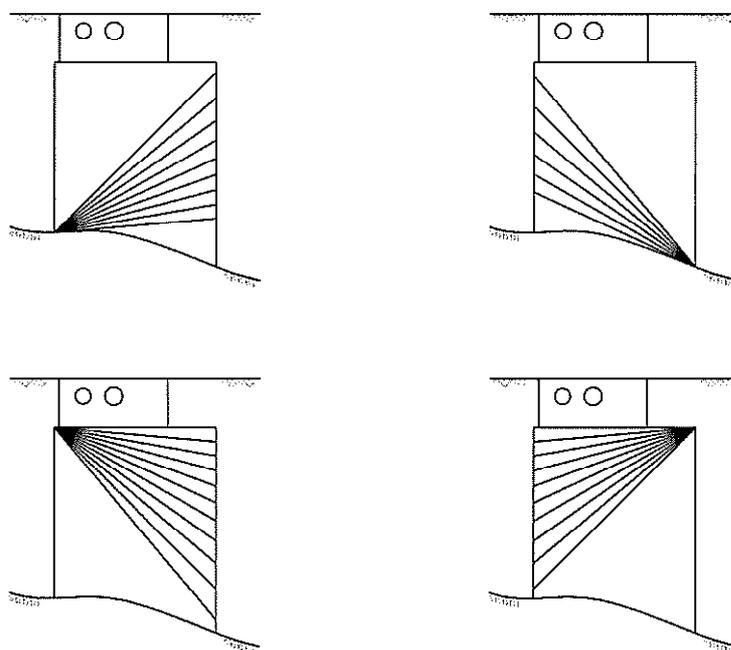


図 3.3-8 地盤改良体②の安定性評価における想定すべり面

(4) 改良地盤及び基礎地盤の支持性能

改良地盤及び基礎地盤の支持性能評価においては、地盤改良体及び基礎地盤に作用する接地圧が「3.3.2 許容限界の設定」で示される許容限界以下であることを確認する。

3.4 評価結果

3.4.1 地震応答解析結果

地震応答解析結果として「断面力分布」「最大せん断ひずみ分布」「過剰間隙水圧比分布」及び「最大加速度分布」を示す。

(1) 断面力分布（部材に着目した断面力図）

2次元有効応力解析の実施ケース及び鋼製桁と鋼管杭の曲げ軸力及びせん断力に対する照査値を表 3.4-1～表 3.4-3 に、2次元有効応力解析の実施ケース及び地盤改良体のすべりに対する安全率を表 3.4-4 に示す。

屋外二重管基礎のA-A断面、B-B断面及びC-C断面（杭基礎構造部）における基準地震動 S_0 による鋼製桁及び鋼管杭の断面力分布（曲げモーメント、軸力及びせん断力）を図 3.4-3～図 3.4-5 に、その照査結果を表 3.4-5～表 3.4-7 に示す。本図は、各部材の曲げ軸力及びせん断力が最大となる評価時刻における断面力を示したものである。

表 3.4-1 (1) A-A断面 (B-B断面位置) の鋼管杭の曲げ軸力に対する検討ケースと照査値

| 地震動 | | 検討ケース | 曲げ軸力照査 | | | | | |
|--------------------|--------|-------|--------|------|------|------|------|------|
| | | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| S _s -D1 | H+, V+ | | 0.41 | 0.38 | 0.40 | 0.39 | 0.31 | 0.29 |
| | H+, V- | | 0.40 | | | 0.39 | | |
| | H-, V+ | | 0.37 | | | | | |
| | H-, V- | | 0.36 | | | | | |
| S _s -11 | | | 0.10 | | | | | |
| S _s -12 | | | 0.15 | | | | | |
| S _s -13 | | | 0.13 | | | | | |
| S _s -14 | | | 0.09 | | | | | |
| S _s -21 | | | 0.26 | | | | | |
| S _s -22 | | | 0.29 | | | | | |
| S _s -31 | H+, V+ | | 0.34 | | | | | |
| | H-, V+ | | 0.31 | | | | | |

表 3.4-1 (2) A-A断面 (B-B断面位置) の鋼管杭のせん断力に対する検討ケースと照査値

| 地震動 | | 検討ケース | せん断力照査 | | | | | |
|--------------------|--------|-------|--------|------|------|------|------|------|
| | | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| S _s -D1 | H+, V+ | | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.13 | 0.10 | 0.10 |
| | H+, V- | | 0.09 | | | 0.13 | | |
| | H-, V+ | | 0.12 | | | | | |
| | H-, V- | | 0.12 | | | | | |
| S _s -11 | | | 0.04 | | | | | |
| S _s -12 | | | 0.06 | | | | | |
| S _s -13 | | | 0.05 | | | | | |
| S _s -14 | | | 0.03 | | | | | |
| S _s -21 | | | 0.07 | | | | | |
| S _s -22 | | | 0.08 | | | | | |
| S _s -31 | H+, V+ | | 0.10 | | | | | |
| | H-, V+ | | 0.08 | | | | | |

表 3.4-1 (3) A-A断面 (C-C断面位置) の鋼管杭の曲げ軸力に対する検討ケースと照査値

| 地震動 | | 検討ケース | 曲げ軸力照査 | | | | | |
|--------------------|--------|-------|--------|------|------|------|------|------|
| | | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| S _s -D1 | H+, V+ | | 0.68 | 0.62 | 0.69 | 0.72 | 0.48 | 0.50 |
| | H+, V- | | 0.68 | | | 0.72 | | |
| | H-, V+ | | 0.54 | | | | | |
| | H-, V- | | 0.56 | | | | | |
| S _s -11 | | | 0.23 | | | | | |
| S _s -12 | | | 0.28 | | | | | |
| S _s -13 | | | 0.25 | | | | | |
| S _s -14 | | | 0.20 | | | | | |
| S _s -21 | | | 0.32 | | | | | |
| S _s -22 | | | 0.34 | | | | | |
| S _s -31 | H+, V+ | | 0.42 | | | | | |
| | H-, V+ | | 0.56 | | | | | |

表 3.4-1 (4) A-A断面 (C-C断面位置) の鋼管杭のせん断力に対する検討ケースと照査値

| 地震動 | | 検討ケース | せん断力照査 | | | | | |
|--------------------|--------|-------|--------|------|------|------|------|------|
| | | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| S _s -D1 | H+, V+ | | 0.19 | 0.19 | 0.20 | 0.21 | 0.15 | 0.15 |
| | H+, V- | | 0.19 | | | 0.21 | | |
| | H-, V+ | | 0.17 | | | | | |
| | H-, V- | | 0.16 | | | | | |
| S _s -11 | | | 0.06 | | | | | |
| S _s -12 | | | 0.08 | | | | | |
| S _s -13 | | | 0.07 | | | | | |
| S _s -14 | | | 0.06 | | | | | |
| S _s -21 | | | 0.09 | | | | | |
| S _s -22 | | | 0.13 | | | | | |
| S _s -31 | H+, V+ | | 0.12 | | | | | |
| | H-, V+ | | 0.15 | | | | | |

表 3.4-2 (1) B-B断面の鋼製桁の曲げ軸力に対する検討ケースと照査値

| 地震動 \ 検討ケース | | 曲げ軸力照査 | | | | | |
|--------------------|--------|--------|------|------|------|------|------|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| S _s -D1 | H+, V+ | 0.08 | | | | | |
| | H+, V- | 0.07 | | | 0.04 | | |
| | H-, V+ | 0.07 | | | | | |
| | H-, V- | 0.07 | | | | | |
| S _s -11 | | 0.05 | | | | | |
| S _s -12 | | 0.06 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.07 | 0.03 |
| S _s -13 | | 0.06 | | | | | |
| S _s -14 | | 0.06 | | | | | |
| S _s -21 | | 0.08 | | | | | |
| S _s -22 | | 0.07 | | | | | |
| S _s -31 | H+, V+ | 0.10 | | | | | |
| | H-, V+ | 0.11 | | | | | |

表 3.4-2 (2) B-B断面の鋼製桁のせん断力に対する検討ケースと照査値

| 地震動 \ 検討ケース | | せん断力照査 | | | | | |
|--------------------|--------|--------|------|------|------|------|------|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| S _s -D1 | H+, V+ | 0.04 | | | | | |
| | H+, V- | 0.05 | | | 0.03 | | |
| | H-, V+ | 0.04 | | | | | |
| | H-, V- | 0.05 | | | | | |
| S _s -11 | | 0.03 | | | | | |
| S _s -12 | | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.05 | 0.03 |
| S _s -13 | | 0.05 | | | | | |
| S _s -14 | | 0.03 | | | | | |
| S _s -21 | | 0.04 | | | | | |
| S _s -22 | | 0.04 | | | | | |
| S _s -31 | H+, V+ | 0.05 | | | | | |
| | H-, V+ | 0.05 | | | | | |

表 3.4-2 (3) B-B断面の鋼管杭の曲げ軸力に対する検討ケースと照査値

| 地震動 \ 検討ケース | | 曲げ軸力照査 | | | | | |
|--------------------|--------|--------|------|------|------|------|------|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| S _s -D1 | H+, V+ | 0.59 | | | | | |
| | H+, V- | 0.59 | | | 0.65 | | |
| | H-, V+ | 0.55 | | | | | |
| | H-, V- | 0.55 | | | | | |
| S _s -11 | | 0.36 | | | | | |
| S _s -12 | | 0.61 | 0.61 | 0.54 | 0.71 | 0.37 | 0.41 |
| S _s -13 | | 0.56 | | | | | |
| S _s -14 | | 0.49 | | | | | |
| S _s -21 | | 0.38 | | | | | |
| S _s -22 | | 0.47 | | | | | |
| S _s -31 | H+, V+ | 0.44 | | | | | |
| | H-, V+ | 0.46 | | | | | |

表 3.4-2 (4) B-B断面の鋼管杭のせん断力に対する検討ケースと照査値

| 地震動 \ 検討ケース | | せん断力照査 | | | | | |
|--------------------|--------|--------|------|------|------|------|------|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| S _s -D1 | H+, V+ | 0.11 | | | | | |
| | H+, V- | 0.11 | | | 0.18 | | |
| | H-, V+ | 0.09 | | | | | |
| | H-, V- | 0.09 | | | | | |
| S _s -11 | | 0.07 | | | | | |
| S _s -12 | | 0.10 | 0.09 | 0.11 | 0.21 | 0.12 | 0.15 |
| S _s -13 | | 0.09 | | | | | |
| S _s -14 | | 0.08 | | | | | |
| S _s -21 | | 0.08 | | | | | |
| S _s -22 | | 0.08 | | | | | |
| S _s -31 | H+, V+ | 0.12 | | | | | |
| | H-, V+ | 0.13 | | | | | |

表 3.4-3 (1) C-C断面（杭基礎構造部）の鋼製桁の曲げ軸力に対する検討ケースと照査値

| 地震動 \ 検討ケース | | 曲げ軸力照査 | | | | | |
|--------------------|--------|--------|------|------|------|------|------|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| S _s -D1 | H+, V+ | 0.04 | | | | | |
| | H+, V- | 0.05 | | | | | |
| | H-, V+ | 0.04 | | | 0.04 | | |
| | H-, V- | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.07 | 0.04 |
| S _s -11 | | 0.02 | | | | | |
| S _s -12 | | 0.04 | | | | | |
| S _s -13 | | 0.04 | | | | | |
| S _s -14 | | 0.03 | | | | | |
| S _s -21 | | 0.04 | | | | | |
| S _s -22 | | 0.04 | | | | | |
| S _s -31 | H+, V+ | 0.06 | | | | | |
| | H-, V+ | 0.05 | | | | | |

表 3.4-3 (2) C-C断面（杭基礎構造部）の鋼製桁のせん断力に対する検討ケースと照査値

| 地震動 \ 検討ケース | | せん断力照査 | | | | | |
|--------------------|--------|--------|------|------|------|------|------|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| S _s -D1 | H+, V+ | 0.03 | | | | | |
| | H+, V- | 0.03 | | | | | |
| | H-, V+ | 0.03 | | | 0.03 | | |
| | H-, V- | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.03 |
| S _s -11 | | 0.02 | | | | | |
| S _s -12 | | 0.03 | | | | | |
| S _s -13 | | 0.03 | | | | | |
| S _s -14 | | 0.02 | | | | | |
| S _s -21 | | 0.03 | | | | | |
| S _s -22 | | 0.03 | | | | | |
| S _s -31 | H+, V+ | 0.04 | | | | | |
| | H-, V+ | 0.04 | | | | | |

表 3.4-3 (3) C-C断面 (杭基礎構造部) の鋼管杭の曲げ軸力に対する検討ケースと照査値

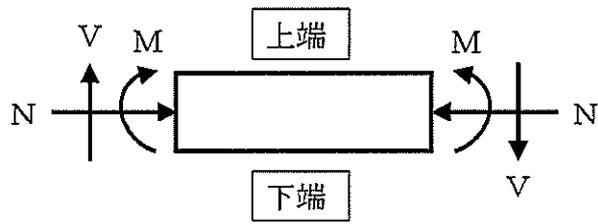
| 地震動 \ 検討ケース | | 曲げ軸力照査 | | | | | |
|--------------------|--------|--------|------|------|------|------|------|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| S _s -D1 | H+, V+ | 0.40 | | | | | |
| | H+, V- | 0.39 | | | | | |
| | H-, V+ | 0.43 | | | 0.55 | | |
| | H-, V- | 0.43 | 0.45 | 0.45 | 0.56 | 0.33 | 0.38 |
| S _s -11 | | 0.08 | | | | | |
| S _s -12 | | 0.25 | | | | | |
| S _s -13 | | 0.21 | | | | | |
| S _s -14 | | 0.15 | | | | | |
| S _s -21 | | 0.27 | | | | | |
| S _s -22 | | 0.27 | | | | | |
| S _s -31 | H+, V+ | 0.36 | | | | | |
| | H-, V+ | 0.32 | | | | | |

表 3.4-3 (4) C-C断面 (杭基礎構造部) の鋼管杭のせん断力に対する検討ケースと照査値

| 地震動 \ 検討ケース | | せん断力照査 | | | | | |
|--------------------|--------|--------|------|------|------|------|------|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| S _s -D1 | H+, V+ | 0.13 | | | | | |
| | H+, V- | 0.13 | | | | | |
| | H-, V+ | 0.14 | | | 0.18 | | |
| | H-, V- | 0.15 | 0.16 | 0.16 | 0.18 | 0.11 | 0.13 |
| S _s -11 | | 0.03 | | | | | |
| S _s -12 | | 0.08 | | | | | |
| S _s -13 | | 0.07 | | | | | |
| S _s -14 | | 0.05 | | | | | |
| S _s -21 | | 0.08 | | | | | |
| S _s -22 | | 0.09 | | | | | |
| S _s -31 | H+, V+ | 0.12 | | | | | |
| | H-, V+ | 0.11 | | | | | |

表 3.4-4 C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) のすべりに対する検討ケースと安全率

| 地震動 | | 検討ケース | | すべり安全率 | | | | | |
|--------------------|--------|-------|------|--------|------|------|------|--|--|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | | |
| S _s -D1 | H+, V+ | 3.24 | | | | | | | |
| | H+, V- | 3.22 | | | | | | | |
| | H-, V+ | 2.92 | | | | | | | |
| | H-, V- | 2.93 | | | | | | | |
| S _s -11 | | 5.90 | | | | | | | |
| S _s -12 | | 4.42 | | | | | | | |
| S _s -13 | | 4.57 | | | | | | | |
| S _s -14 | | 4.97 | | | | | | | |
| S _s -21 | | 3.55 | | | | | | | |
| S _s -22 | | 4.12 | | | | | | | |
| S _s -31 | H+, V+ | 2.67 | 2.52 | 2.67 | 1.83 | 2.62 | 2.47 | | |
| | H-, V+ | 3.08 | | | | | | | |



記号の説明

- 曲げモーメント : M
- 軸力 : N
- せん断力 : V

応力の符号

- 曲げモーメント (M) 正 : 上端が圧縮となる曲げモーメント
- 負 : 上端が引張となる曲げモーメント
- 軸力 (N) 正 : 圧縮
- 負 : 引張

図 3.4-1 応力の方向 (はり要素)

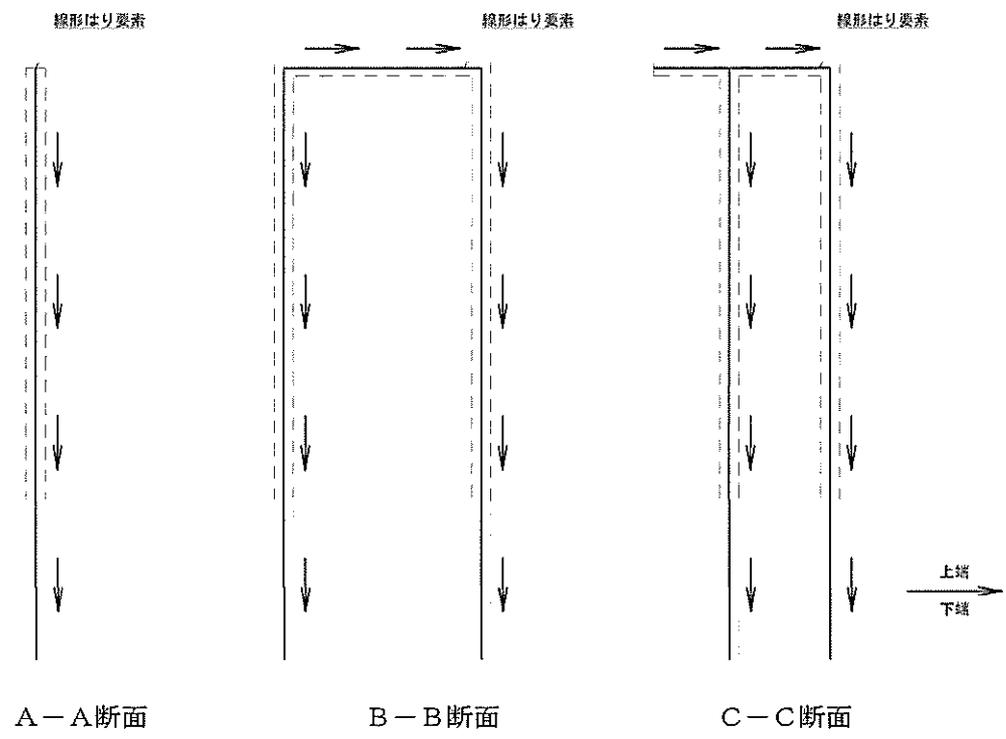


図 3.4-2 はり要素の方向

表 3.4-5 (1) 曲げ軸力に対する照査 (A-A断面)

| 検討対象 | 仕様 | 発生断面力 | | 発生曲げ 応力度 σ_s (N/mm ²) | 短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²) | 照査値 σ_s / σ_{sa} | 検討 ケース | 地震波 位相 |
|----------------|-------|-------------------------|--------------|--|---|---------------------------------|-----------|-------------------------------|
| | | 曲げ モーメント (kN・m/本) | 軸力 (kN/本) | | | | | |
| 鋼管杭 (C-C断面) | SM570 | 4038 | 3464 | 275 | 382.5 | 0.72 | ④ | S _s -D 1 H+, V- |

表 3.4-5 (2) せん断力に対する照査 (A-A断面)

| 検討対象 | 仕様 | せん断力 (kN/本) | 発生せん断 応力 τ_s (N/mm ²) | 短期許容 応力度 τ_{sa} (N/mm ²) | 照査値 τ_s / τ_{sa} | 検討 ケース | 地震波 位相 |
|----------------|-------|----------------|--|---|-----------------------------|-----------|-------------------------------|
| 鋼管杭 (C-C断面) | SM570 | 2039 | 44 | 217.5 | 0.21 | ④ | S _s -D 1 H+, V- |

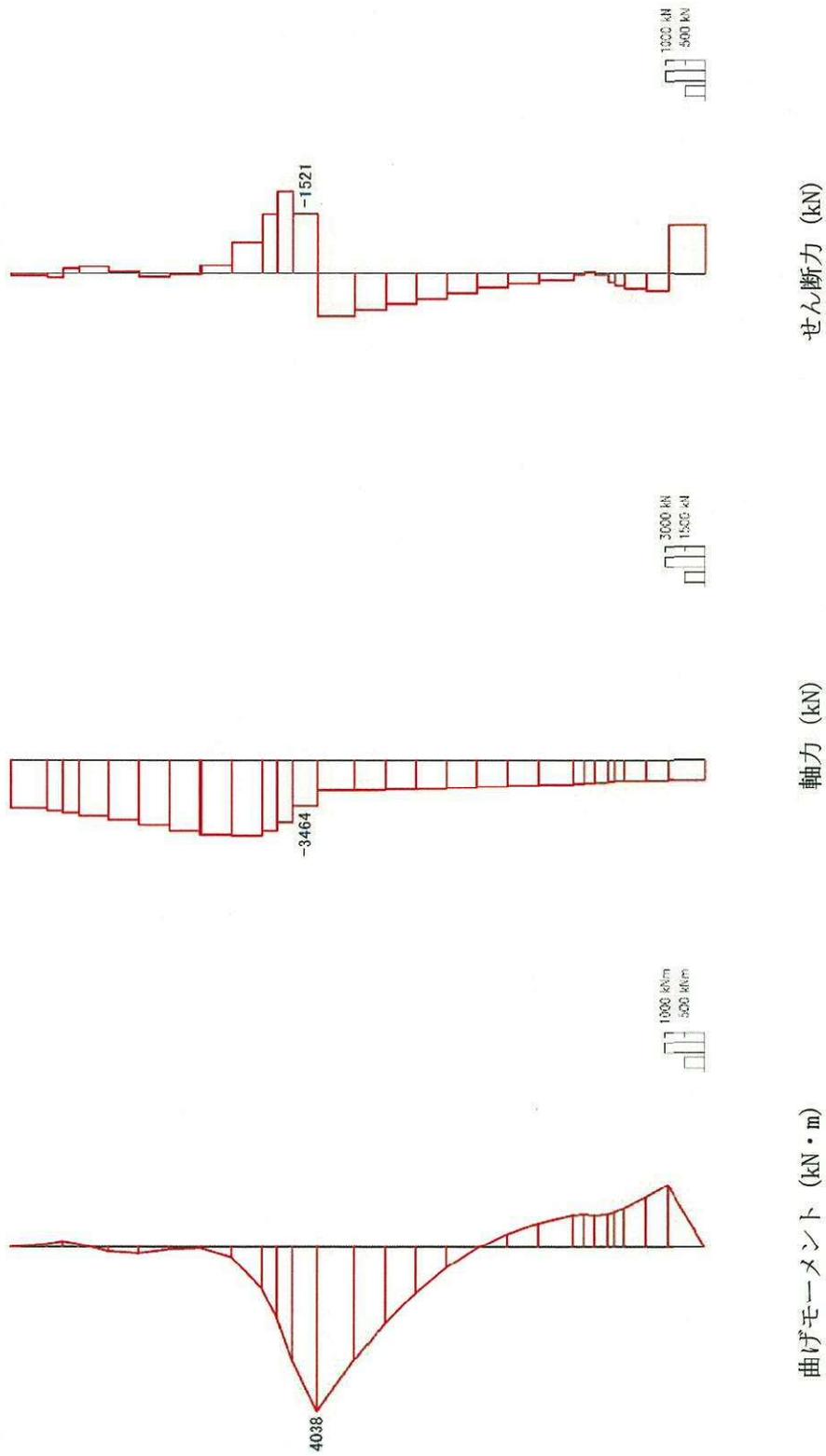


図 3.4-3 (1) A-A 断面の鋼管杭において曲げ軸力に対する照査が最も厳しい時刻の断面力分布
 (地震波: S_s-D1 [H+, V-], 検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース, t = 27.03 s)

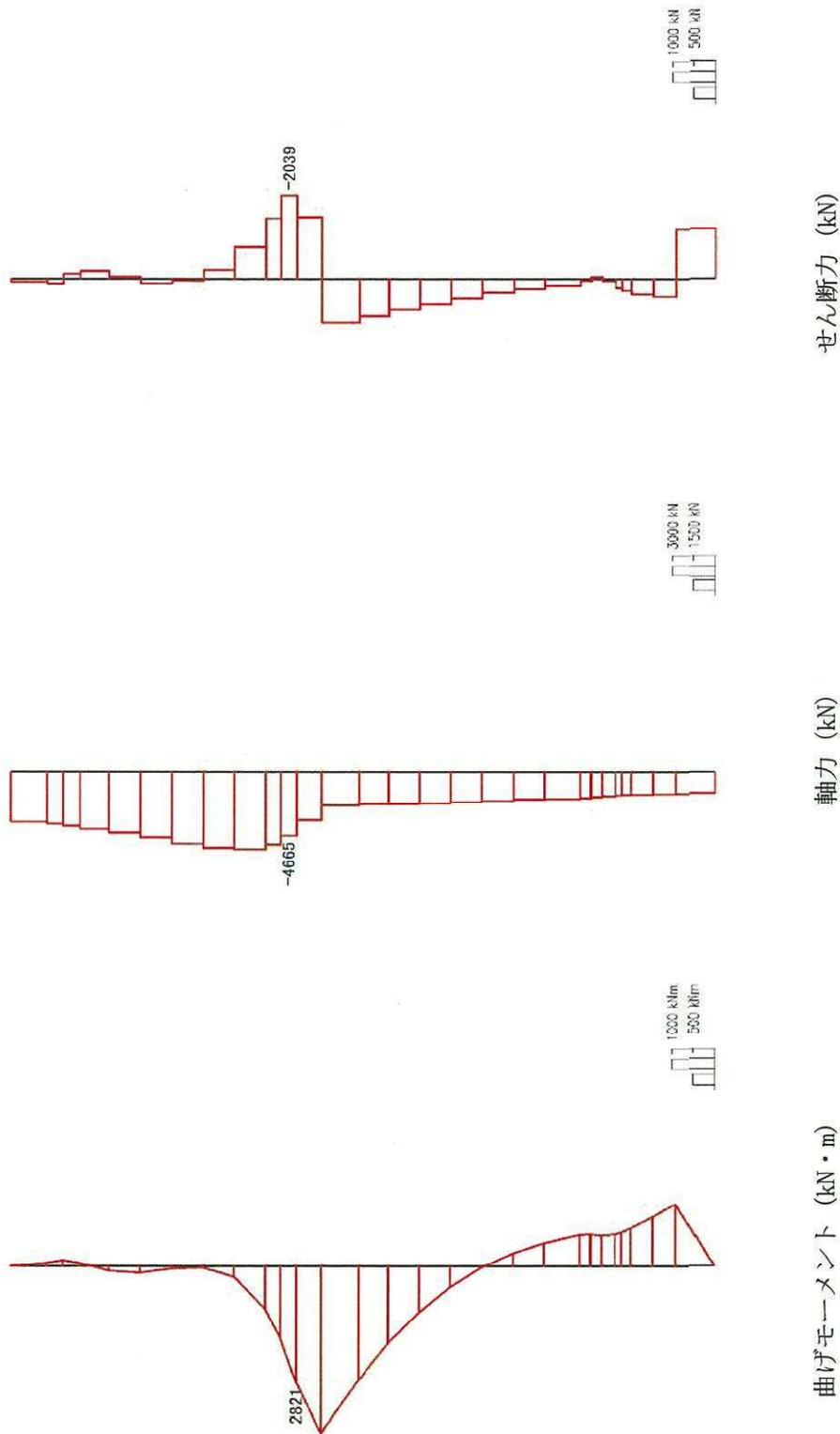


図 3.4-3 (2) A-A 断面の鋼管杭においてせん断力に対する照査が最も厳しい時刻の断面力分布
 (地震波：S_s-D1 [H+, V-], 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース, t = 27.02 s)

表 3.4-6 (1) 曲げ軸力に対する照査 (B-B断面)

| 検討対象 | 仕様 | 発生断面力 | | 発生曲げ 応力度 σ_s (N/mm ²) | 短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²) | 照査値 σ_s / σ_{sa} | 検討 ケース | 地震波 位相 |
|------|-------|-------------------------|--------------|--|---|---------------------------------|-----------|-------------------------------|
| | | 曲げ モーメント (kN・m/本) | 軸力 (kN/本) | | | | | |
| 鋼製桁 | SM400 | 464 | 21 | 22 | 210.0 | 0.11 | ① | S _s -3 1 H-, V+ |
| 鋼管杭 | SM570 | 4362 | 1282 | 271 | 382.5 | 0.71 | ④ | S _s -1 2 |

表 3.4-6 (2) せん断力に対する照査 (B-B断面)

| 検討対象 | 仕様 | せん断力 (kN/本) | 発生せん断 応力 τ_s (N/mm ²) | 短期許容 応力度 τ_{sa} (N/mm ²) | 照査値 τ_s / τ_{sa} | 検討 ケース | 地震波 位相 |
|------|-------|----------------|--|---|-----------------------------|-----------|---------------------|
| 鋼製桁 | SM400 | 217 | 5 | 120.0 | 0.05 | ⑤ | S _s -1 2 |
| 鋼管杭 | SM570 | 2079 | 45 | 217.5 | 0.21 | ④ | S _s -1 2 |

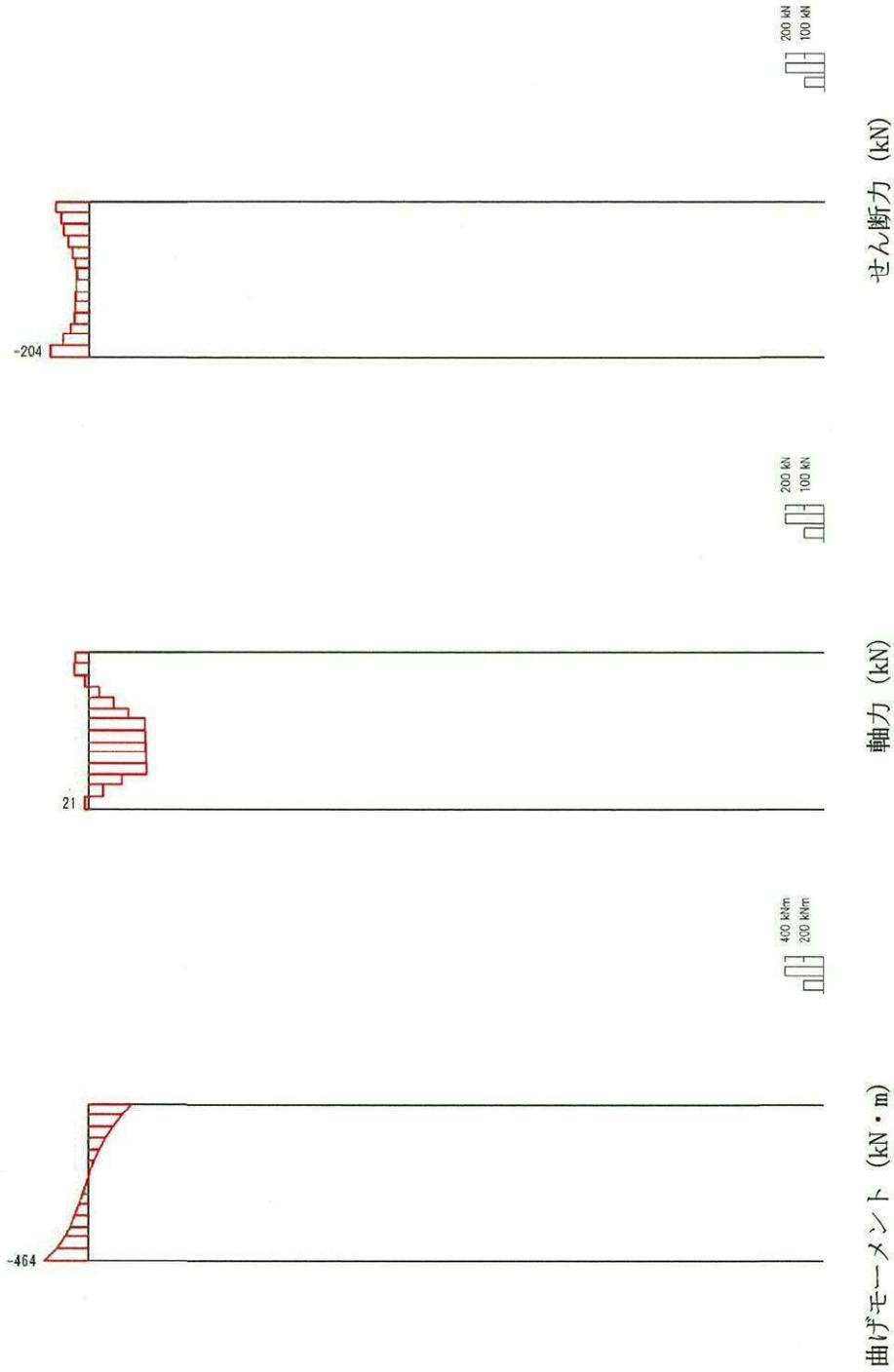
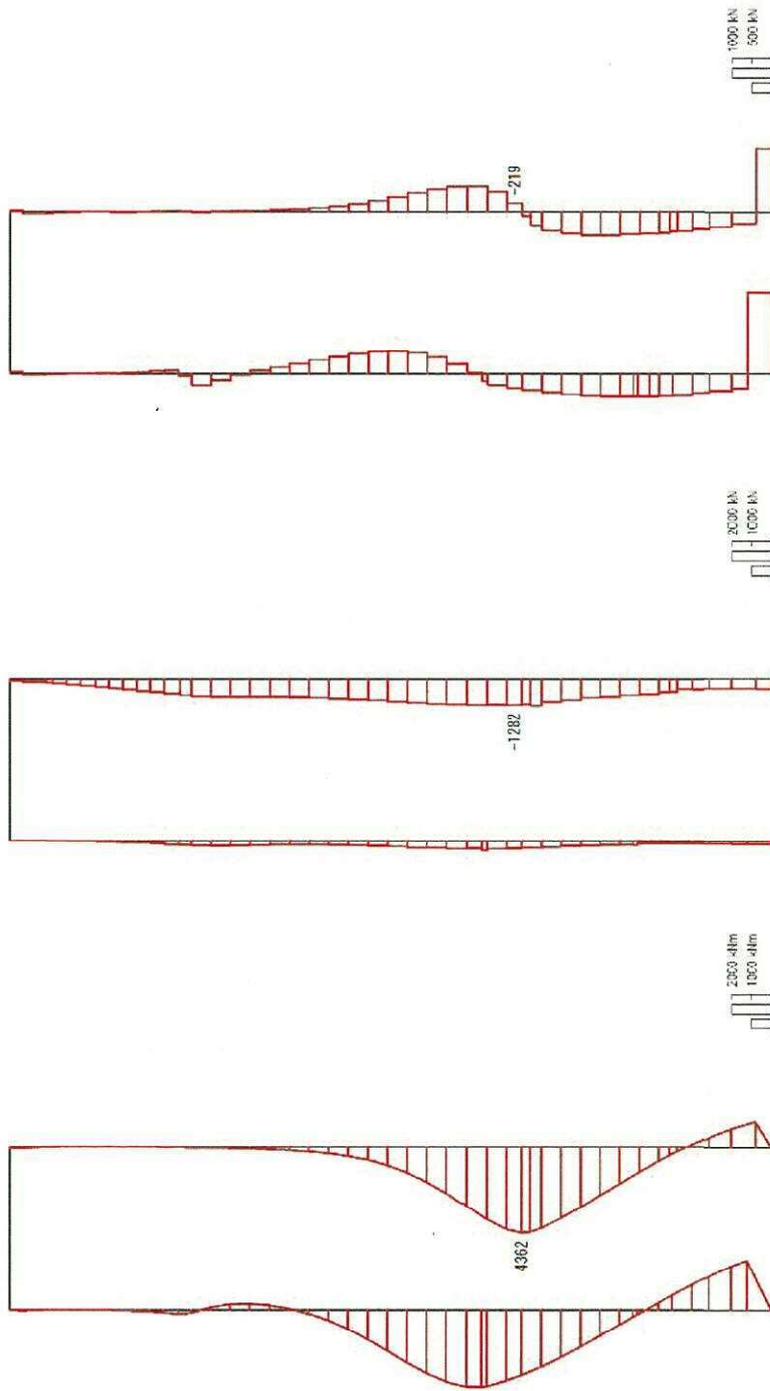


図 3.4-4 (1) B-B 断面の鋼製桁において曲げ軸力に対する照査が最も厳しい時刻の断面力分布
 (S_s-31 [H-, V+], 検討ケース①; 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース), t = 9.02 s)



図 3.4-4 (2) B-B 断面の鋼製桁においてせん断力に対する照査が最も厳しい時刻の断面力分布
 (S_s-1 2, 検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース, t = 33.62 s)



曲げモーメント (kN・m)

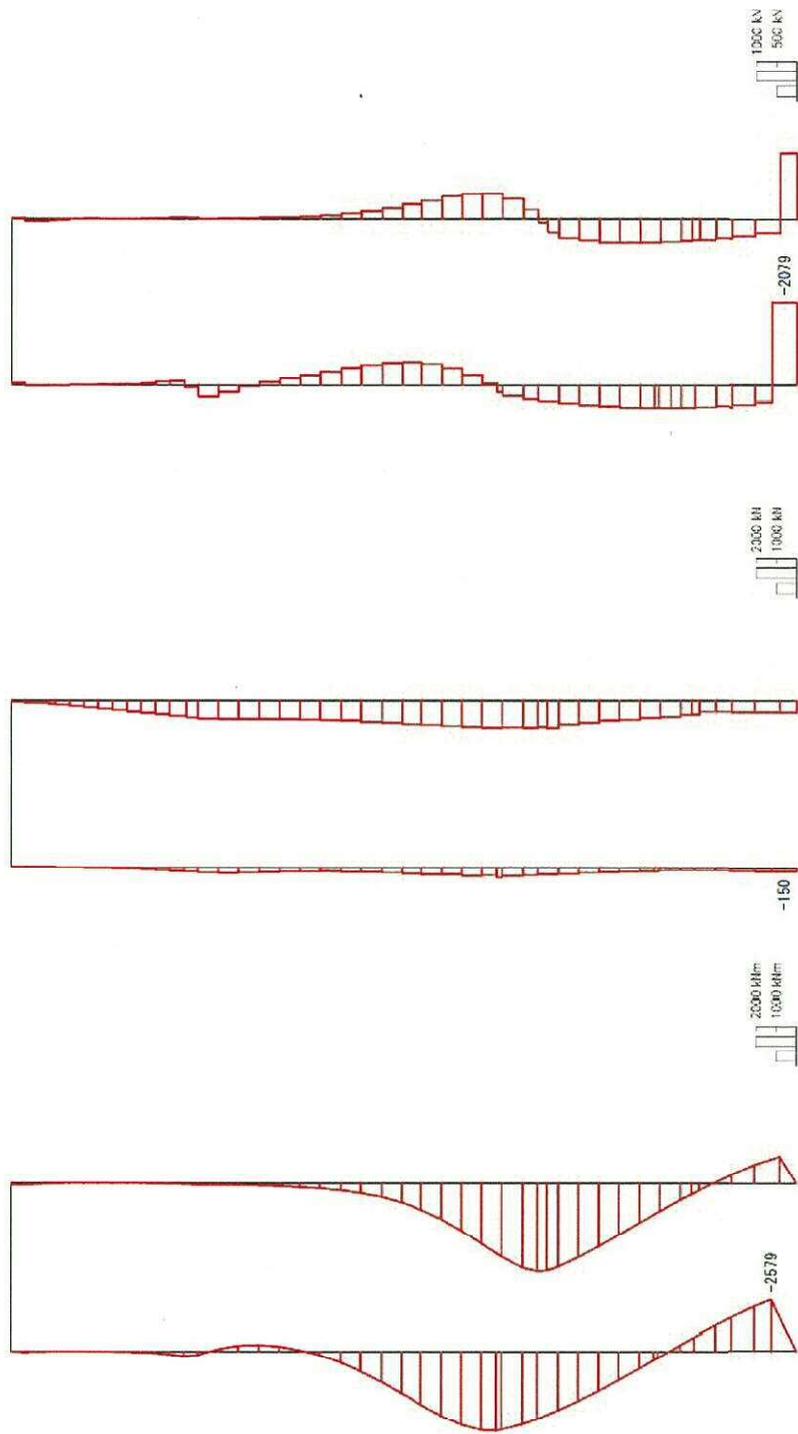
軸力 (kN)

せん断力 (kN)

図 3.4-4 (3) B-B 断面の鋼管杭において曲げ軸力に対する照査が最も厳しい時刻の断面力分布

(地震波 : S_s-12, 検討ケース④ : 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により

地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース, t = 32.67 s)



曲げモーメント (kN・m) 軸力 (kN) せん断力 (kN)

図 3.4-4 (4) B-B断面の鋼管杭においてせん断力に対する照査が最も厳しい時刻の断面力分布

(地震波 : S_s-I 2, 検討ケース④ : 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により

地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース, t = 32.64 s)

表 3.4-7 (1) 曲げ軸力に対する照査 (C-C断面・杭基礎構造部)

| 検討対象 | 仕様 | 発生断面力 | | 発生曲げ 応力度 σ_s (N/mm ²) | 短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²) | 照査値 σ_s / σ_{sa} | 検討 ケース | 地震波 位相 |
|------|-------|-------------------------|--------------|--|---|---------------------------------|-----------|-------------------------------|
| | | 曲げ モーメント (kN・m/本) | 軸力 (kN/本) | | | | | |
| 鋼製桁 | SM400 | 232 | 166 | 13 | 210.0 | 0.07 | ⑤ | S _s -D 1 H-, V- |
| 鋼管杭 | SM570 | 3287 | 1744 | 213 | 382.5 | 0.56 | ④ | S _s -D 1 H-, V- |

表 3.4-7 (2) せん断力に対する照査 (C-C断面・杭基礎構造部)

| 検討対象 | 仕様 | せん断力 (kN/本) | 発生せん断 応力 τ_s (N/mm ²) | 短期許容 応力度 τ_{sa} (N/mm ²) | 照査値 τ_s / τ_{sa} | 検討 ケース | 地震波 位相 |
|------|-------|----------------|--|---|-----------------------------|-----------|-------------------------------|
| 鋼製桁 | SM400 | 163 | 4 | 120.0 | 0.04 | ① | S _s -3 1 H+, V+ |
| 鋼管杭 | SM570 | 1747 | 38 | 217.5 | 0.18 | ④ | S _s -D 1 H-, V- |

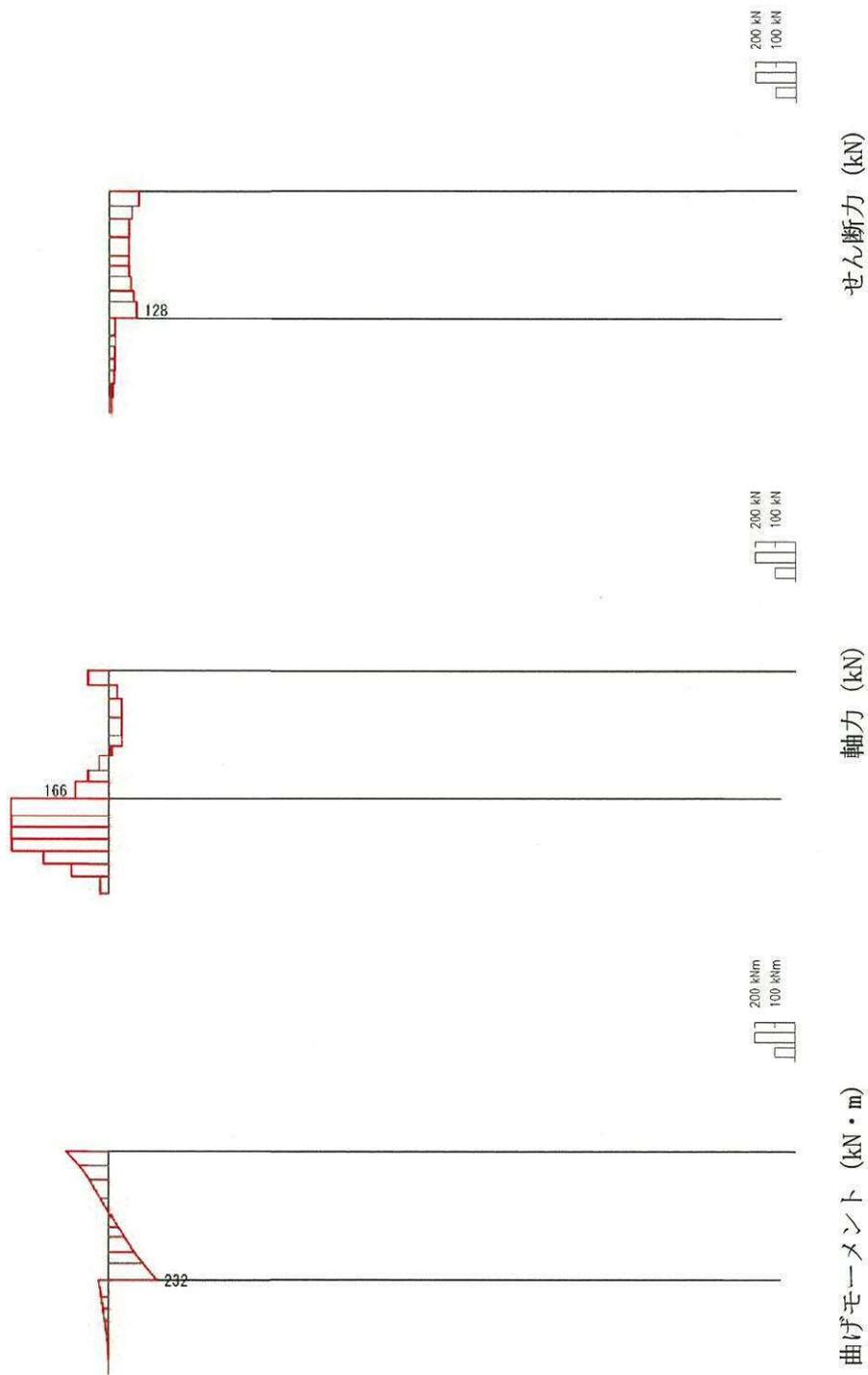


図 3.4-5 (1) C-C断面 (杭基礎構造部) の鋼製桁において曲げ軸力に対する照査が最も厳しい時刻の断面力分布 (地震波 : S_s-D1 [H-, V-], 検討ケース⑤ : 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース, $t=54.09$ s)

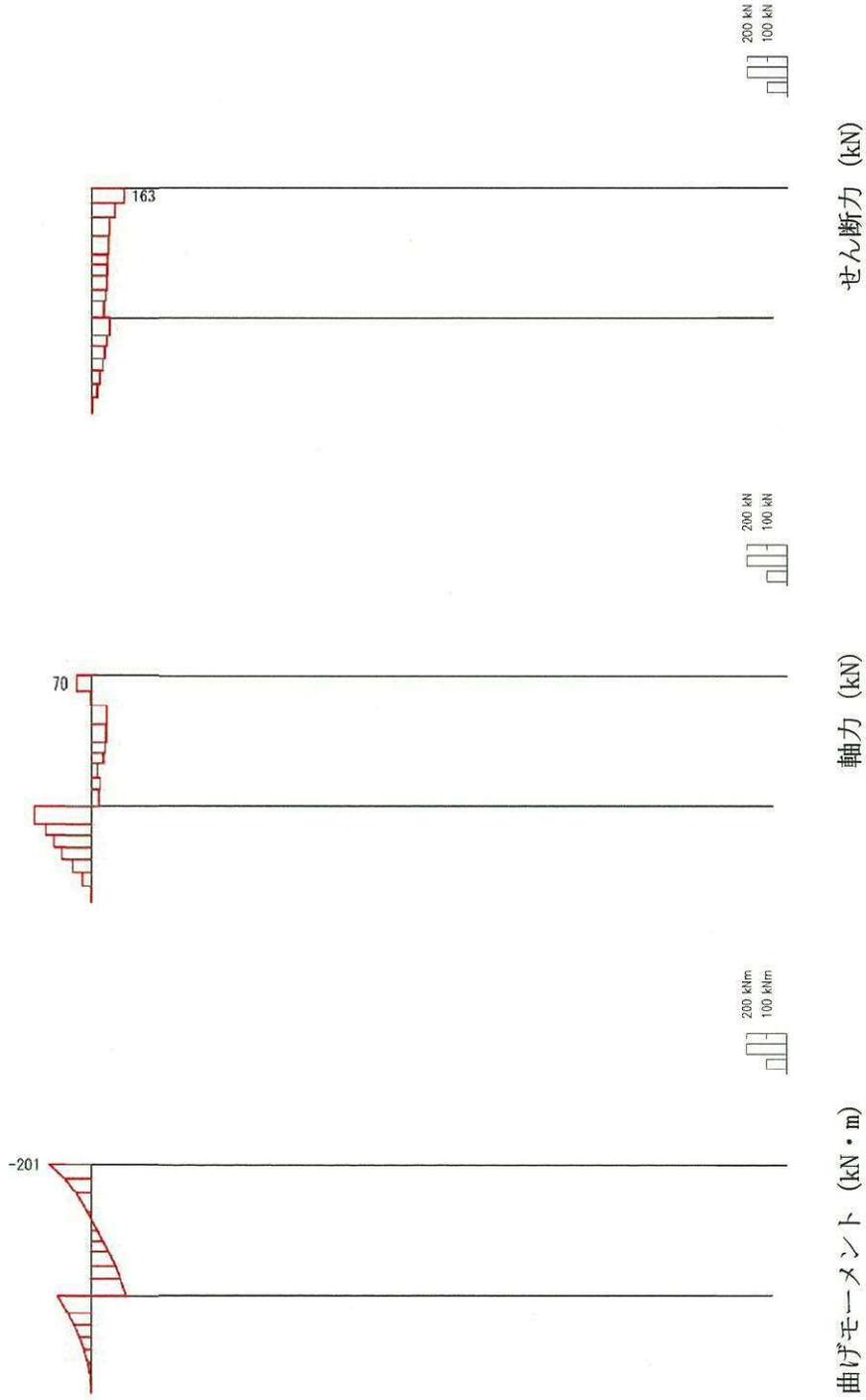
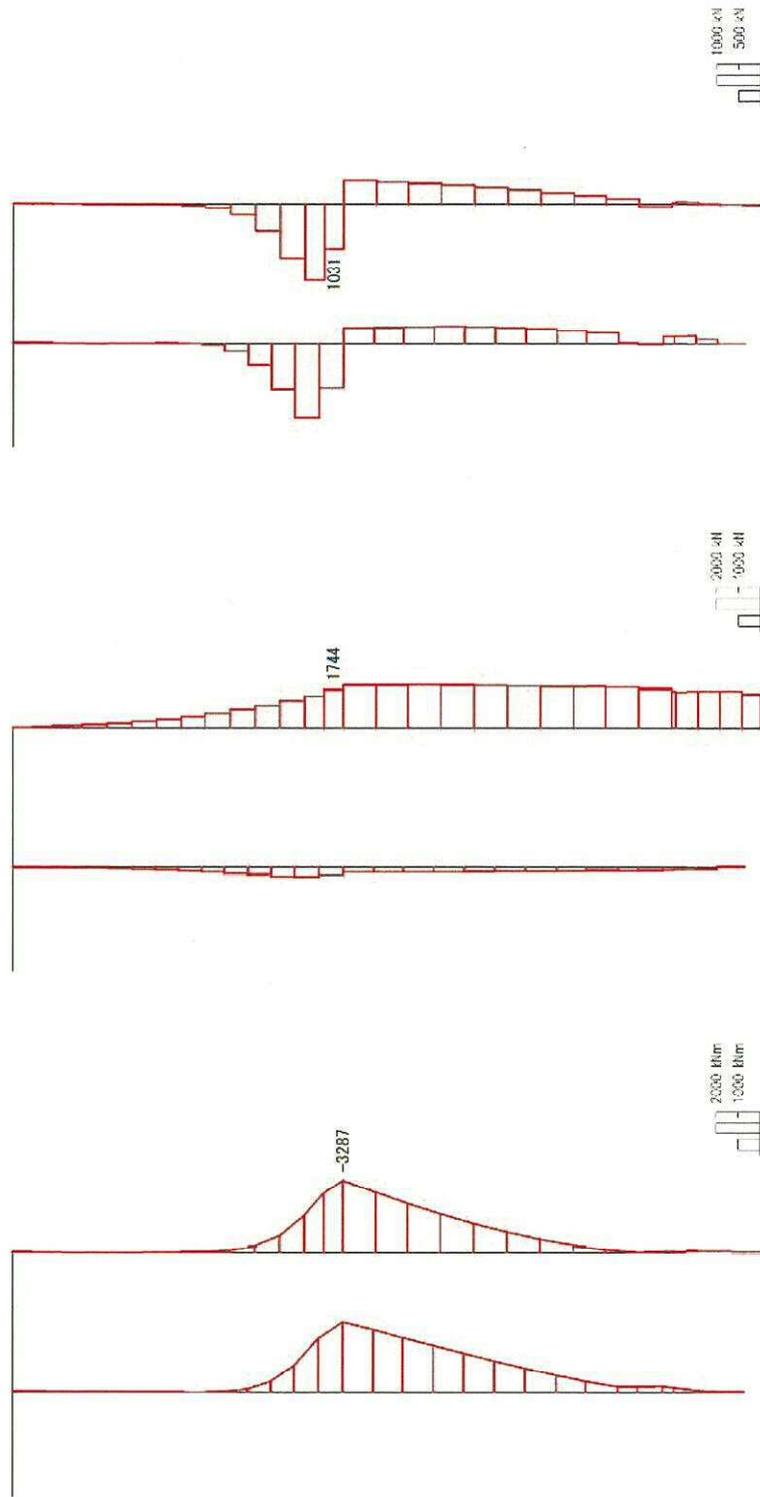


図 3.4-5 (2) C-C断面 (杭基礎構造部) の鋼製桁においてせん断力に対する照査が最も厳しい時刻の断面力分布 (地震波: S_s-3 1 [H+, V+], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース), t = 8.87 s)



曲げモーメント (kN・m)

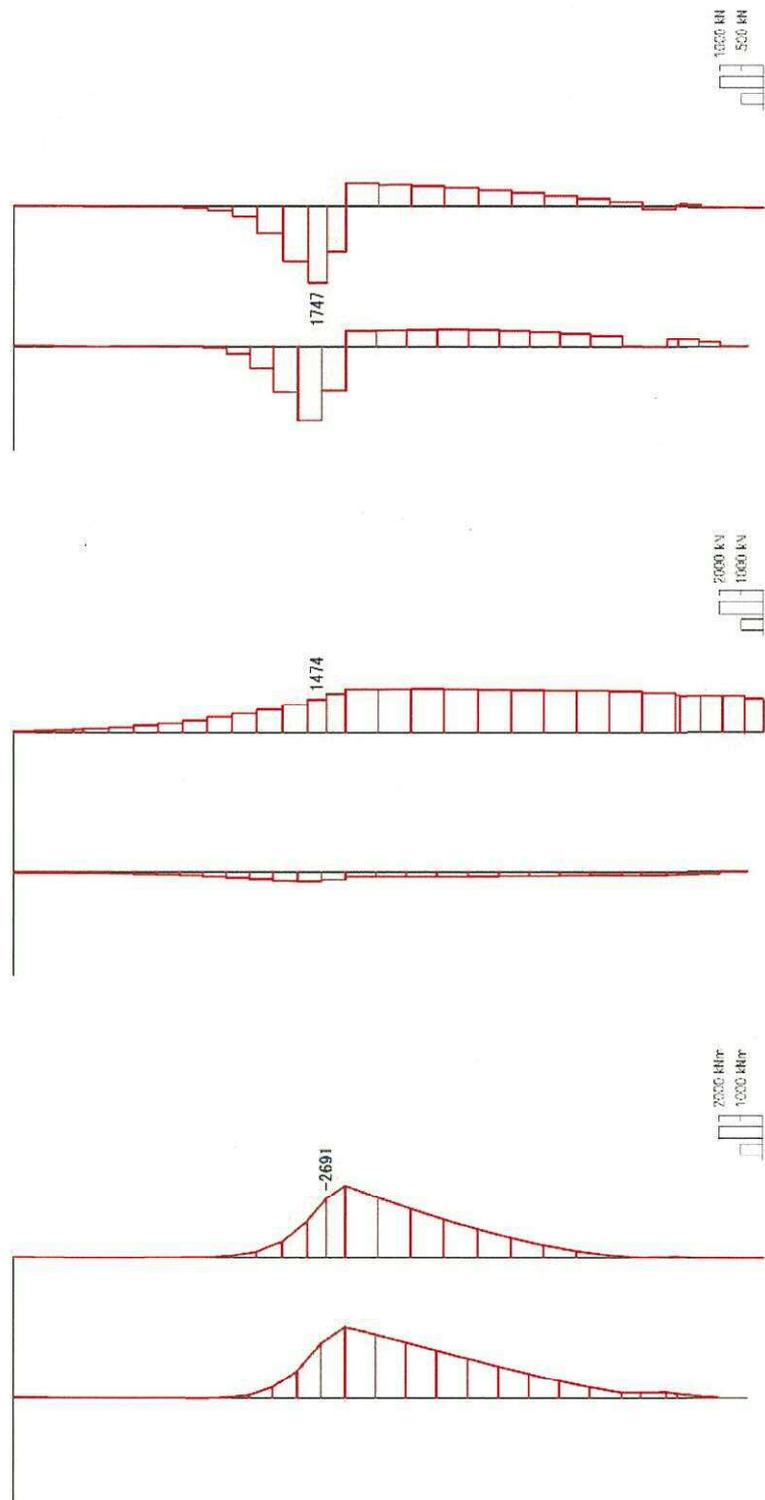
軸力 (kN)

せん断力 (kN)

図 3.4-5 (3) C-C断面 (杭基礎構造部) の鋼管杭において曲げ軸力に対する照査が最も厳しい時刻の断面力分布

(地震波: S_s -D1 [H-, V-], 検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により

地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース, $t = 55.96$ s)



曲げモーメント (kN・m)

軸力 (kN)

せん断力 (kN)

図 3.4-5 (4) C-C断面 (杭基礎構造部) の鋼管杭においてせん断力に対する照査が最も厳しい時刻の断面力分布

(地震波: S_s-D1 [H-, V-], 検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により

地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース, t = 55.96 s)

(2) 断面力分布（各基準地震動に着目した断面力図）

各基準地震動において、鋼製桁及び鋼管杭に対する照査のうち、最も厳しい照査値となる部材の評価時刻における断面力分布を示す。表 3.4-8～表 3.4-10 に各基準地震動で抽出した照査値について照査項目とその評価位置の一覧表を示し、図 3.4-6～図 3.4-10 に断面力図を示す。

表 3.4-8 A-A断面の各地震波に対して鋼管杭において最も厳しい照査値とその照査項目及び評価位置の結果

| 地震波 | 位相 | 抽出照査値と照査項目 | | |
|--------------------|--------|------------|--------|----------|
| | | 照査値 | 照査項目 | 評価位置 |
| S _s -D1 | H+, V+ | 0.68 | 曲げ軸力照査 | C-C断面鋼管杭 |
| S _s -D1 | H+, V- | 0.68 | 曲げ軸力照査 | C-C断面鋼管杭 |
| S _s -D1 | H-, V+ | 0.54 | 曲げ軸力照査 | C-C断面鋼管杭 |
| S _s -D1 | H-, V- | 0.56 | 曲げ軸力照査 | C-C断面鋼管杭 |
| S _s -11 | | 0.23 | 曲げ軸力照査 | C-C断面鋼管杭 |
| S _s -12 | | 0.28 | 曲げ軸力照査 | C-C断面鋼管杭 |
| S _s -13 | | 0.25 | 曲げ軸力照査 | C-C断面鋼管杭 |
| S _s -14 | | 0.20 | 曲げ軸力照査 | C-C断面鋼管杭 |
| S _s -21 | | 0.32 | 曲げ軸力照査 | C-C断面鋼管杭 |
| S _s -22 | | 0.34 | 曲げ軸力照査 | C-C断面鋼管杭 |
| S _s -31 | H+, V+ | 0.42 | 曲げ軸力照査 | C-C断面鋼管杭 |
| S _s -31 | H-, V+ | 0.56 | 曲げ軸力照査 | C-C断面鋼管杭 |

表 3.4-9 (1) B-B断面の各地震波に対して鋼製桁において最も厳しい照査値と
その照査項目及び評価位置の結果

| 地震波 | 位相 | 抽出照査値と照査項目 | | |
|--------------------|--------|------------|--------|------|
| | | 照査値 | 照査項目 | 評価位置 |
| S _s -D1 | H+, V+ | 0.08 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -D1 | H+, V- | 0.07 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -D1 | H-, V+ | 0.07 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -D1 | H-, V- | 0.07 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -11 | | 0.05 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -12 | | 0.06 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -13 | | 0.06 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -14 | | 0.06 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -21 | | 0.08 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -22 | | 0.07 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -31 | H+, V+ | 0.10 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -31 | H-, V+ | 0.11 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |

表 3.4-9 (2) B-B断面の各地震波に対して鋼管杭において最も厳しい照査値と
その照査項目及び評価位置の結果

| 地震波 | 位相 | 抽出照査値と照査項目 | | |
|--------------------|--------|------------|--------|-------|
| | | 照査値 | 照査項目 | 評価位置 |
| S _s -D1 | H+, V+ | 0.59 | 曲げ軸力照査 | 左側鋼管杭 |
| S _s -D1 | H+, V- | 0.59 | 曲げ軸力照査 | 左側鋼管杭 |
| S _s -D1 | H-, V+ | 0.55 | 曲げ軸力照査 | 左側鋼管杭 |
| S _s -D1 | H-, V- | 0.55 | 曲げ軸力照査 | 左側鋼管杭 |
| S _s -11 | | 0.36 | 曲げ軸力照査 | 左側鋼管杭 |
| S _s -12 | | 0.61 | 曲げ軸力照査 | 左側鋼管杭 |
| S _s -13 | | 0.56 | 曲げ軸力照査 | 左側鋼管杭 |
| S _s -14 | | 0.49 | 曲げ軸力照査 | 左側鋼管杭 |
| S _s -21 | | 0.38 | 曲げ軸力照査 | 左側鋼管杭 |
| S _s -22 | | 0.47 | 曲げ軸力照査 | 左側鋼管杭 |
| S _s -31 | H+, V+ | 0.44 | 曲げ軸力照査 | 右側鋼管杭 |
| S _s -31 | H-, V+ | 0.46 | 曲げ軸力照査 | 左側鋼管杭 |

表 3.4-10 (1) C-C断面 (杭基礎構造部) の各地震波に対して鋼製桁において最も厳しい照査値とその照査項目及び評価位置の結果

| 地震波 | 位相 | 抽出照査値と照査項目 | | |
|--------------------|--------|------------|--------|------|
| | | 照査値 | 照査項目 | 評価位置 |
| S _s -D1 | H+, V+ | 0.04 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -D1 | H+, V- | 0.05 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -D1 | H-, V+ | 0.04 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -D1 | H-, V- | 0.04 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -11 | | 0.02 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -12 | | 0.04 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -13 | | 0.04 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -14 | | 0.03 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -21 | | 0.04 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -22 | | 0.04 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -31 | H+, V+ | 0.06 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |
| S _s -31 | H-, V+ | 0.05 | 曲げ軸力照査 | 鋼製桁 |

表 3.4-10 (2) C-C断面 (杭基礎構造部) の各地震波に対して鋼管杭において最も厳しい照査値とその照査項目及び評価位置の結果

| 地震波 | 位相 | 抽出照査値と照査項目 | | |
|--------------------|--------|------------|--------|-------|
| | | 照査値 | 照査項目 | 評価位置 |
| S _s -D1 | H+, V+ | 0.40 | 曲げ軸力照査 | 右側鋼管杭 |
| S _s -D1 | H+, V- | 0.39 | 曲げ軸力照査 | 右側鋼管杭 |
| S _s -D1 | H-, V+ | 0.43 | 曲げ軸力照査 | 右側鋼管杭 |
| S _s -D1 | H-, V- | 0.43 | 曲げ軸力照査 | 右側鋼管杭 |
| S _s -11 | | 0.08 | 曲げ軸力照査 | 左側鋼管杭 |
| S _s -12 | | 0.25 | 曲げ軸力照査 | 右側鋼管杭 |
| S _s -13 | | 0.21 | 曲げ軸力照査 | 右側鋼管杭 |
| S _s -14 | | 0.15 | 曲げ軸力照査 | 右側鋼管杭 |
| S _s -21 | | 0.27 | 曲げ軸力照査 | 右側鋼管杭 |
| S _s -22 | | 0.27 | 曲げ軸力照査 | 左側鋼管杭 |
| S _s -31 | H+, V+ | 0.36 | 曲げ軸力照査 | 右側鋼管杭 |
| S _s -31 | H-, V+ | 0.32 | 曲げ軸力照査 | 右側鋼管杭 |

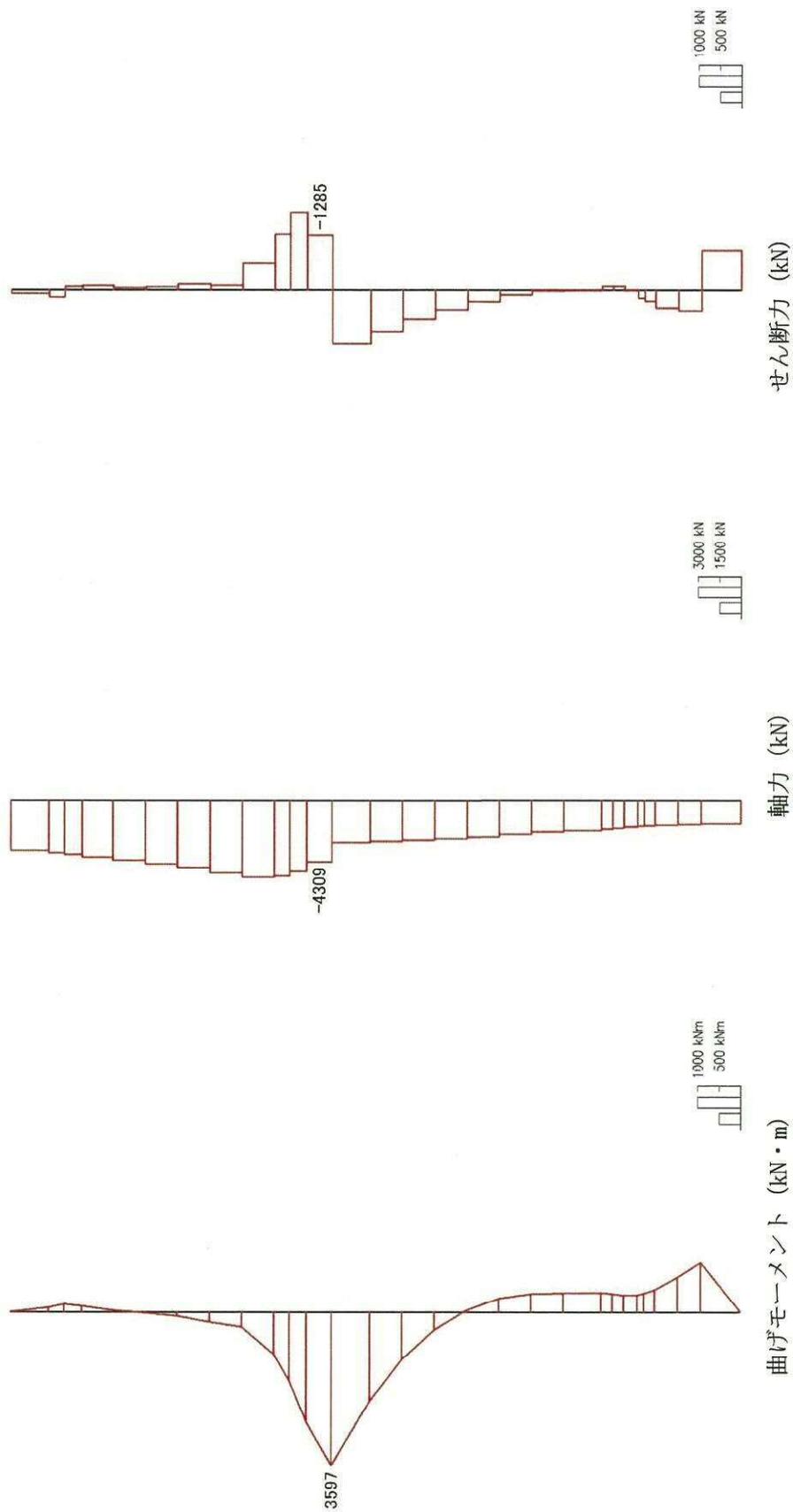


図 3.4-6 (1) A-A断面の S_s-D1 (H+, V+) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 68.86$ s)

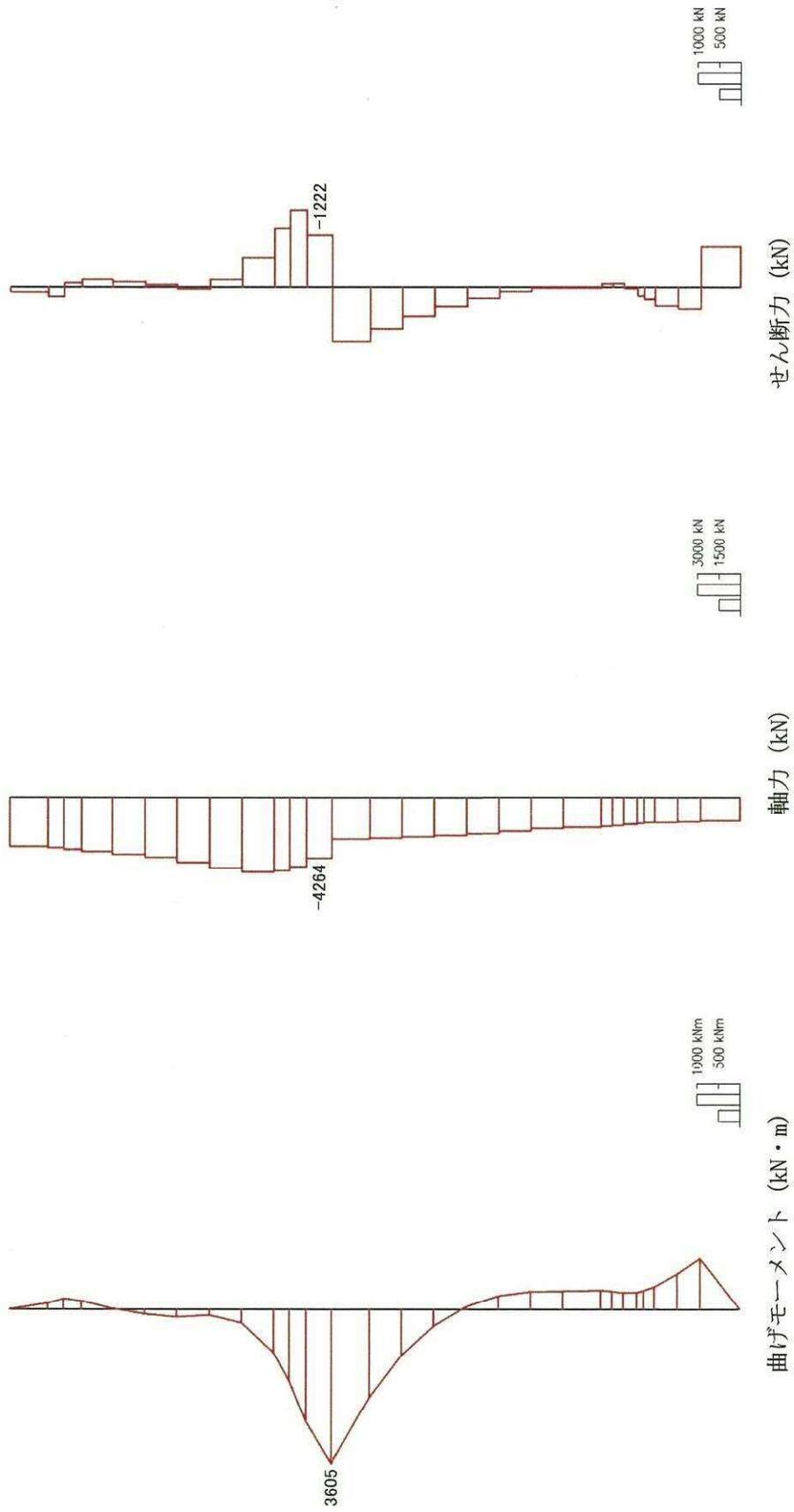


図 3.4-6 (2) A-A断面の S_s-D1 (H+, V-) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 68.86$ s)

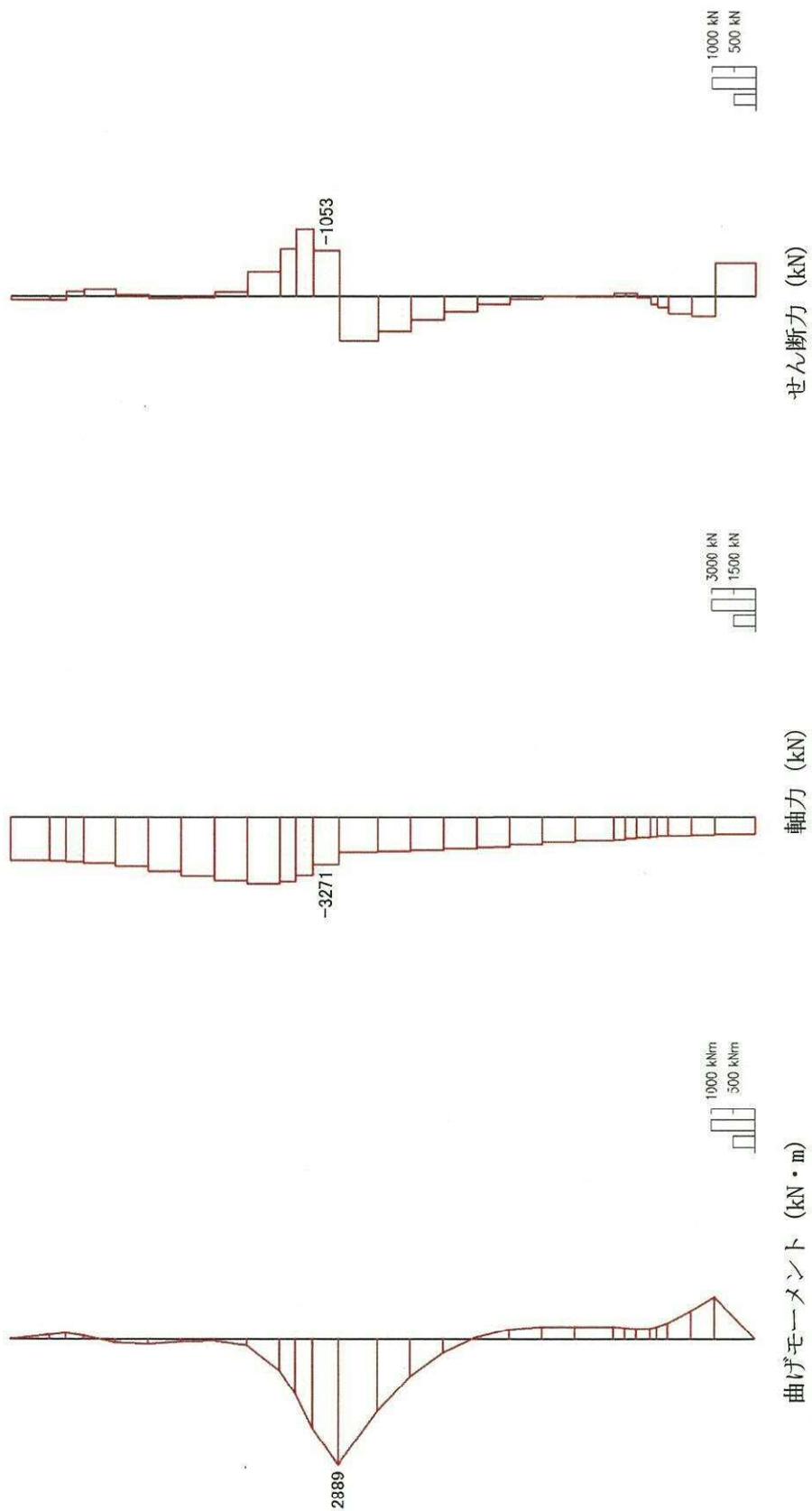


図 3.4-6 (3) A-A断面の S_s-D1 (H-, V+) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 68.22$ s)

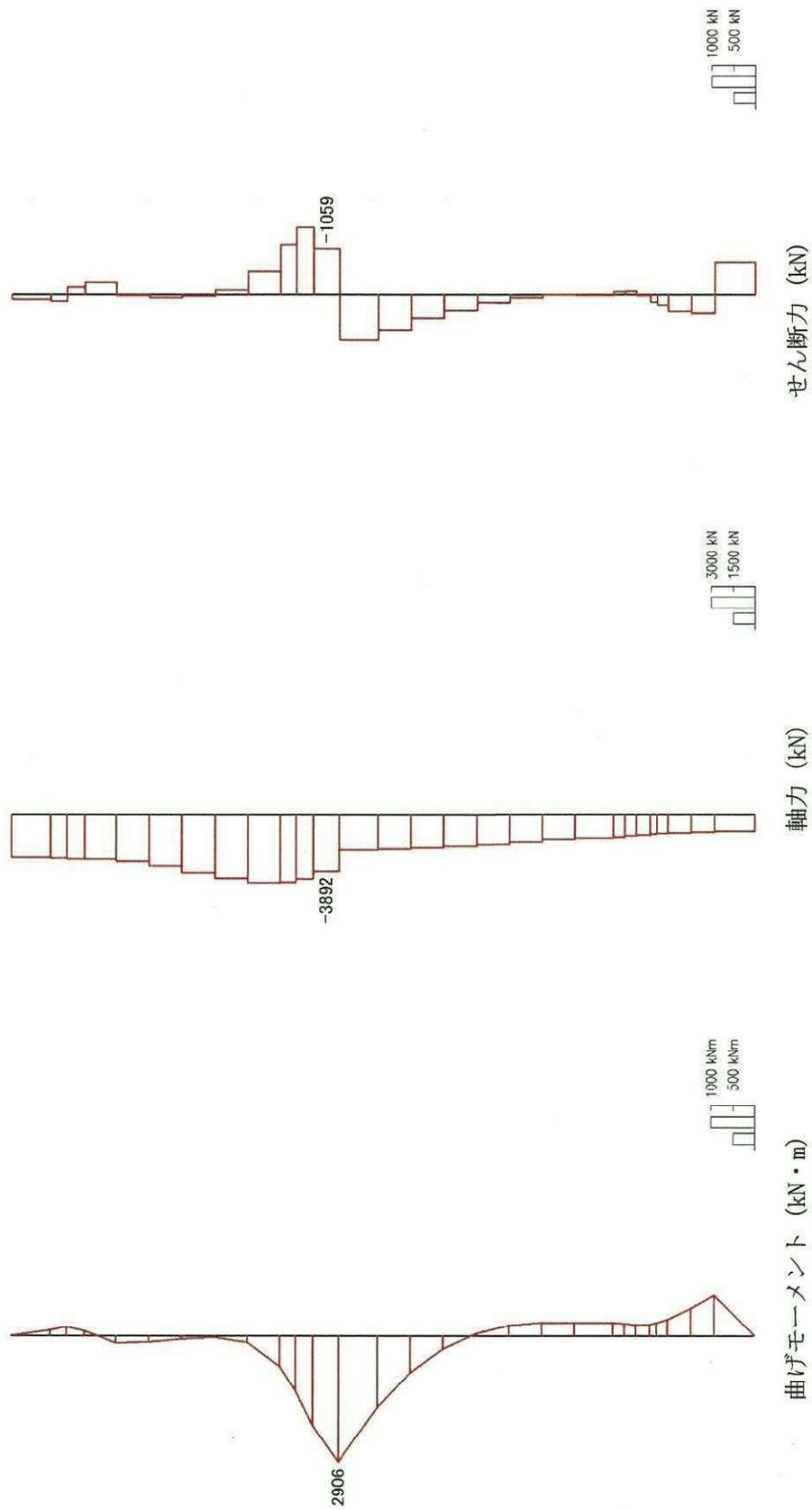


図 3.4-6 (4) A-A断面の S_s-D1 (H-, V-) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 68.22$ s)

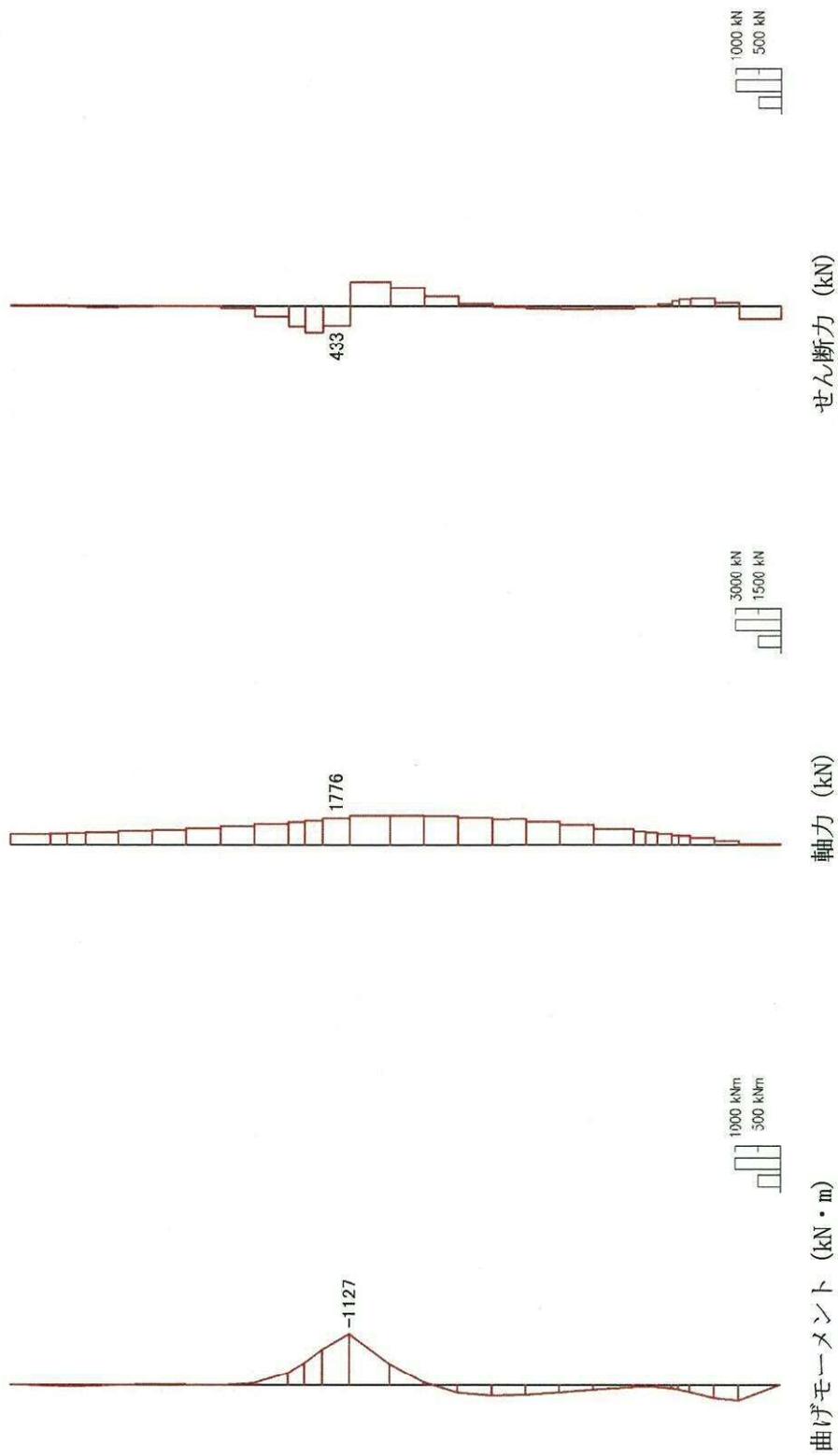


図 3.4-6 (5) A-A 断面の S_s-11 の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 48.67$ s)

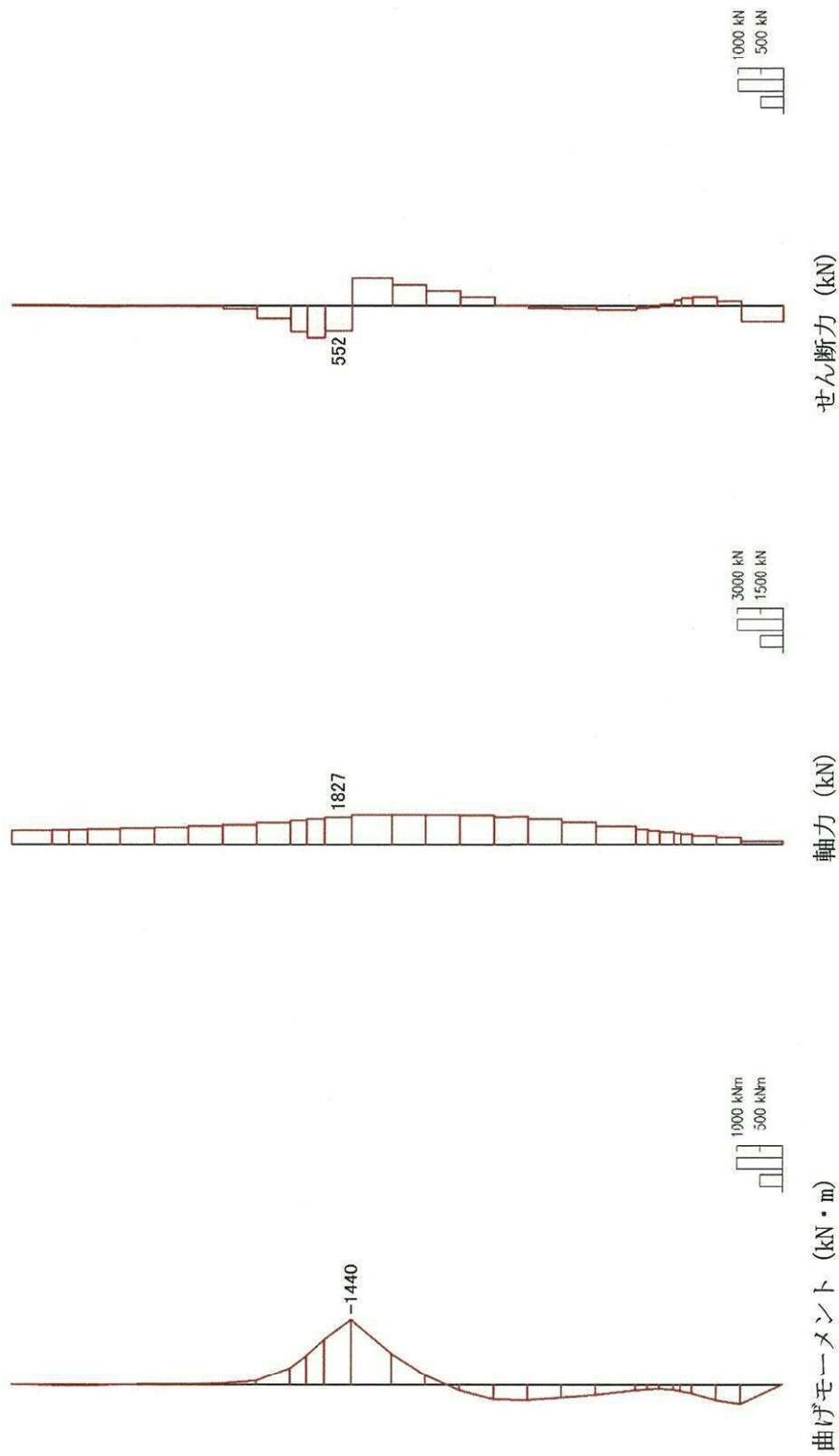


図 3.4-6 (6) A-A断面の S_s-12 の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
(曲げ軸力最大時刻, $t = 87.69$ s)

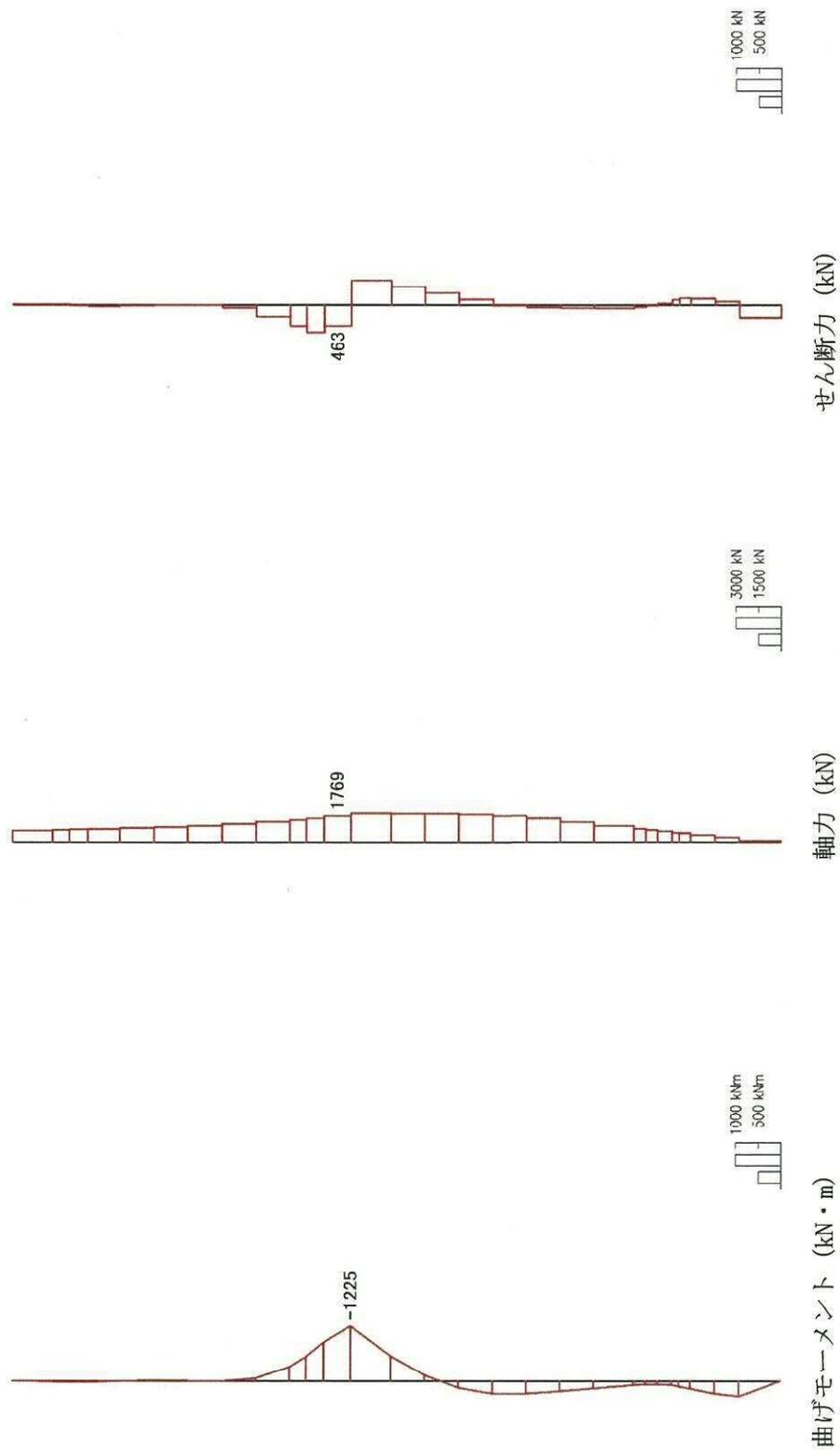


図 3.4-6 (7) A-A断面の S_s-13 の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, t = 84.86 s)

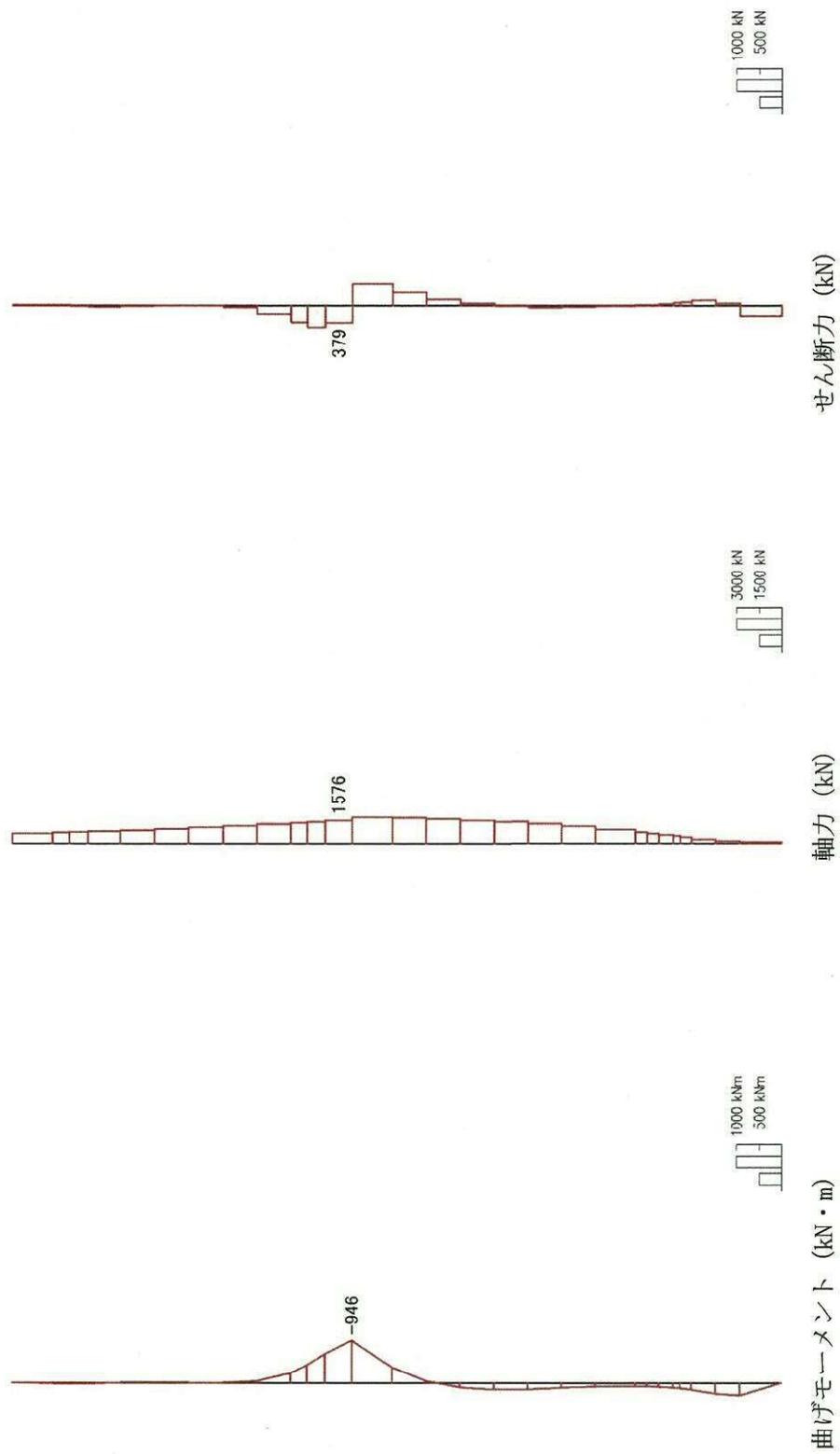


図 3.4-6 (8) A-A断面の S_s-14 の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 37.14$ s)

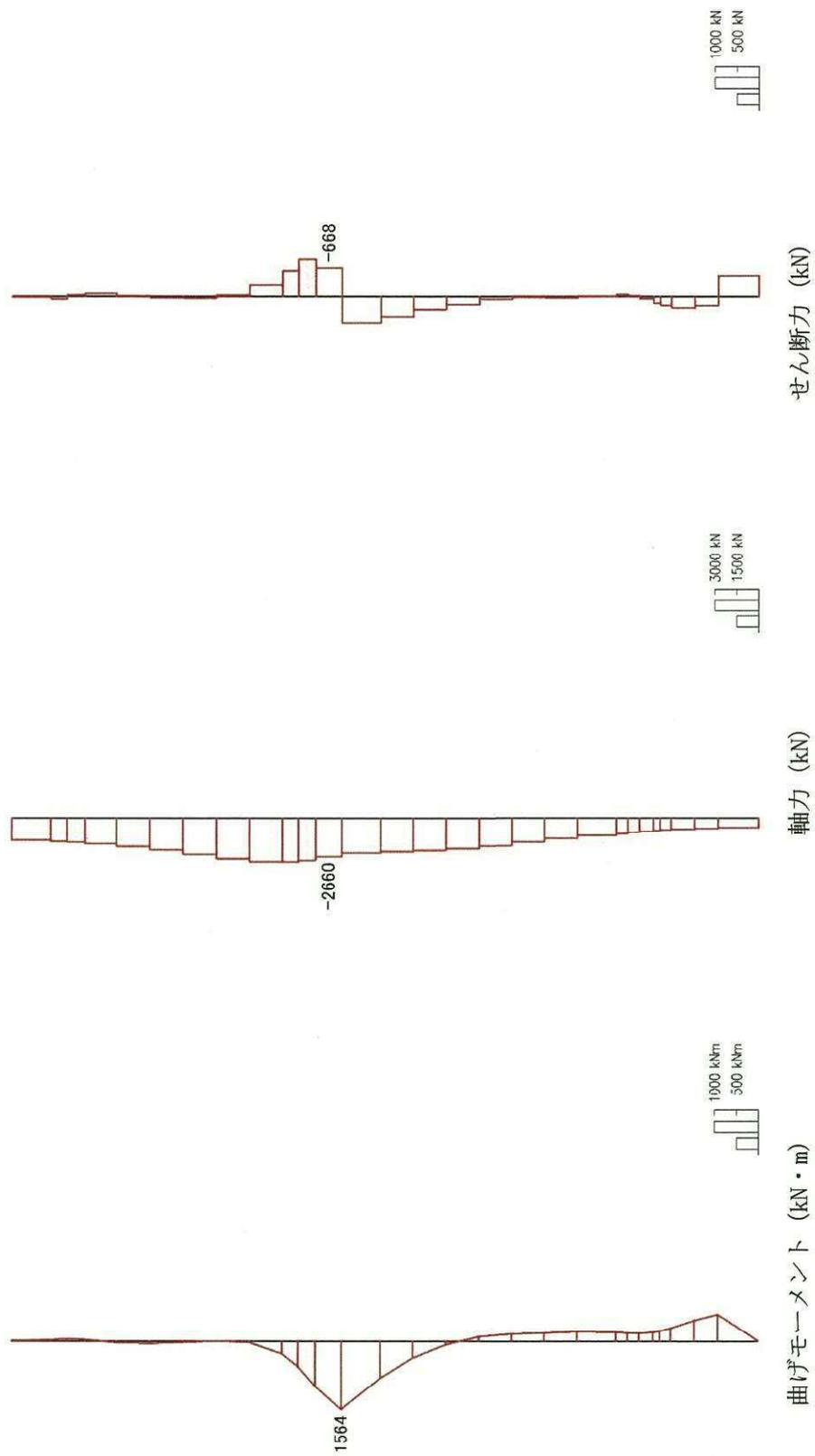


図 3.4-6 (9) A-A断面のS_s-21の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, t=103.22 s)

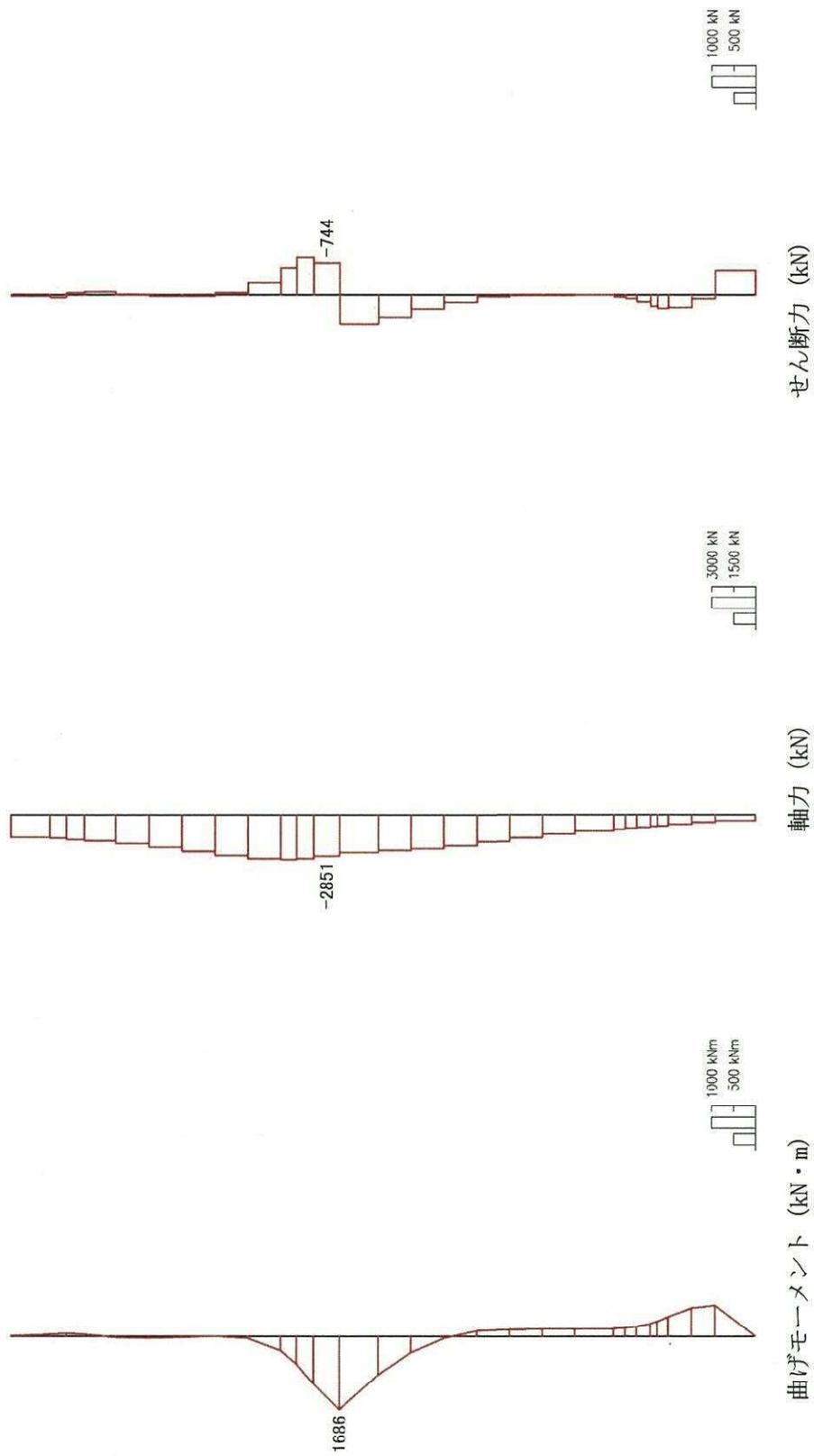


図 3.4-6 (10) A-A断面の $S_s - 2.2$ の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 81.56$ s)

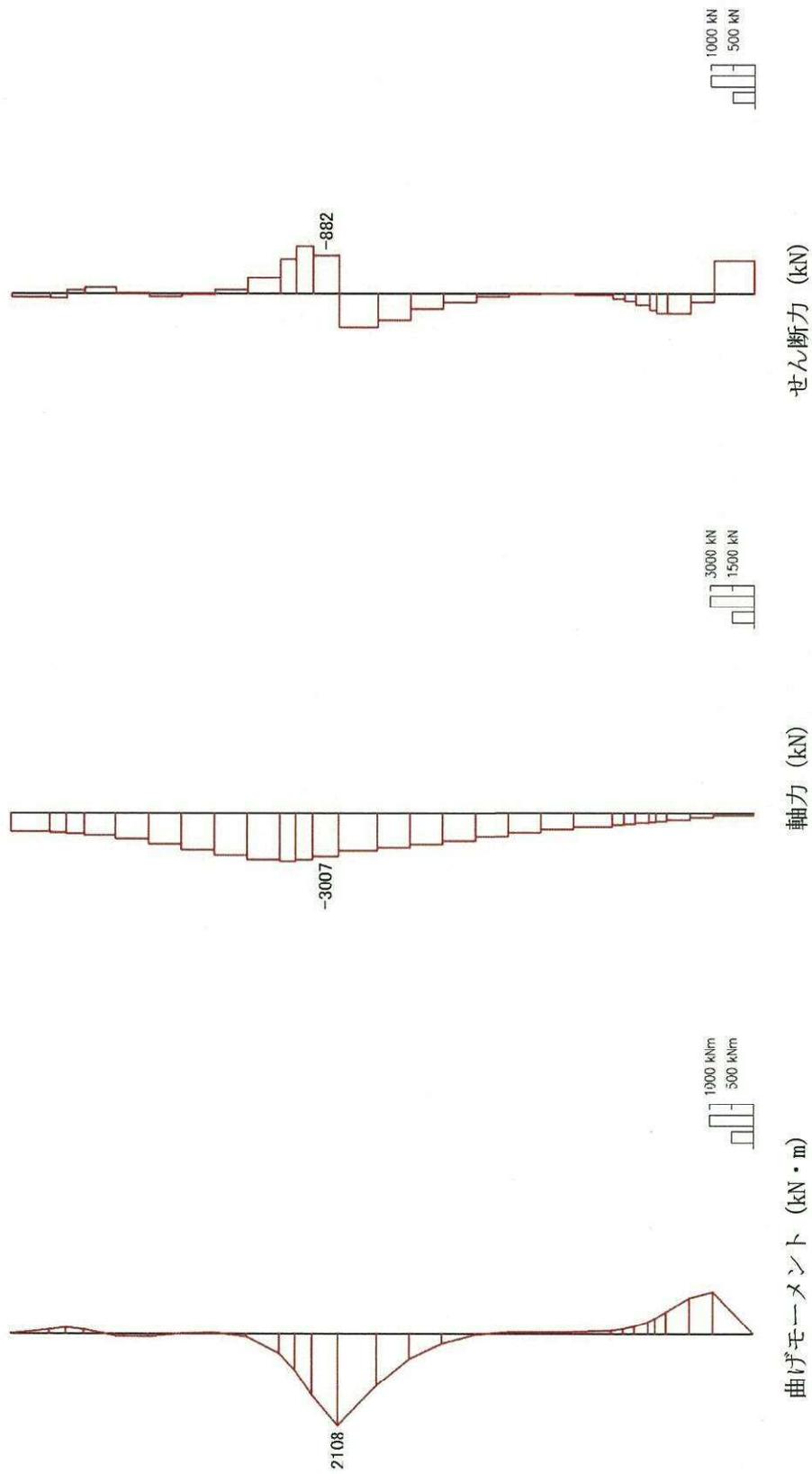


図 3.4-6 (11) A-A断面の S_s-31 (H+, V+) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
(曲げ軸力最大時刻, $t = 9.52$ s)

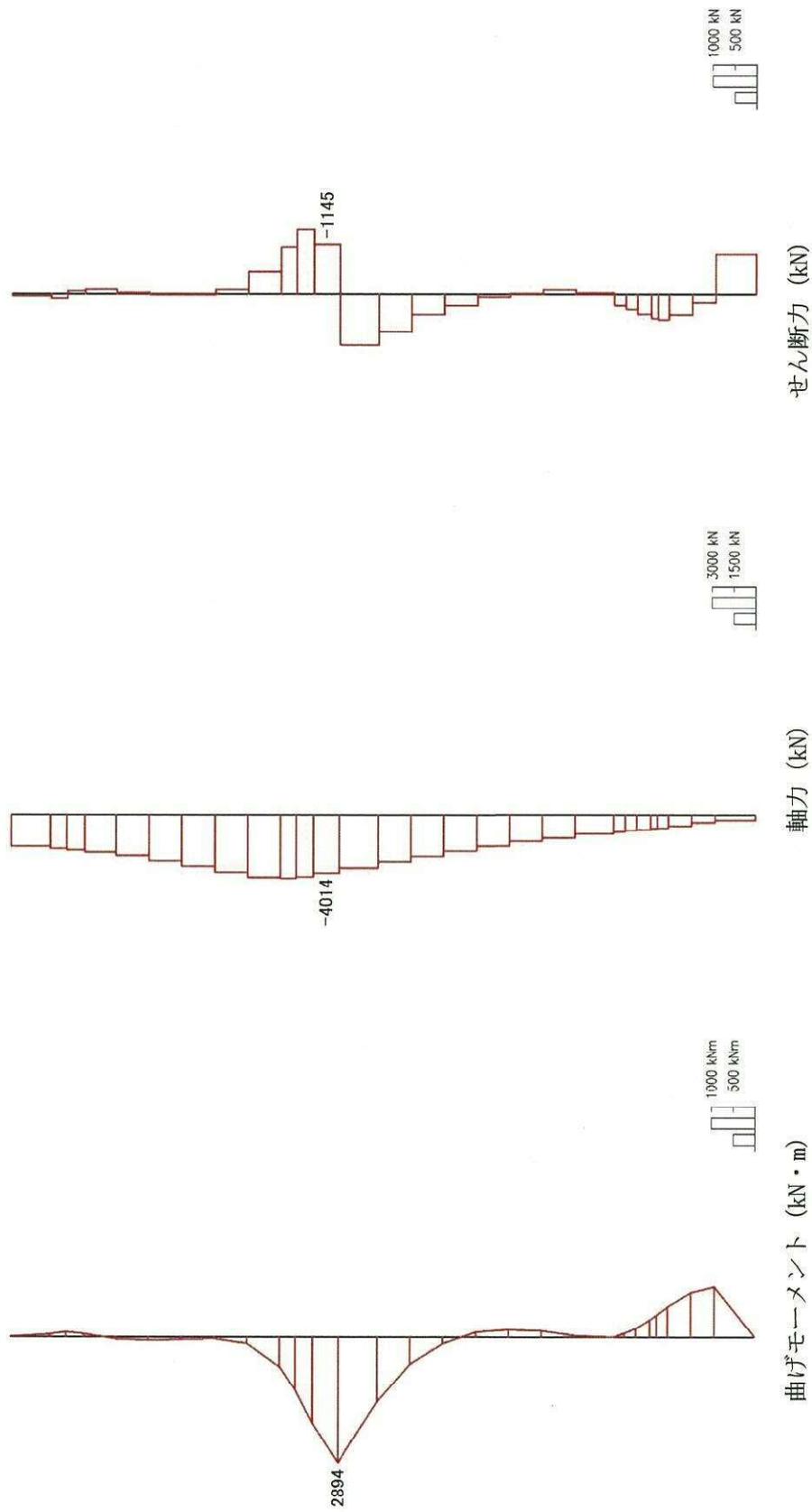


図 3.4-6 (12) A-A断面の S_s-31 (H-, V+) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, t = 8.86 s)

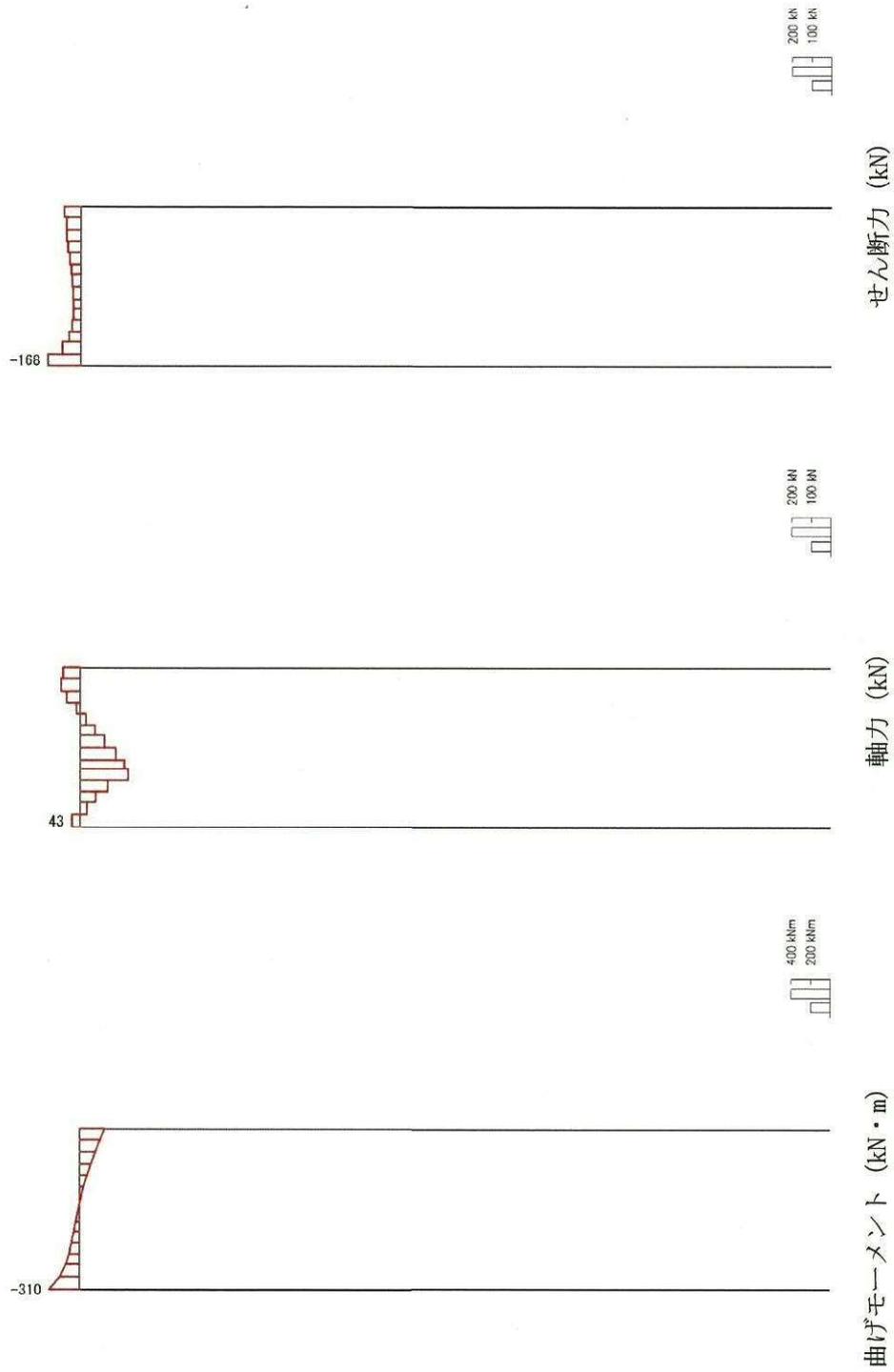


図 3.4-7 (1) B-B断面の S_s-D1 (H+, V+) の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 54.16$ s)

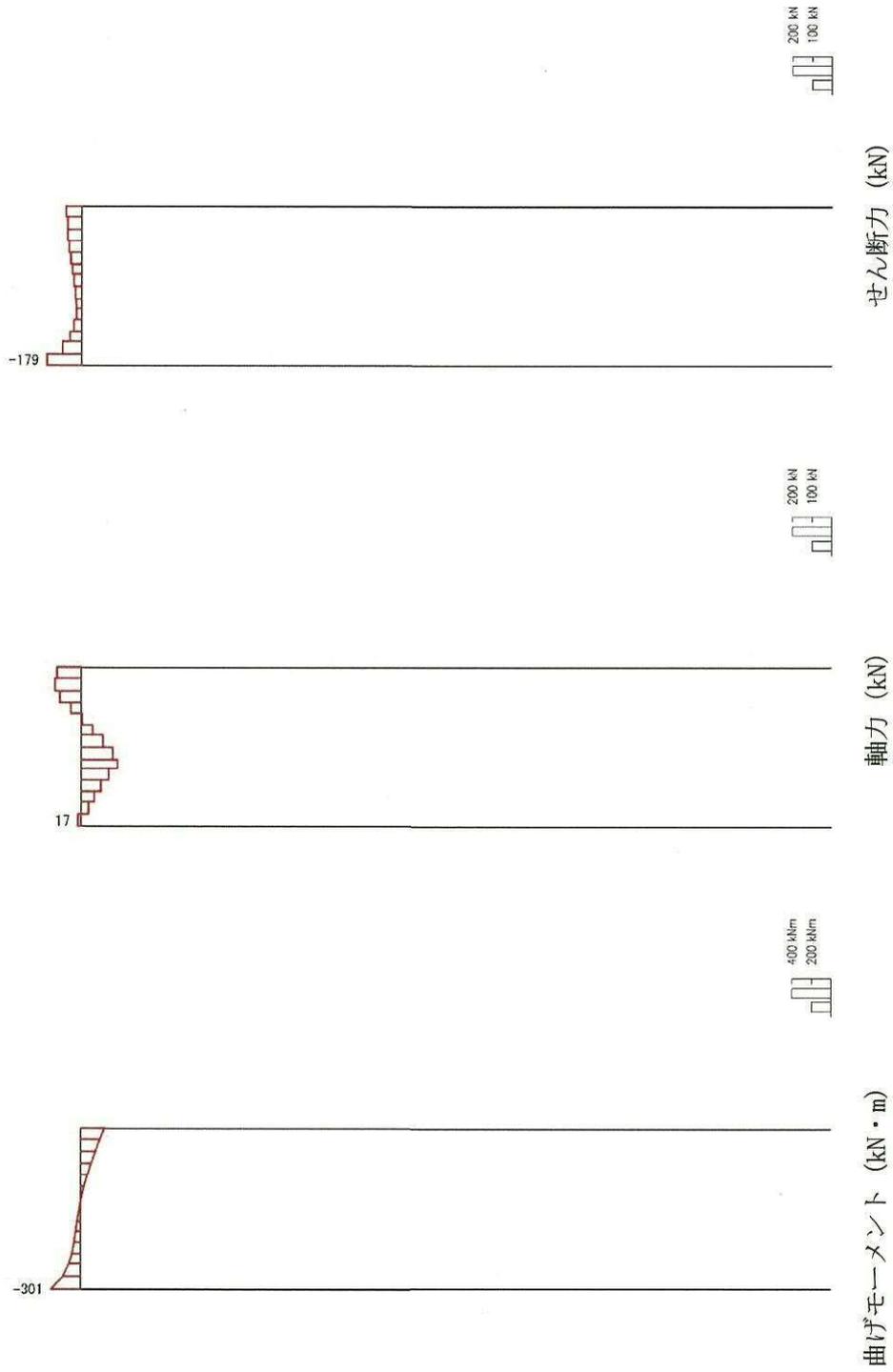


図 3.4-7 (2) B-B断面の S_s-D1 (H+, V-) の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 54.16$ s)

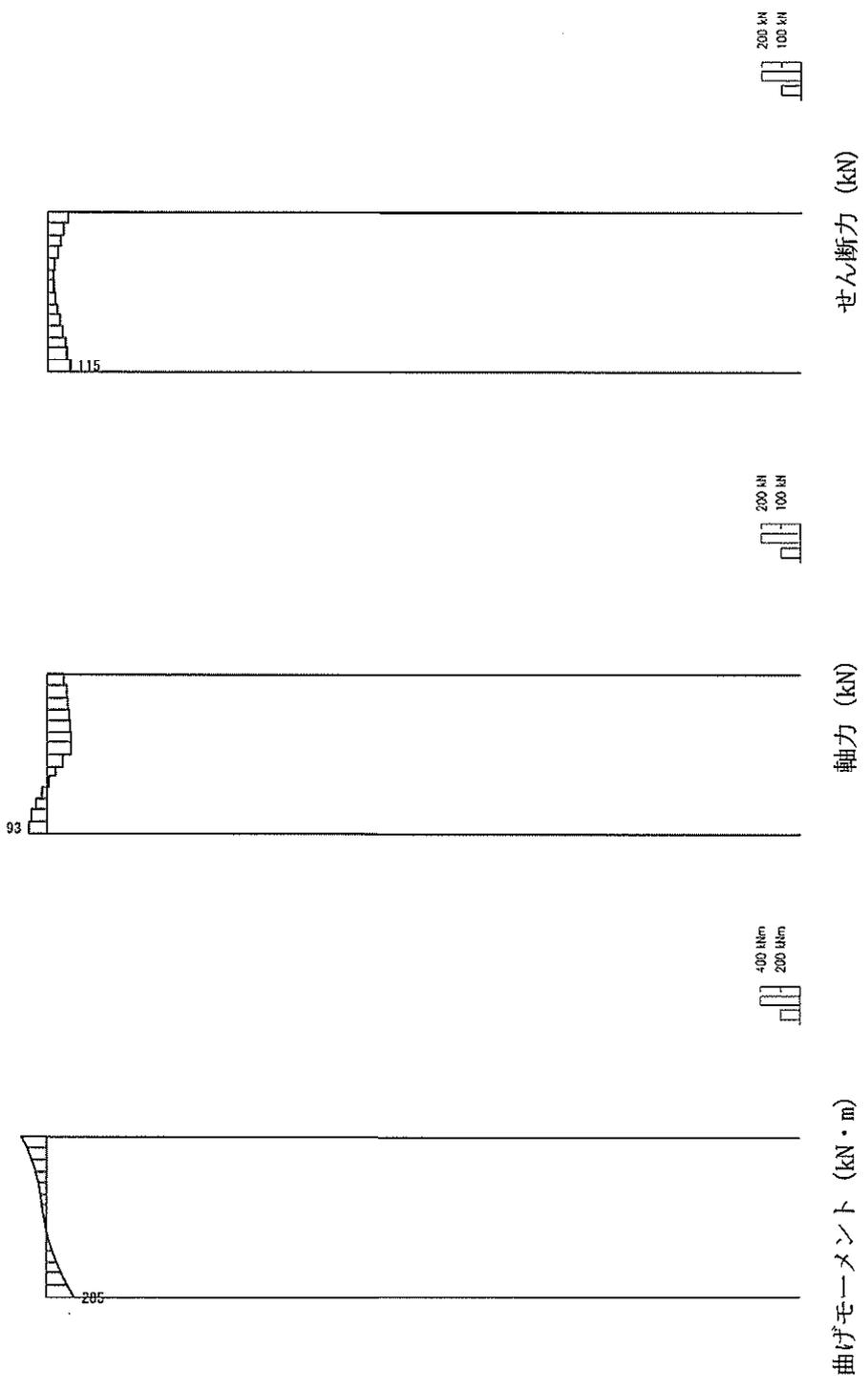


図 3.4-7 (3) B-B断面の S_s-D1 (H-, V+) の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 23.60$ s)

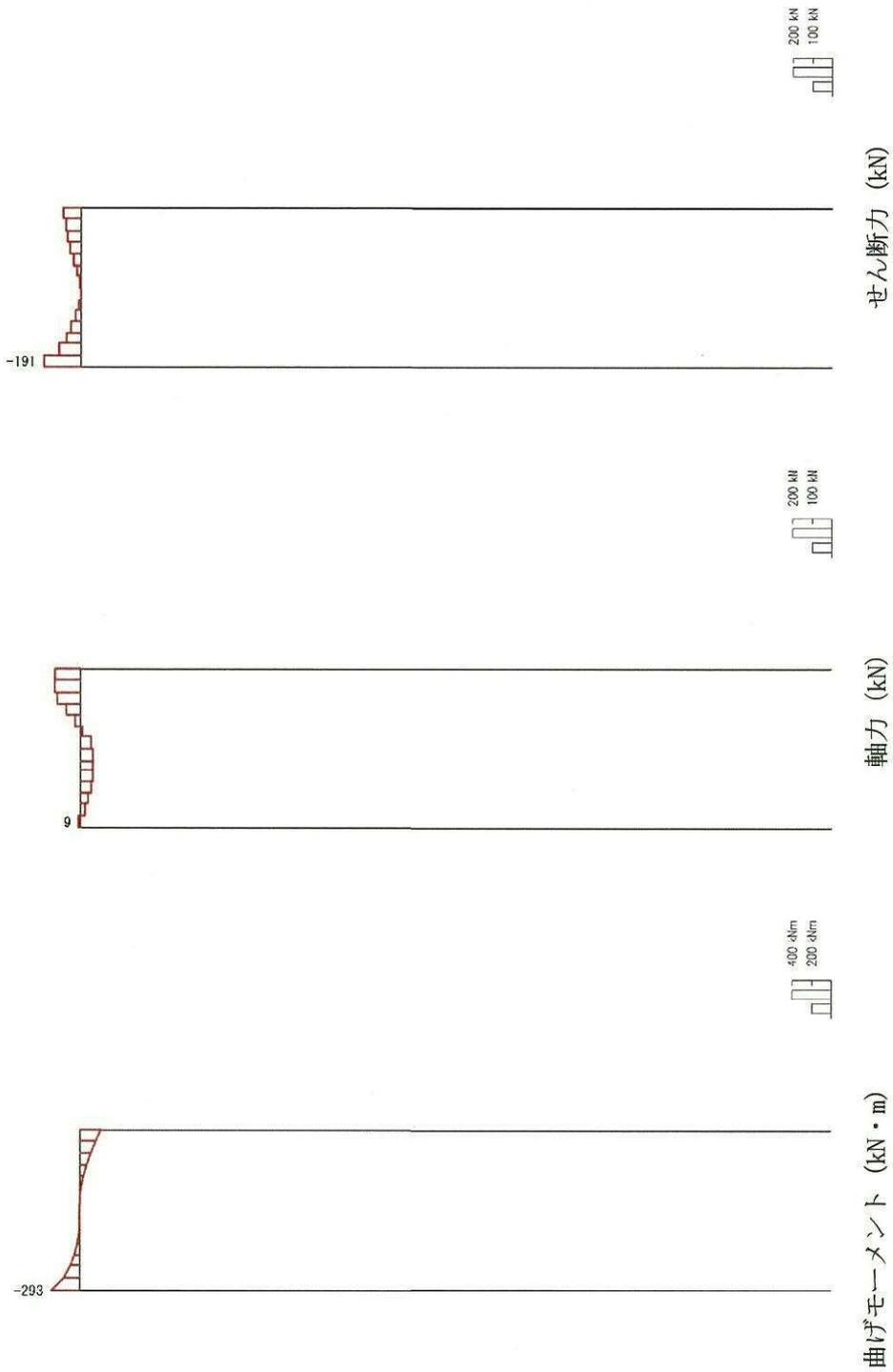


図 3.4-7 (4) B-B断面の $S_s-D 1$ (H-, V-) の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 22.62$ s)

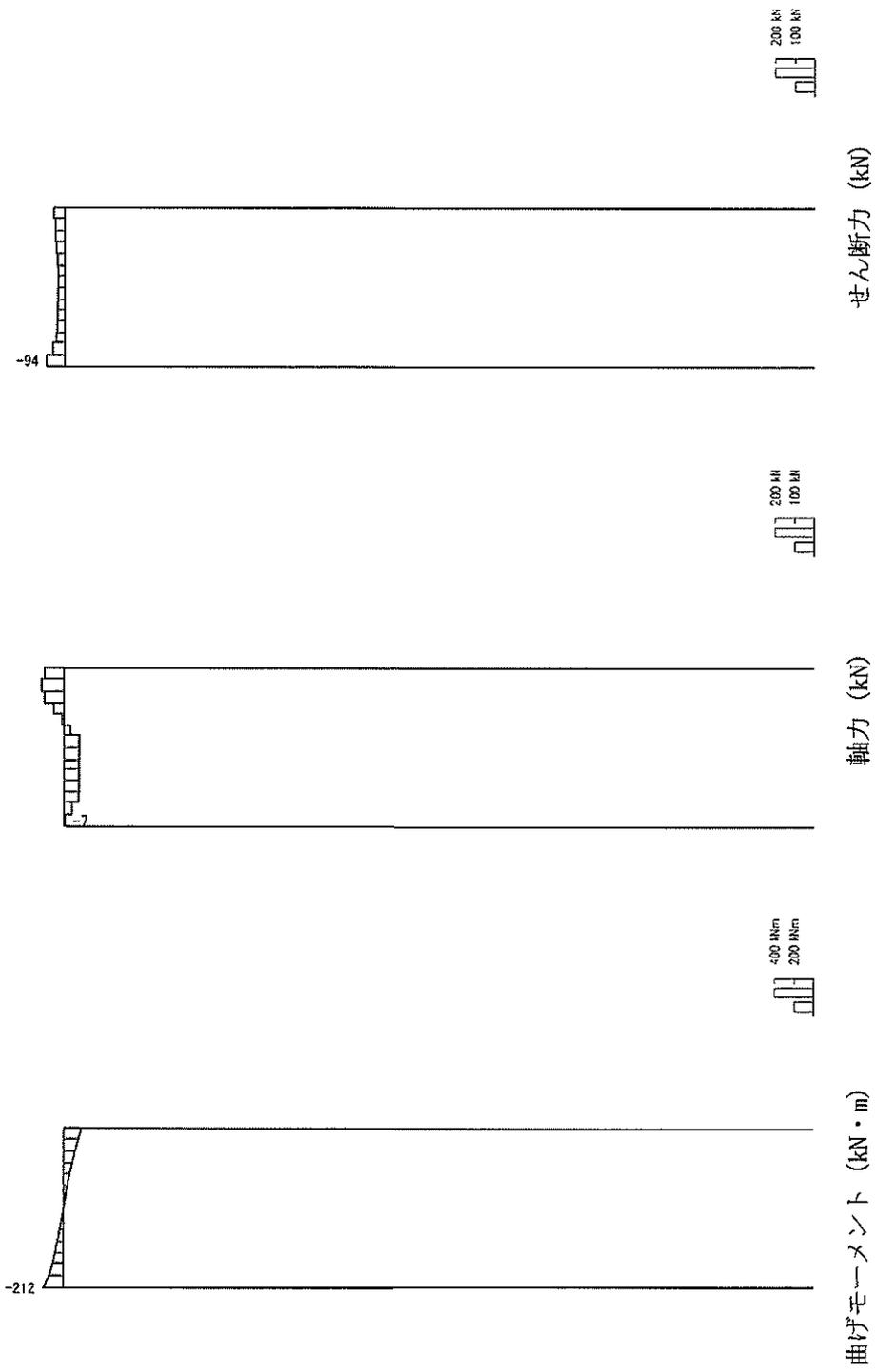


図 3.4-7 (5) B-B 断面の S_s-11 の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
(曲げ軸力最大時刻, $t = 69.86$ s)

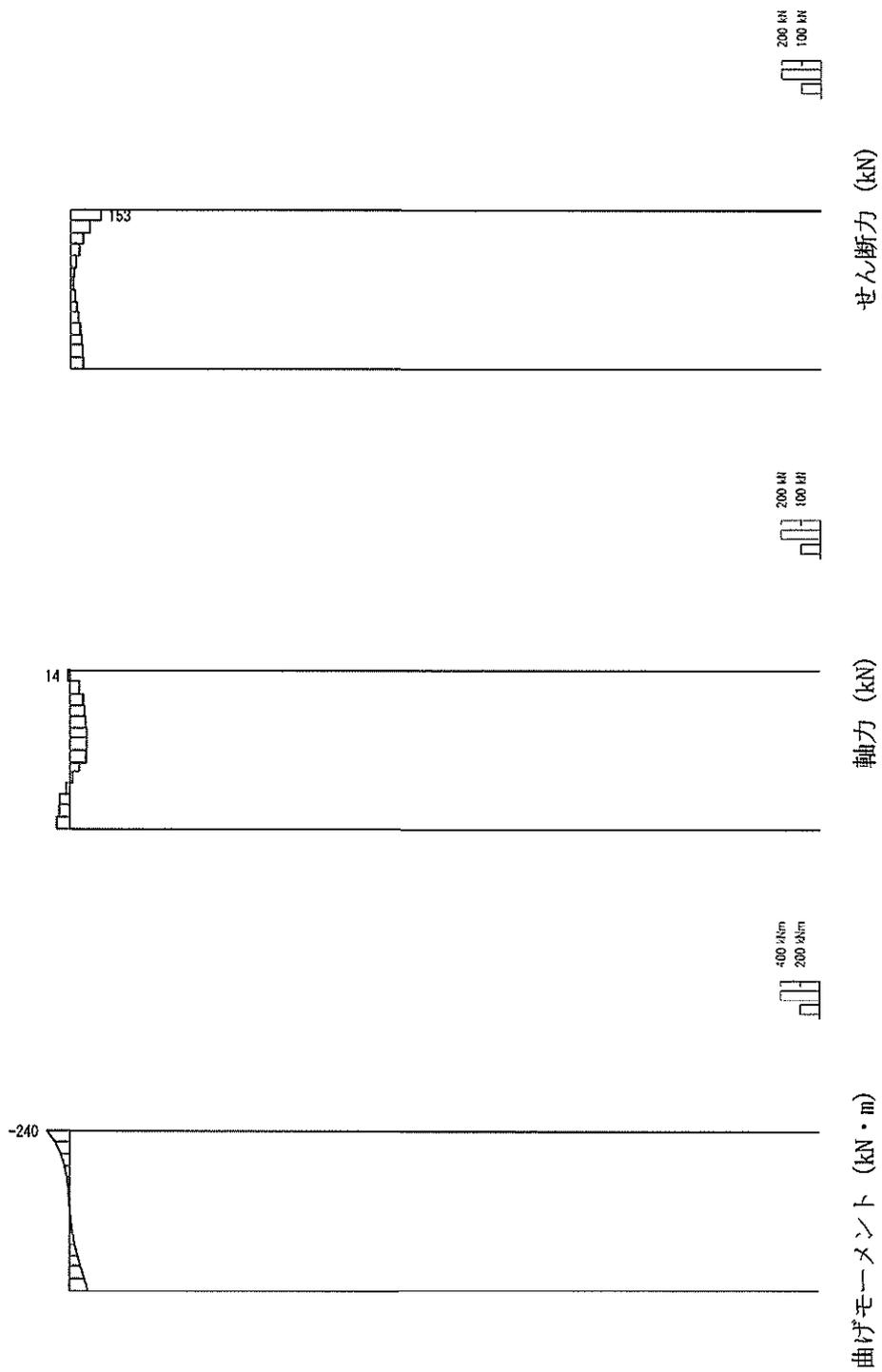


図 3.4-7 (6) B-B断面の S_s-1-2 の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
(曲げ軸力最大時刻, $t=30.52$ s)

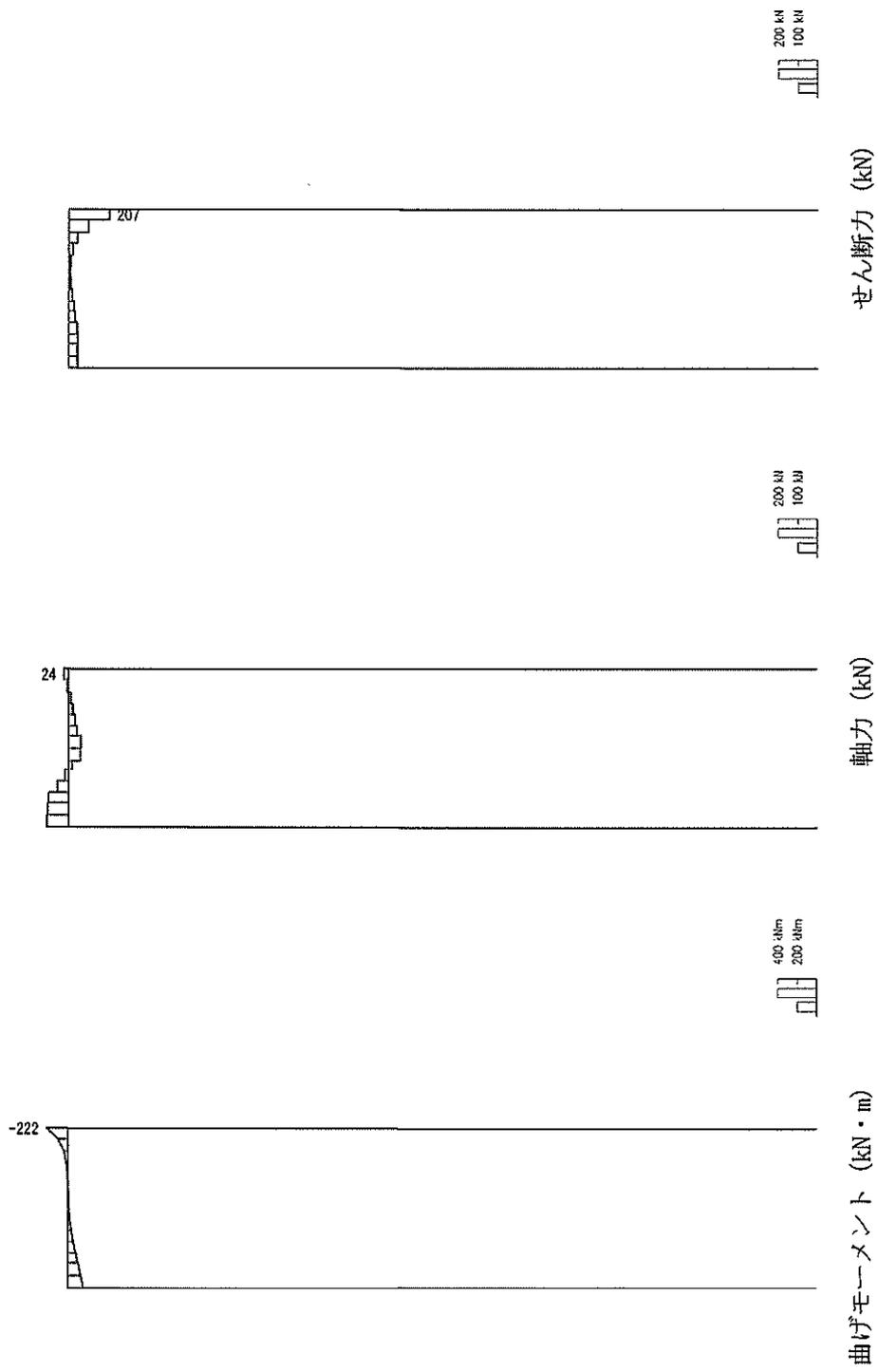


図 3.4-7 (7) B-B 断面の S_s-1-3 の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t=31.05$ s)

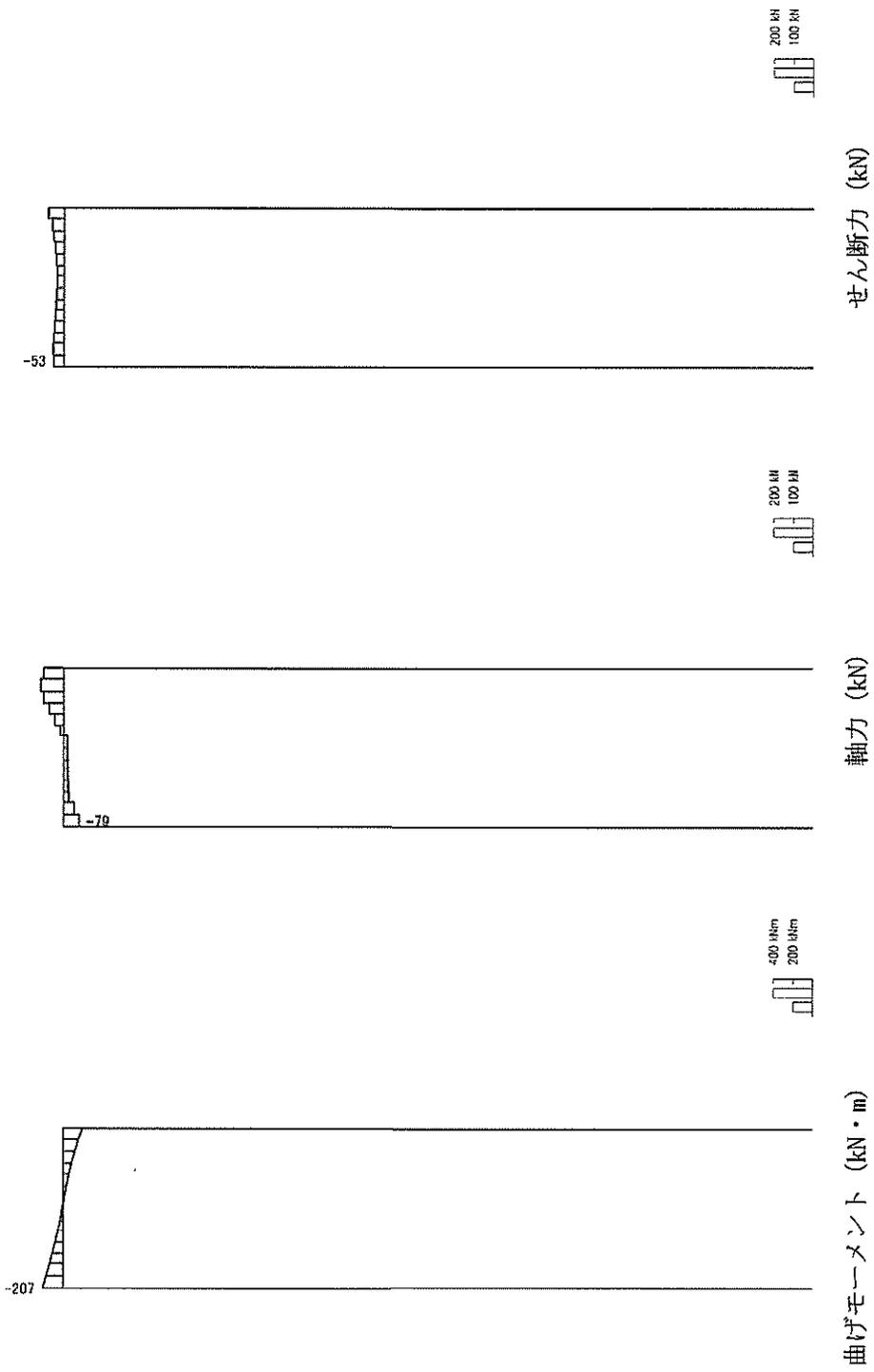


図 3.4-7 (8) B-B断面の S_s-14 の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 32.10$ s)

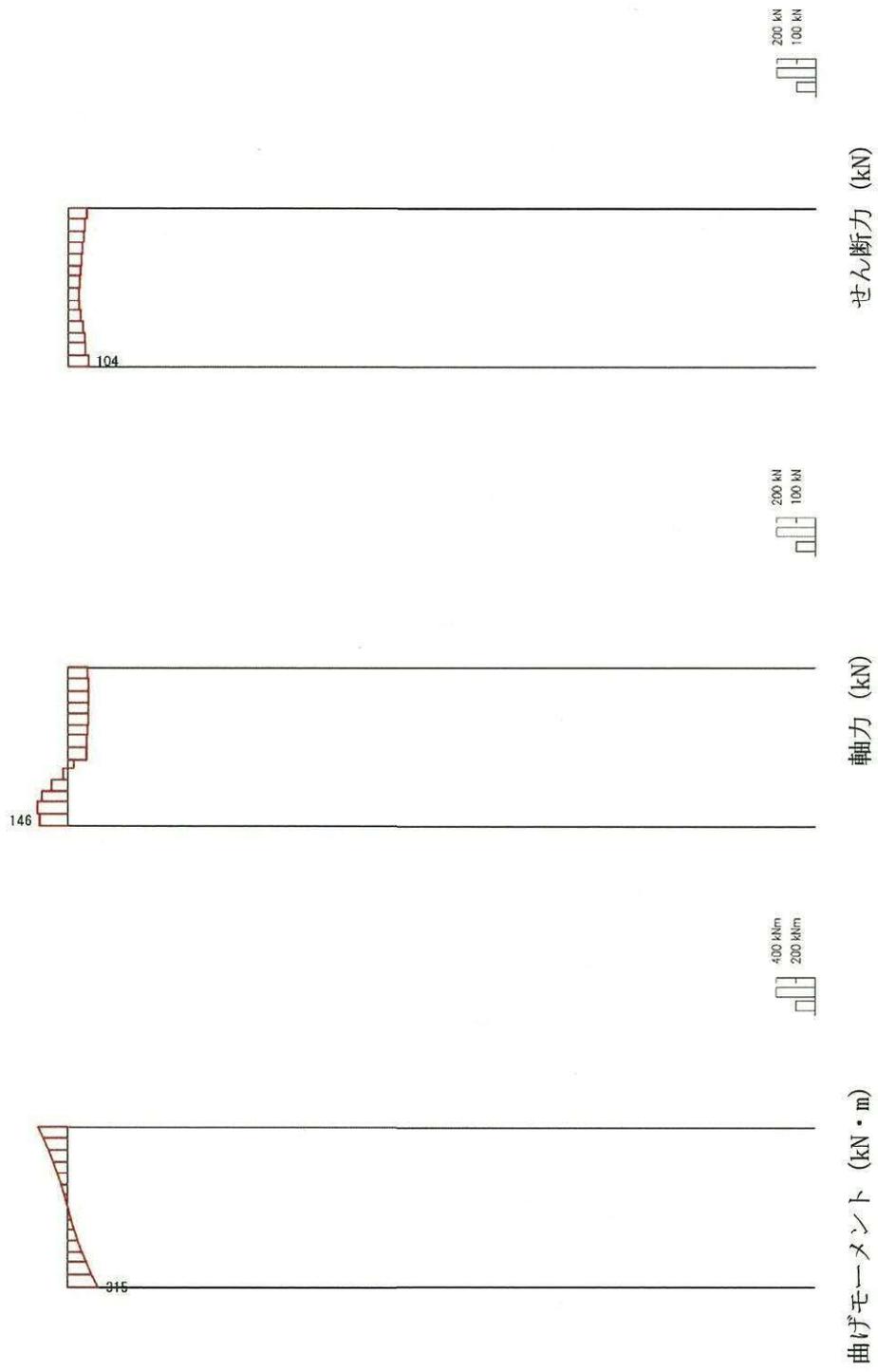


図 3.4-7 (9) B-B断面の S_s-21 の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t=66.53$ s)

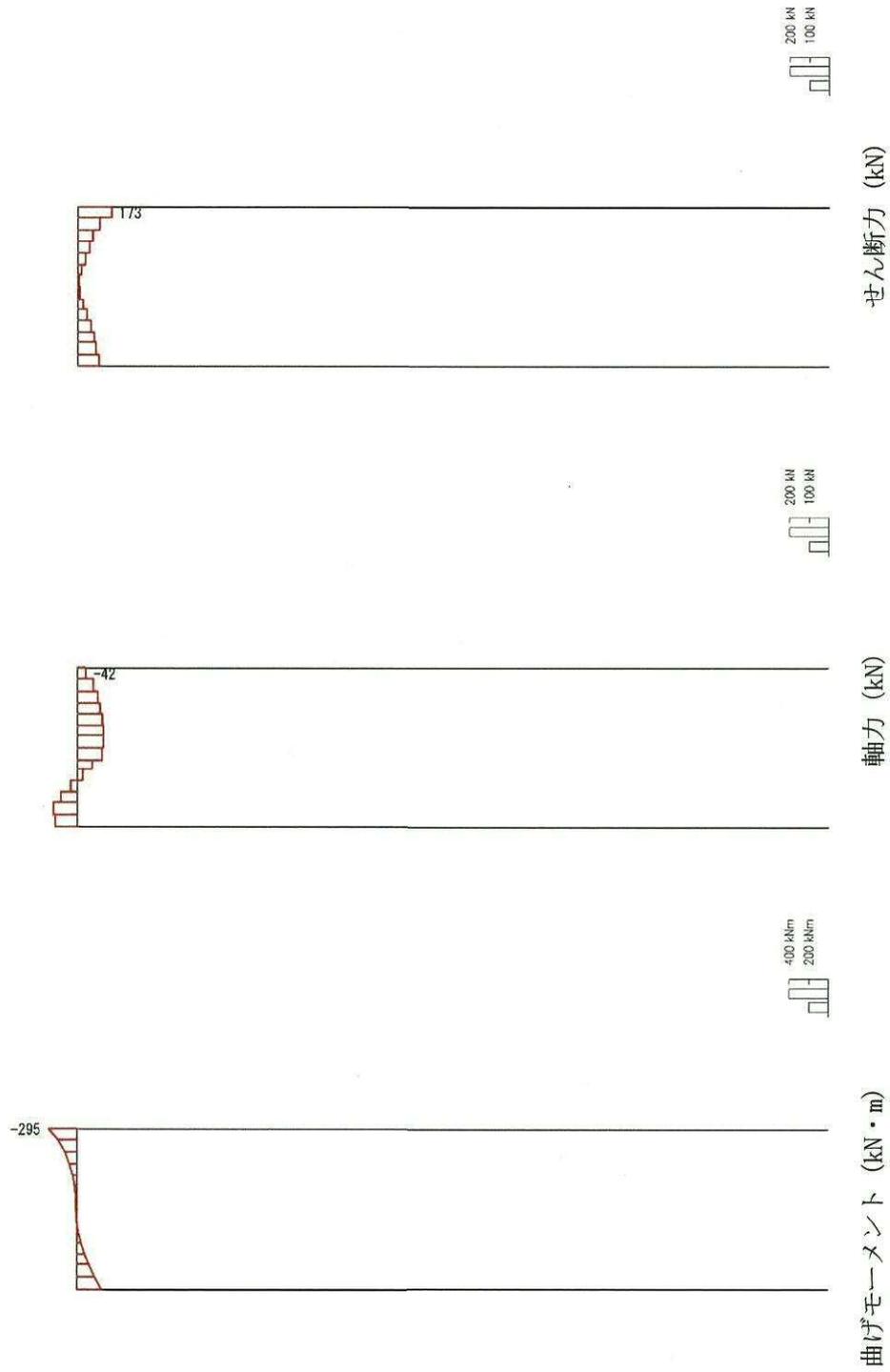


図 3.4-7 (10) B-B断面の S_s-22 の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 70.47$ s)

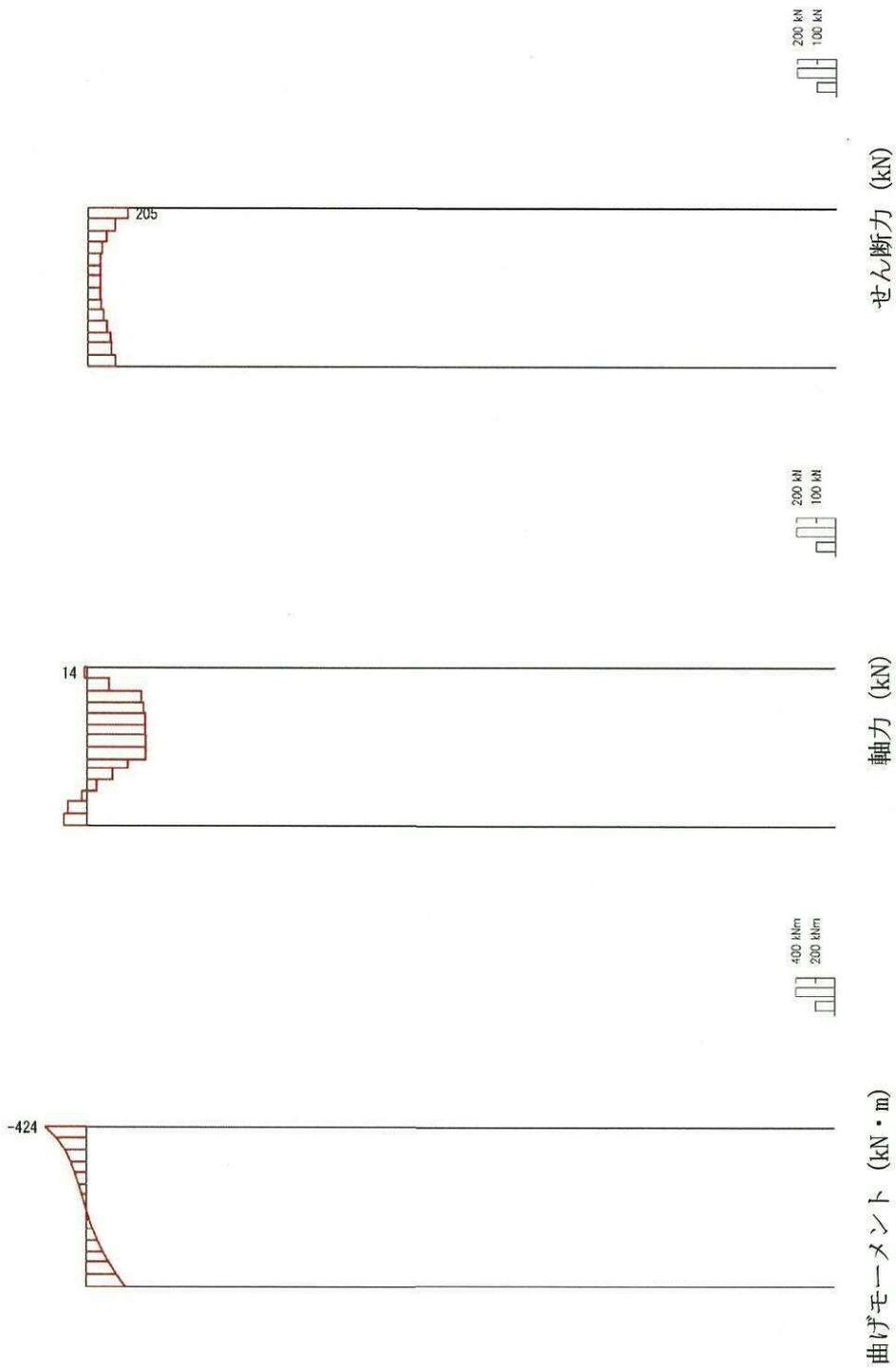


図 3.4-7 (11) B-B断面の S_s-31 (H+, V+) の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 9.05$ s)

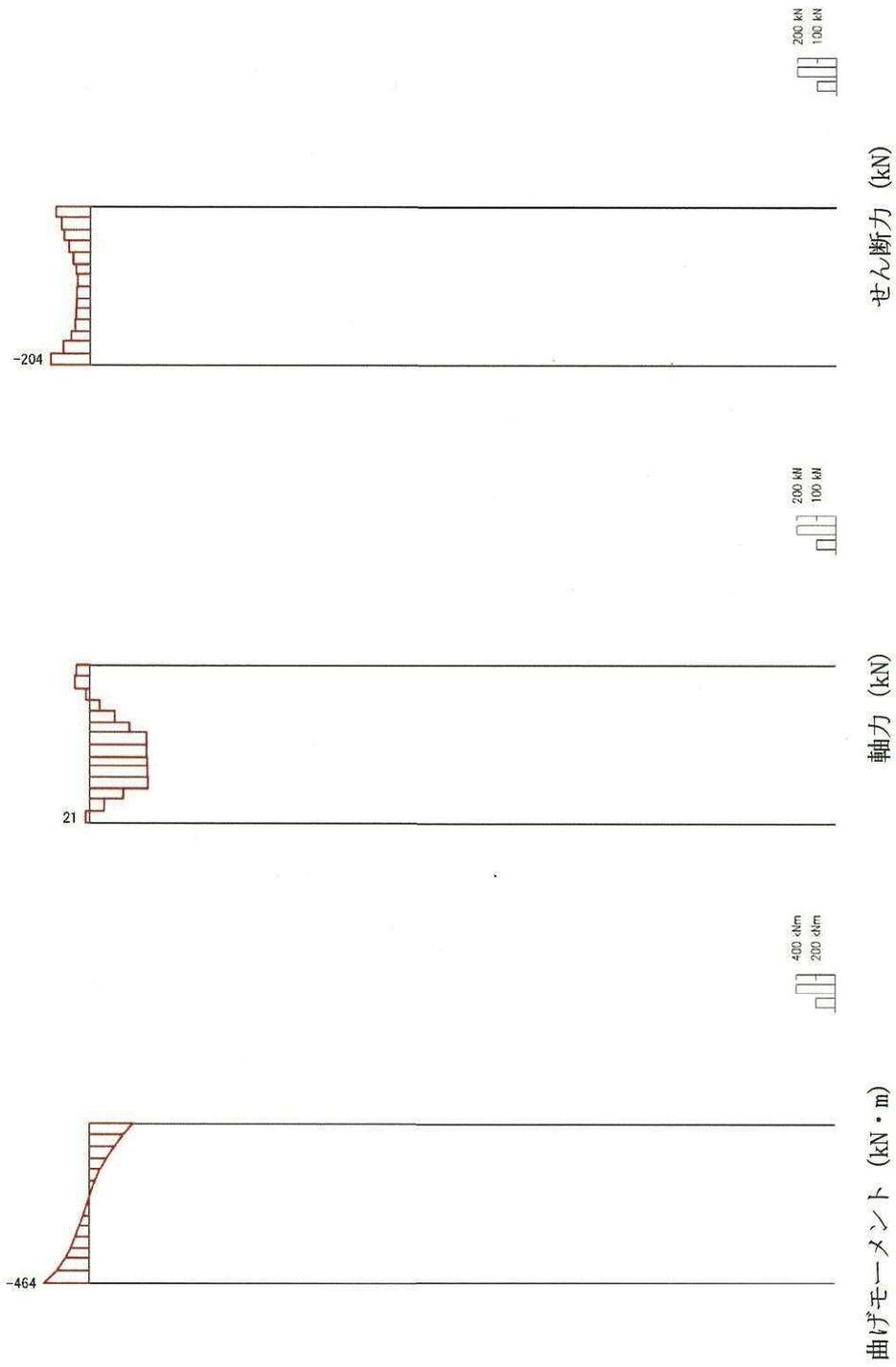


図 3.4-7 (12) B-B断面の S_s-31 (H-, V+) の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 9.02$ s)

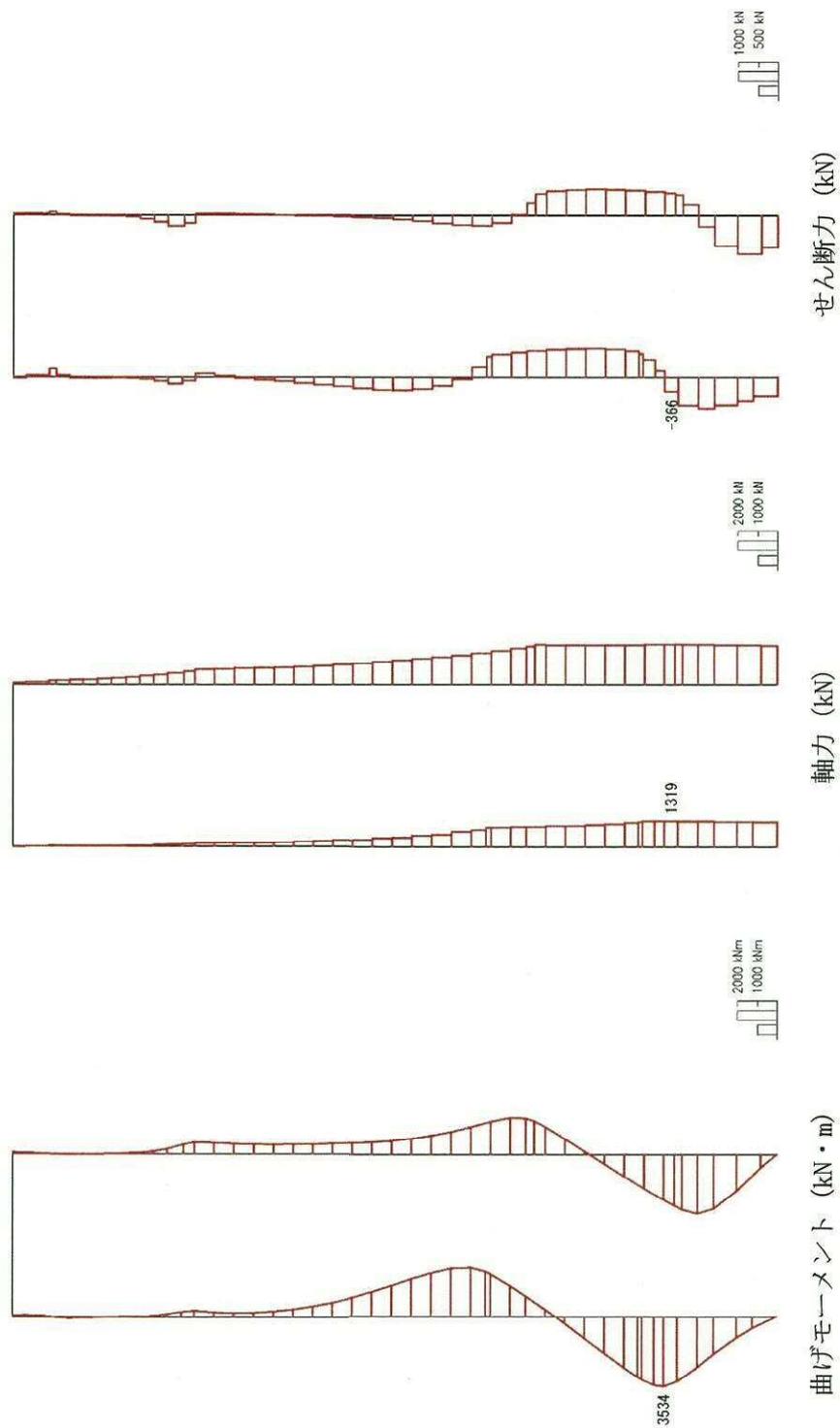


図 3.4-8 (1) B-B断面の S_s-D1 (H+, V+) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 53.65$ s)

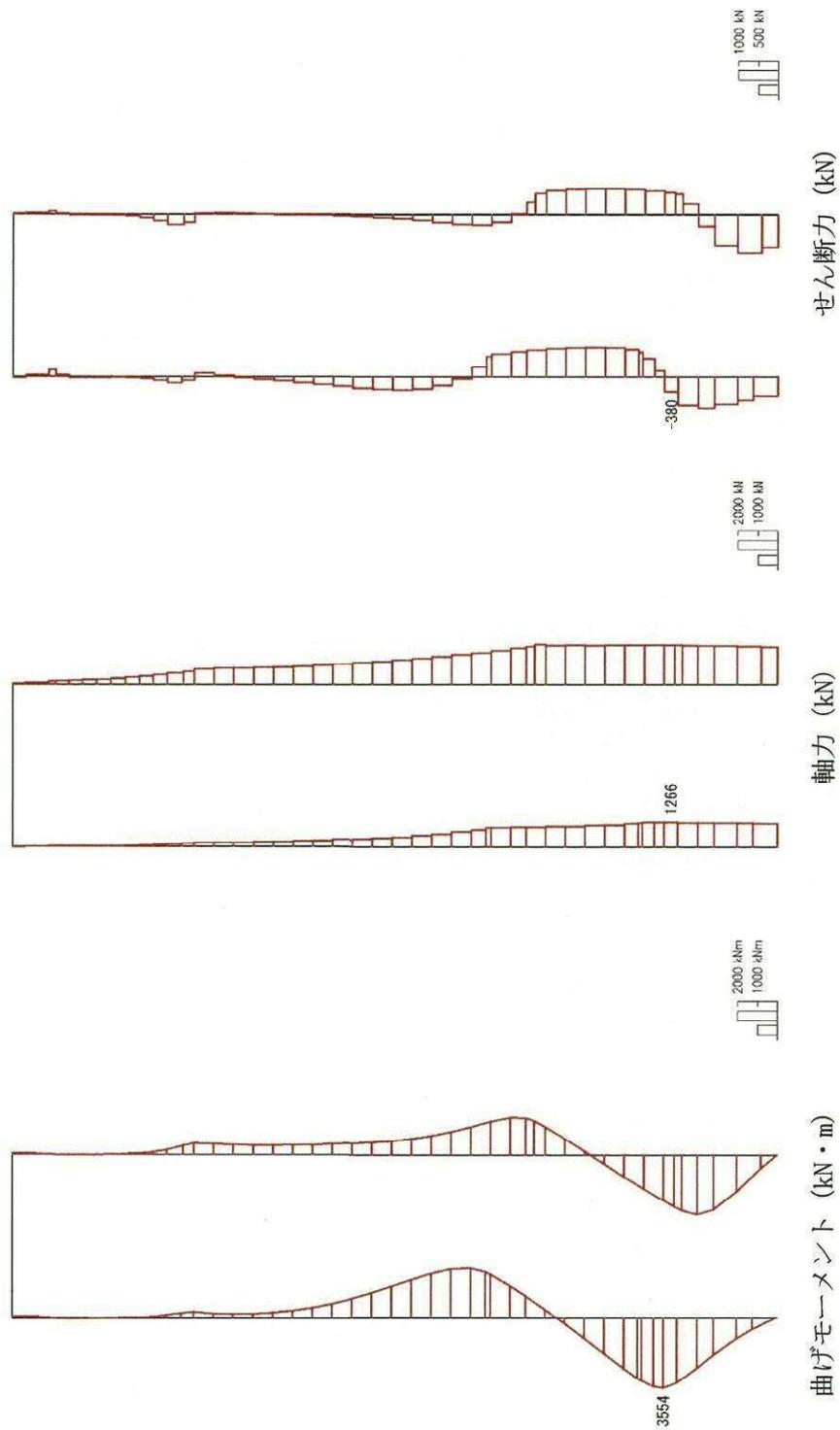


図 3.4-8 (2) B-B断面の S_s-D1 (H+, V-) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 53.64$ s)

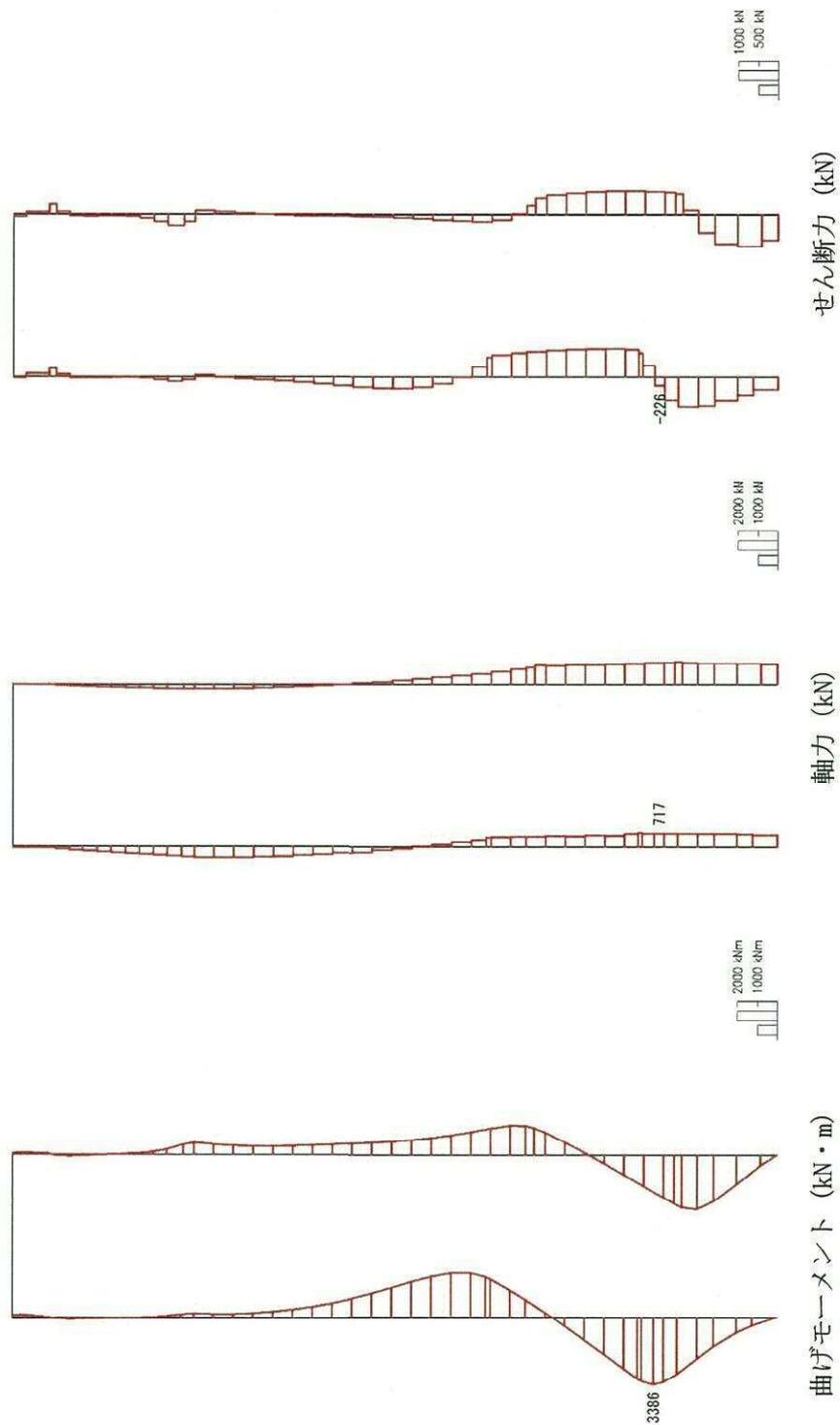


図 3.4-8 (3) B-B断面の S_s-D1 (H-, V+) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 27.43$ s)

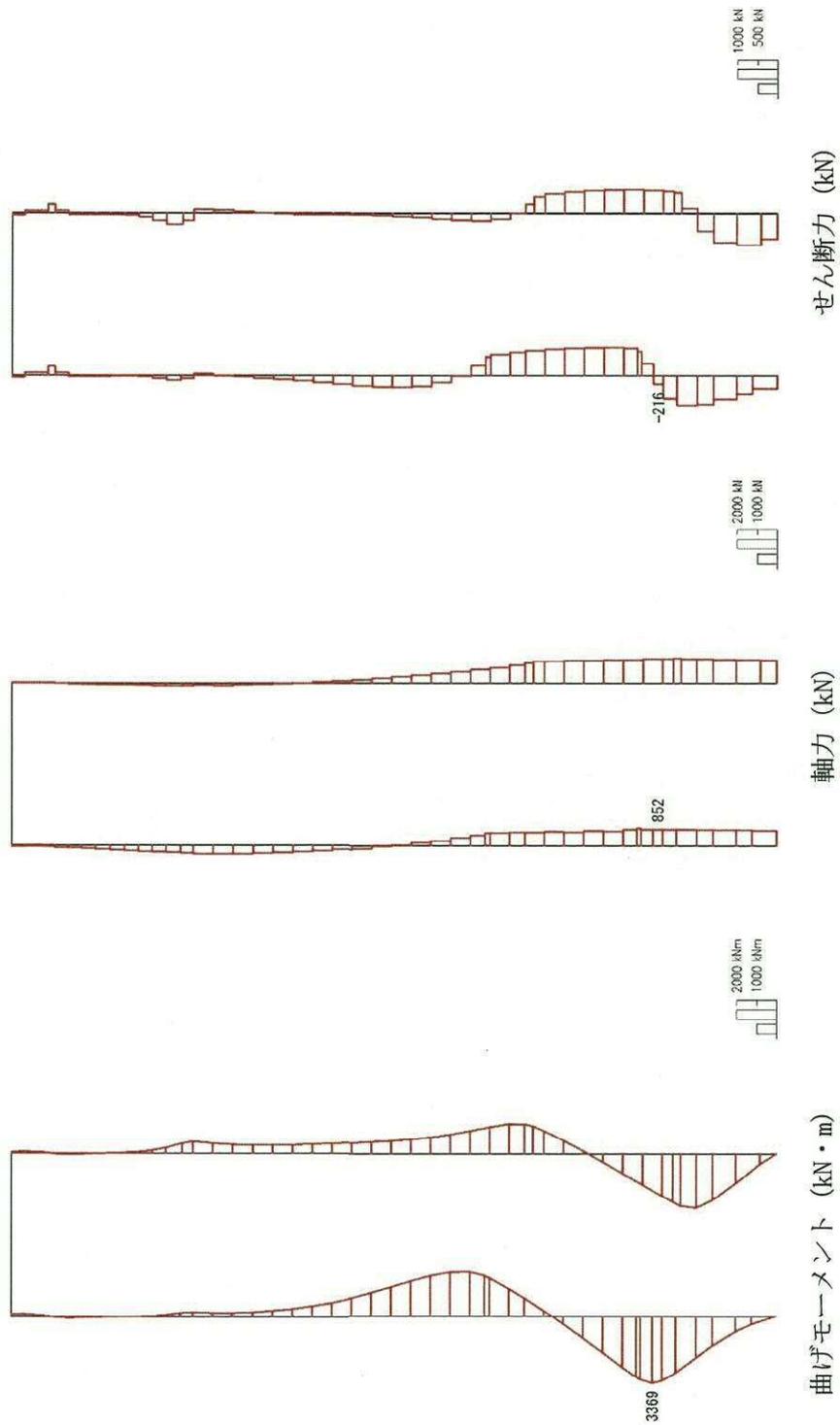


図 3.4-8 (4) B-B断面の S_s-D1 (H-, V-) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 27.43$ s)

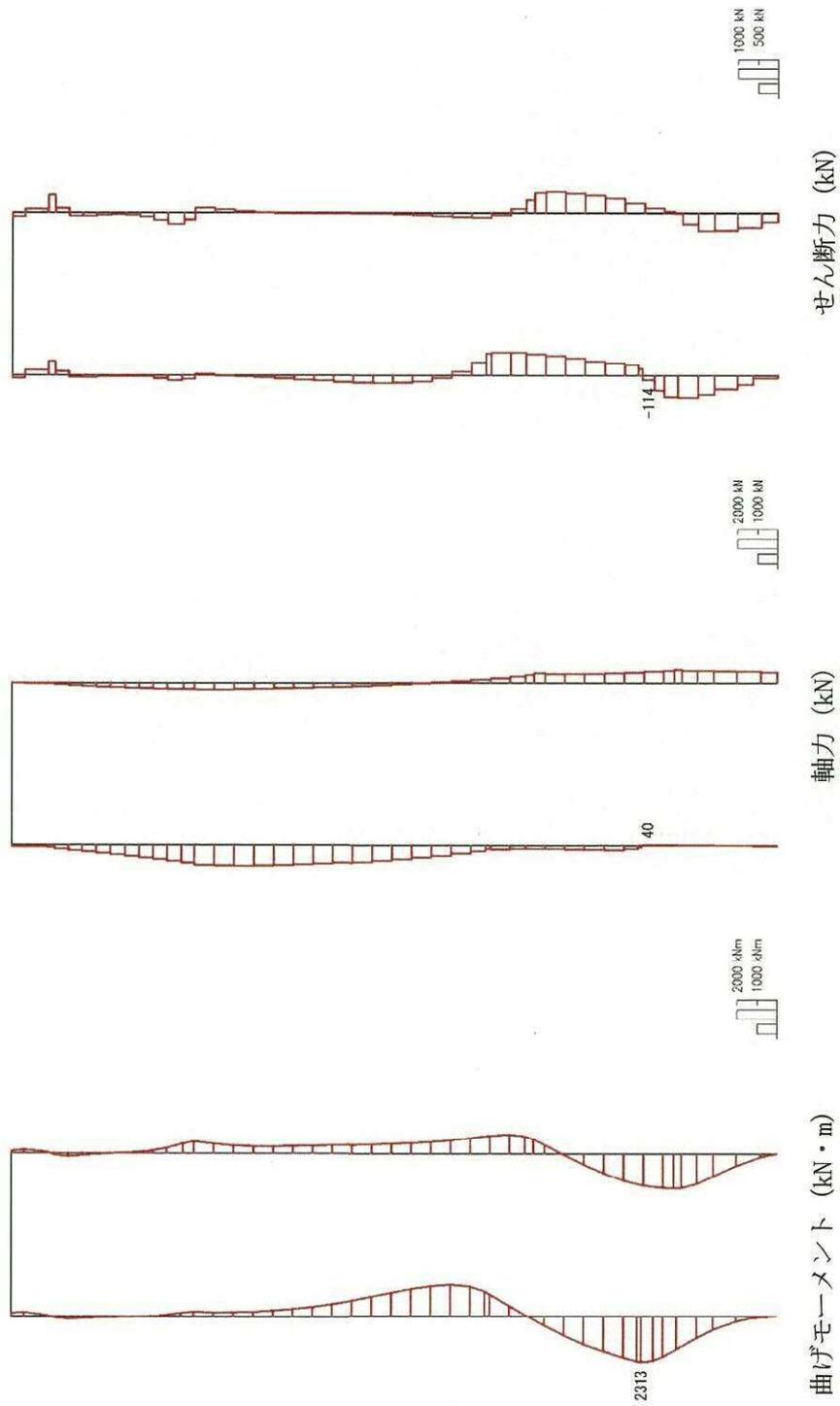


図 3.4-8 (5) B-B断面の S_s-11 の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 70.89$ s)

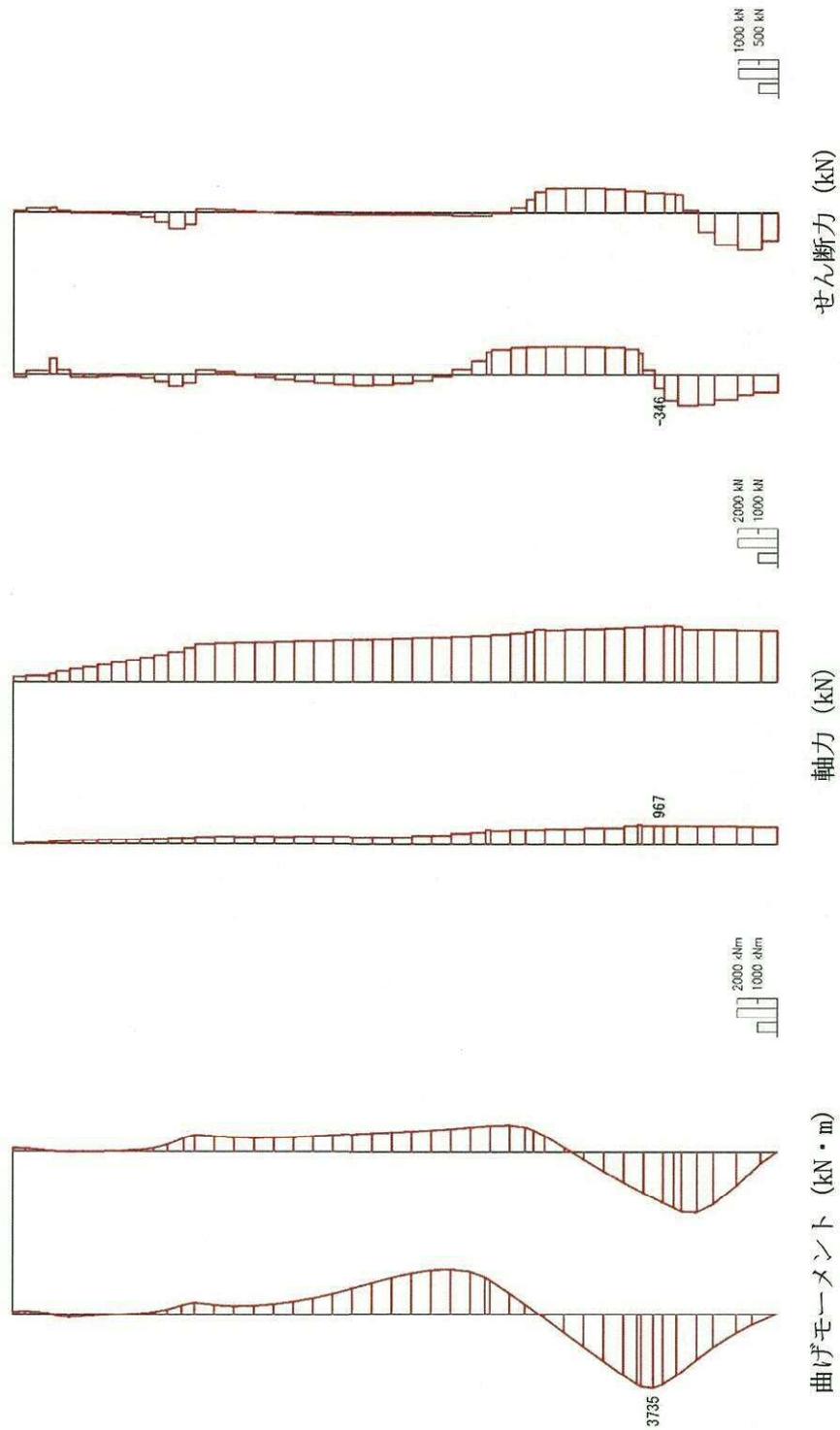


図 3.4-8 (6) B-B断面の S_s-1-2 の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 33.97$ s)

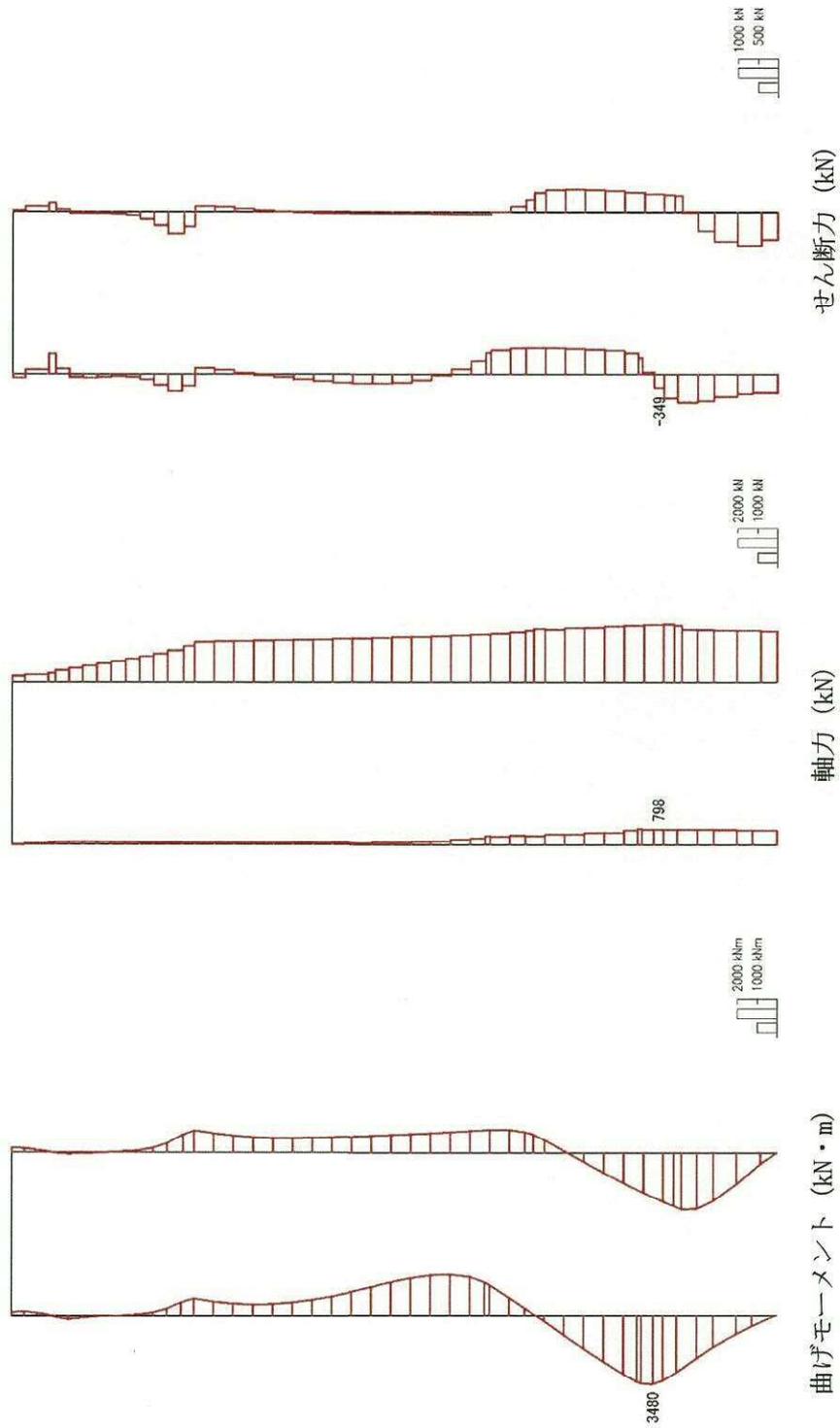


図 3.4-8 (7) B-B断面の S_s-13 の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, t = 31.02 s)

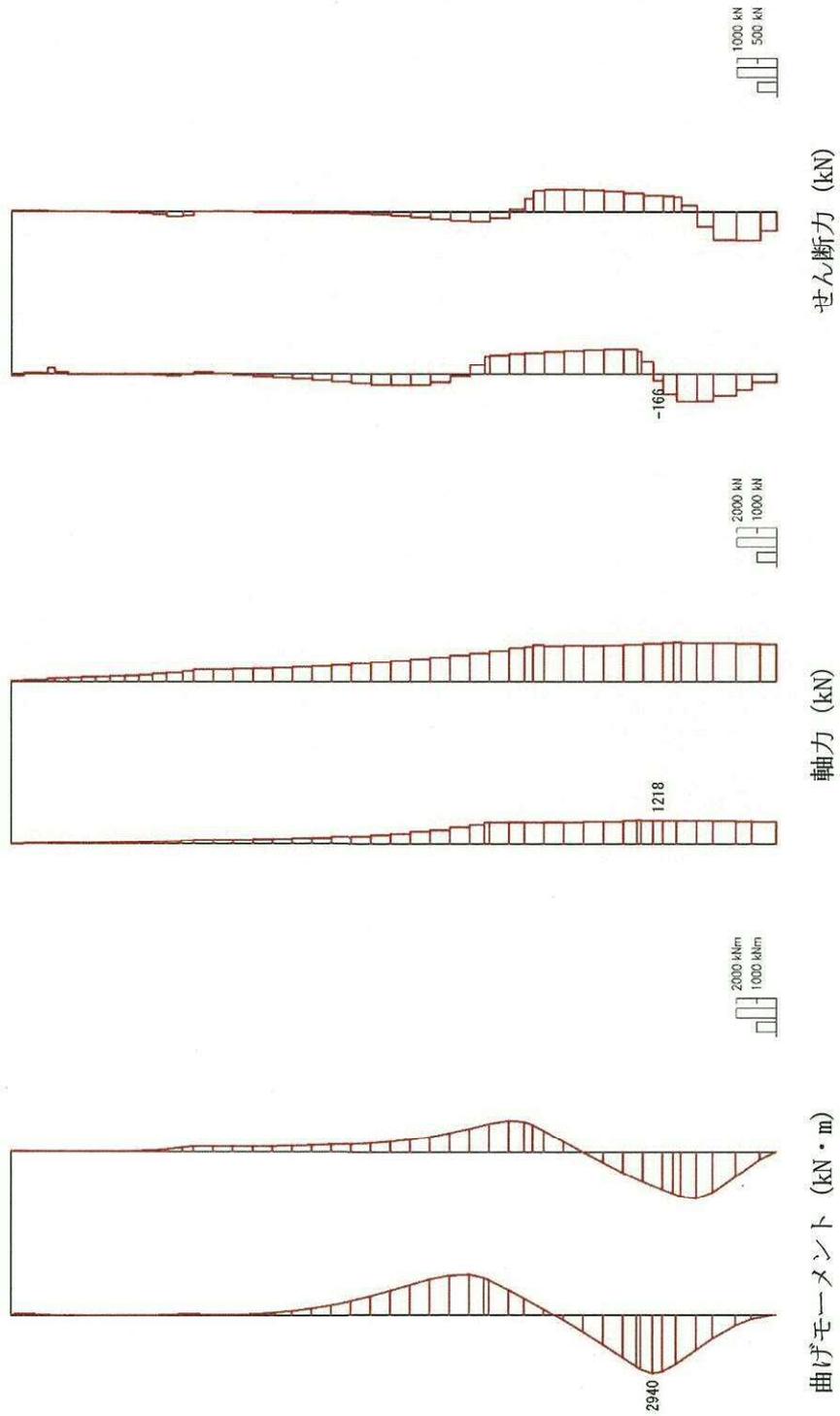


図 3.4-8 (8) B-B断面の S_s-14 の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, t = 119.56 s)



図 3.4-8 (9) B-B断面の S_s-21 の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, t = 115.98 s)

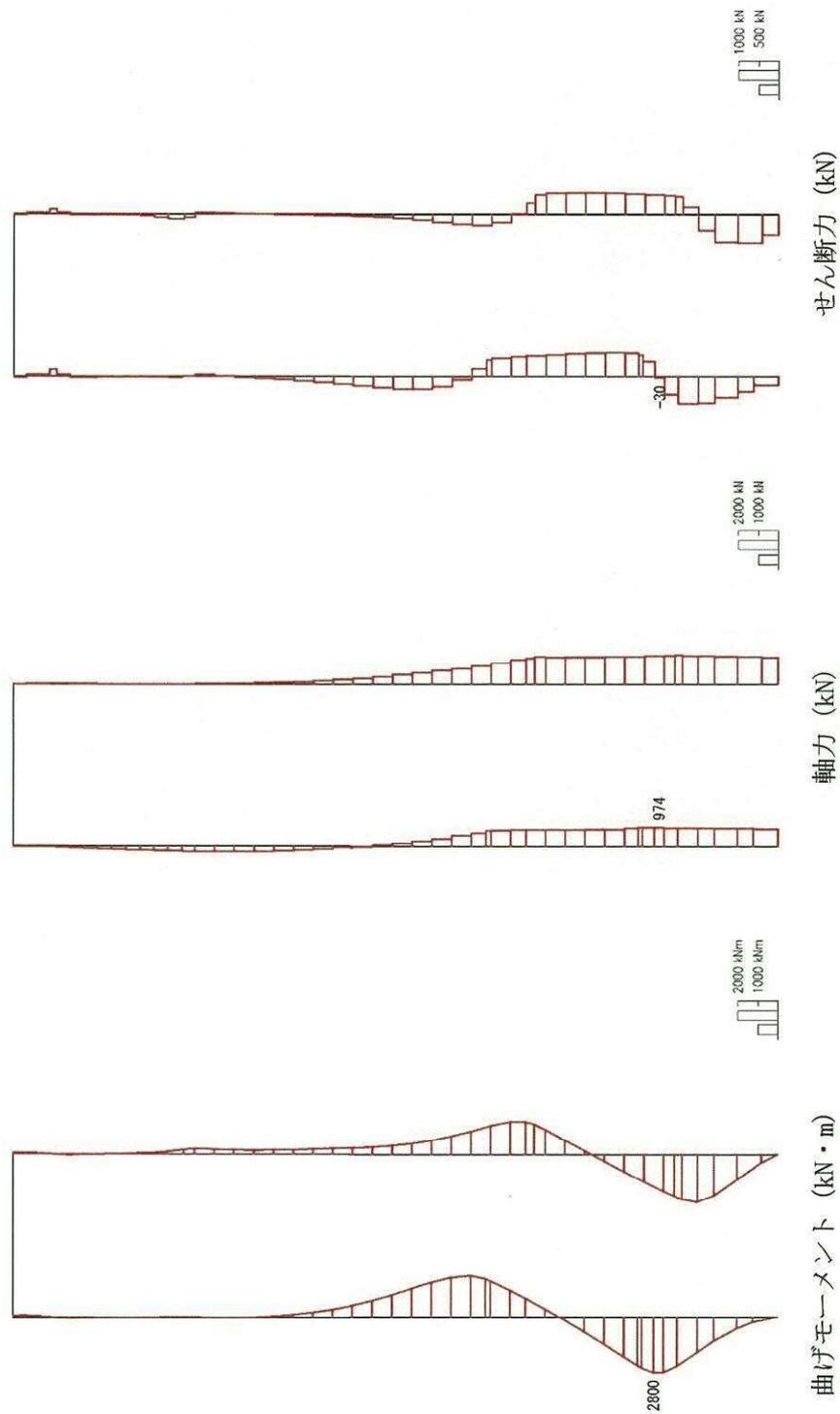


図 3.4-8 (10) B-B断面の S_s-2-2 の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 135.18$ s)

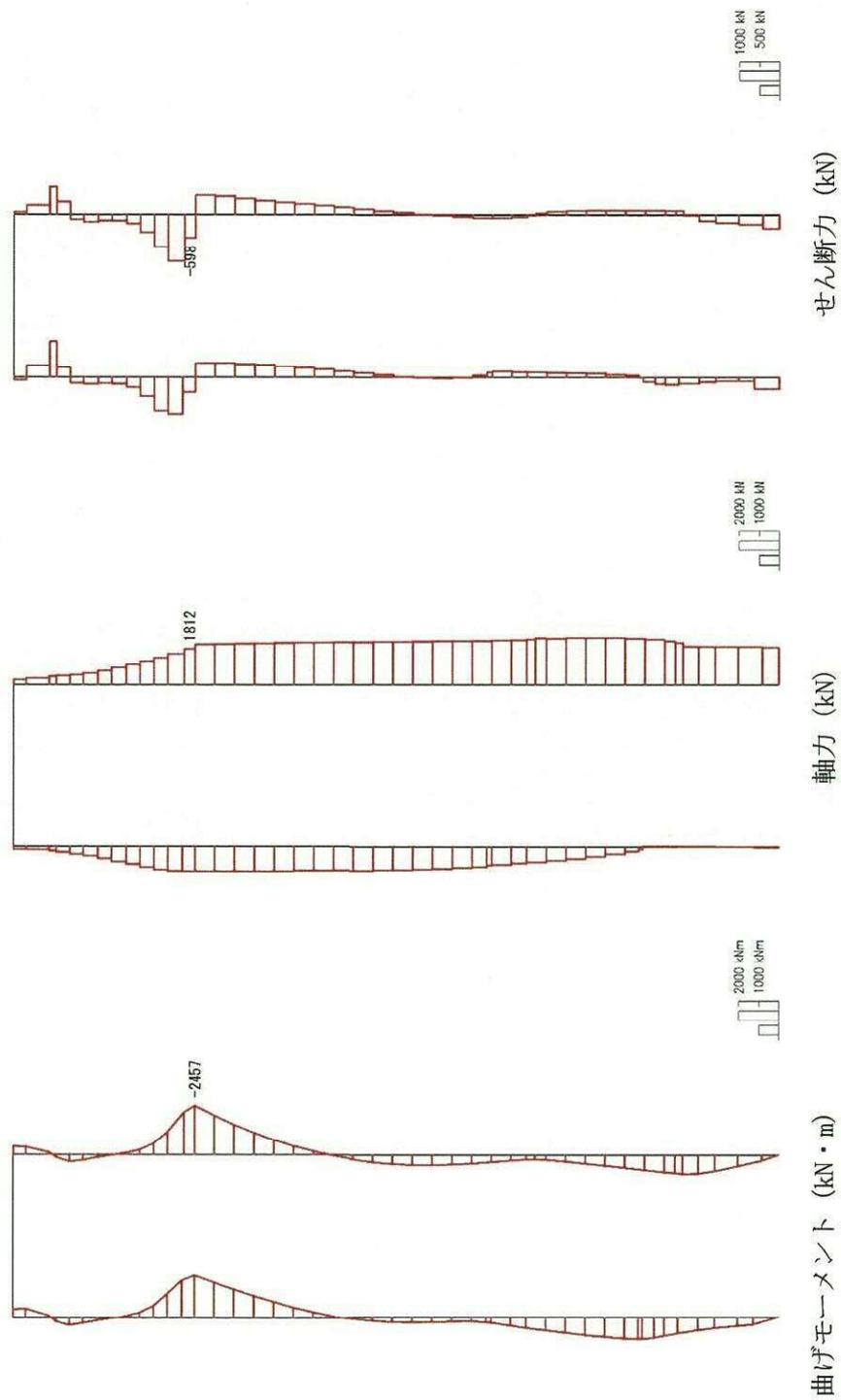


図 3.4-8 (11) B-B断面の S_s-31 (H+, V+) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 9.02$ s)

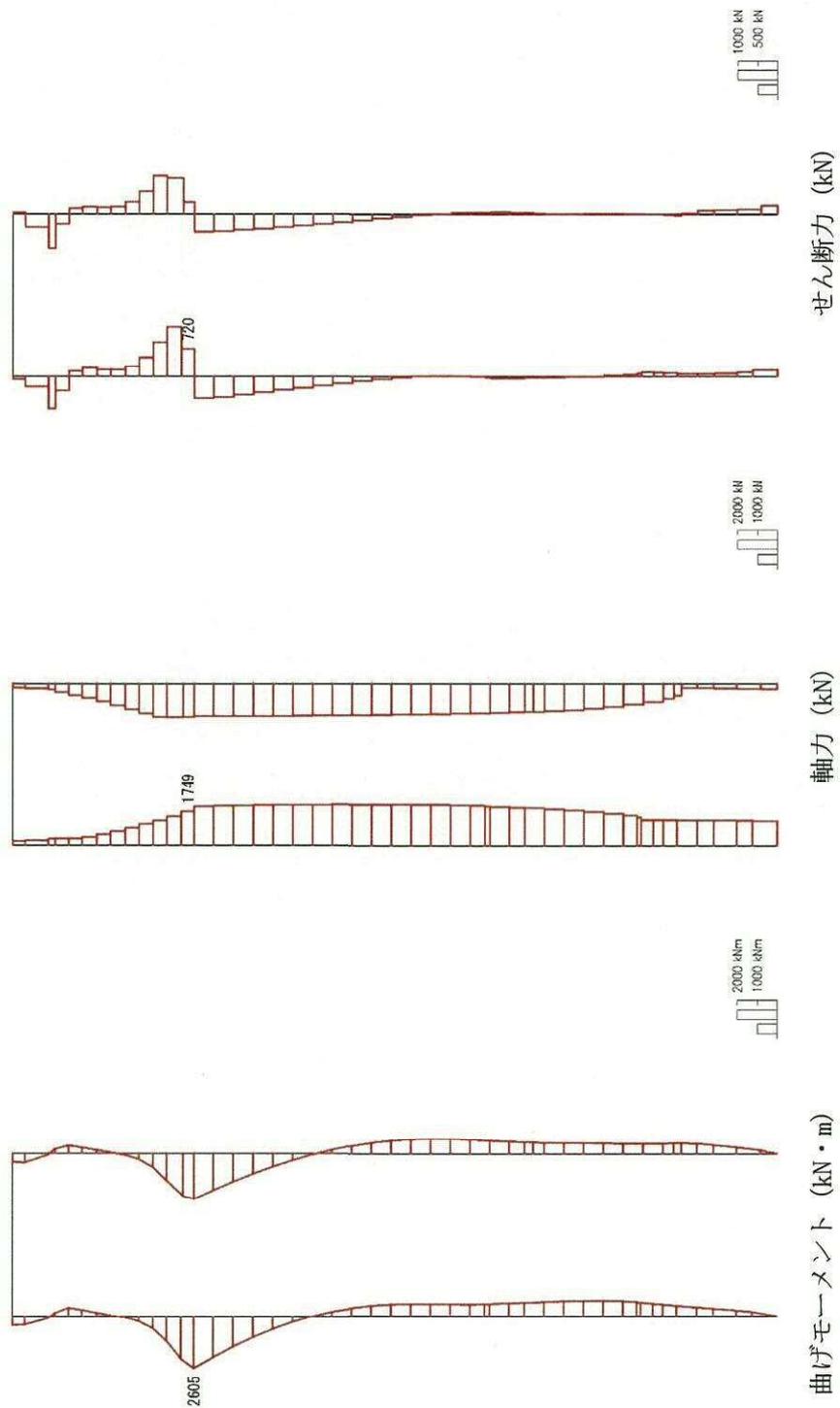


図 3.4-8 (12) B-B断面の S_s-31 (H-, V+) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 9.02$ s)

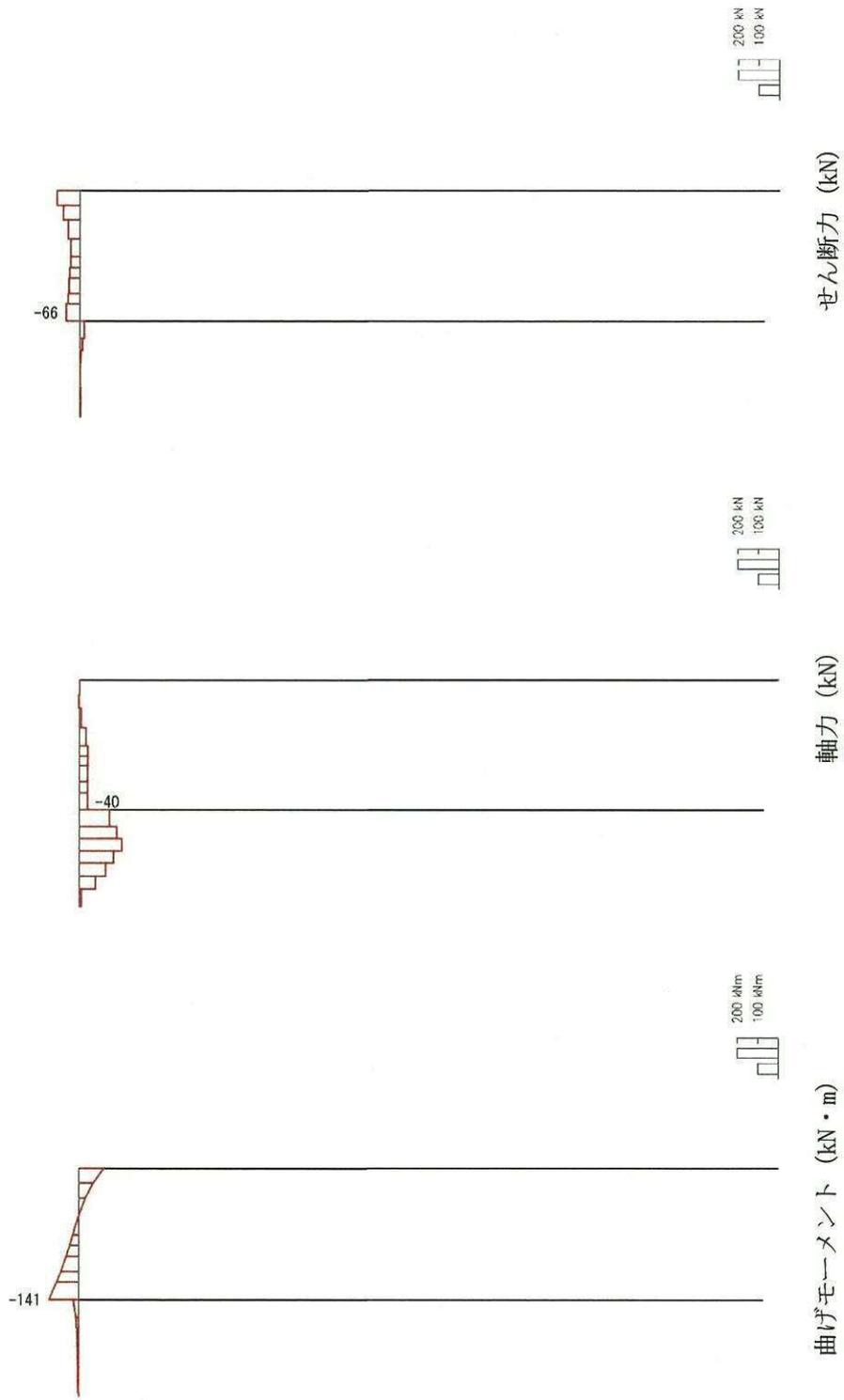


図 3.4-9 (1) C-C 断面 (杭基礎構造部) の $S_s - D1$ (H+, V+) の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 27.18$ s)

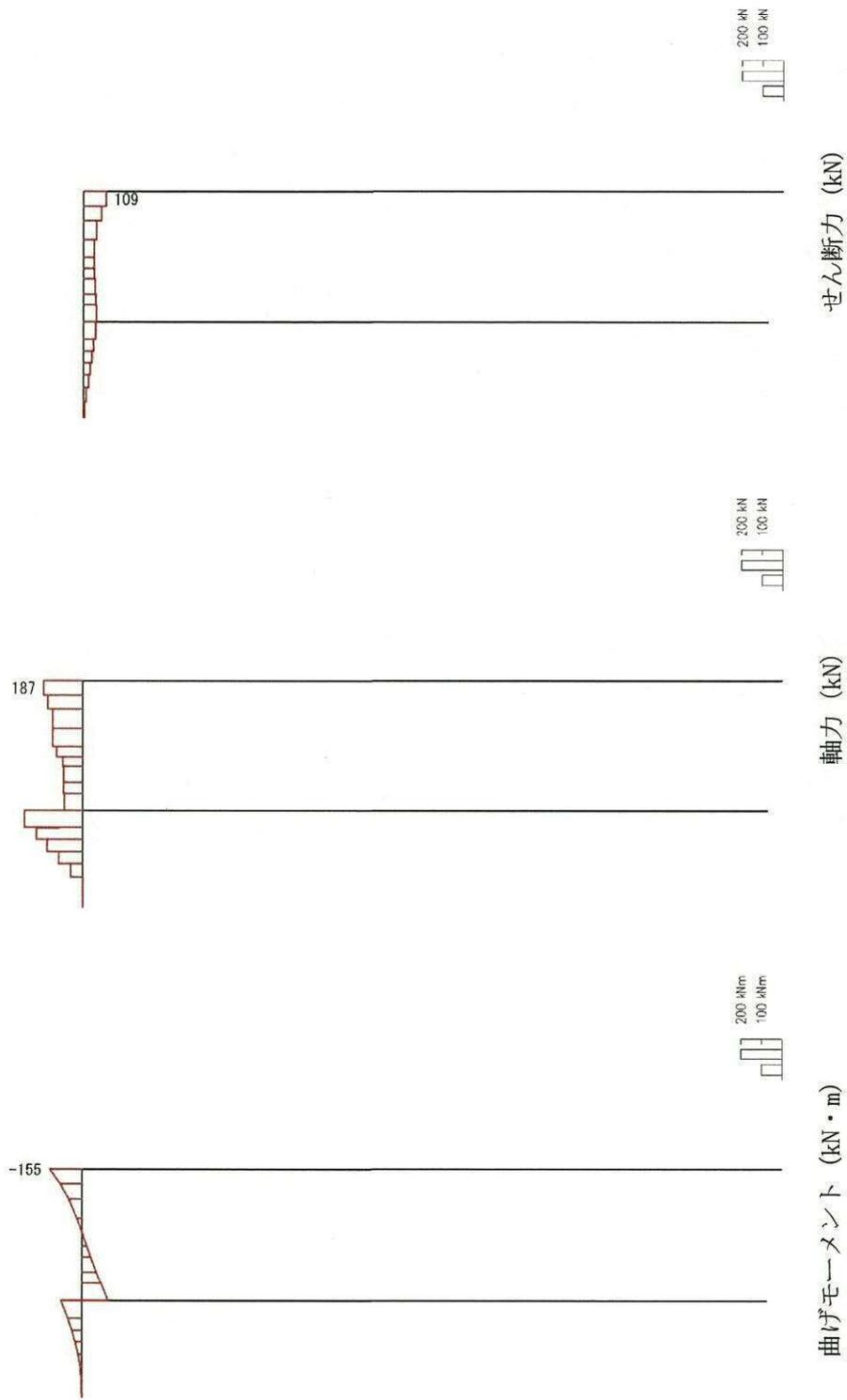


図 3.4-9 (2) C-C 断面 (杭基礎構造部) の S_s-D1 (H+, V-) の鋼製梁において照査値が最も大きい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, t = 17.71 s)

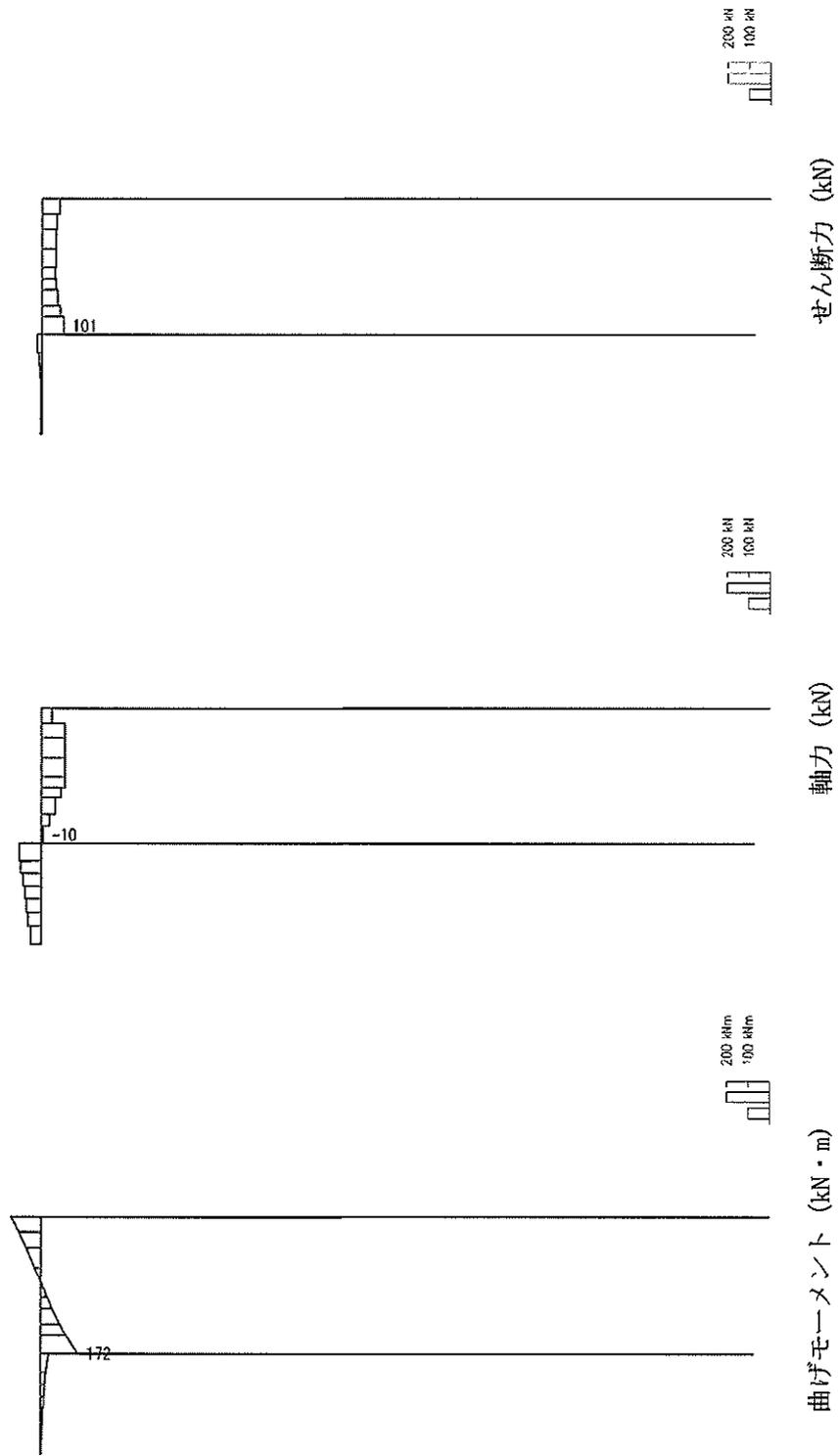


図 3.4-9 (3) C-C 断面 (杭基礎構造部) の S_s-D1 (H-, V+) の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t=27.15$ s)

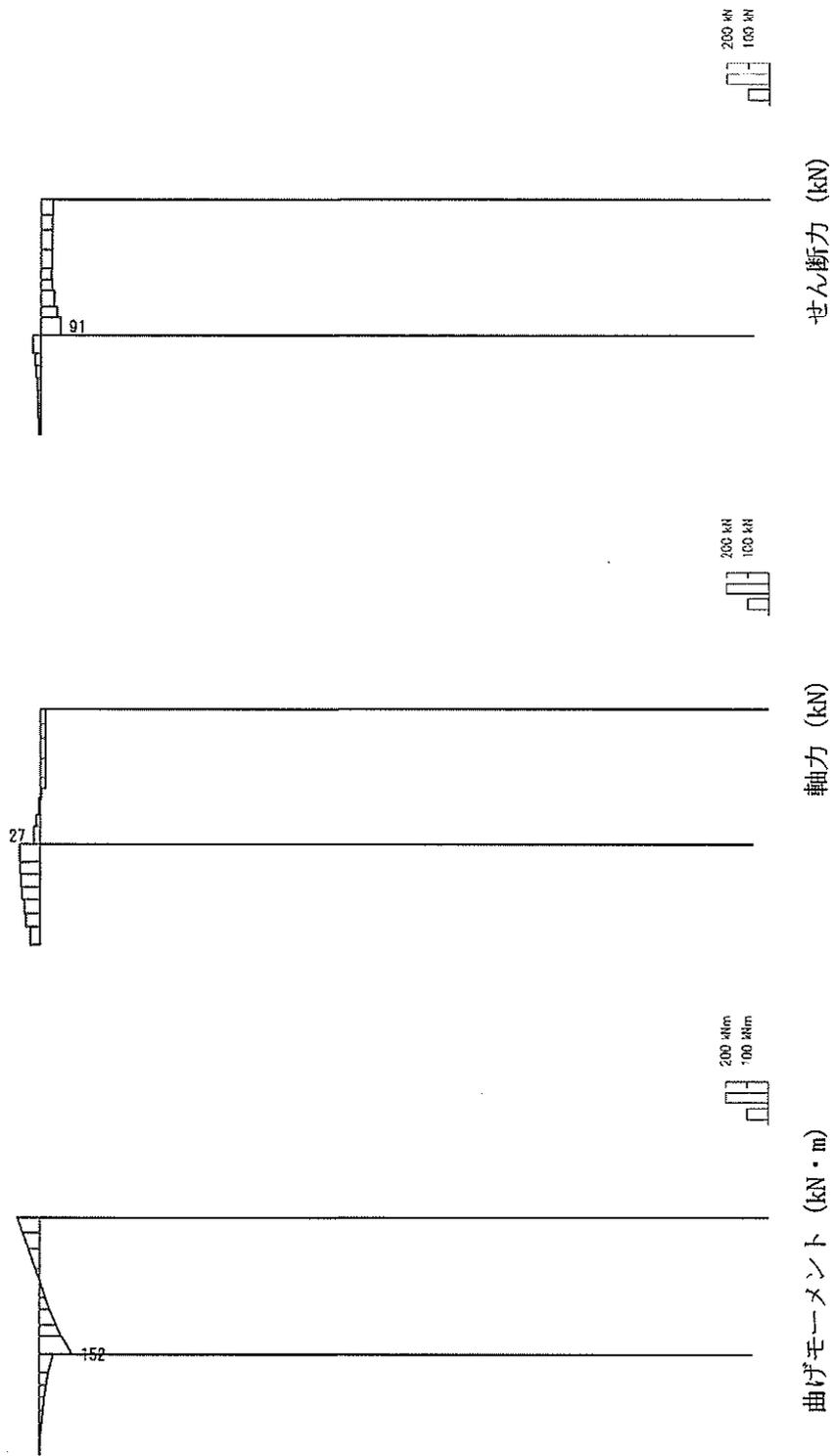


図 3.4-9 (4) C-C 断面 (杭基礎構造部) の S_s-D 1 (H-, V-) の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 27.17$ s)

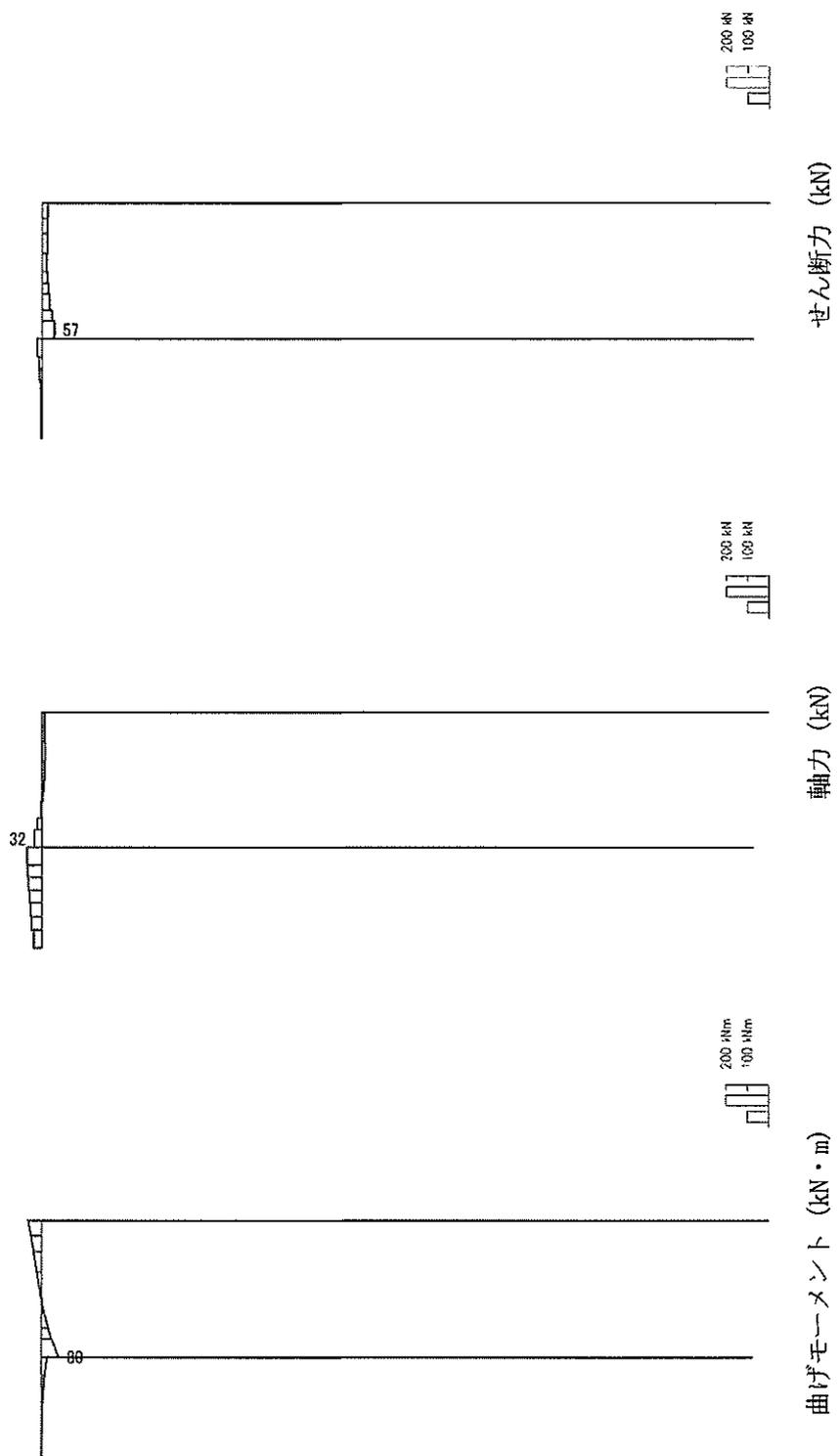


図 3.4-9 (5) C-C 断面 (杭基礎構造部) の S_s-1-1 の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 68.68$ s)

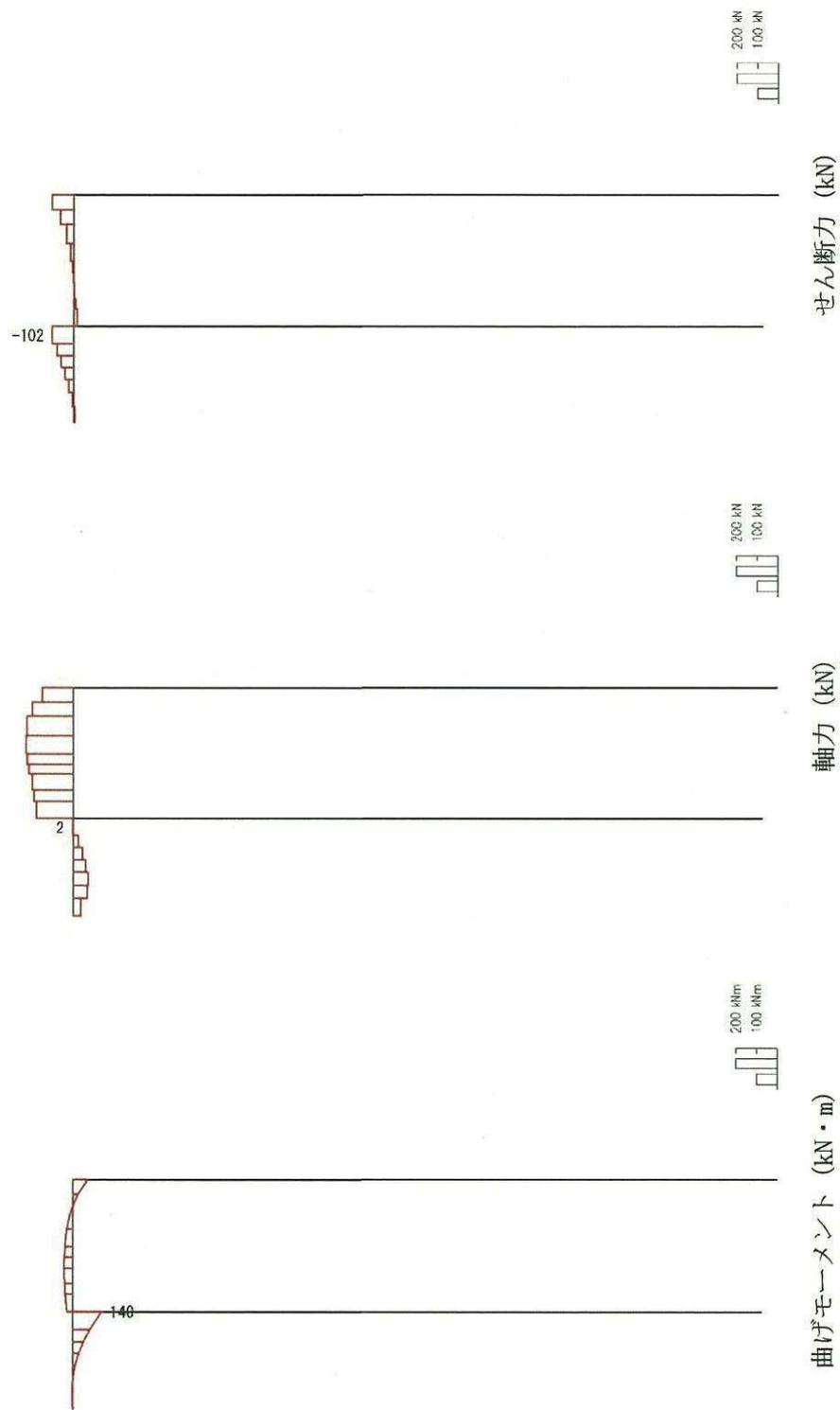


図 3.4-9 (6) C-C 断面 (杭基礎構造部) の S_s-1-2 の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 31.76$ s)

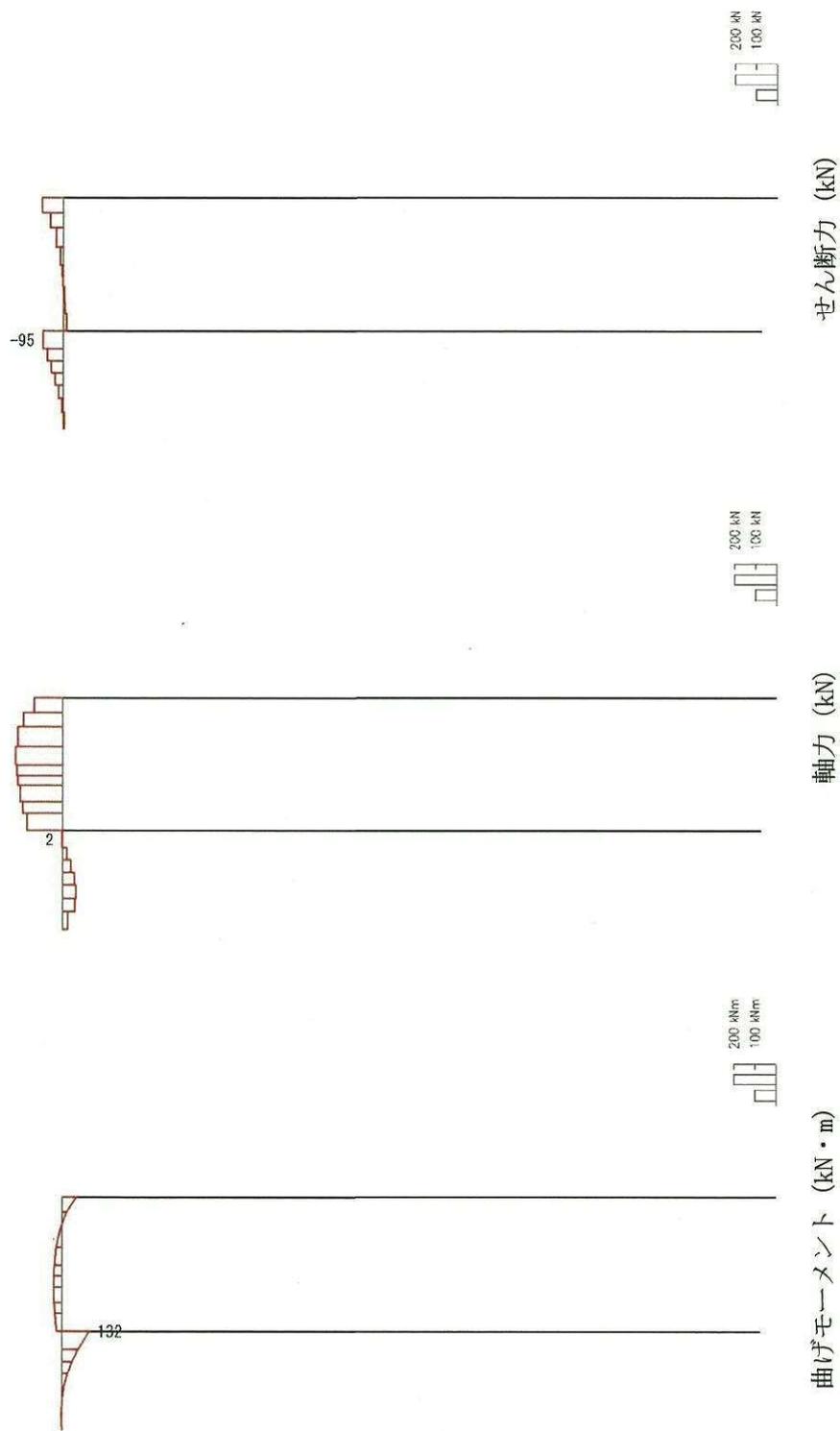


図 3.4-9 (7) C-C 断面 (杭基礎構造部) の S_s-13 の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t=28.97$ s)

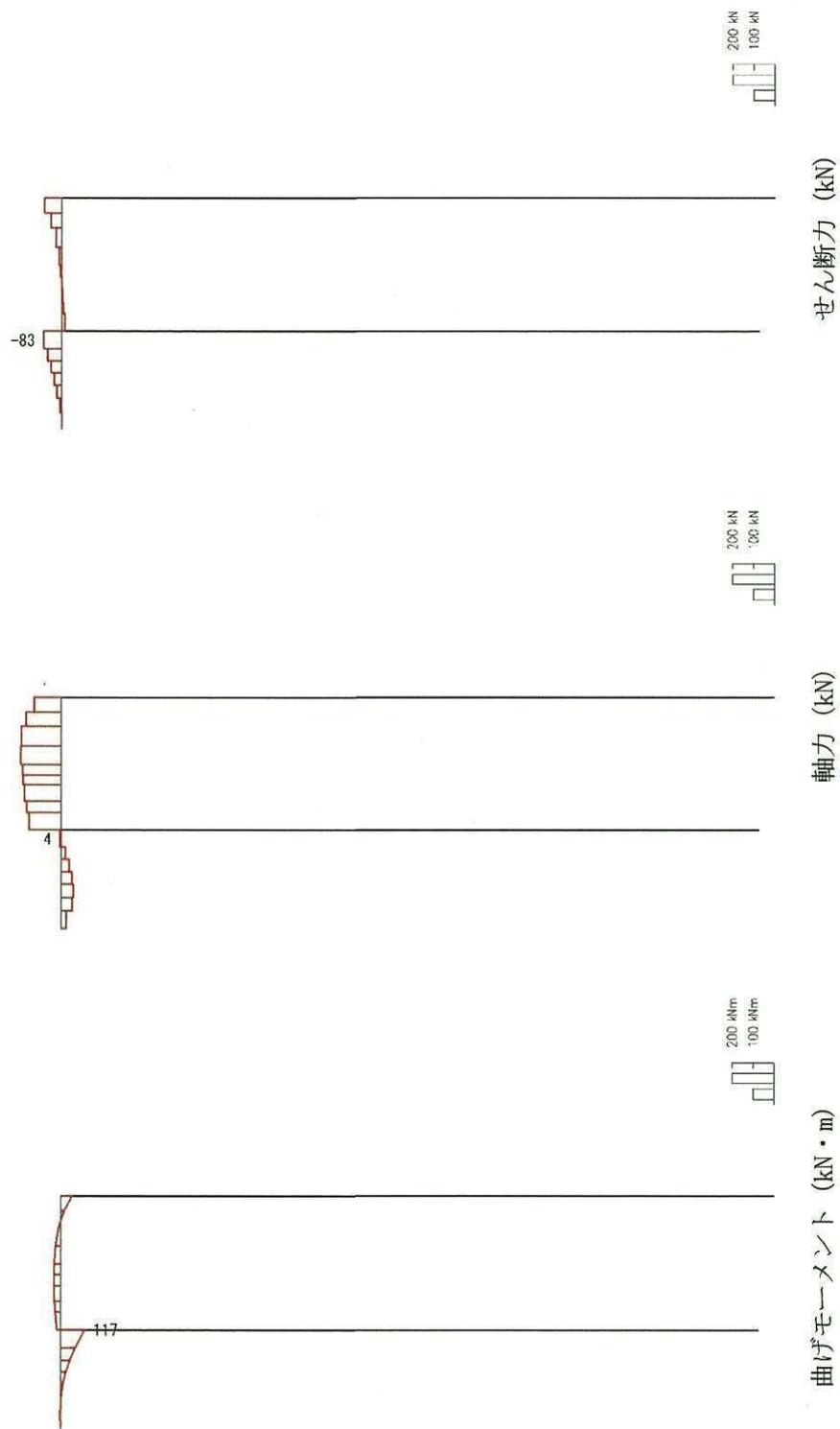


図 3.4-9 (8) C-C 断面 (杭基礎構造部) の S_s-14 の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 31.86$ s)

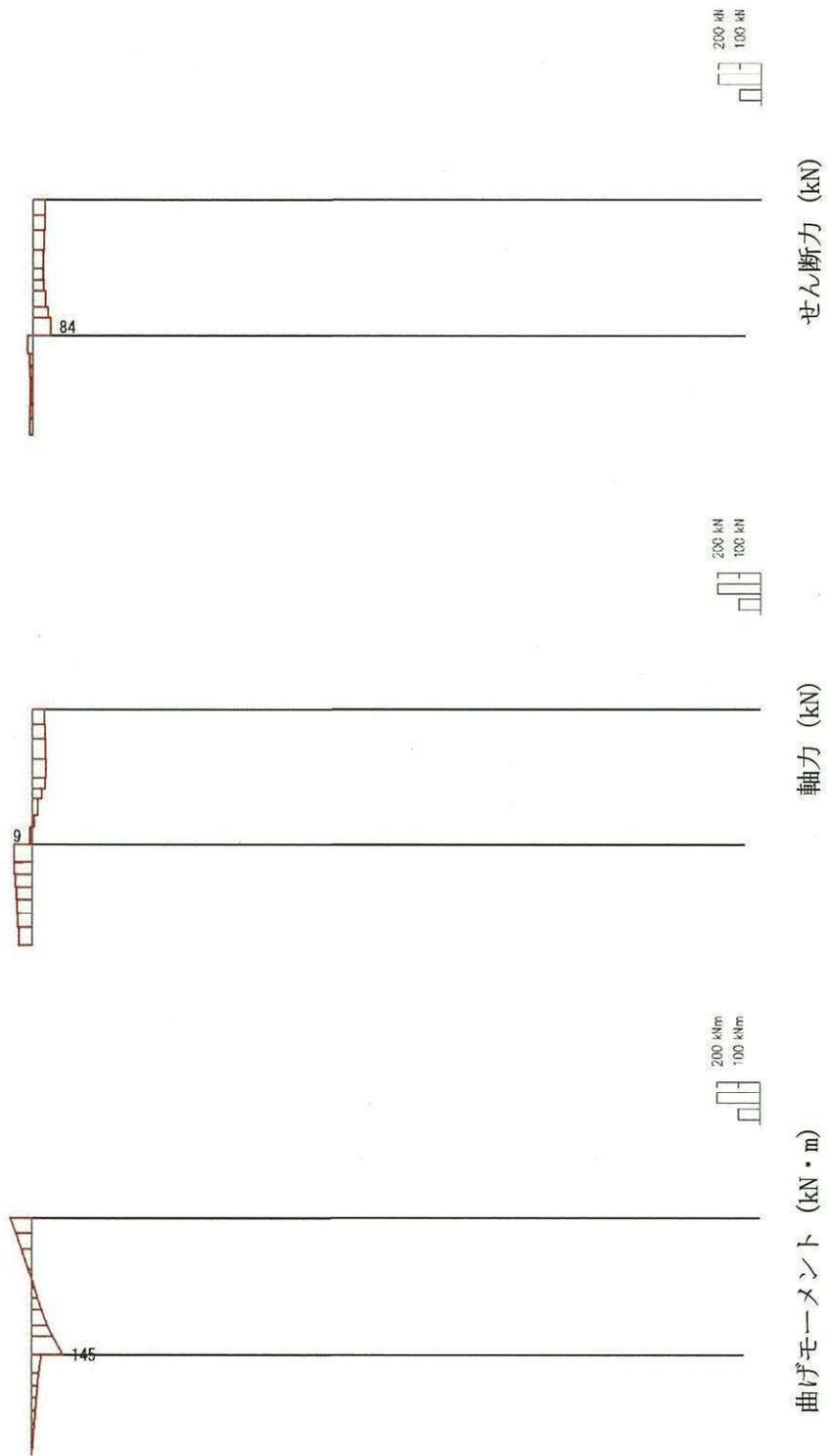


図 3.4-9 (9) C-C断面 (杭基礎構造部) の $S_s - 2.1$ の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 66.48$ s)

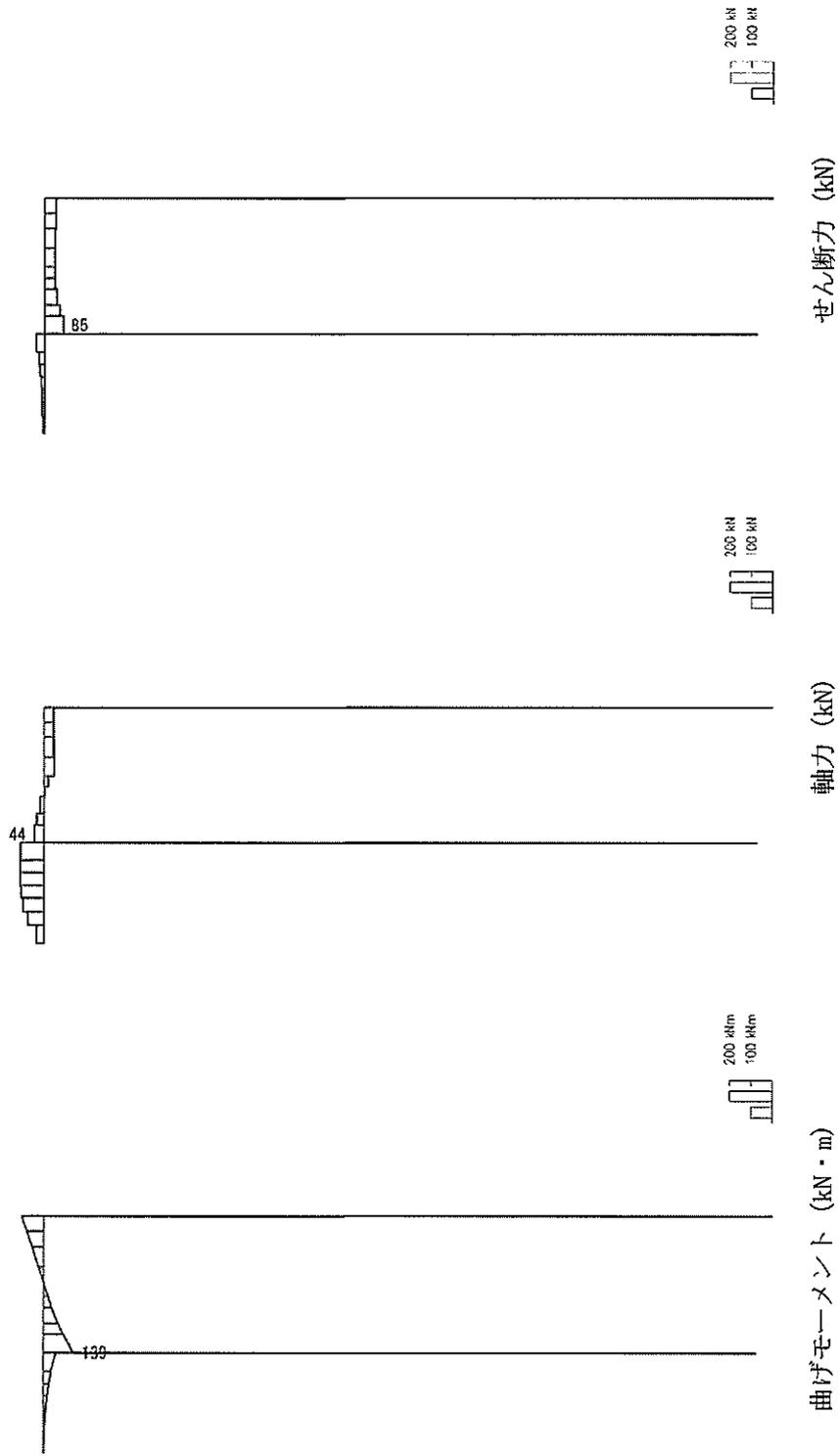


図 3.4-9 (10) C-C断面 (杭基礎構造部) の $S_s - 2$ の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 92.56$ s)

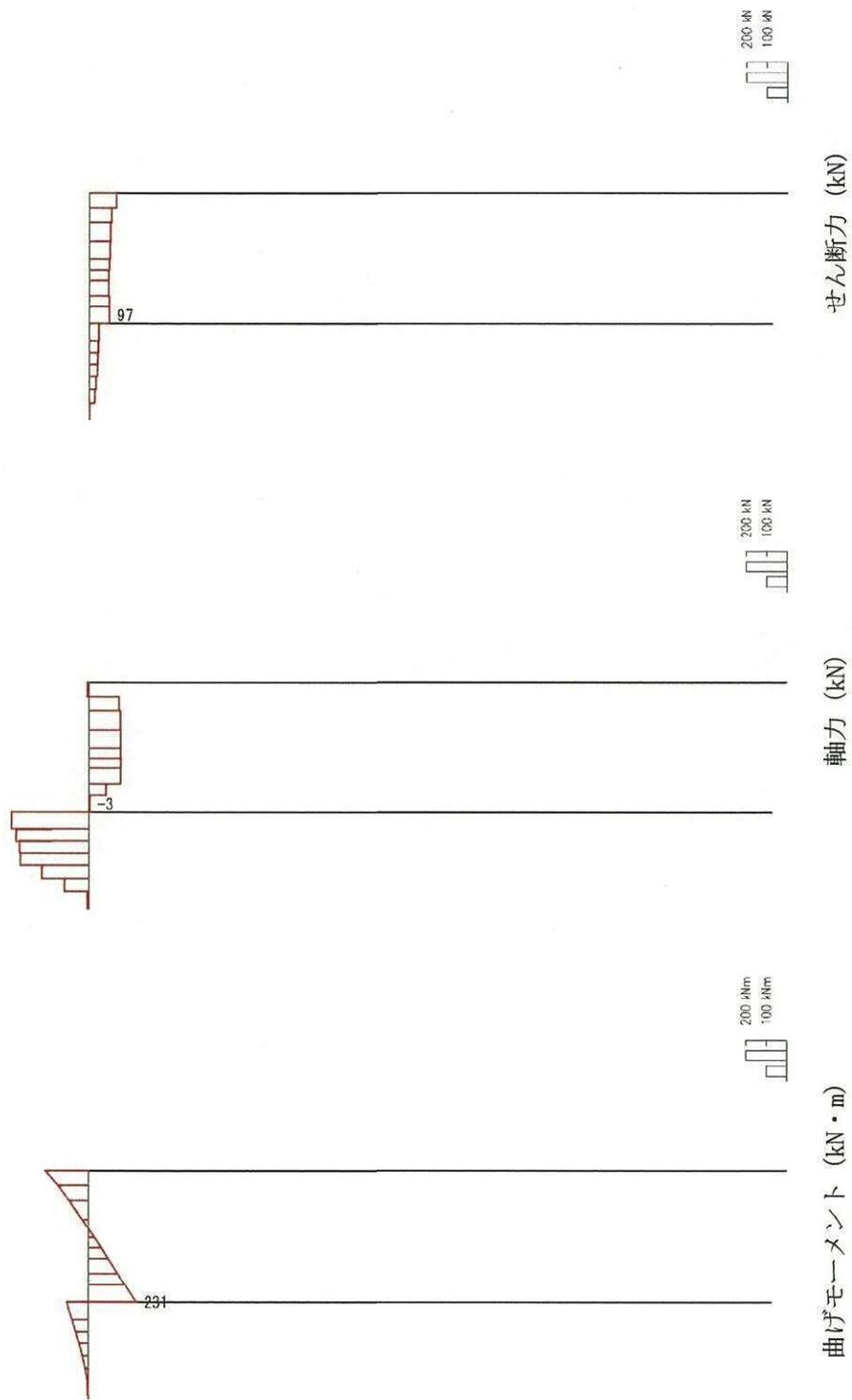


図 3.4-9 (11) C-C断面 (杭基礎構造部) の S_s-3-1 (H+, V+) の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t=8.93$ s)

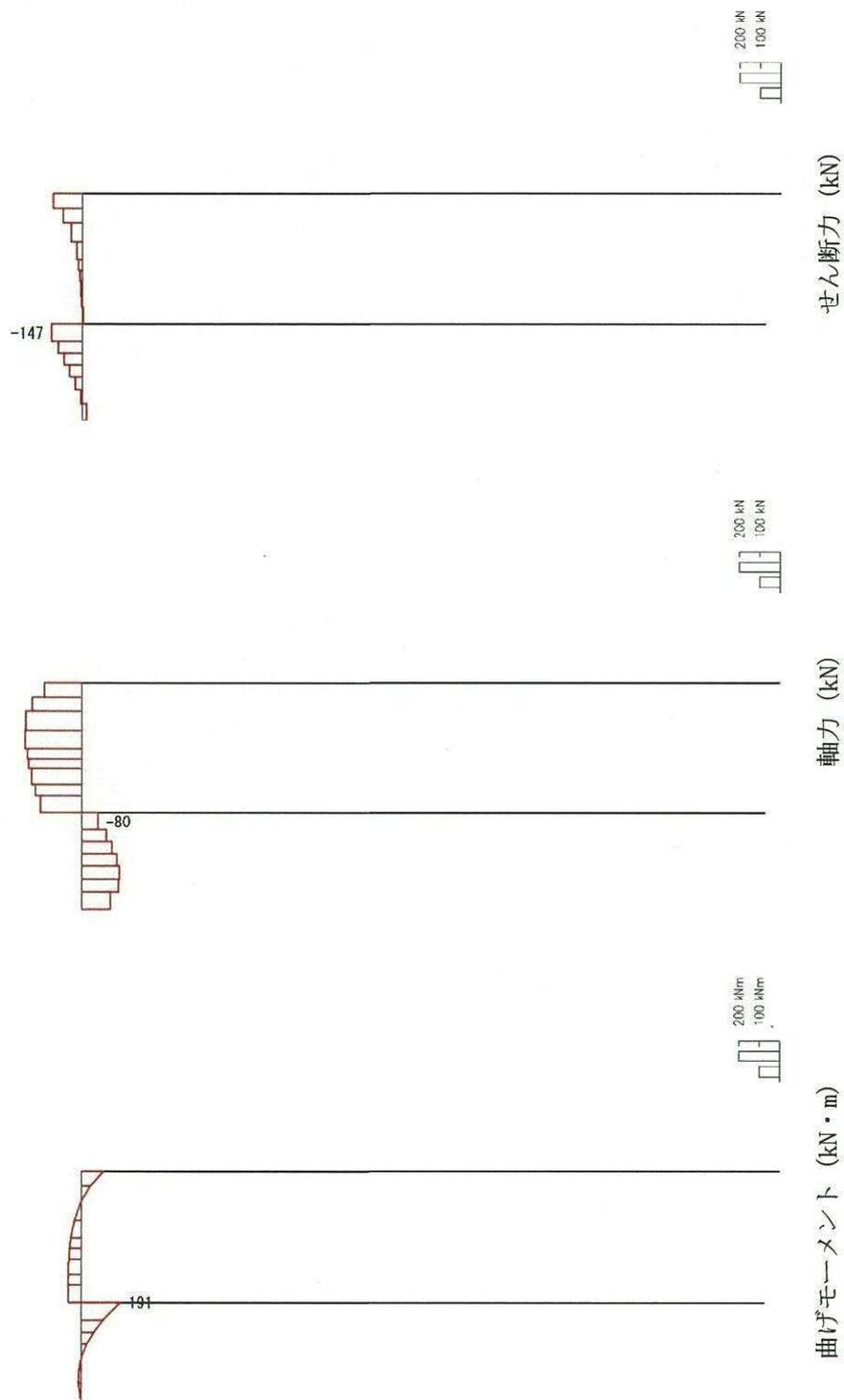


図 3.4-9 (12) C-C断面 (杭基礎構造部) の $S_s-3.1$ (H-, V+) の鋼製梁において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t=8.87$ s)

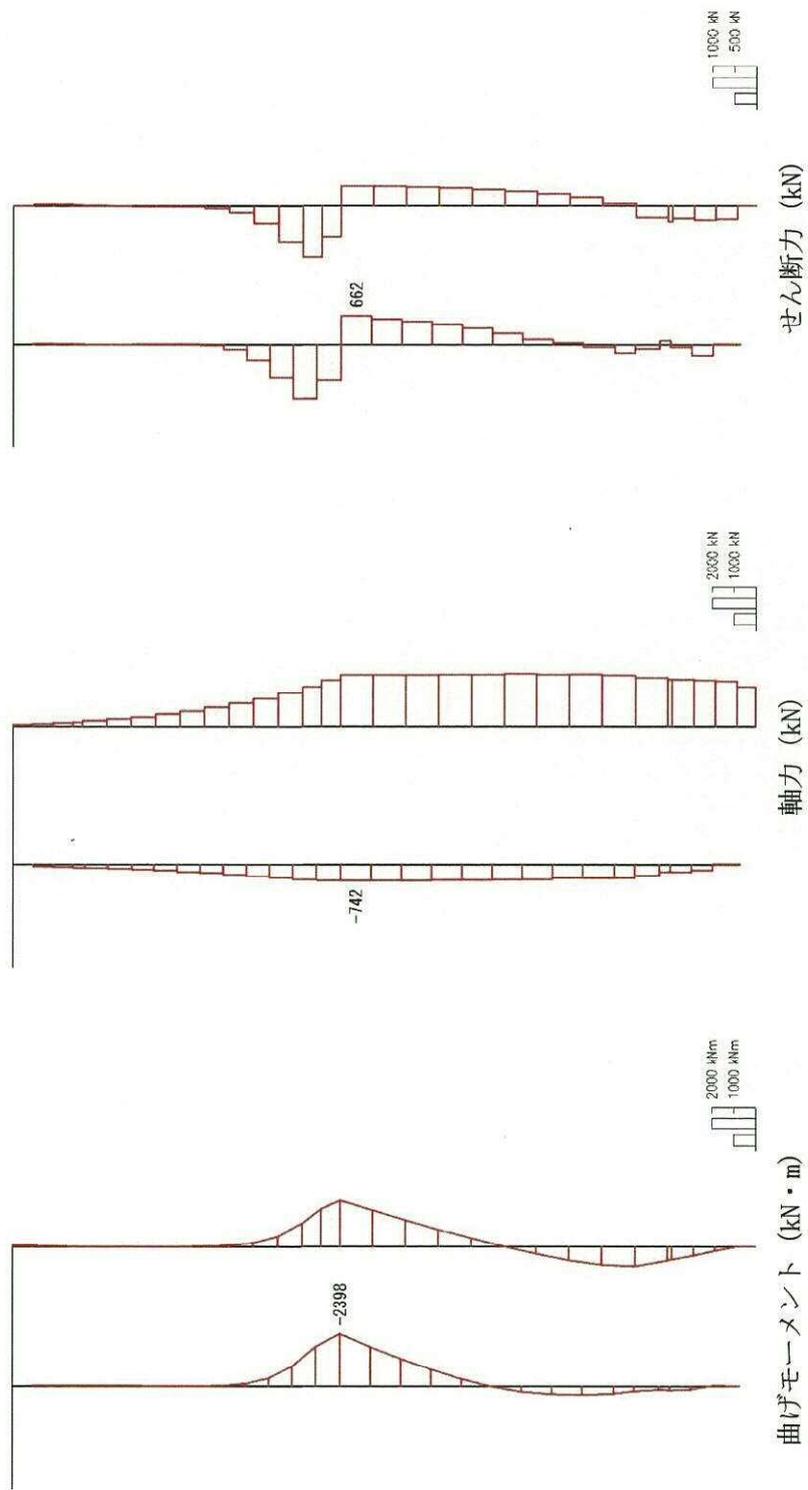


図 3.4-10 (1) C-C断面 (杭基礎構造部) の $S_s - D 1$ (H+, V+) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 60.29$ s)

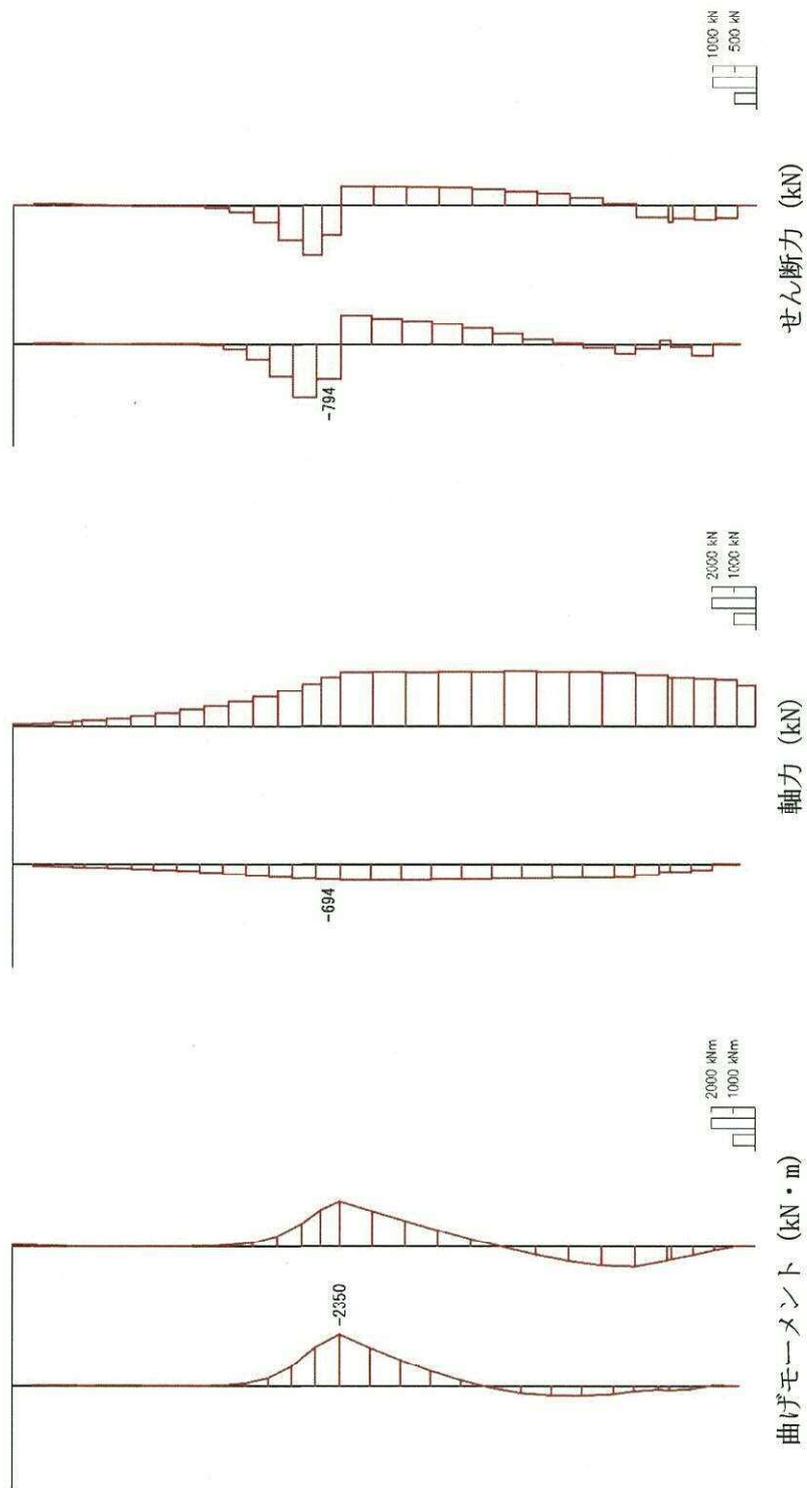


図 3.4-10 (2) C-C断面 (杭基礎構造部) の $S_s - D 1$ (H+, V-) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 60.28$ s)

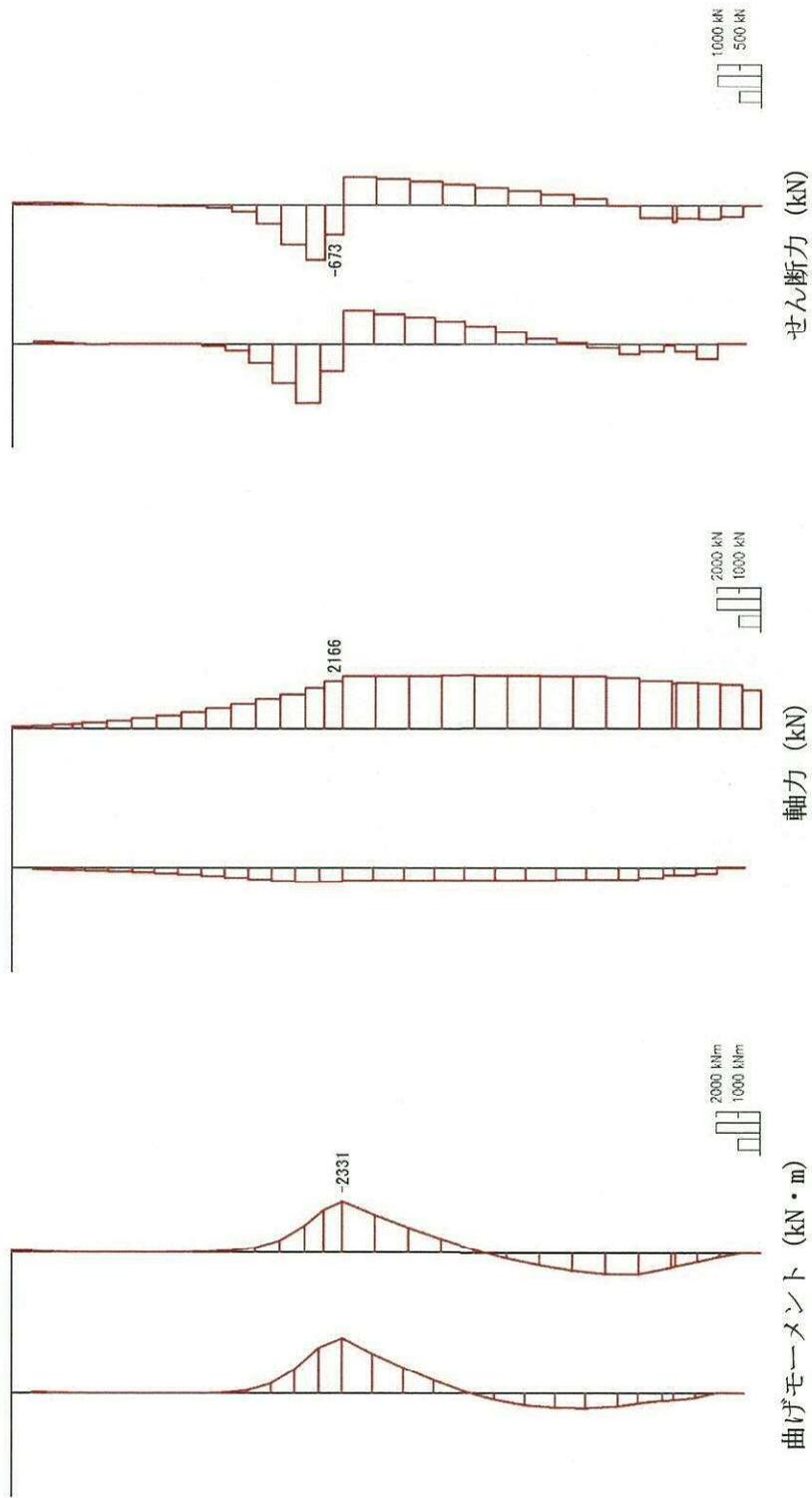


図 3.4-10 (3) C-C断面 (杭基礎構造部) の $S_s - D 1$ (H-, V+) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 67.79$ s)

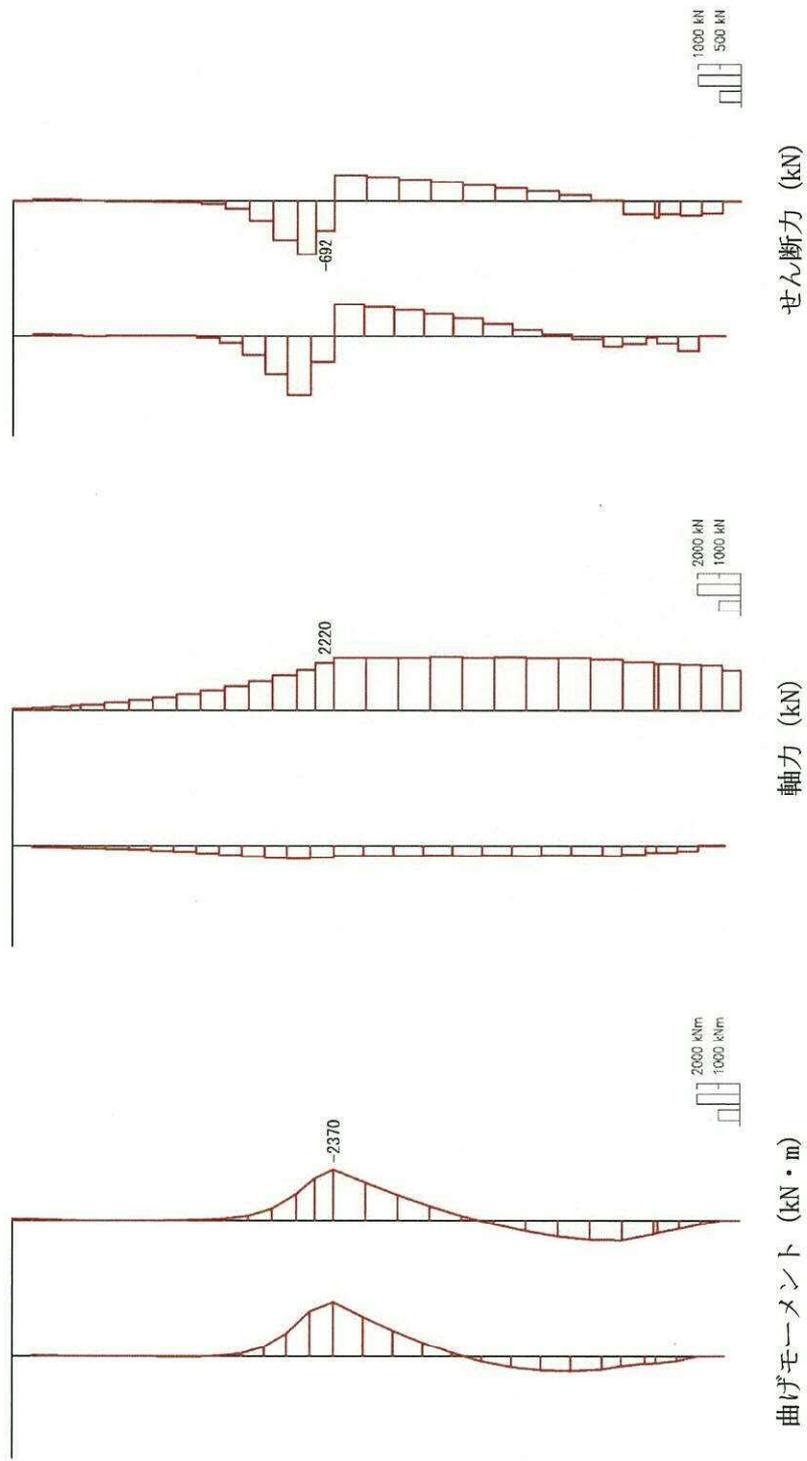


図 3.4-10 (4) C-C断面 (杭基礎構造部) の S_s-D1 (H-, V-) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t=67.78$ s)

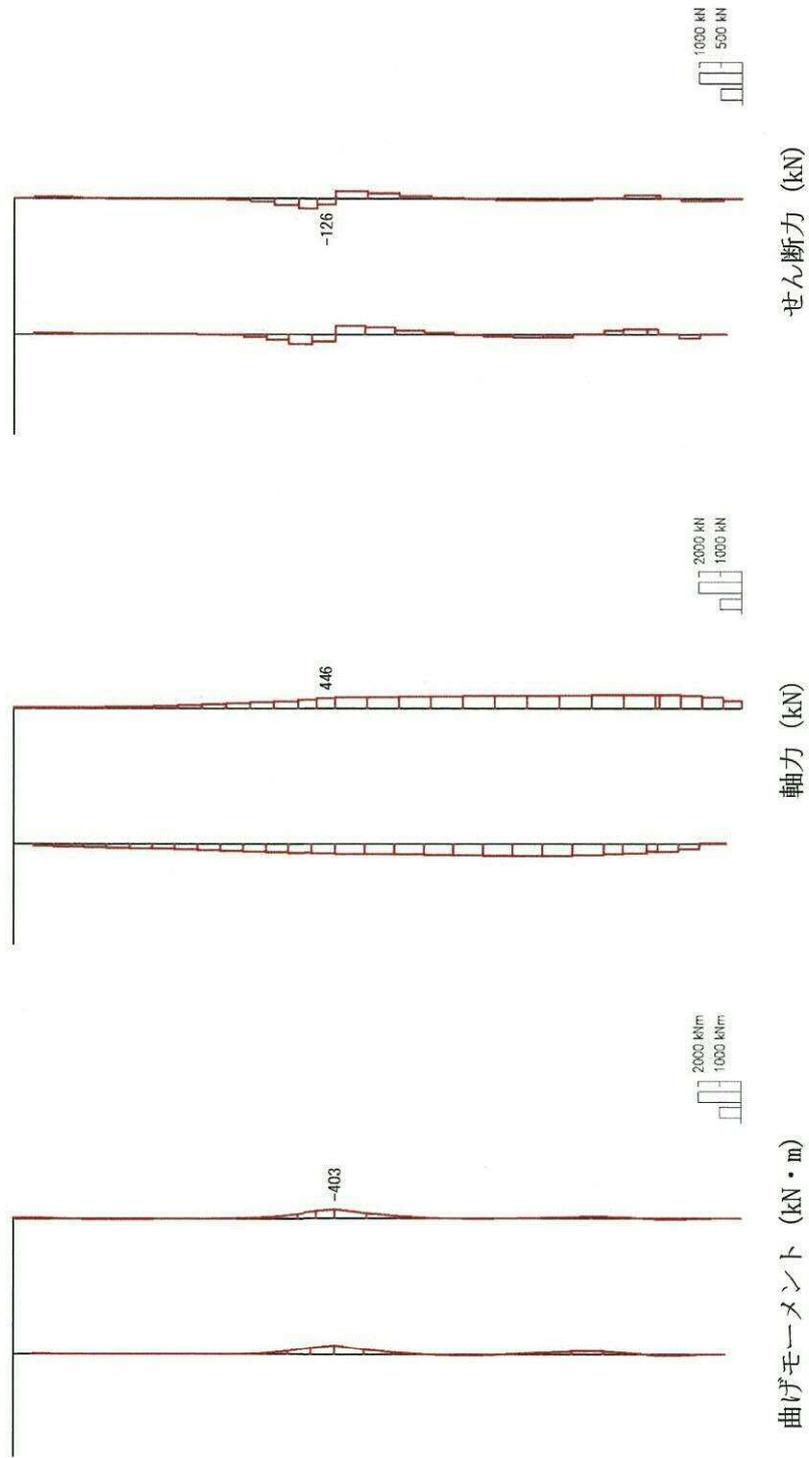


図 3.4-10 (5) C-C断面 (杭基礎構造部) の $S_s - 1$ の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 68.64$ s)

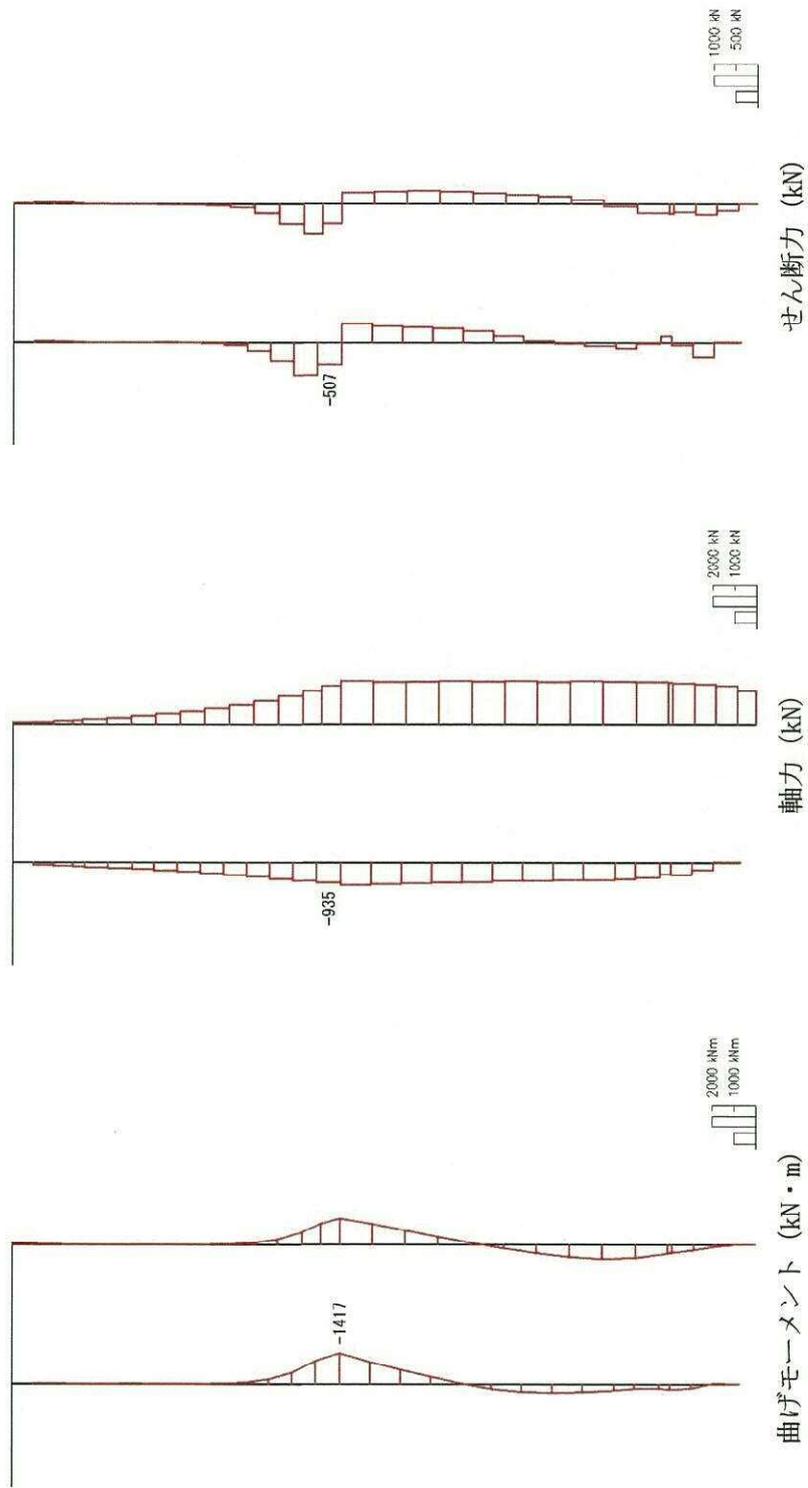


図 3.4-10 (6) C-C断面 (杭基礎構造部) の $S_s - 1$ 2 の鋼管杭において照査値が最も小さい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 83.47$ s)

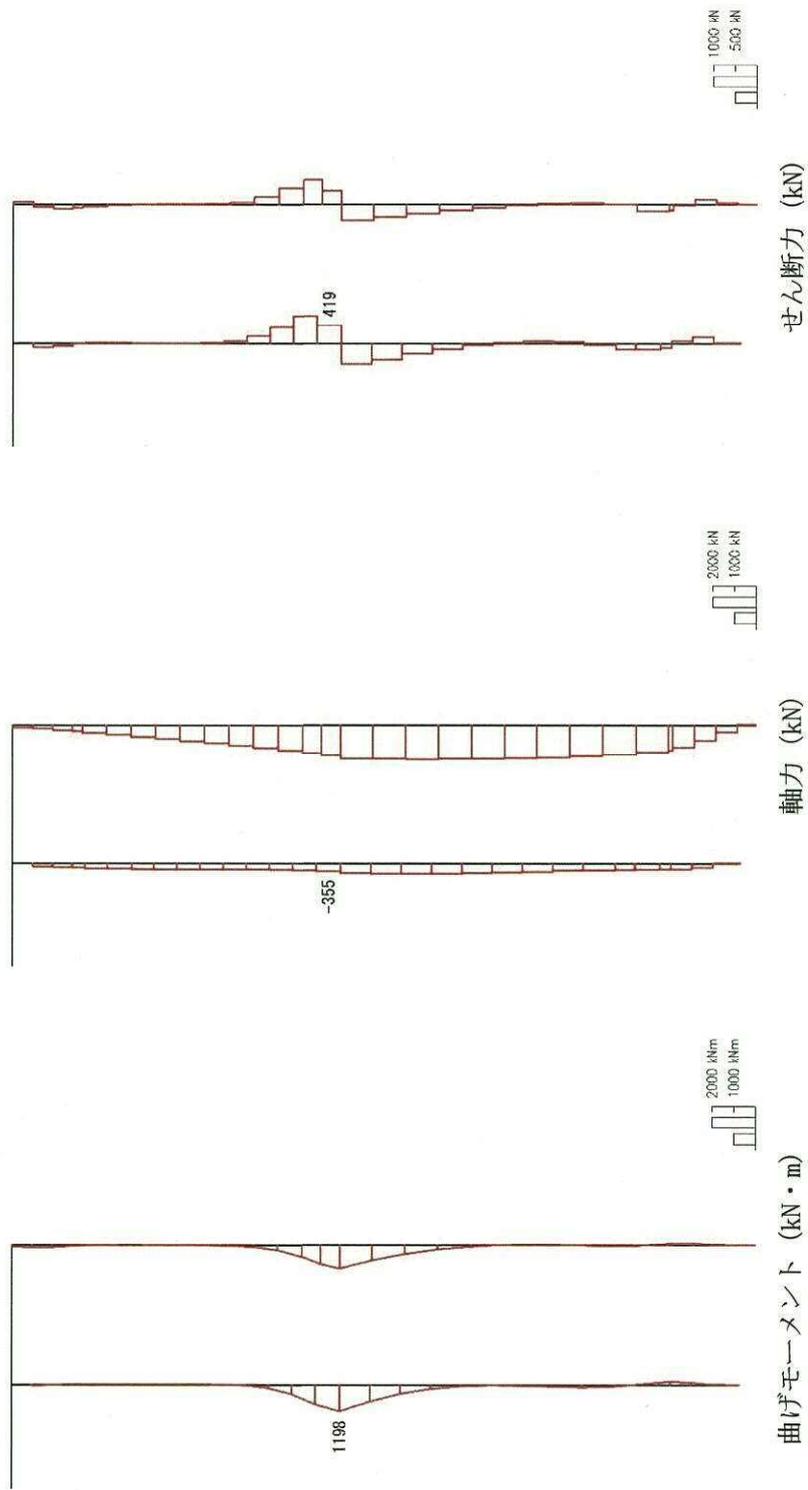


図 3.4-10 (7) C-C断面 (杭基礎構造部) の $S_s - 13$ の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 28.90$ s)

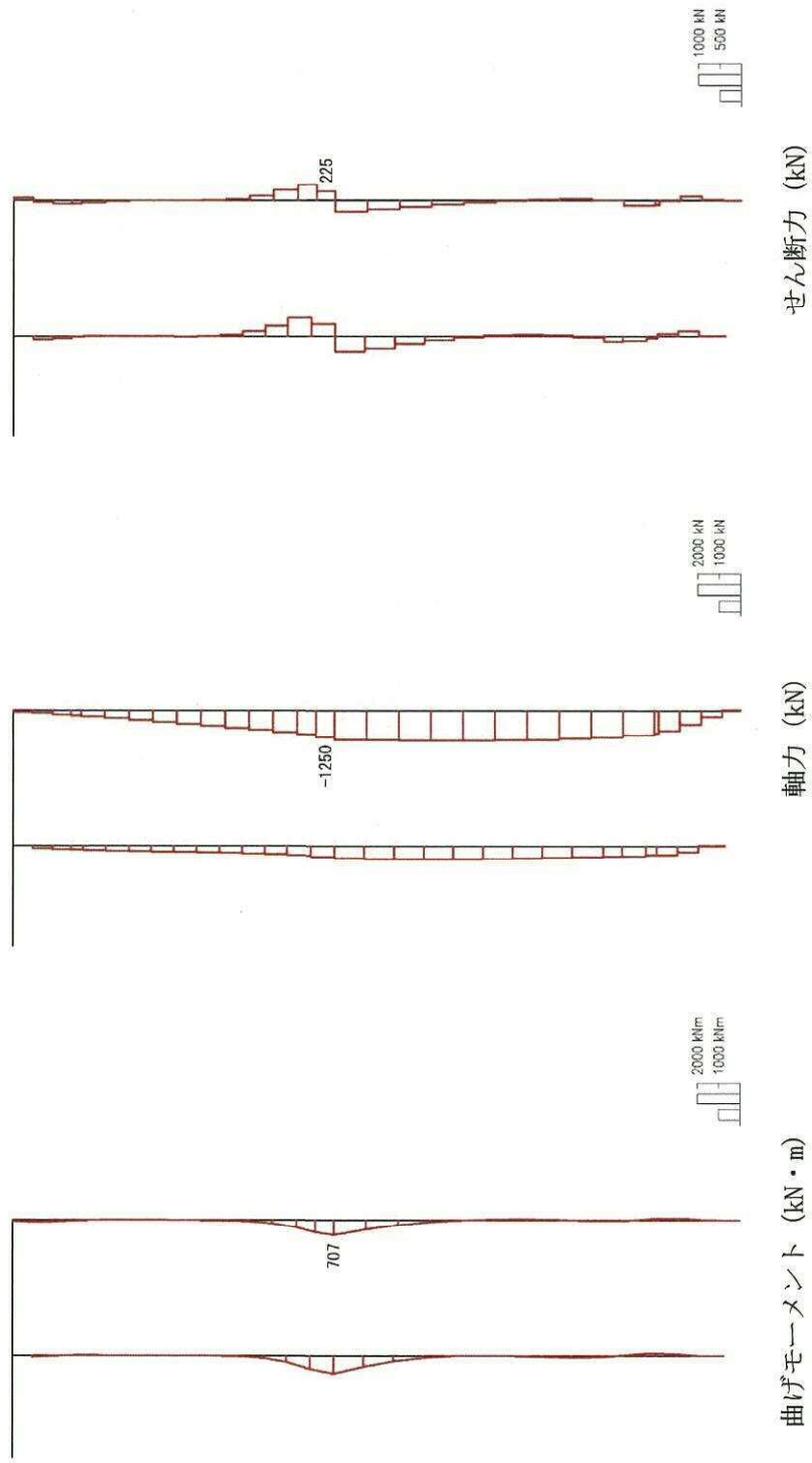


図 3.4-10 (8) C-C断面 (杭基礎構造部) の $S_s - 14$ の鋼管杭において照査値が最も小さい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 31.84$ s)

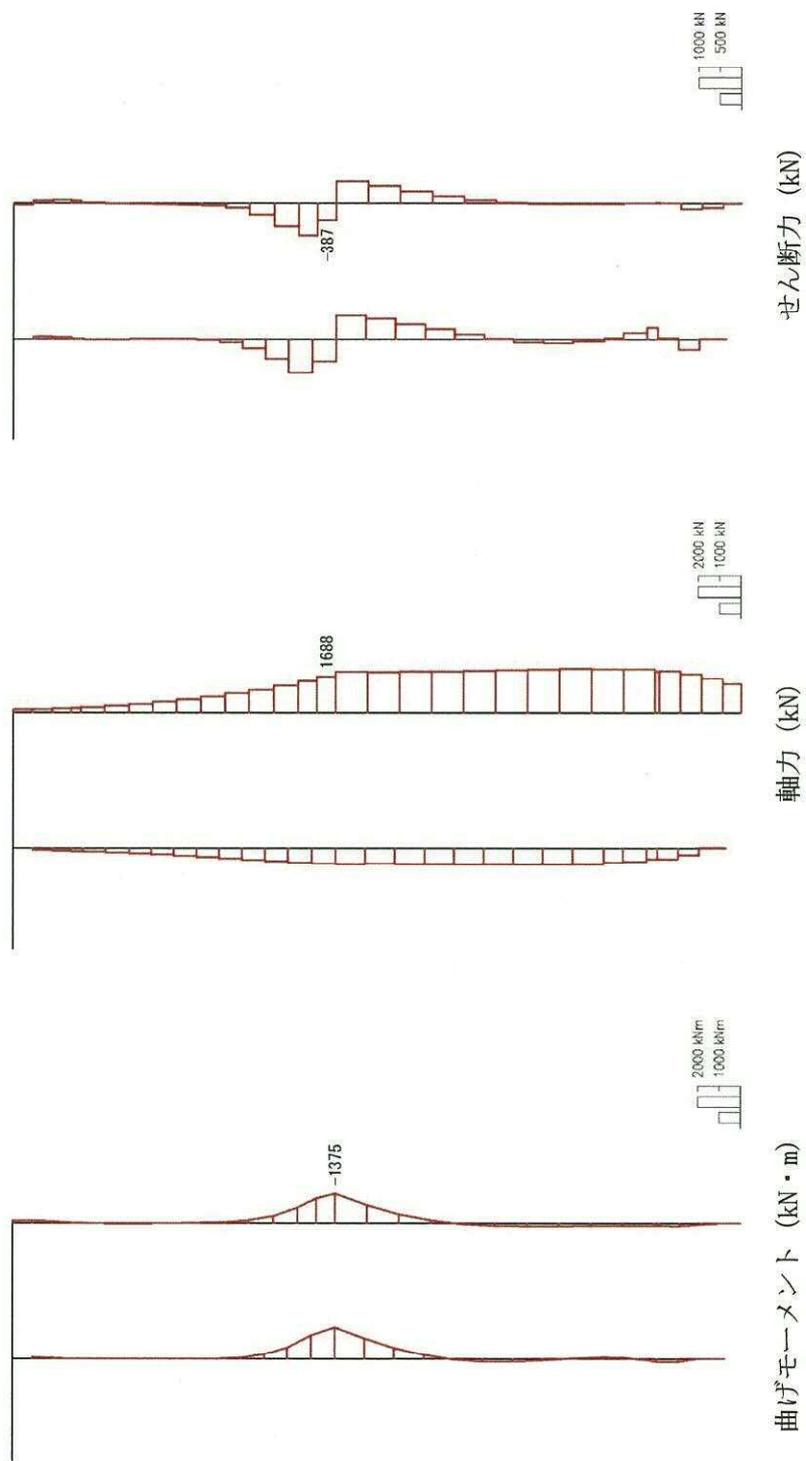


図 3.4-10 (9) C-C断面 (杭基礎構造部) の $S_s - 21$ の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 66.41$ s)

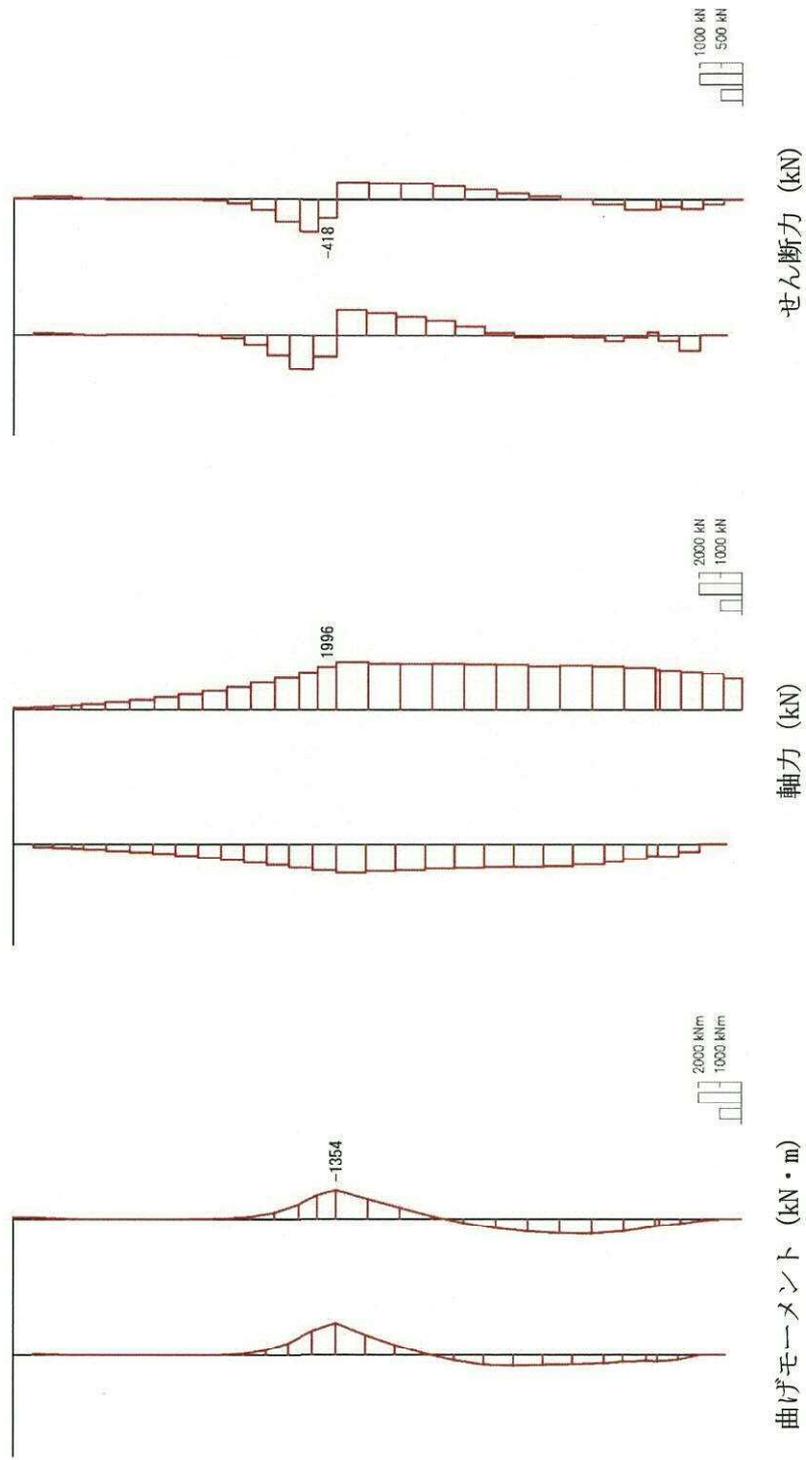


図 3.4-10 (10) C-C断面 (杭基礎構造部) の $S_s - 2.2$ の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 92.53$ s)

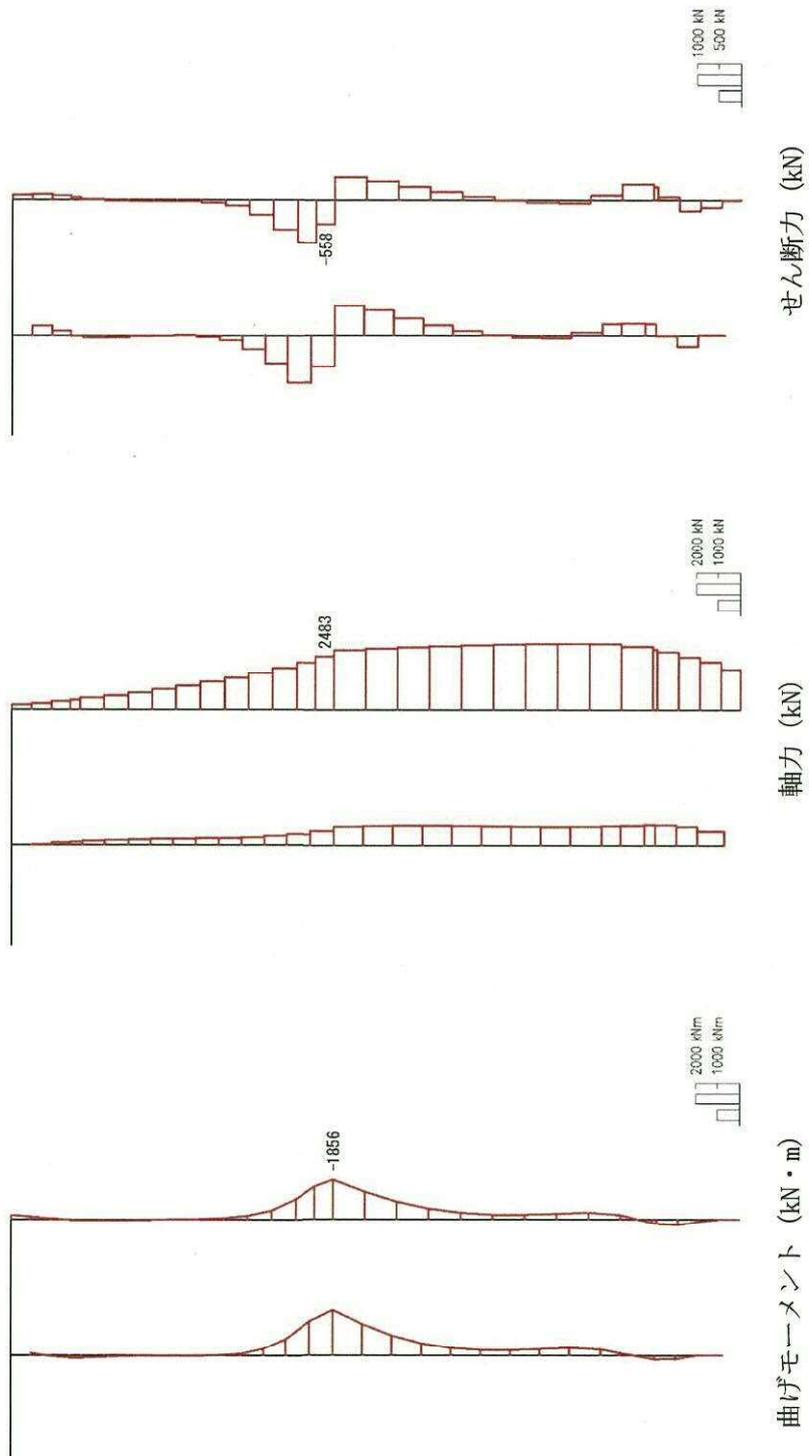


図 3.4-10 (11) C-C断面 (杭基礎構造部) の S_s-31 (H+, V+) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t = 8.89$ s)

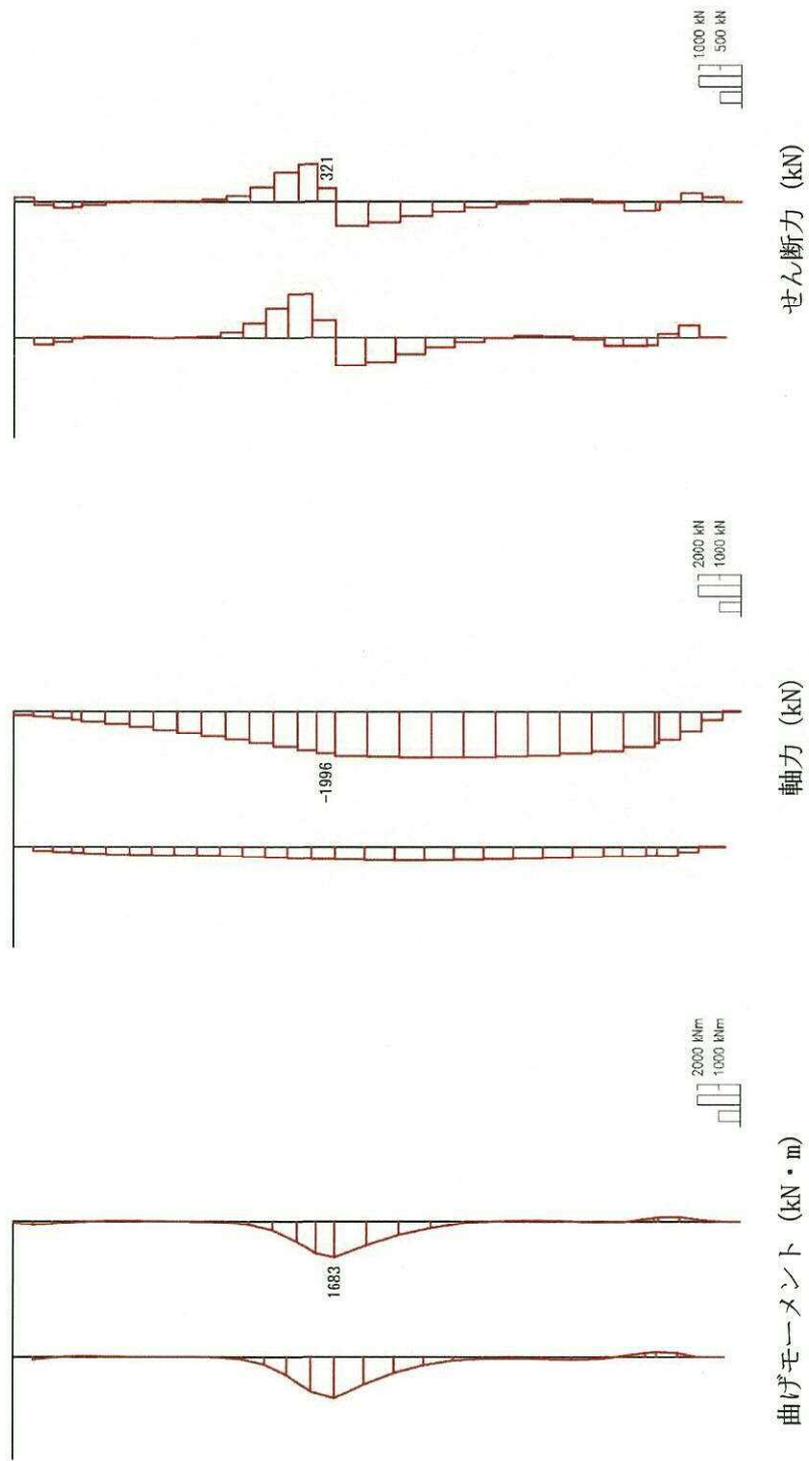
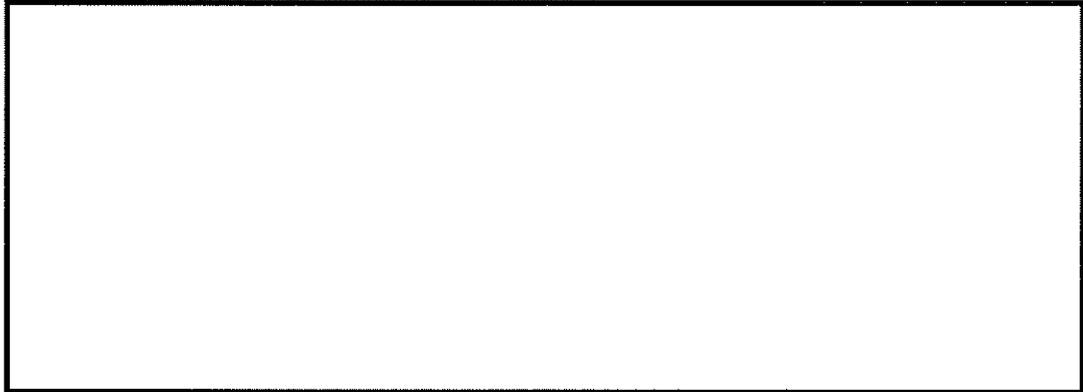


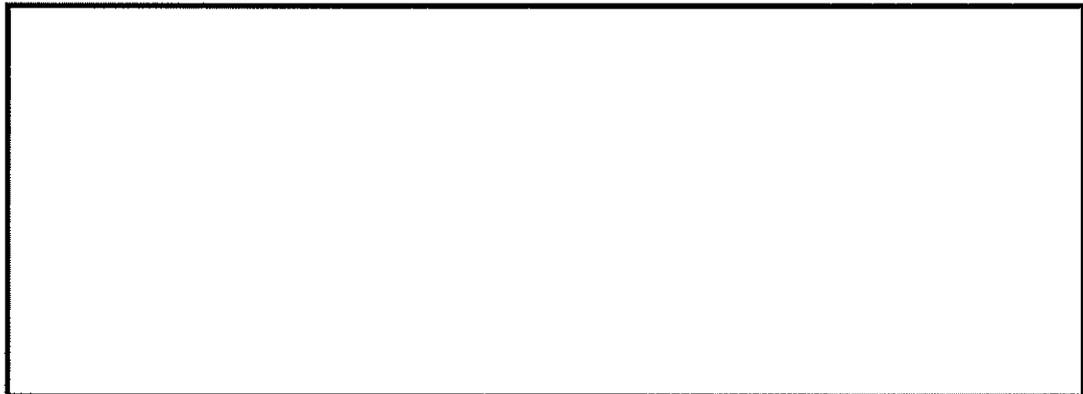
図 3.4-10 (12) C-C断面 (杭基礎構造部) の S_s-31 (H-, V+) の鋼管杭において照査値が最も厳しい時刻の断面力分布
 (曲げ軸力最大時刻, $t=8.88$ s)

(3) 最大せん断ひずみ分布

各要素に発生した最大せん断ひずみを確認するため、地震応答解析の全時刻における最大せん断ひずみの分布を示す。

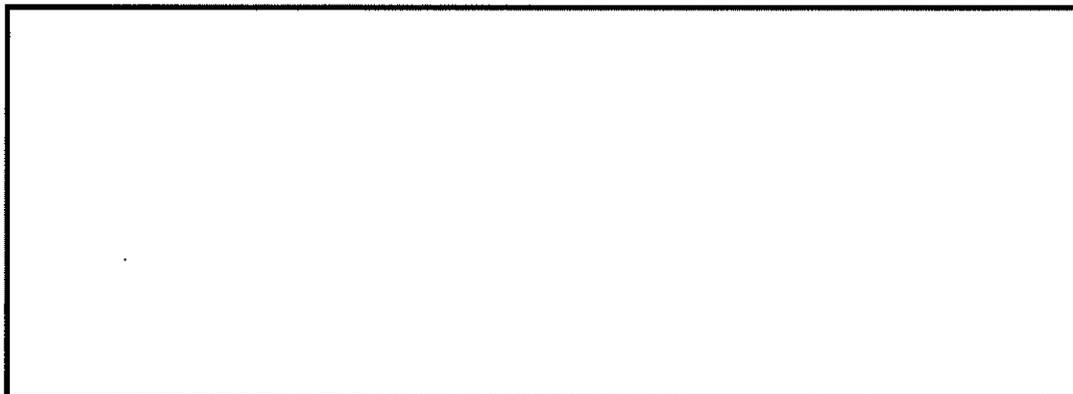


(a) 解析モデル全体図

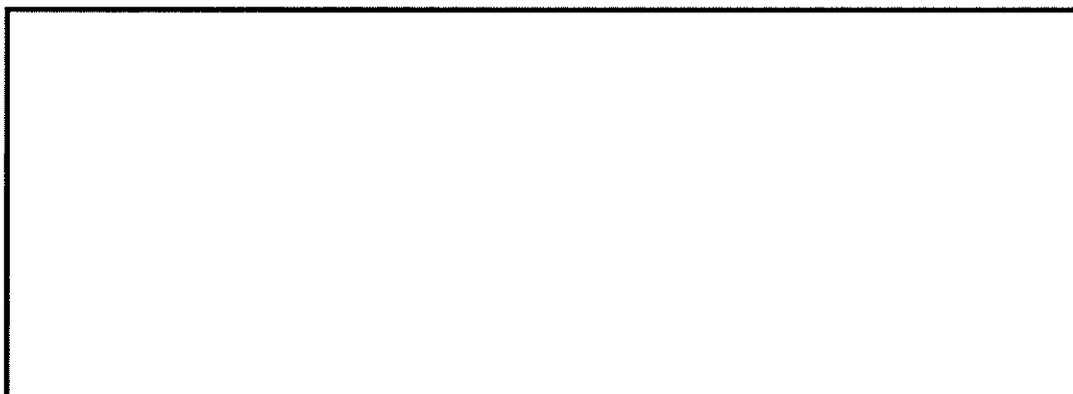


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (1) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-D1 [H+, V+], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

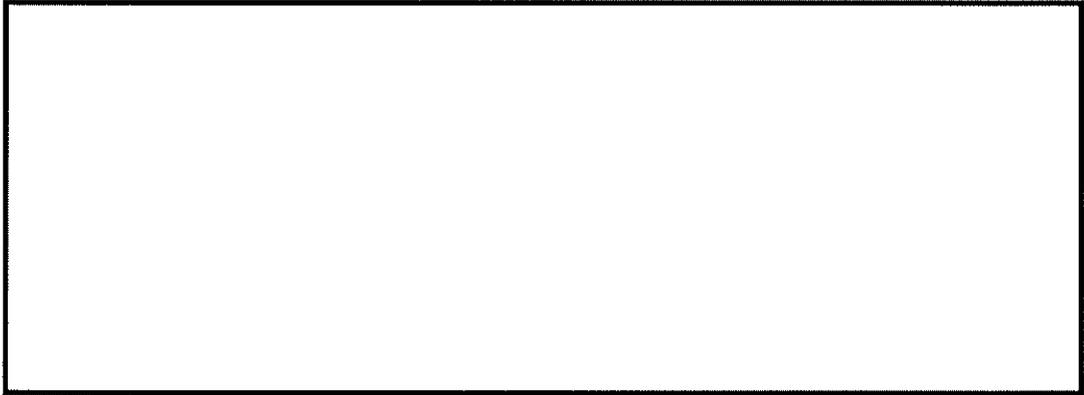


(a) 解析モデル全体図

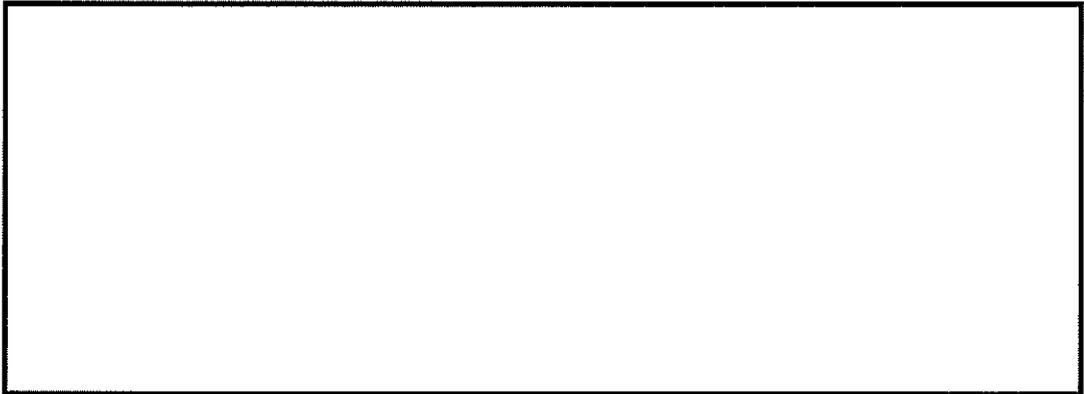


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (2) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-D1 [H+, V-], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース)

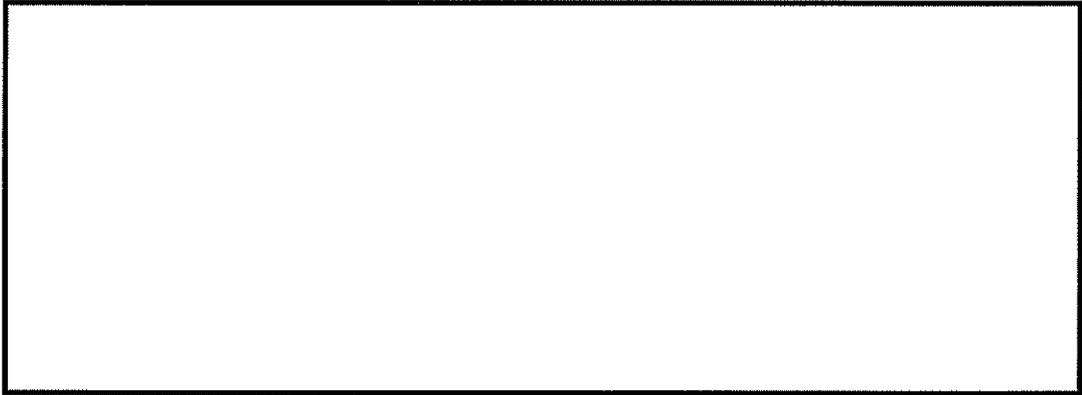


(a) 解析モデル全体図

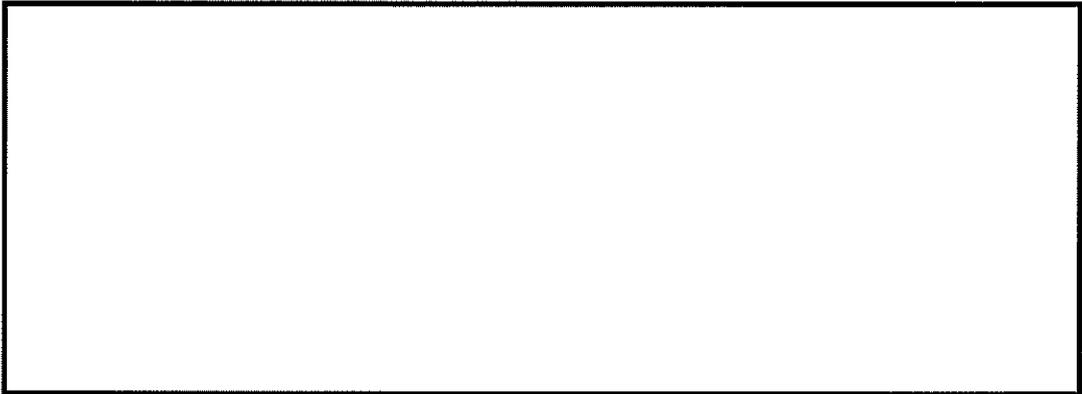


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (3) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-D1 [H-, V+], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース)



(a) 解析モデル全体図

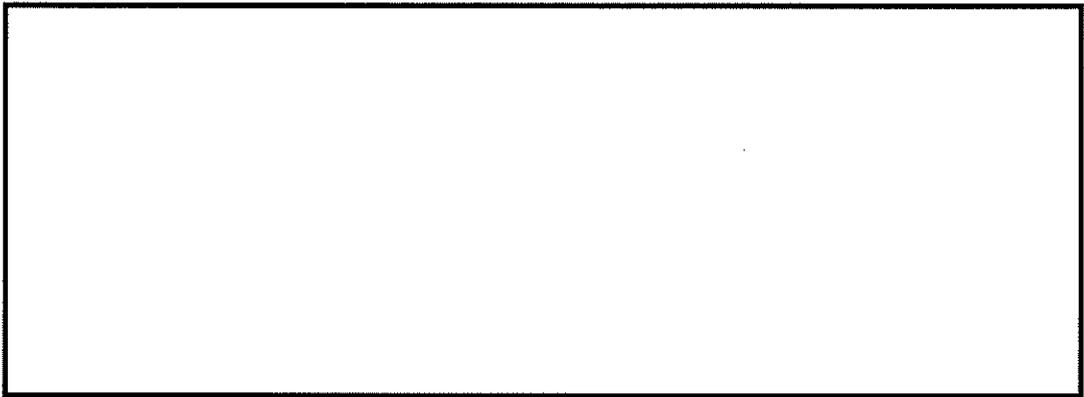


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (4) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S₀-D1 [H-, V-], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース)

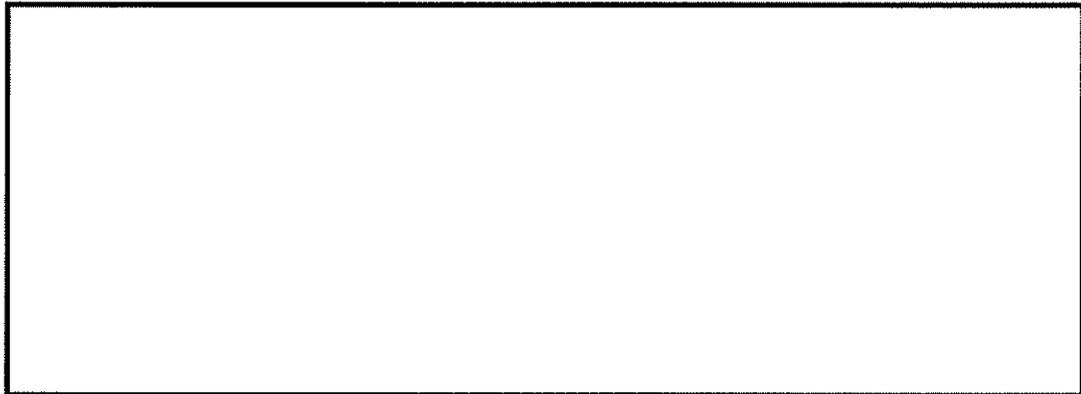


(a) 解析モデル全体図

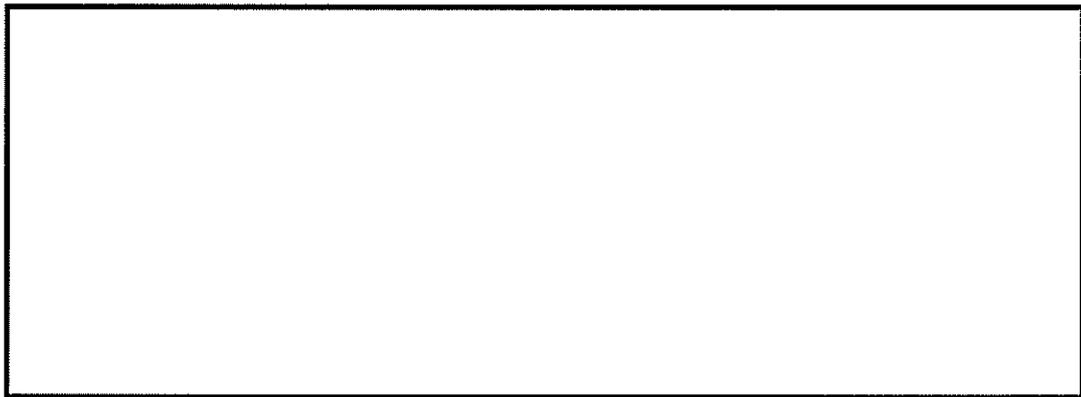


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (5) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-11, 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース)

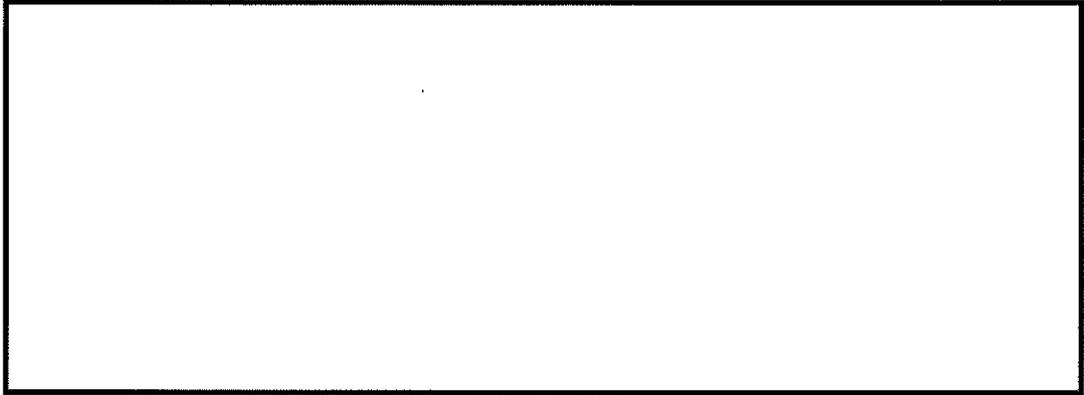


(a) 解析モデル全体図

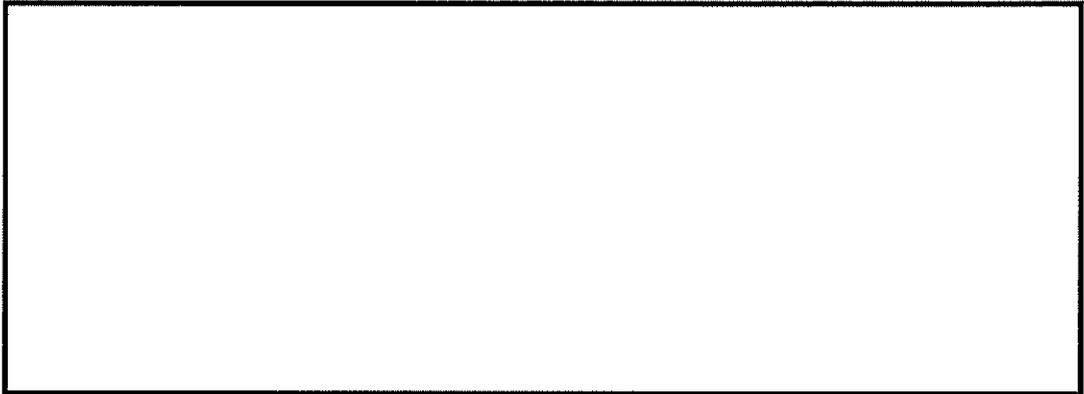


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (6) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波 : S₀-1 2, 検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース)

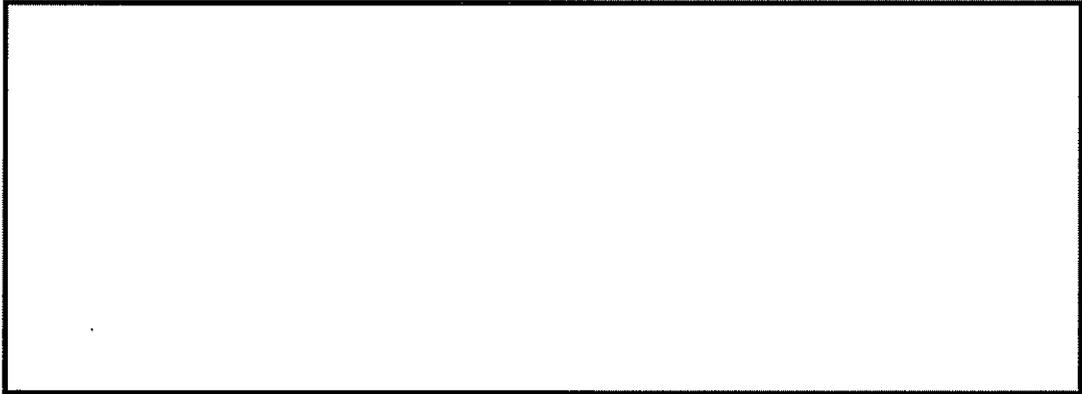


(a) 解析モデル全体図

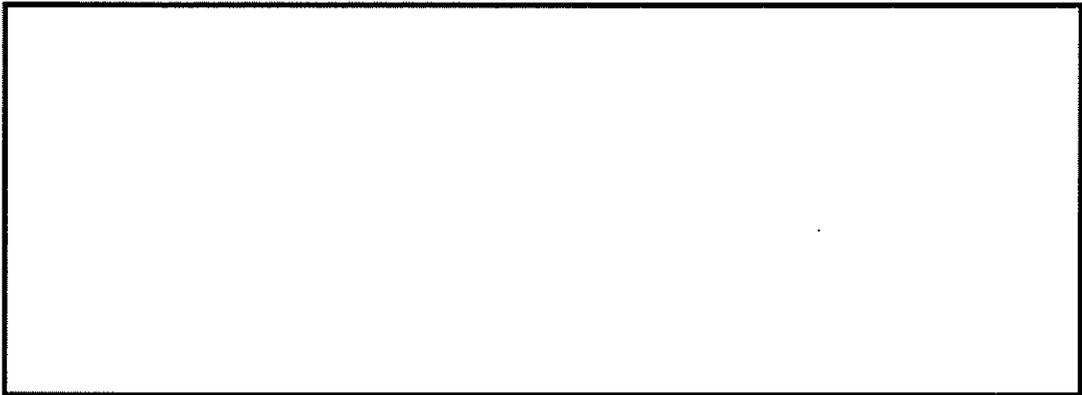


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (7) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波 : S_s-13, 検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース)



(a) 解析モデル全体図

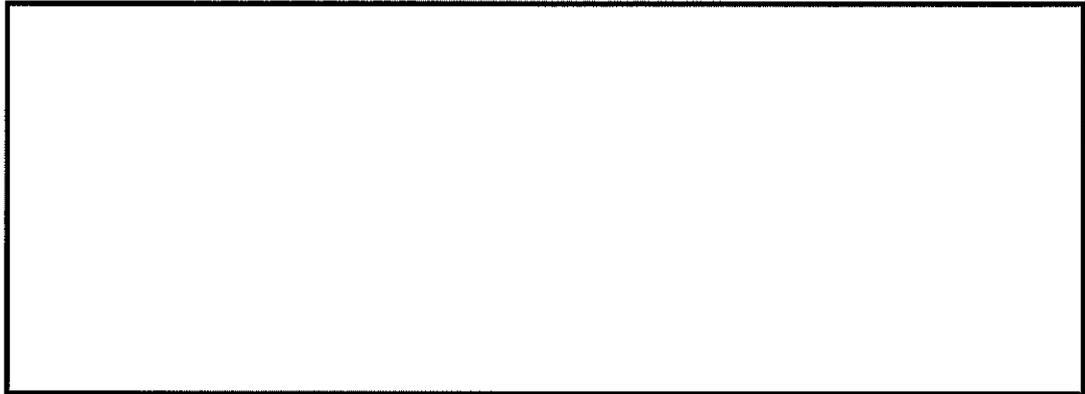


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (8) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波 : $S_s-1.4$, 検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース)

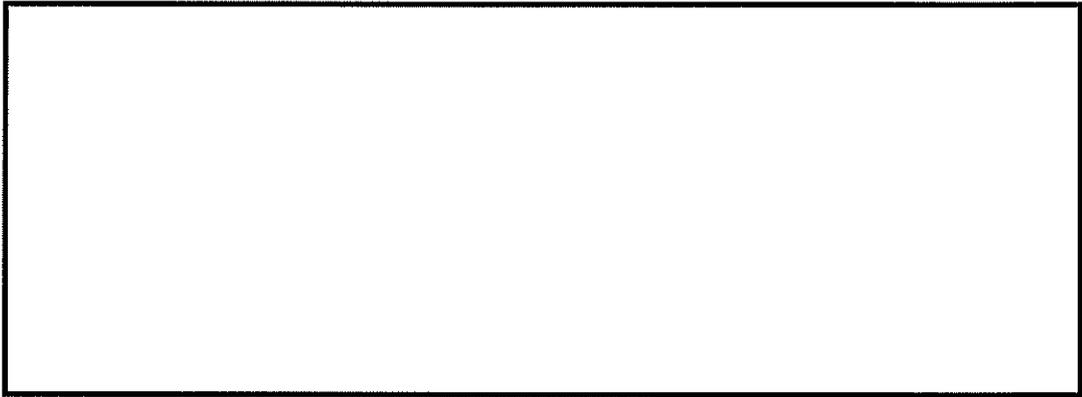


(a) 解析モデル全体図

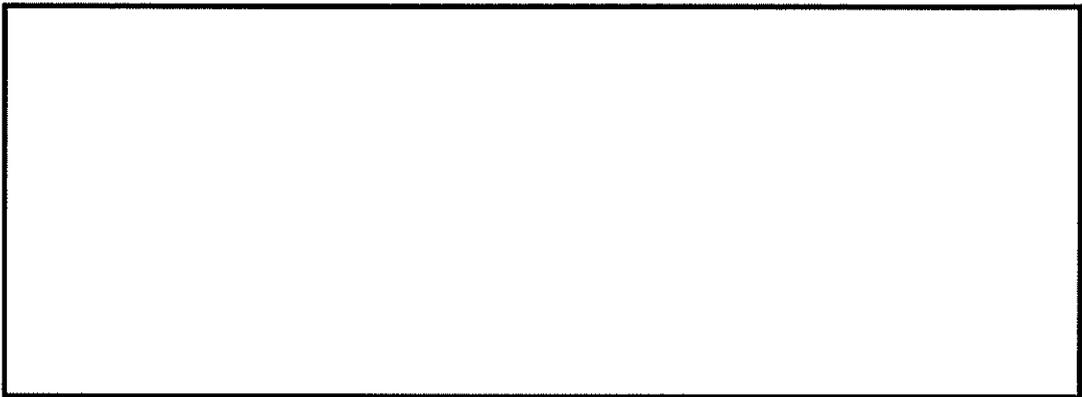


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (9) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S₀-21, 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース)

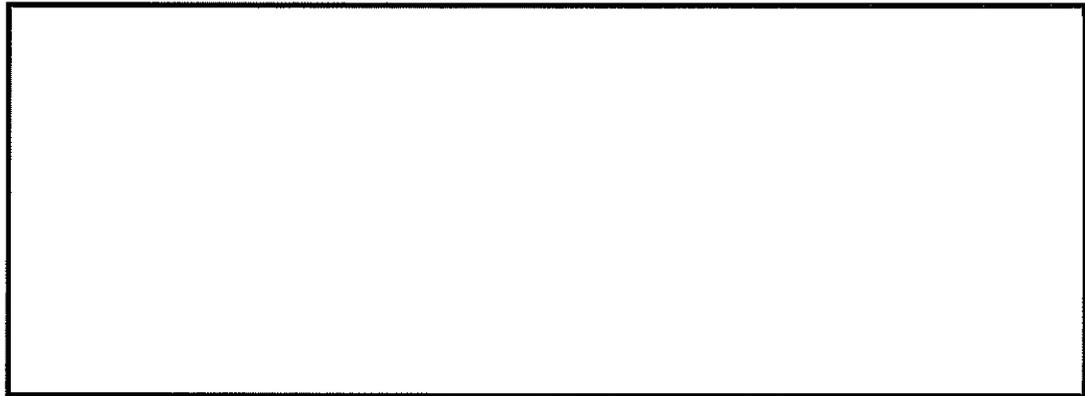


(a) 解析モデル全体図

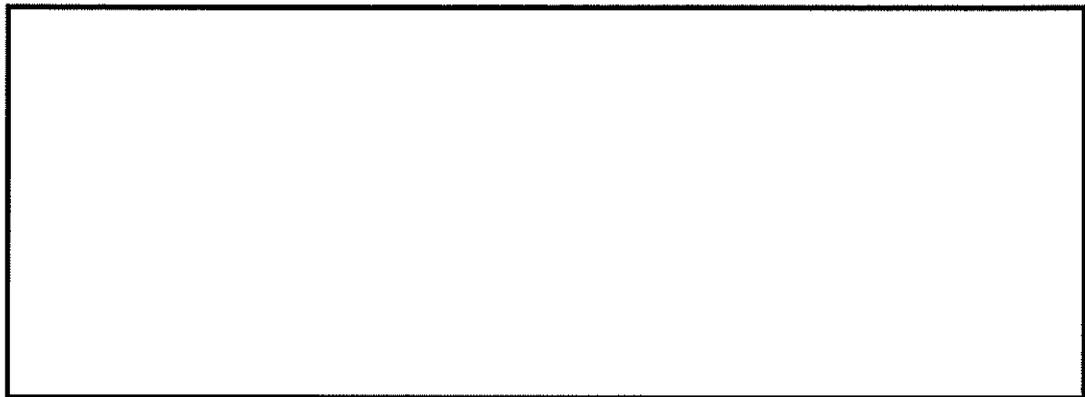


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (10) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S₀-22, 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース)



(a) 解析モデル全体図

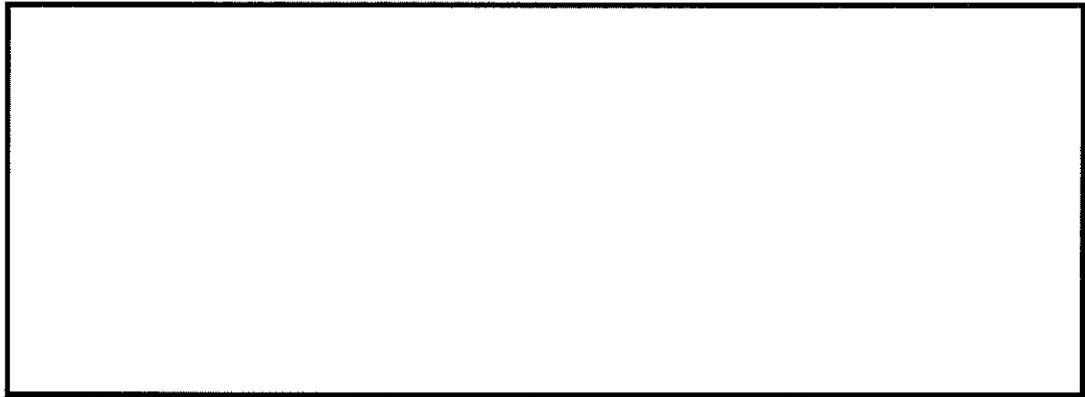


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (11) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-31 [H+, V+], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース)

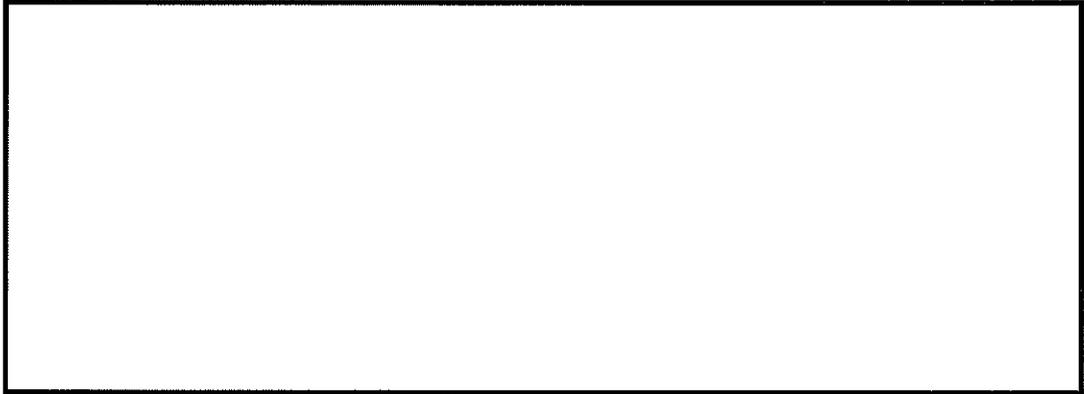


(a) 解析モデル全体図

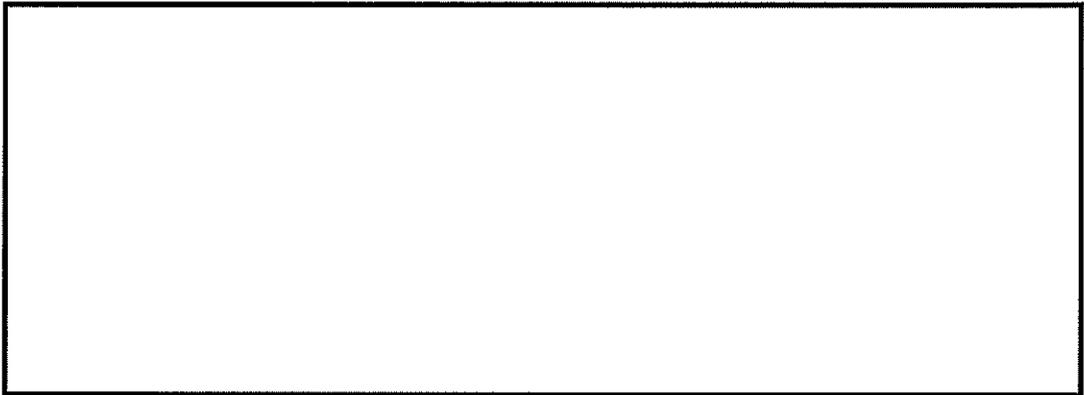


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (12) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: $S_s - 31$ [H-, V+], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース)

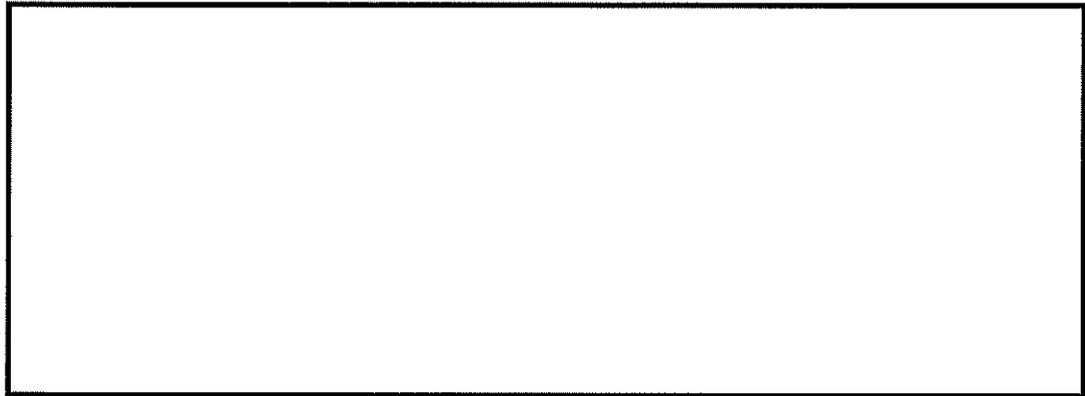


(a) 解析モデル全体図

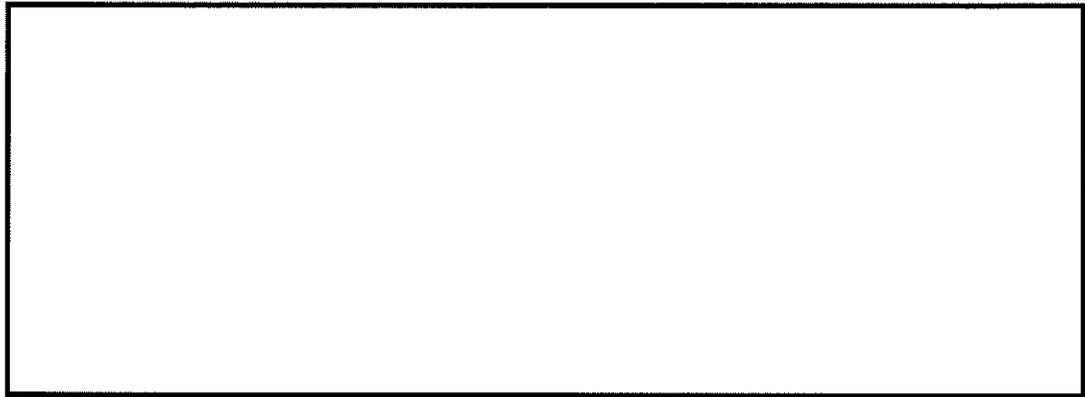


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (13) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-D1 [H+, V+], 検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した
解析ケース)

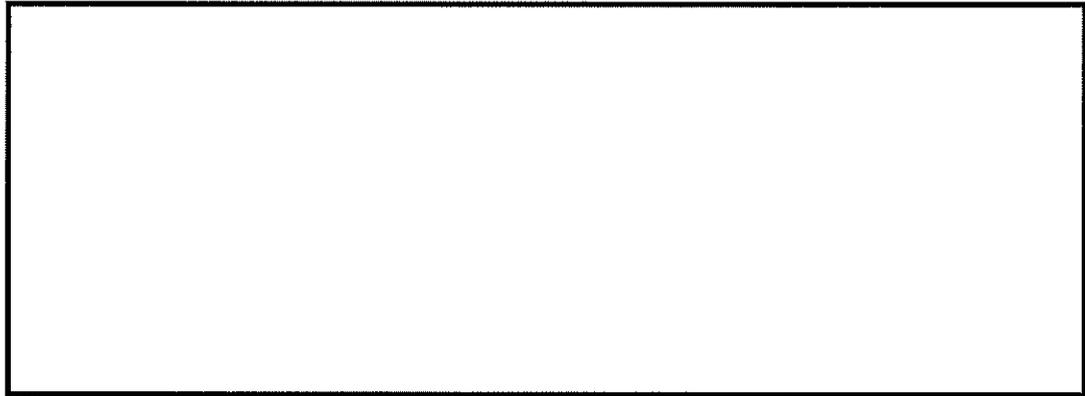


(a) 解析モデル全体図

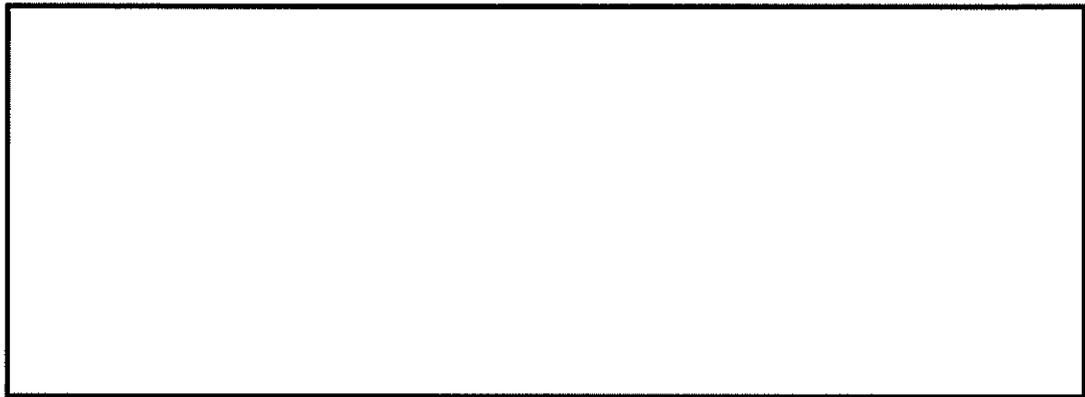


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (14) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波 : S_s-D1 [H+, V+], 検討ケース③ : 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した
解析ケース)

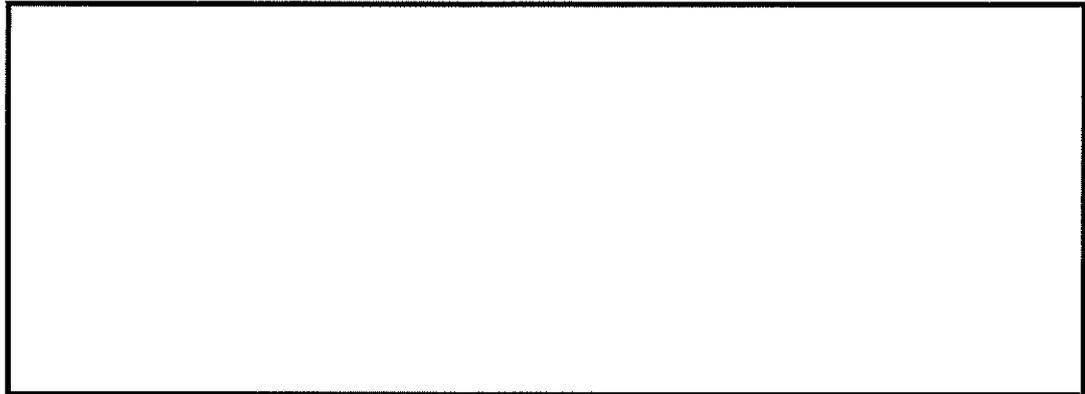


(a) 解析モデル全体図

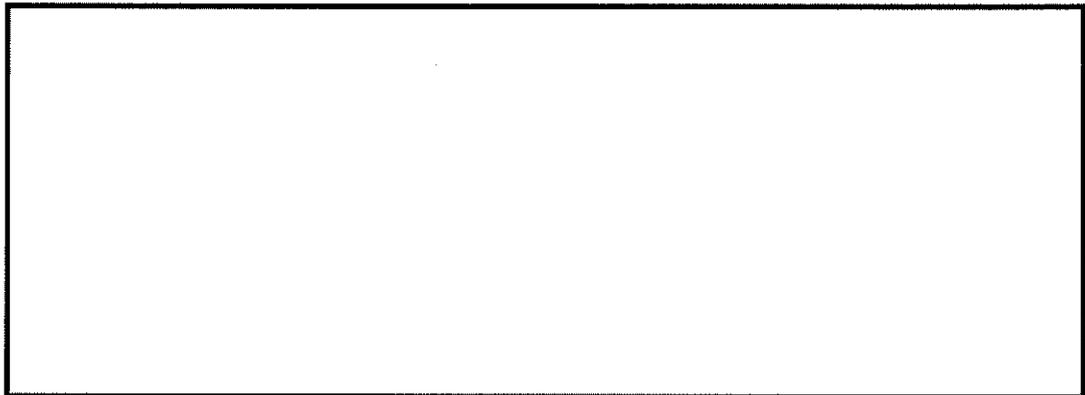


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (15) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-D1 [H+, V+], 検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

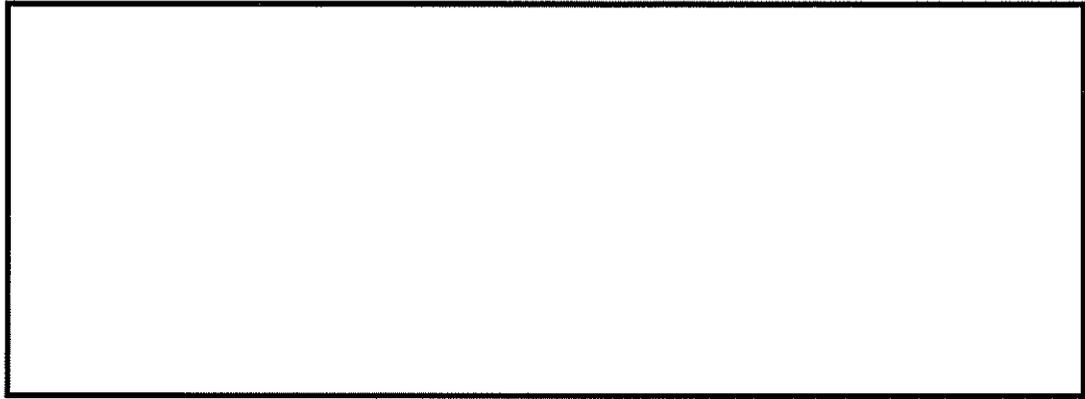


(a) 解析モデル全体図

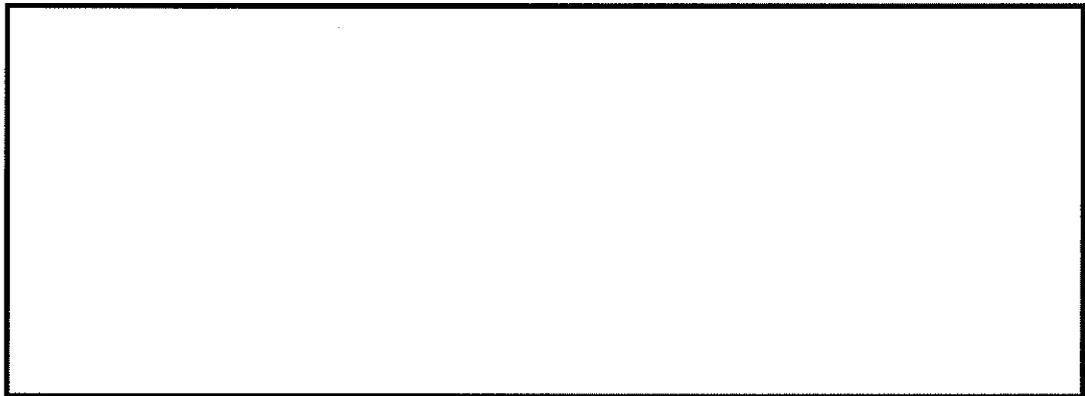


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (16) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-D1 [H+, V-], 検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

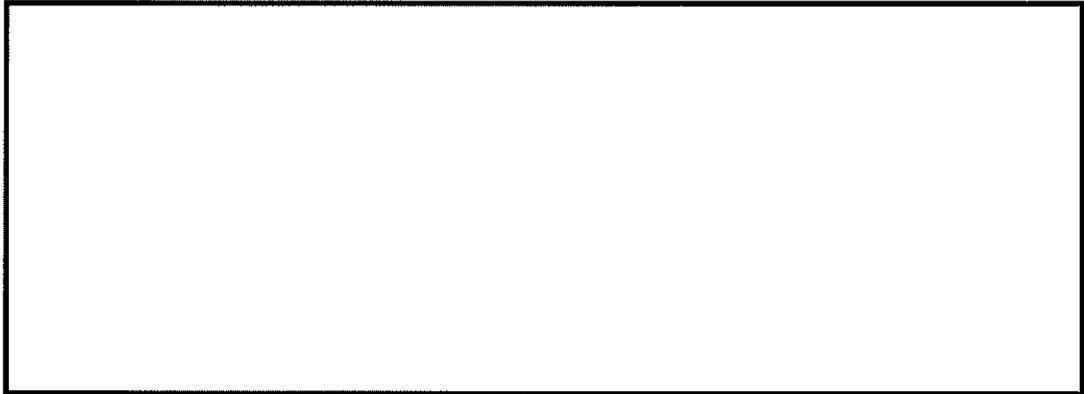


(a) 解析モデル全体図

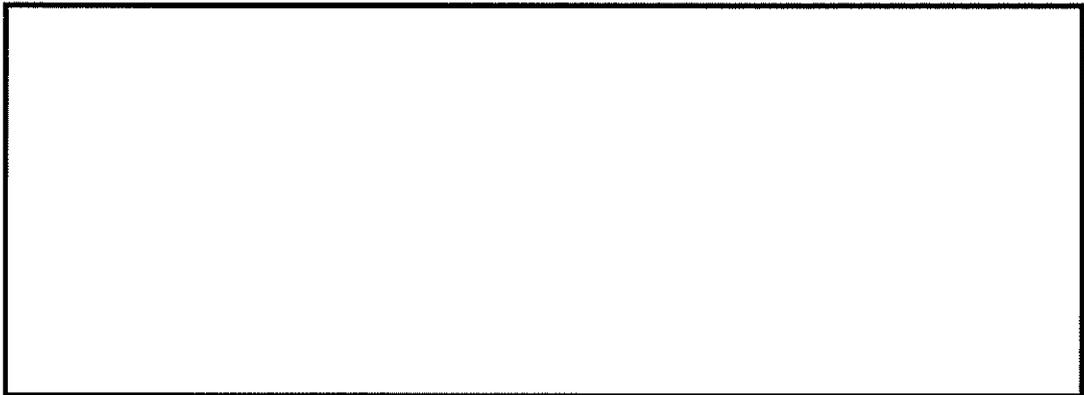


(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (17) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波 : S_s-D1 [H+, V+], 検討ケース⑤ : 原地盤において非液状化の条件を仮定した
解析ケース)

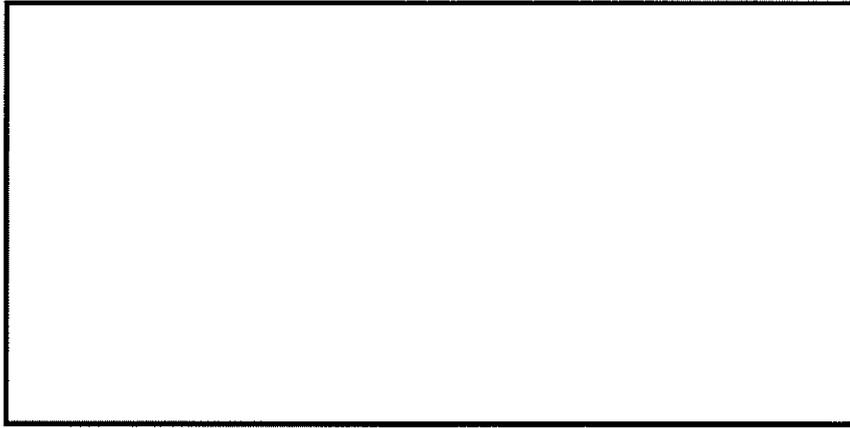


(a) 解析モデル全体図



(b) 解析モデル全体 (コンターレンジ調整)

図 3.4-11 (18) A-A断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-D1 [H+, V+], 検討ケース⑥: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して
非液状化の条件を仮定した解析ケース)



(a) 解析モデル全体図

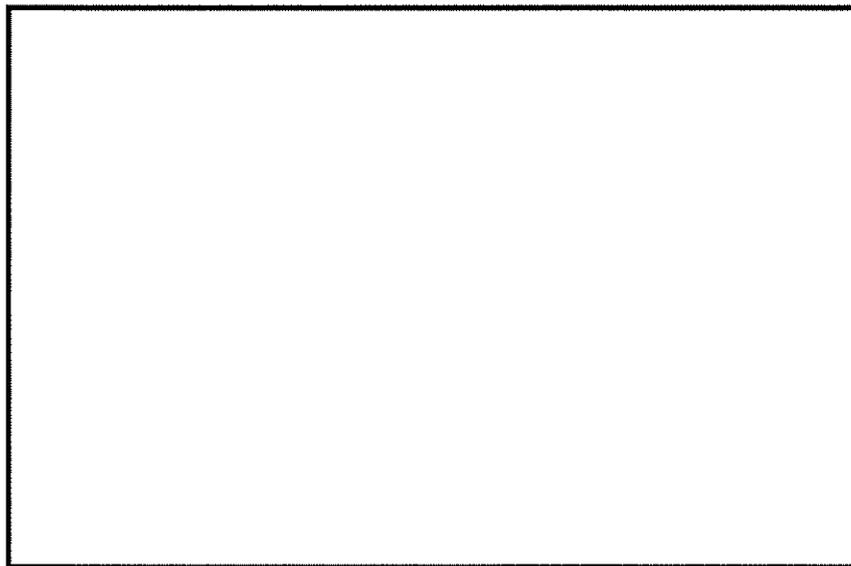


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (1) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-D1 [H+, V+], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

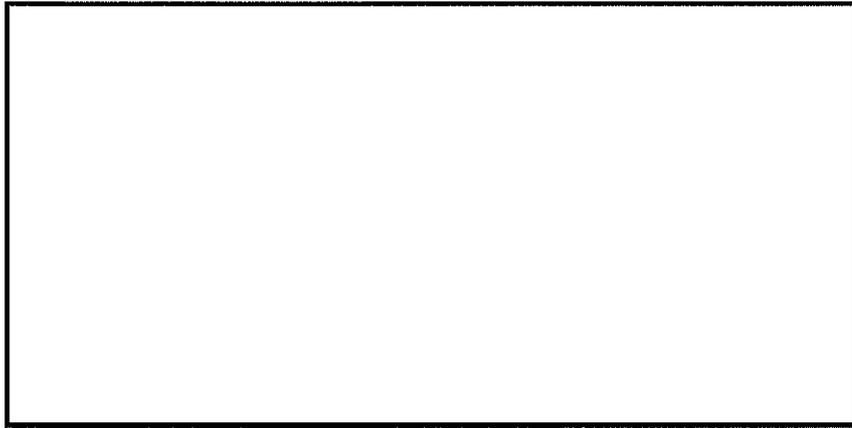


(a) 解析モデル全体図

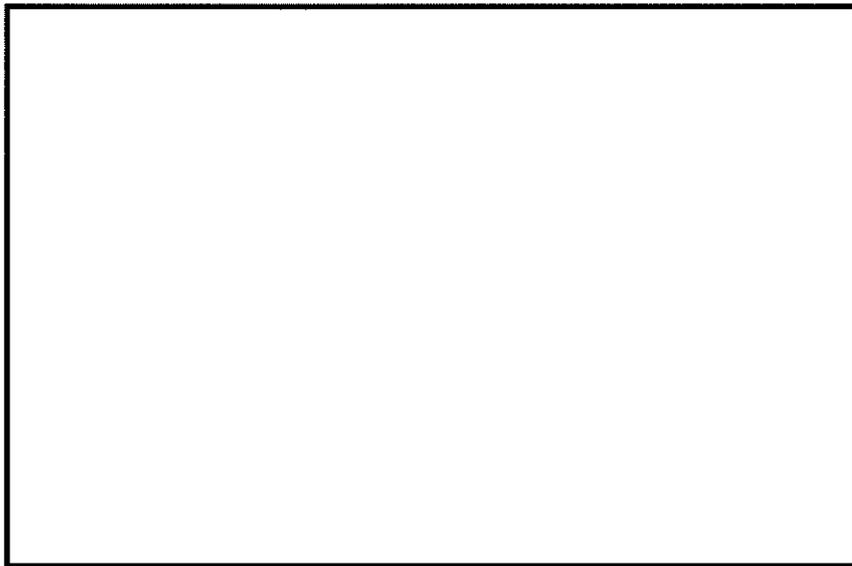


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (2) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波：S_s-D1 [H+, V-], 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

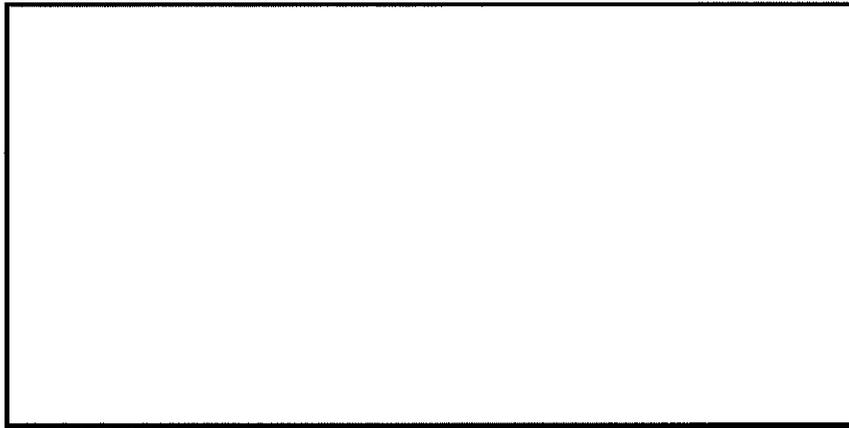


(a) 解析モデル全体図

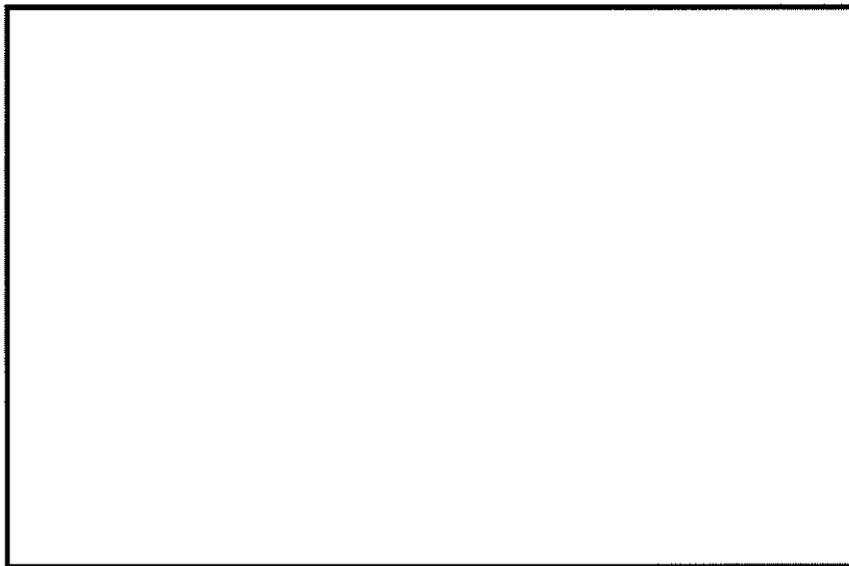


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (3) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波：S₀-D1 [H-, V+], 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

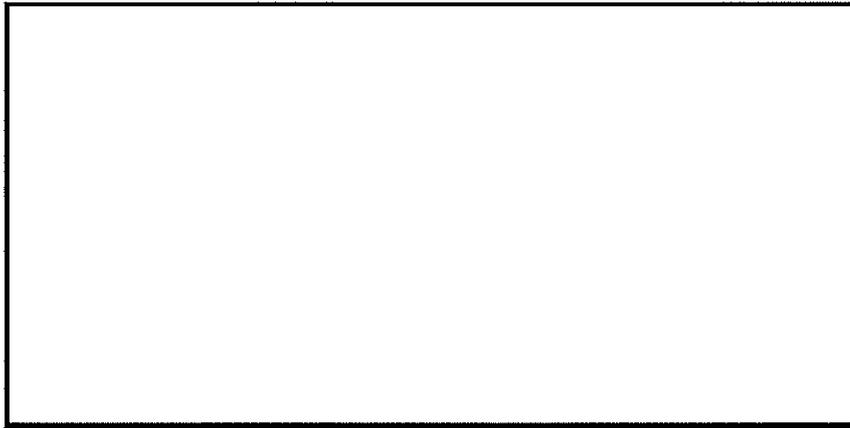


(a) 解析モデル全体図

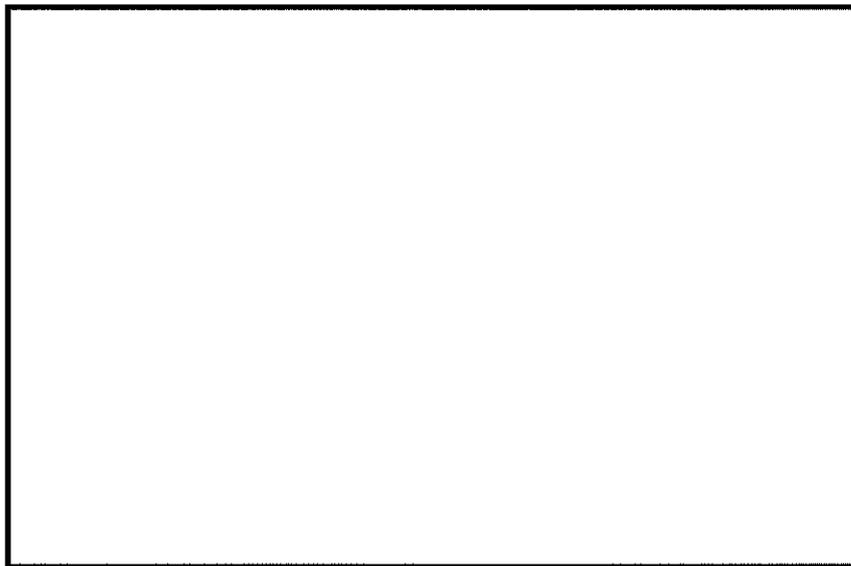


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (4) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波：S_s-D1 [H-, V-], 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

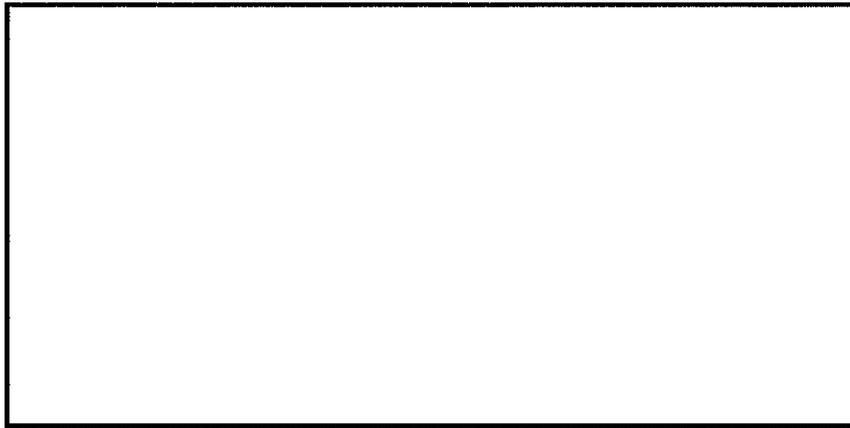


(a) 解析モデル全体図

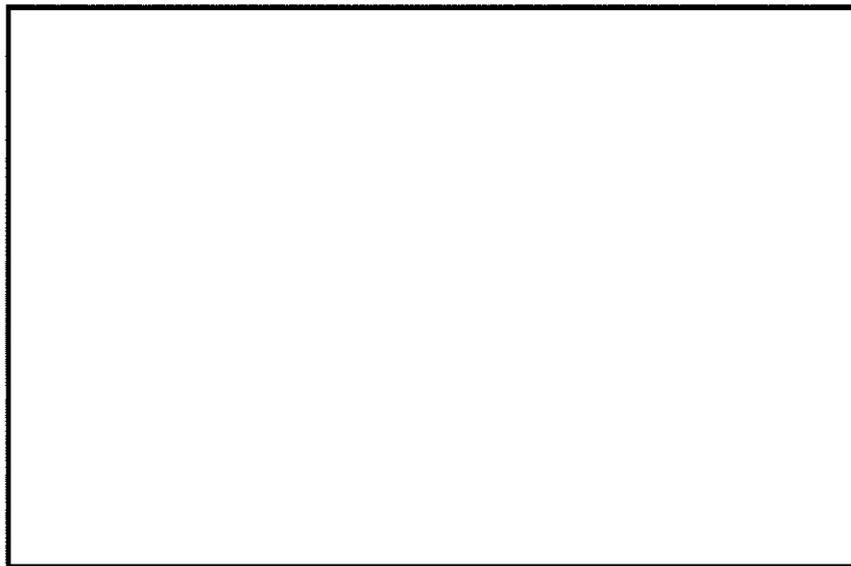


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (5) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波 : $S_s - 1.1$, 検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

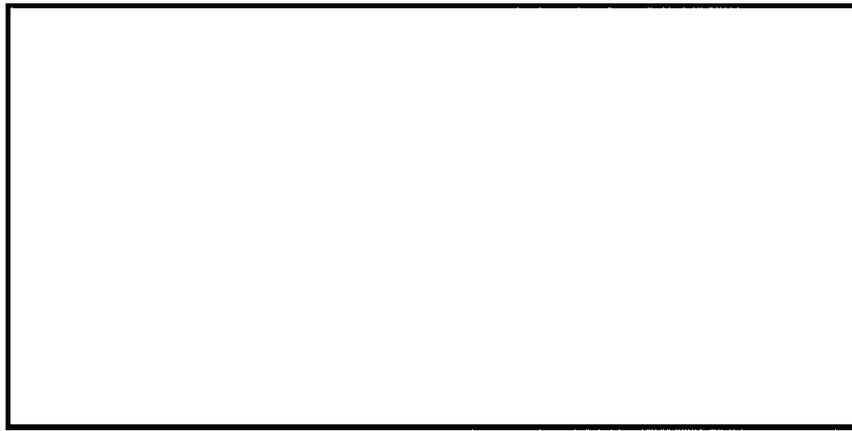


(a) 解析モデル全体図

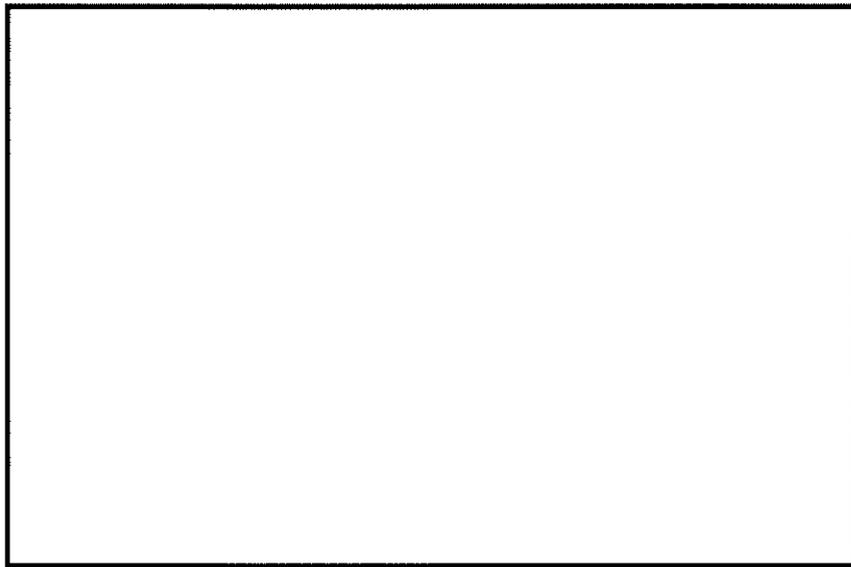


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (6) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波：S_s-1 2, 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

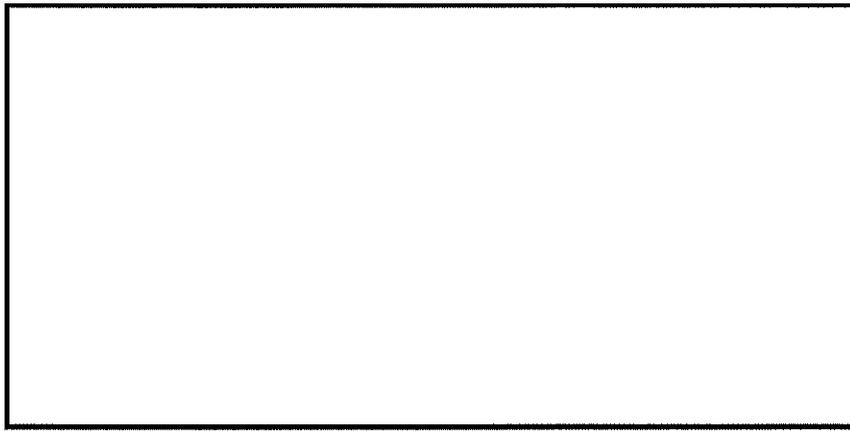


(a) 解析モデル全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (7) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波：S_s-13，検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース（基本ケース）)

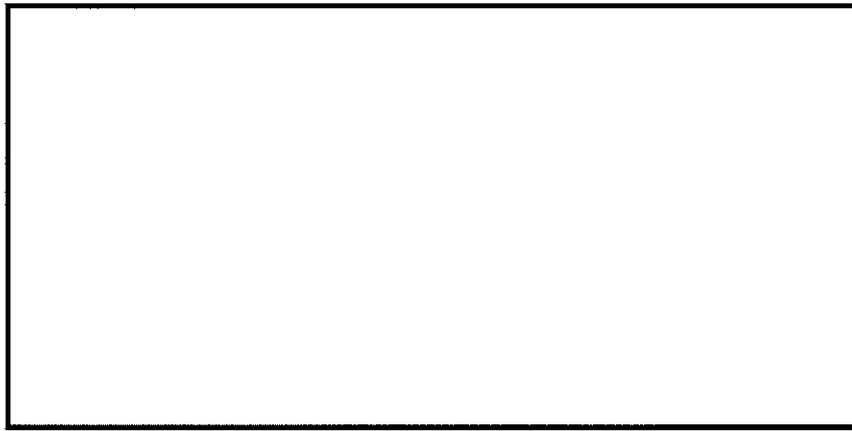


(a) 解析モデル全体図

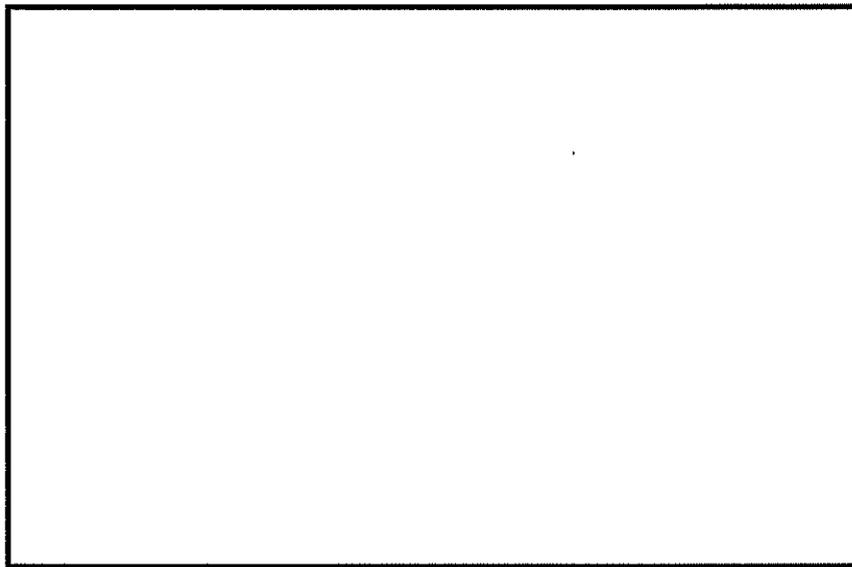


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (8) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波 : S_s-14 , 検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

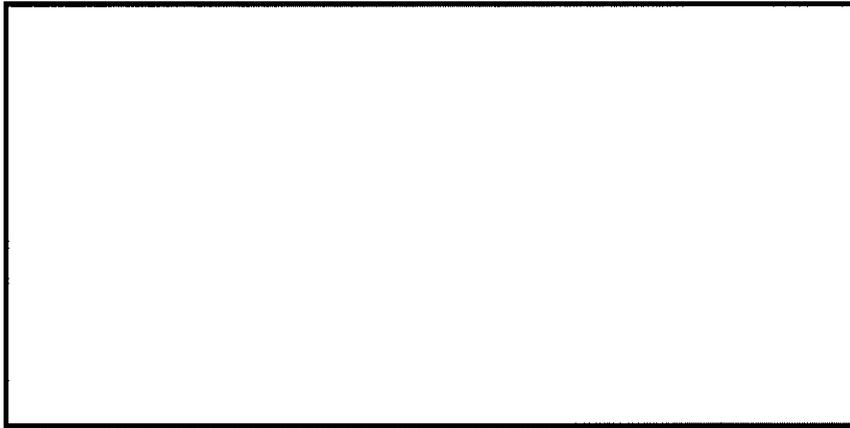


(a) 解析モデル全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (9) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波：S_s-2 1，検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース（基本ケース）)

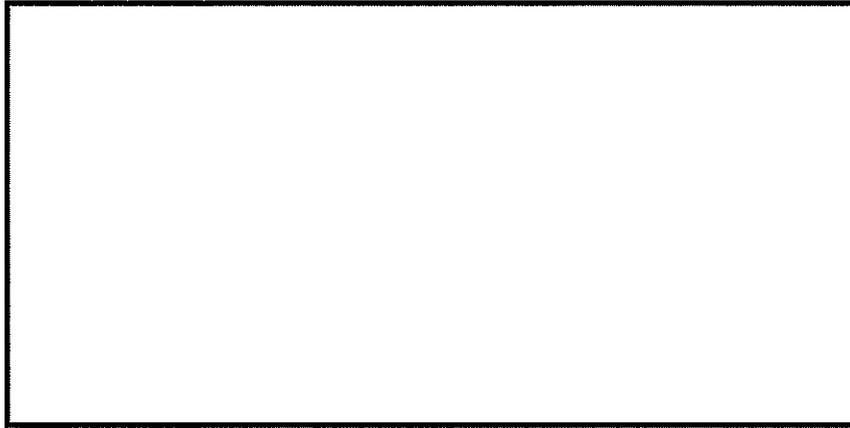


(a) 解析モデル全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (10) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波：S_s-22，検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース（基本ケース）)

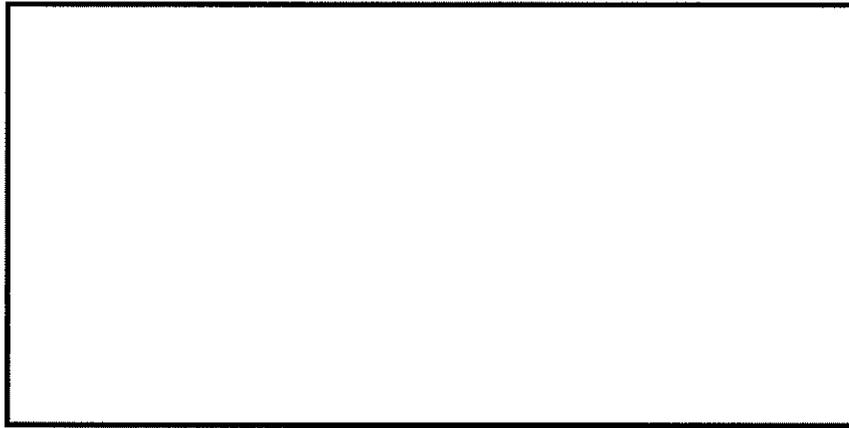


(a) 解析モデル全体図

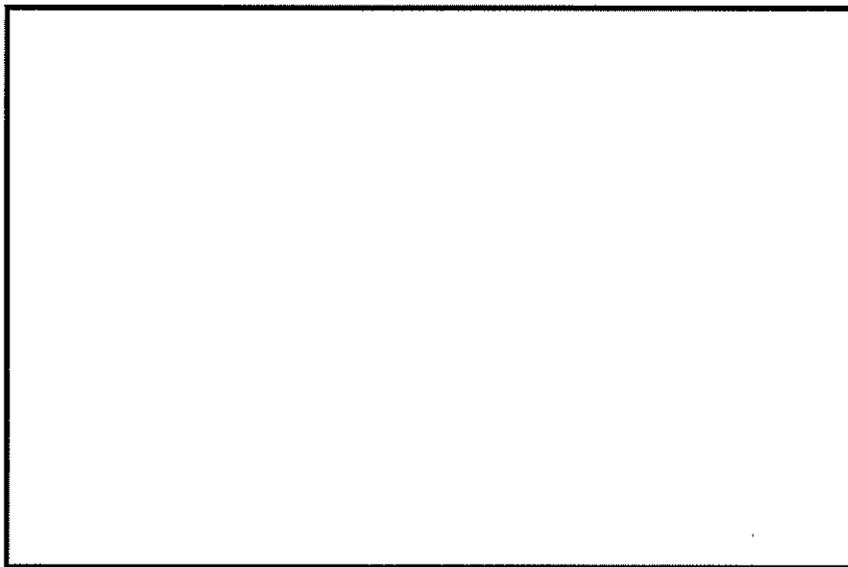


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (11) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波：S_s-31 [H+, V+], 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

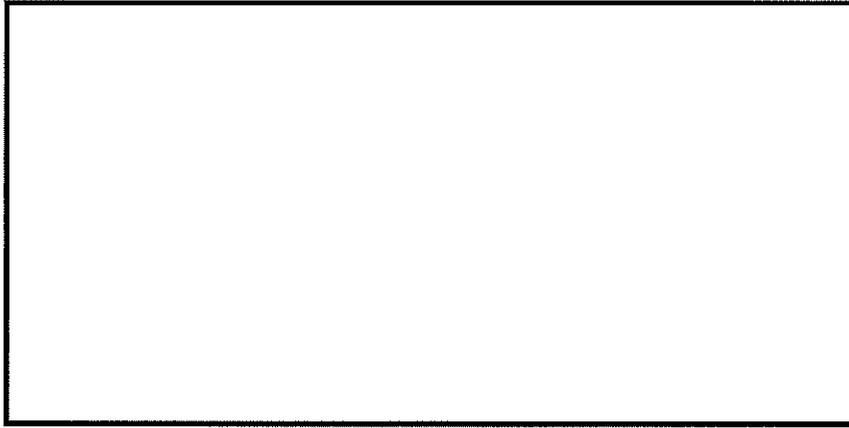


(a) 解析モデル全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (12) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-31 [H-, V+], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

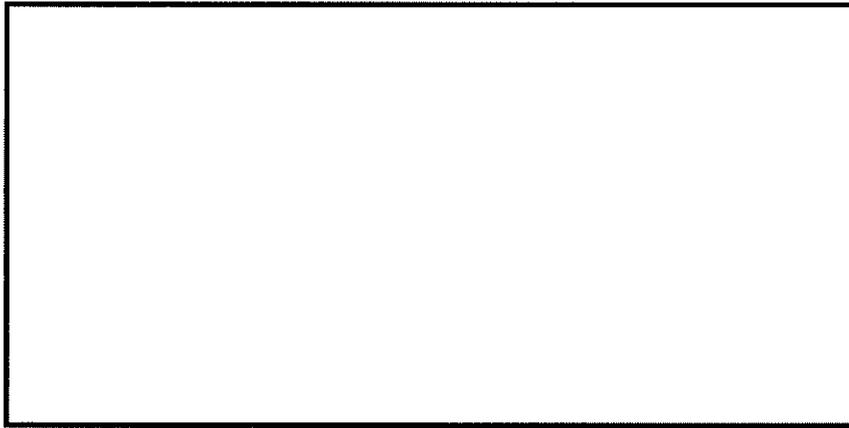


(a) 解析モデル全体図

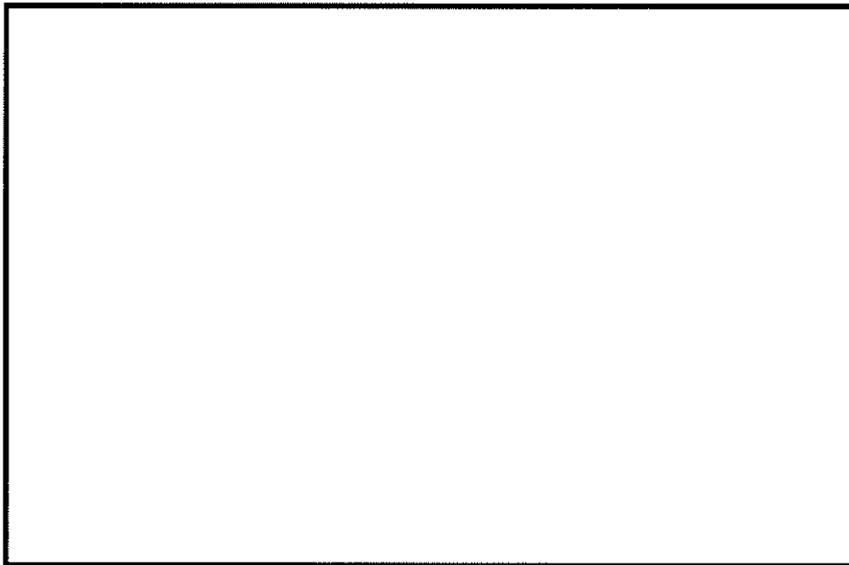


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (13) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波：S_s-1 2，検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した
解析ケース)

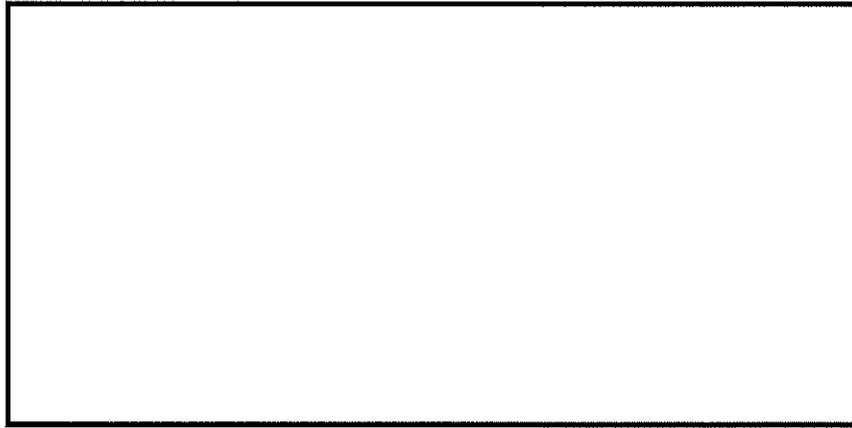


(a) 解析モデル全体図

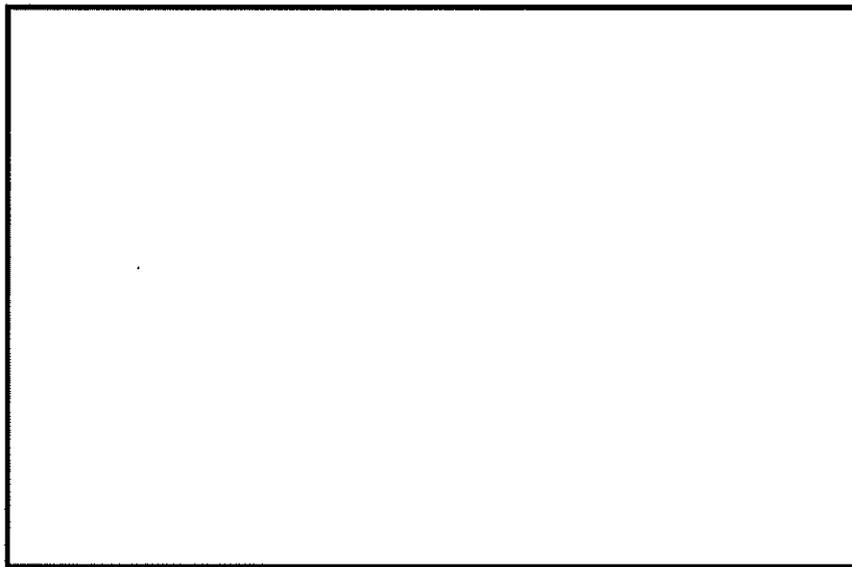


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (14) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波：S_s-1 2，検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した
解析ケース)



(a) 解析モデル全体図

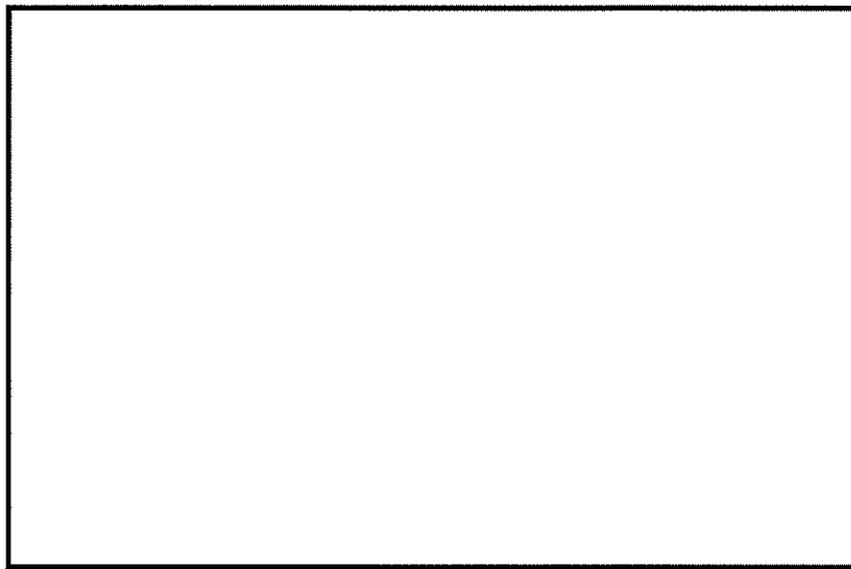


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (15) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波： S_s-D1 [H+, V-], 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

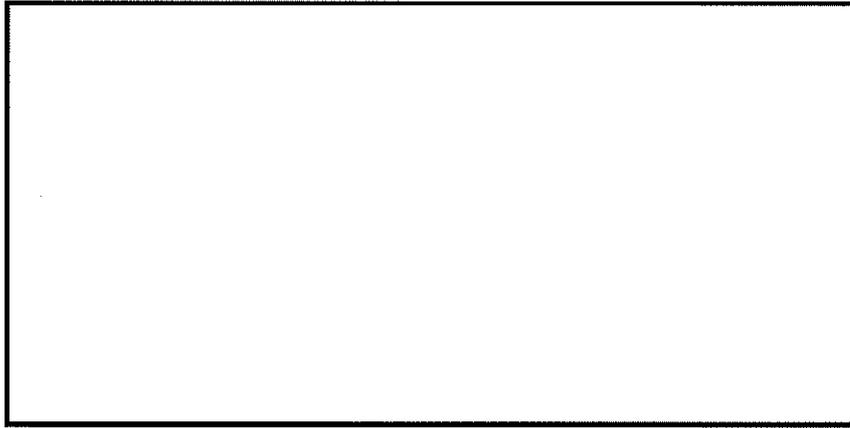


(a) 解析モデル全体図

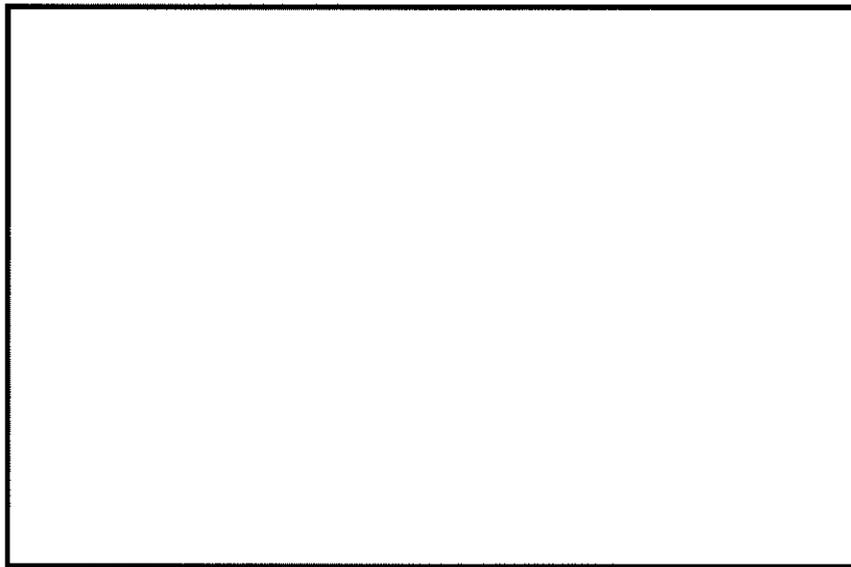


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (16) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-12 , 検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

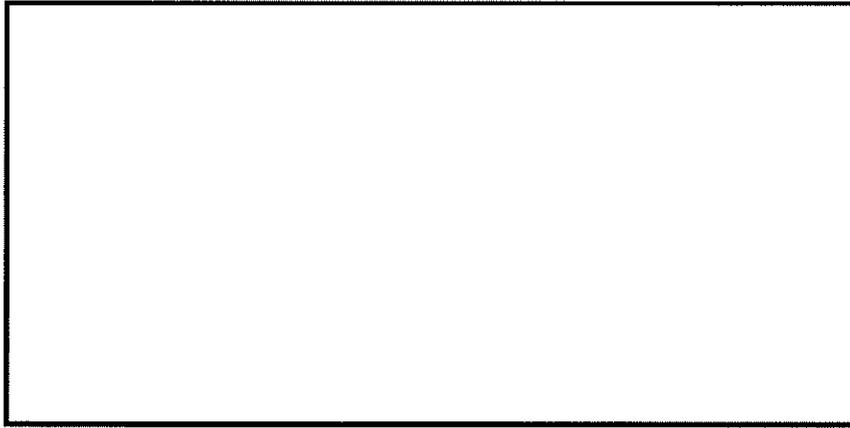


(a) 解析モデル全体図

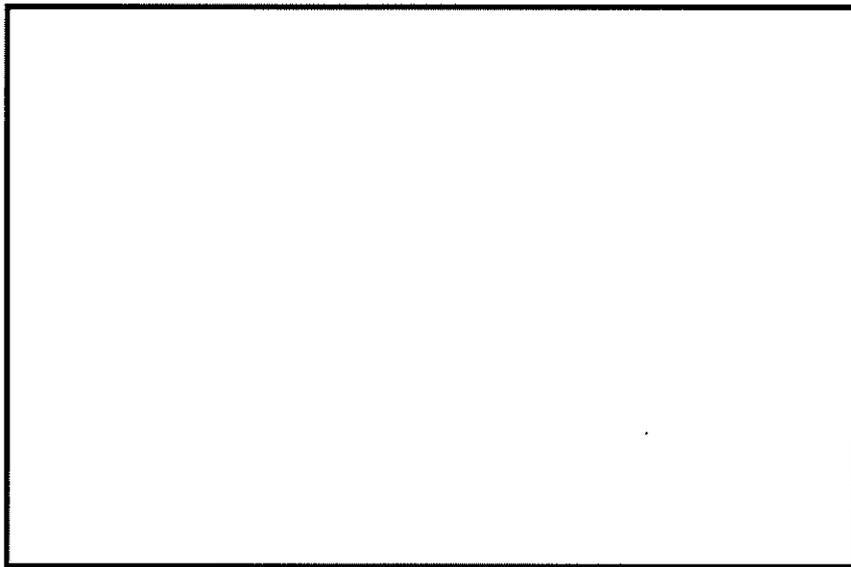


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (17) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波：S_s-12，検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した
解析ケース)

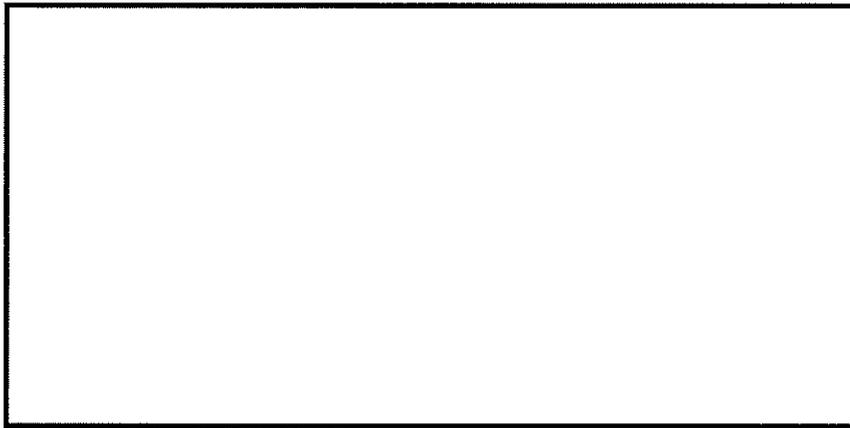


(a) 解析モデル全体図

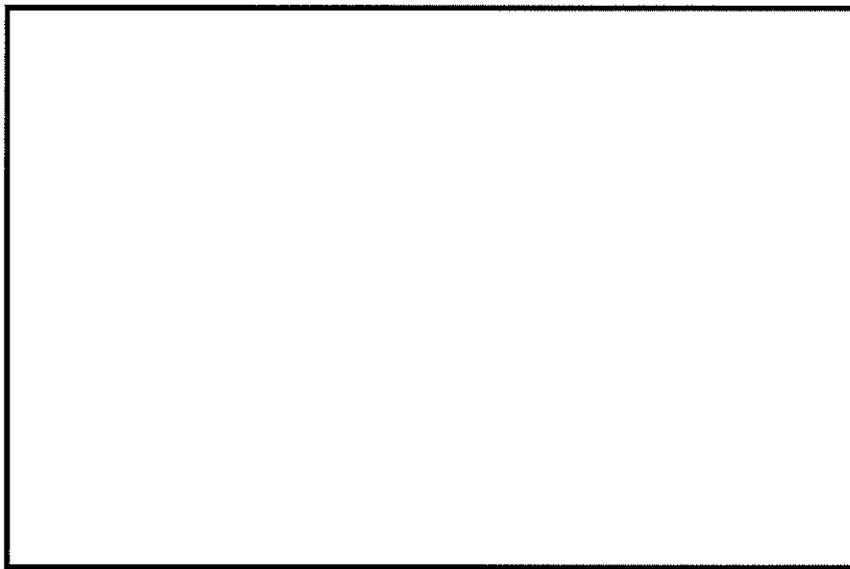


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-12 (18) B-B断面の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-12 , 検討ケース⑥: 地盤物性のばらつきを考慮 ($+1\sigma$) して
非液状化の条件を仮定した解析ケース)

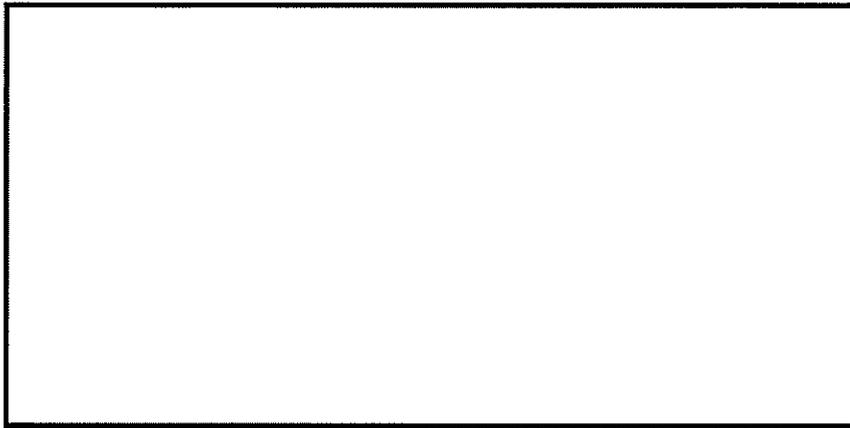


(a) 解析モデル全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (1) C-C断面（杭基礎構造部）の最大せん断ひずみ分布
（地震波： S_w -D1 [H+, V+], 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース（基本ケース））

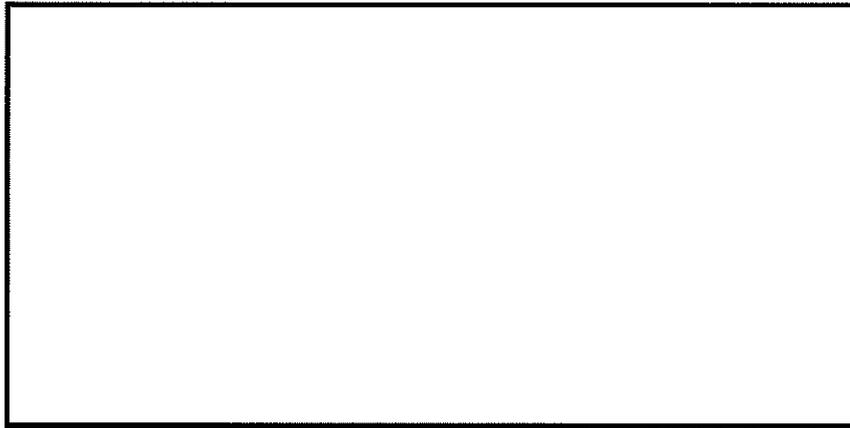


(a) 解析モデル全体図

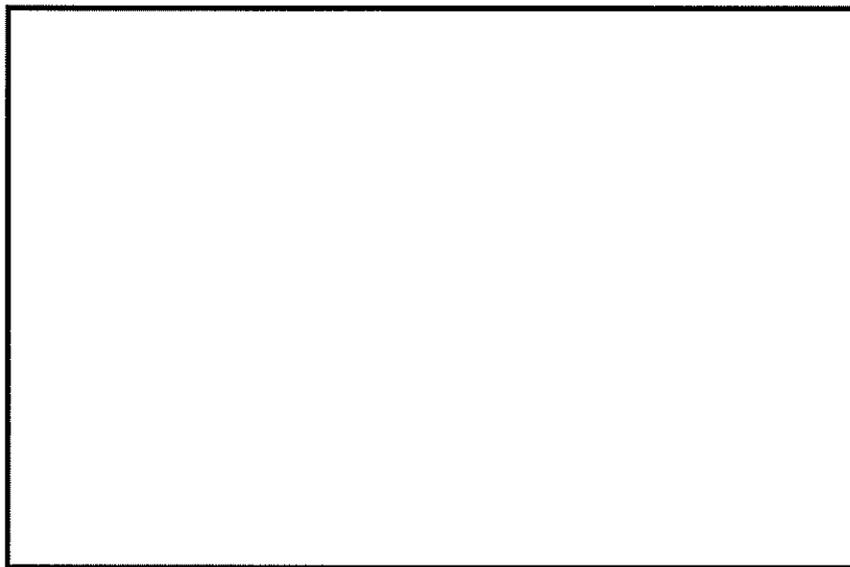


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (2) C-C断面 (杭基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-D1 [H+, V-], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

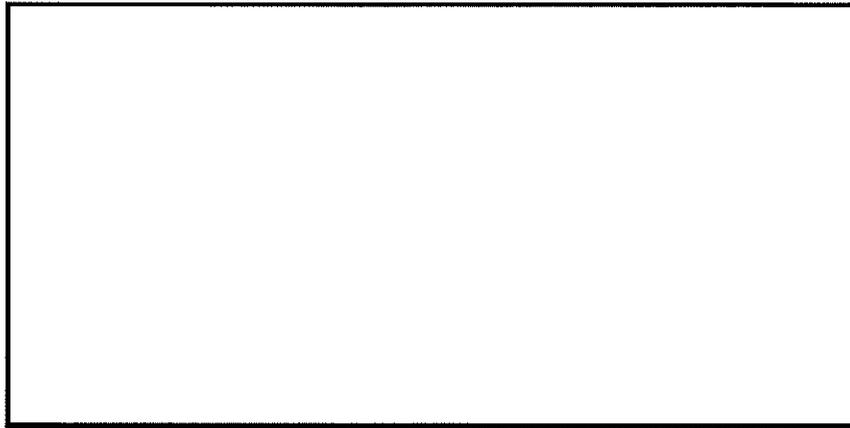


(a) 解析モデル全体図

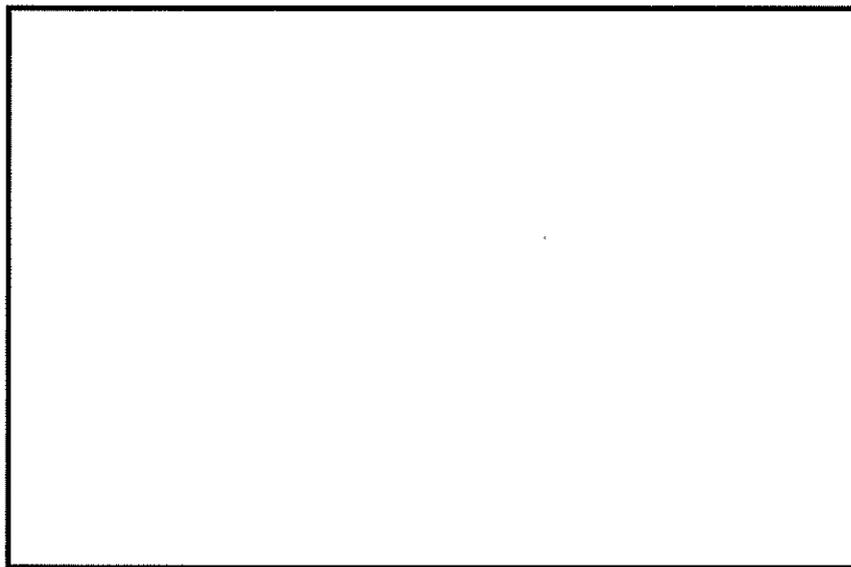


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (3) C-C断面 (杭基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-D1 [H-, V+], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

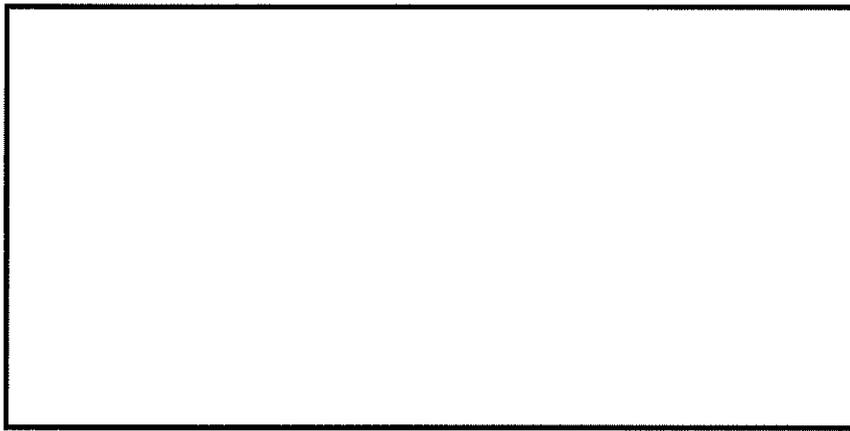


(a) 解析モデル全体図

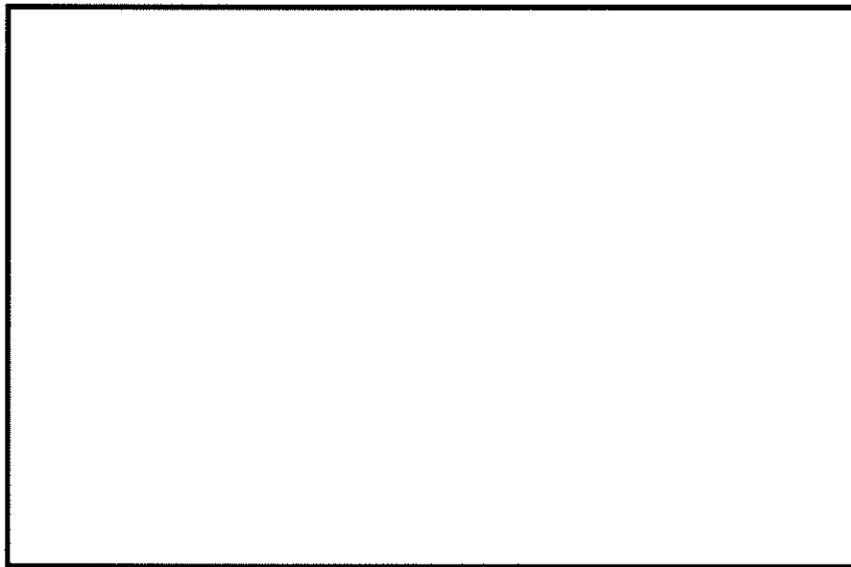


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (4) C-C断面 (杭基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波 : S_s-D1 [H-, V-], 検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))



(a) 解析モデル全体図

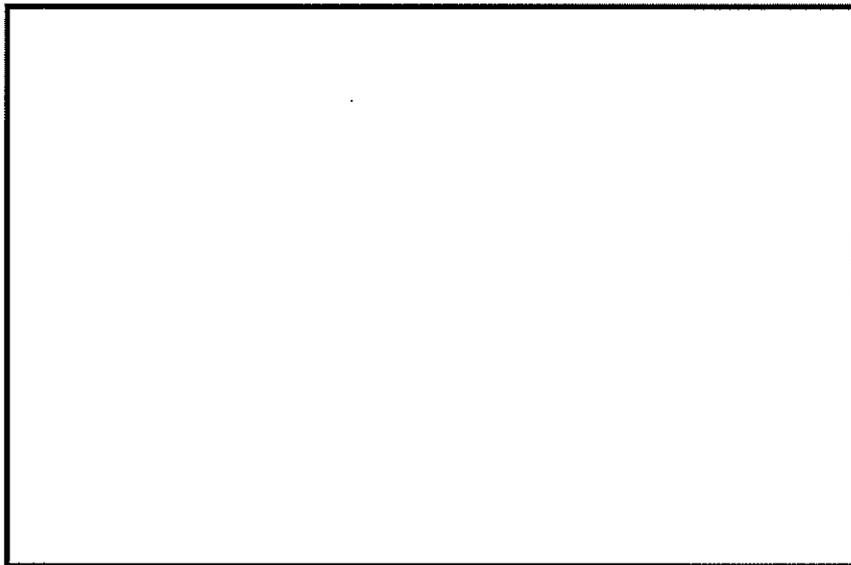


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (5) C-C断面 (杭基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-11 , 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

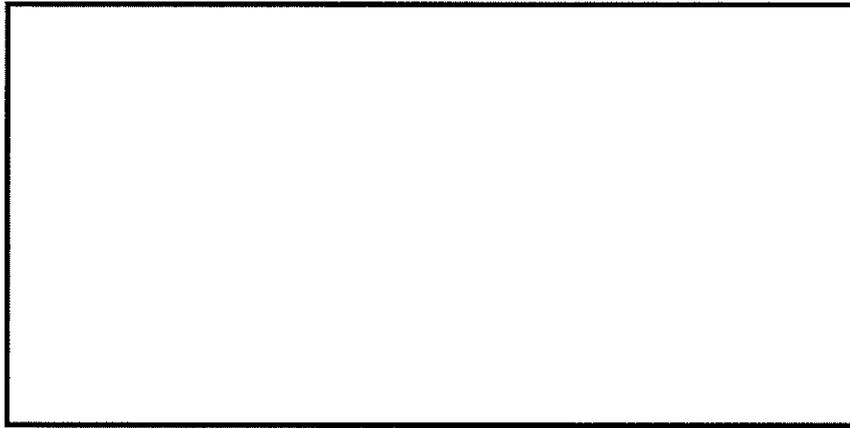


(a) 解析モデル全体図

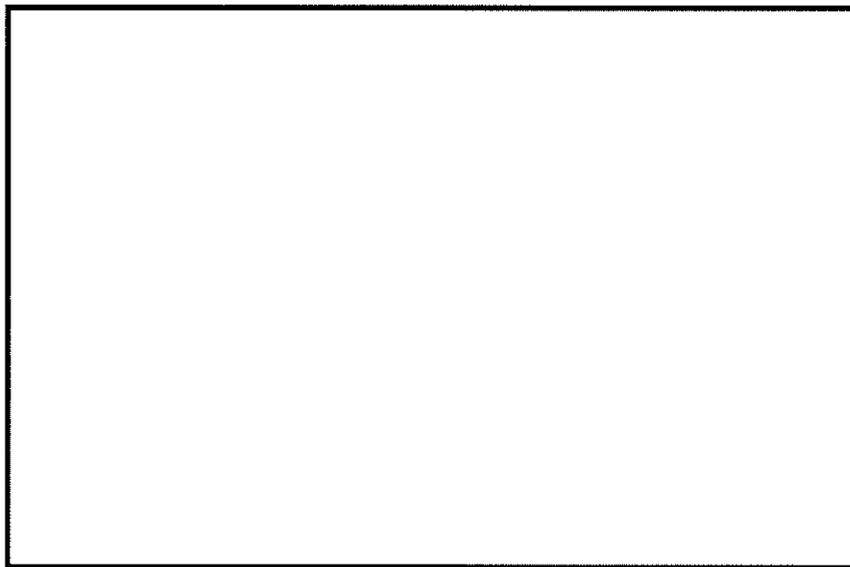


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (6) C-C断面 (杭基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: $S_s-1.2$, 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

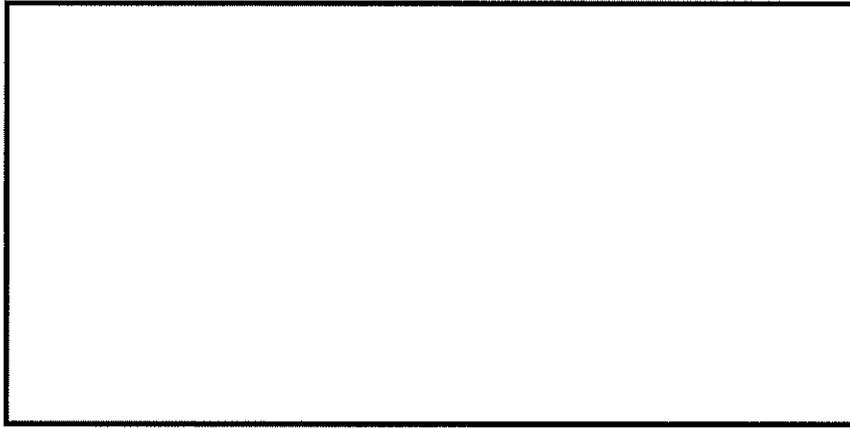


(a) 解析モデル全体図

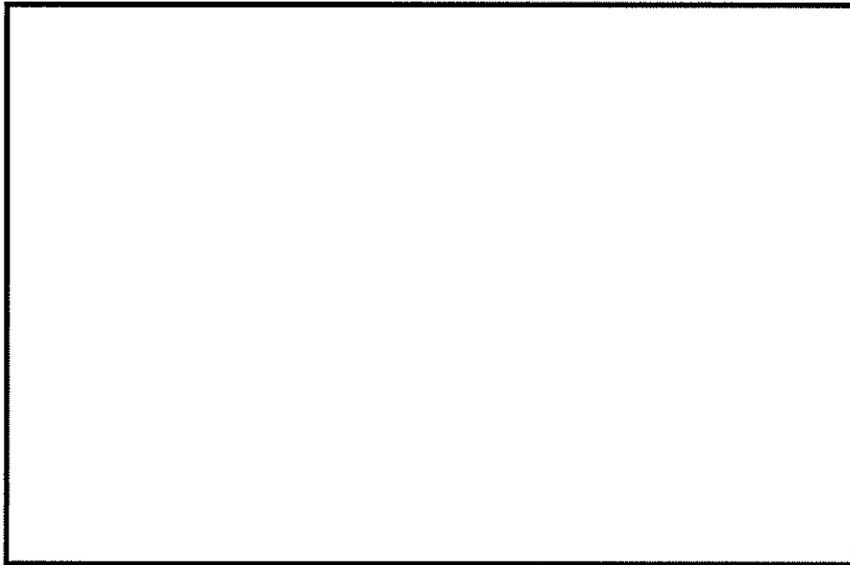


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (7) C-C断面 (杭基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-13 , 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))



(a) 解析モデル全体図

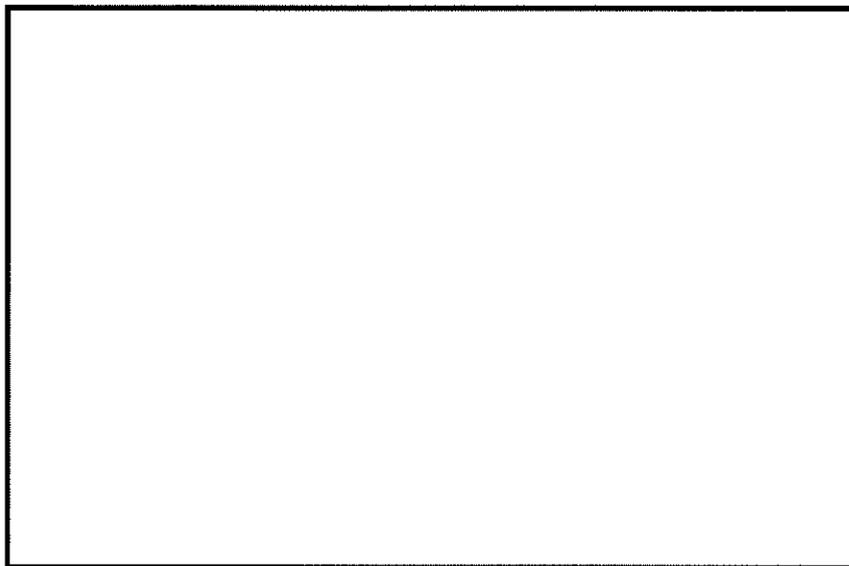


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (8) C-C断面 (杭基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: $S_s-1.4$, 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

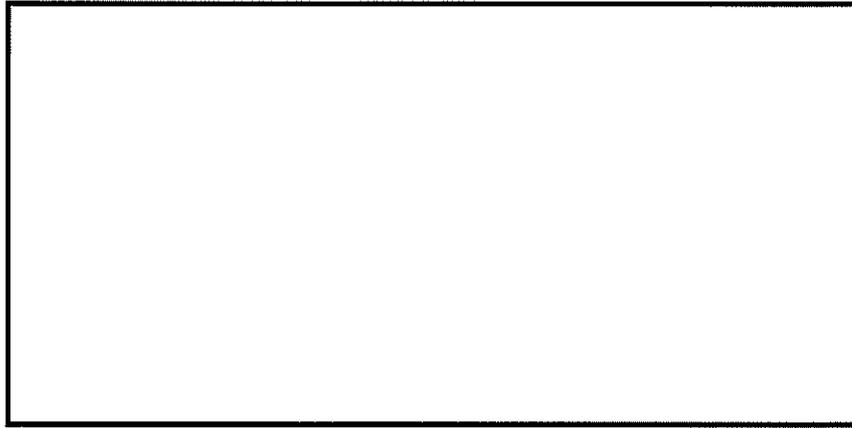


(a) 解析モデル全体図

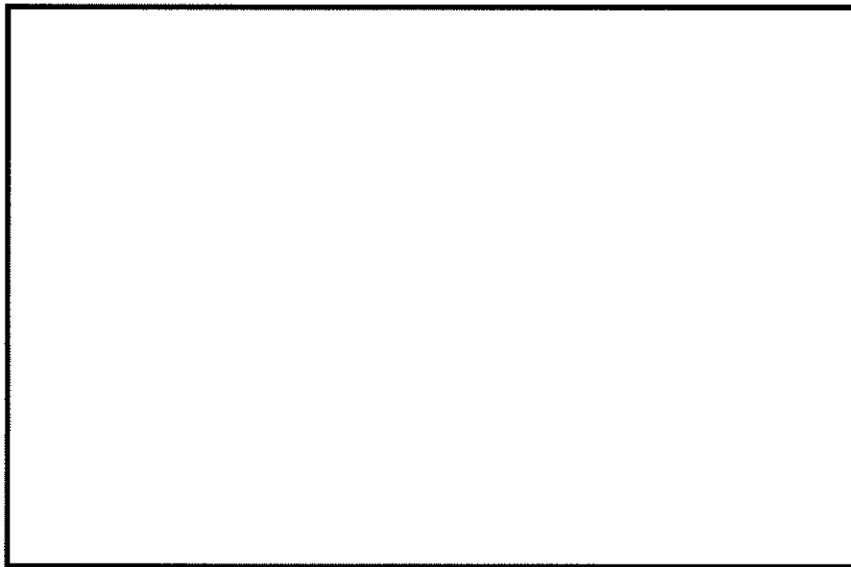


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (9) C-C断面 (杭基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_w-21 , 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

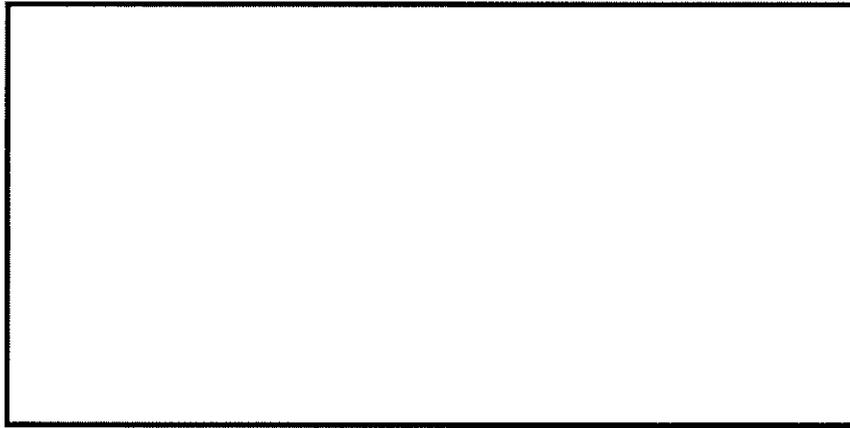


(a) 解析モデル全体図

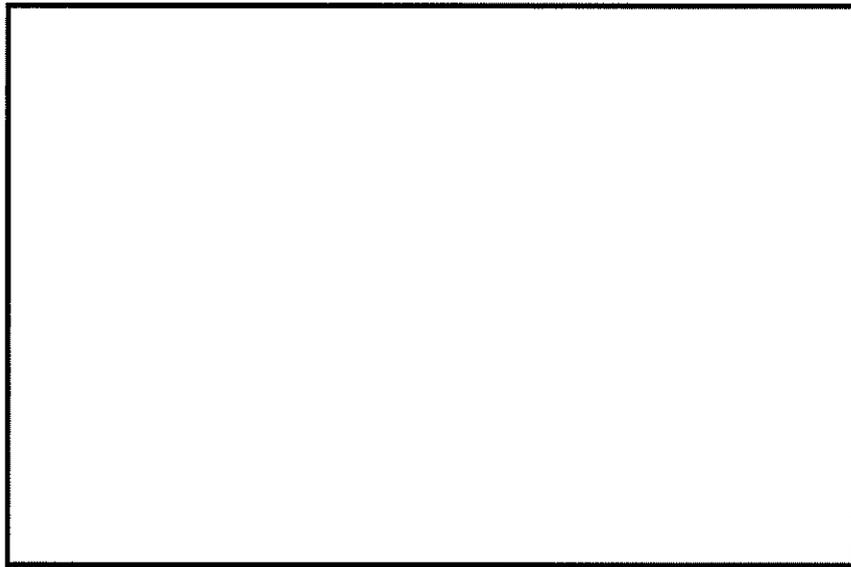


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (10) C-C断面 (杭基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-22 , 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

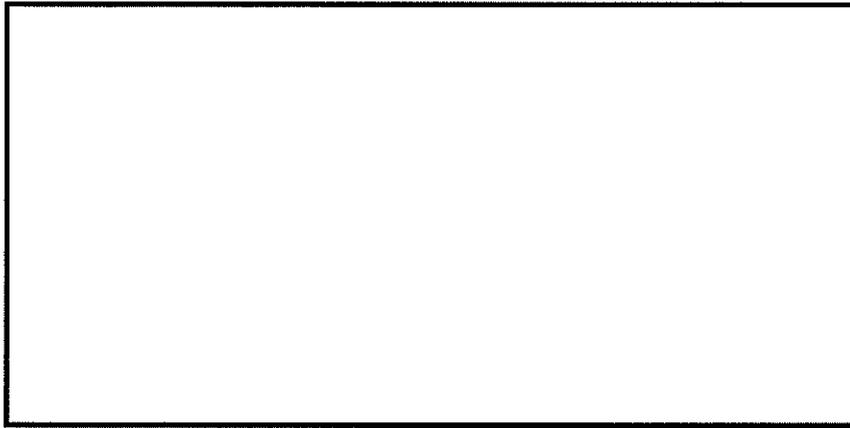


(a) 解析モデル全体図

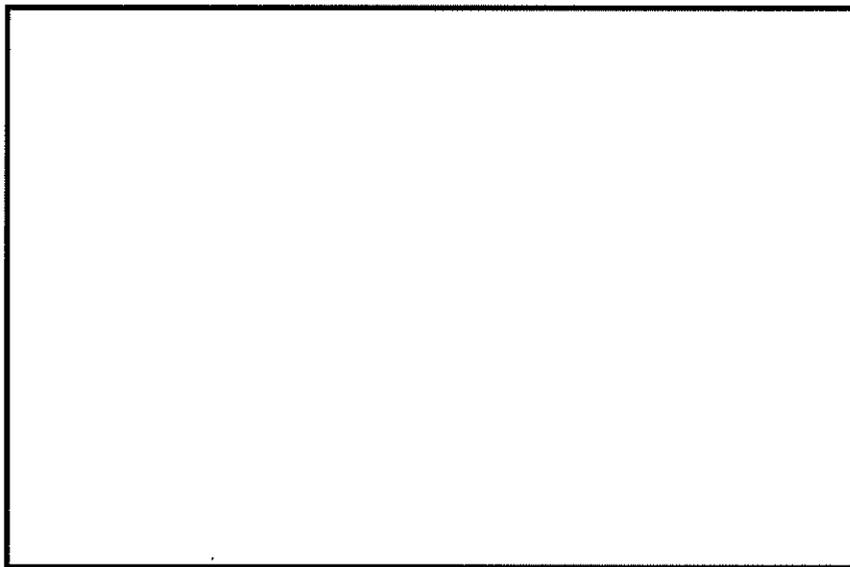


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (11) C-C断面 (杭基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: $S_s - 31$ [H+, V+], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

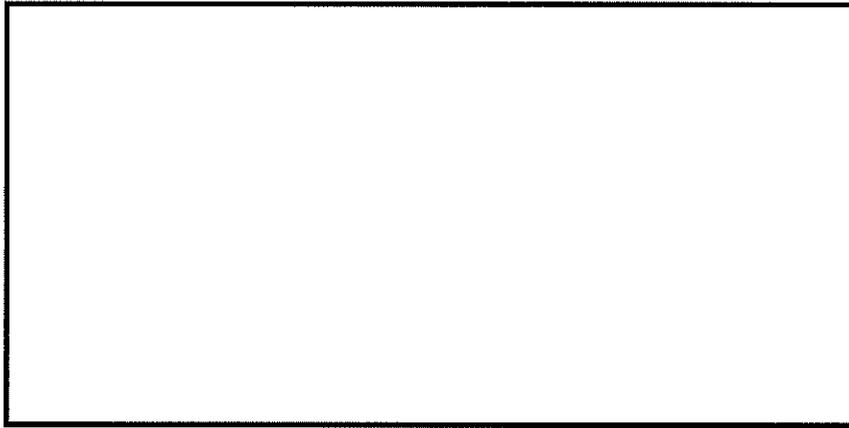


(a) 解析モデル全体図

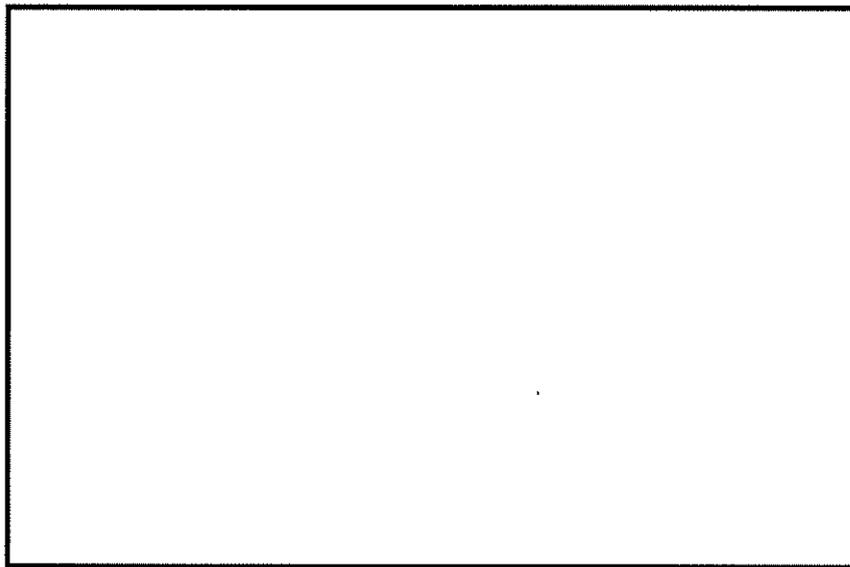


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (12) C-C断面 (杭基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-31 [H-, V+], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

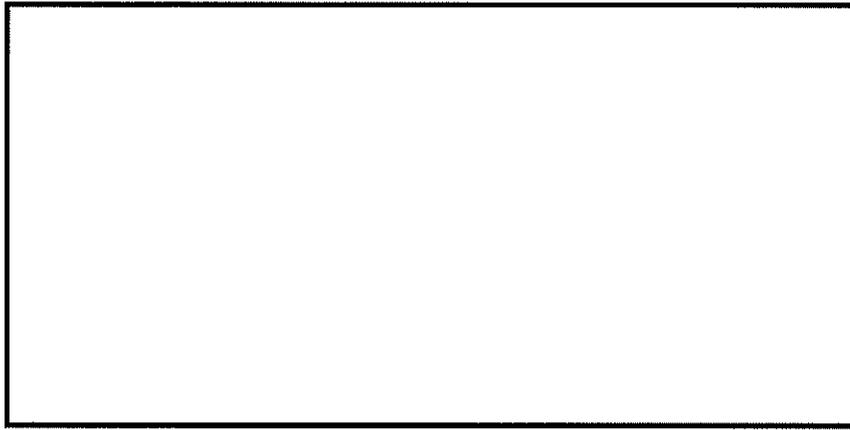


(a) 解析モデル全体図

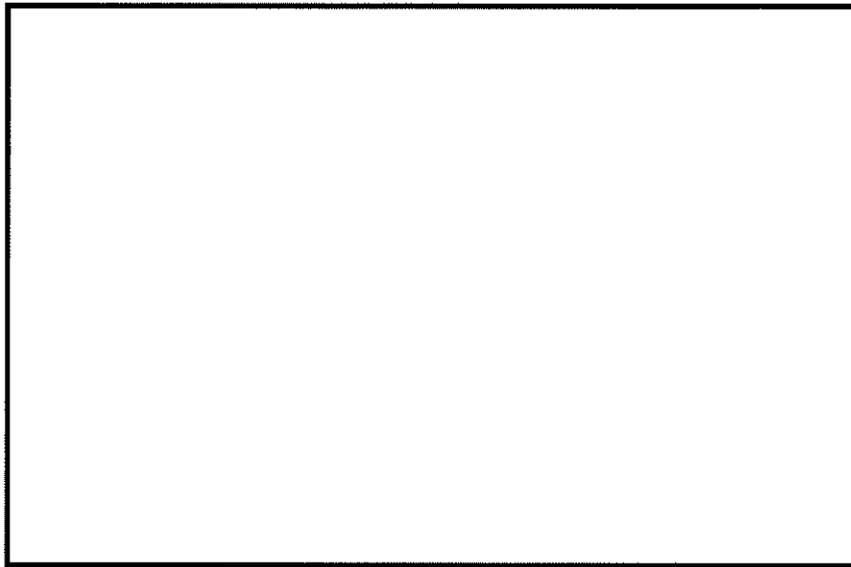


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (13) C-C断面（杭基礎構造部）の最大せん断ひずみ分布
（地震波：S_s-D1 [H-, V-], 検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した
解析ケース)



(a) 解析モデル全体図

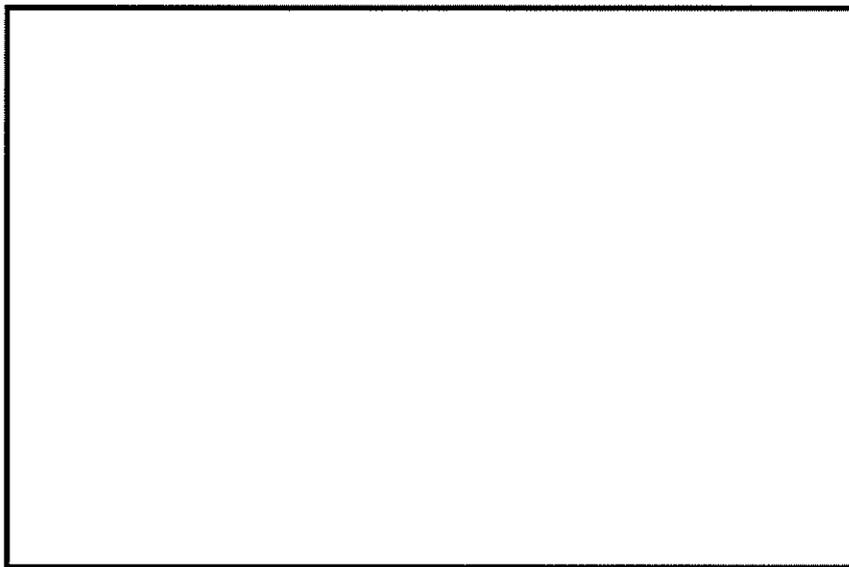


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (14) C-C断面（杭基礎構造部）の最大せん断ひずみ分布
（地震波：S_s-D1 [H-, V-], 検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（-1σ）した
解析ケース）

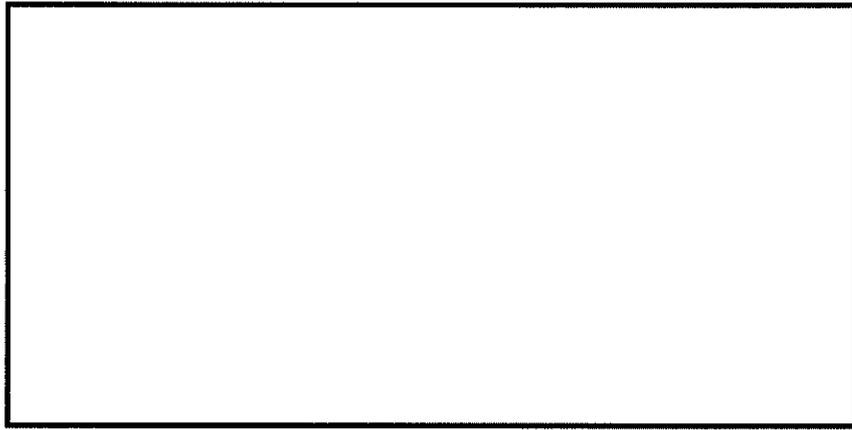


(a) 解析モデル全体図

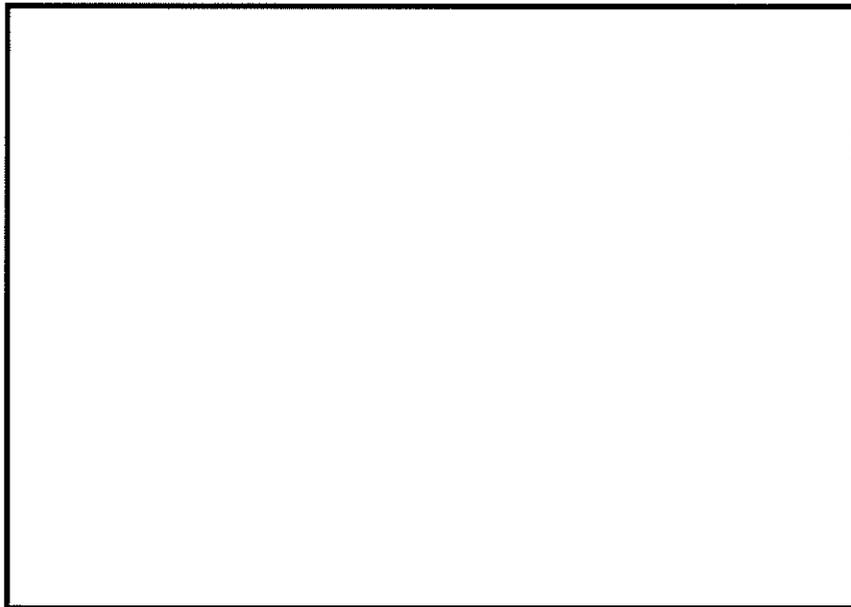


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (15) C-C断面（杭基礎構造部）の最大せん断ひずみ分布
(地震波： S_s-D1 [H-, V+], 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

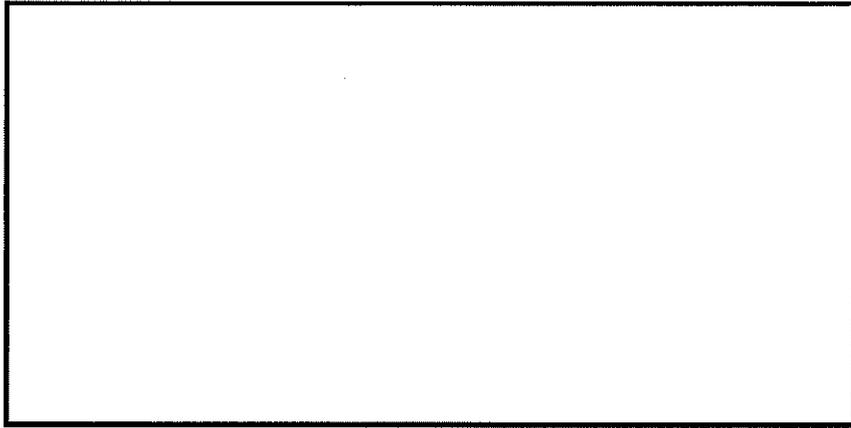


(a) 解析モデル全体図

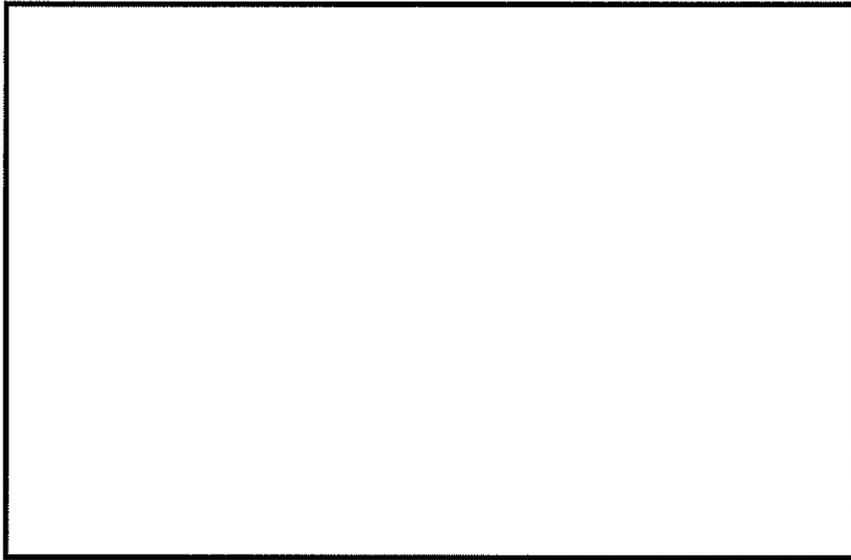


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (16) C-C断面（杭基礎構造部）の最大せん断ひずみ分布
(地震波：S_s-D1 [H-, V-], 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

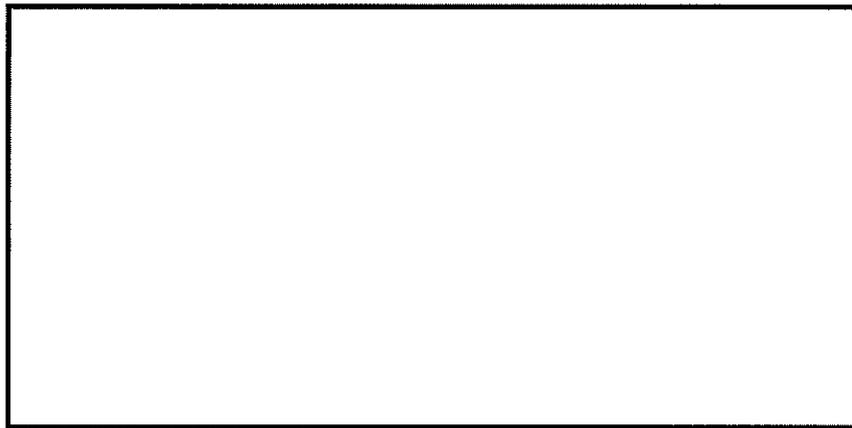


(a) 解析モデル全体図

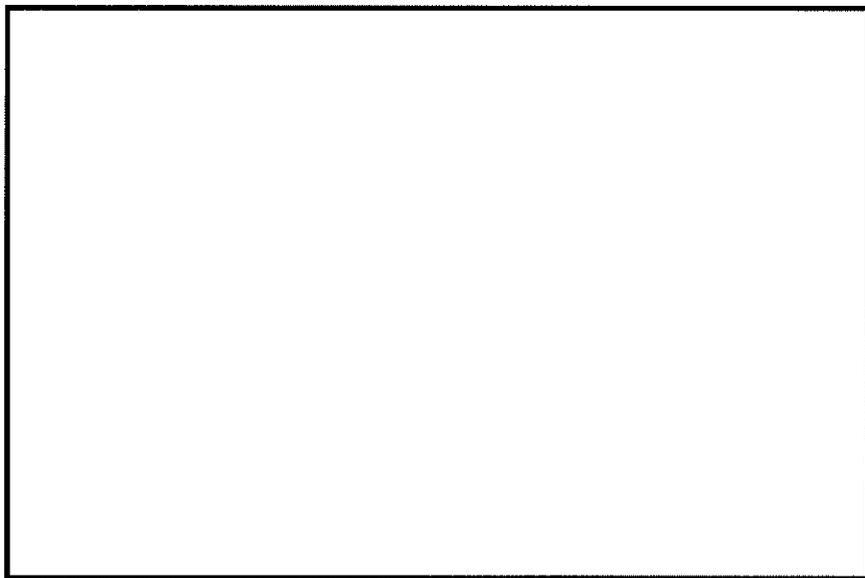


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (17) C-C断面 (杭基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波 : S_s -D1 [H-, V-], 検討ケース⑤ : 原地盤において非液状化の条件を仮定した
解析ケース)

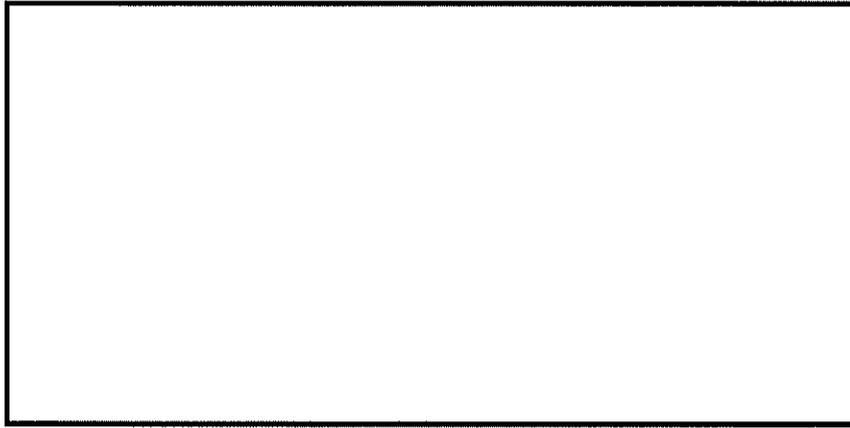


(a) 解析モデル全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-13 (18) C-C断面（杭基礎構造部）の最大せん断ひずみ分布
（地震波：S_s-D1 [H-, V-], 検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して
非液状化の条件を仮定した解析ケース)

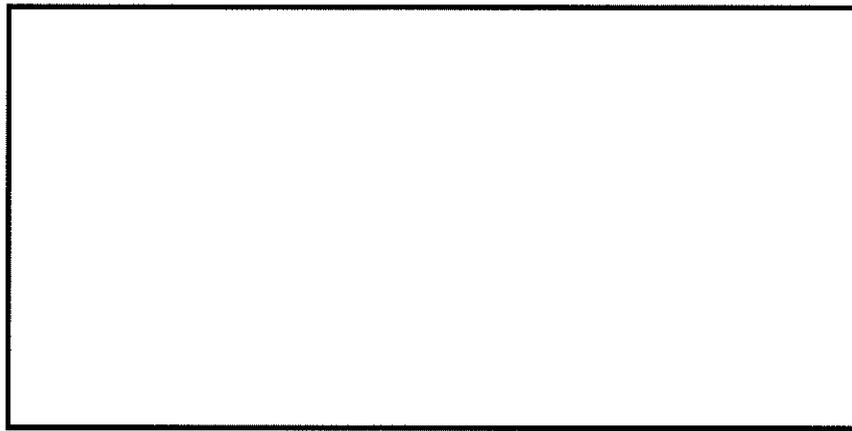


(a) 解析モデル全体図

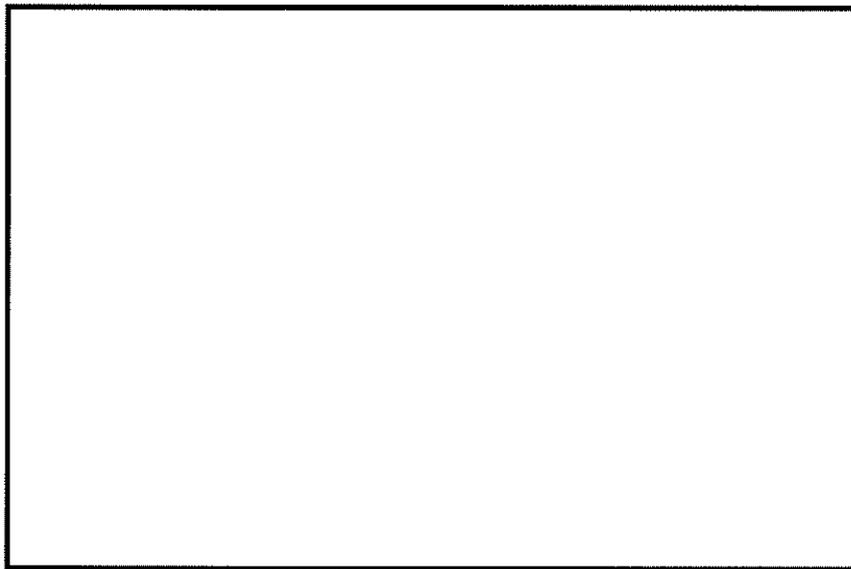


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (1) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波 : S_s-D1 [H+, V+], 検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

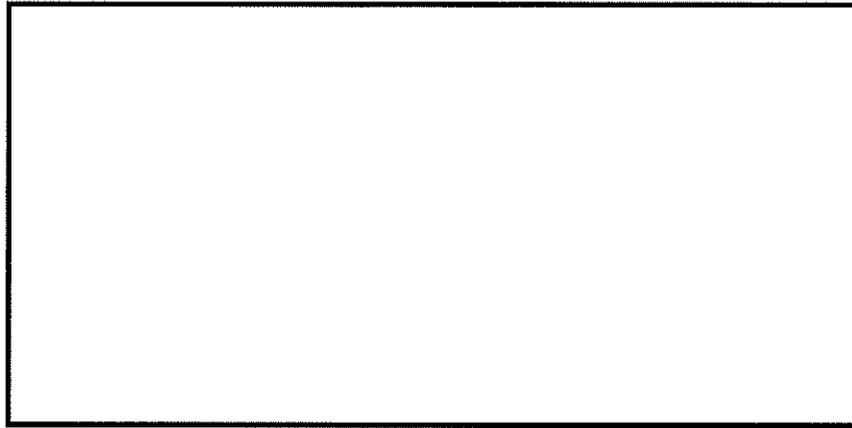


(a) 解析モデル全体図

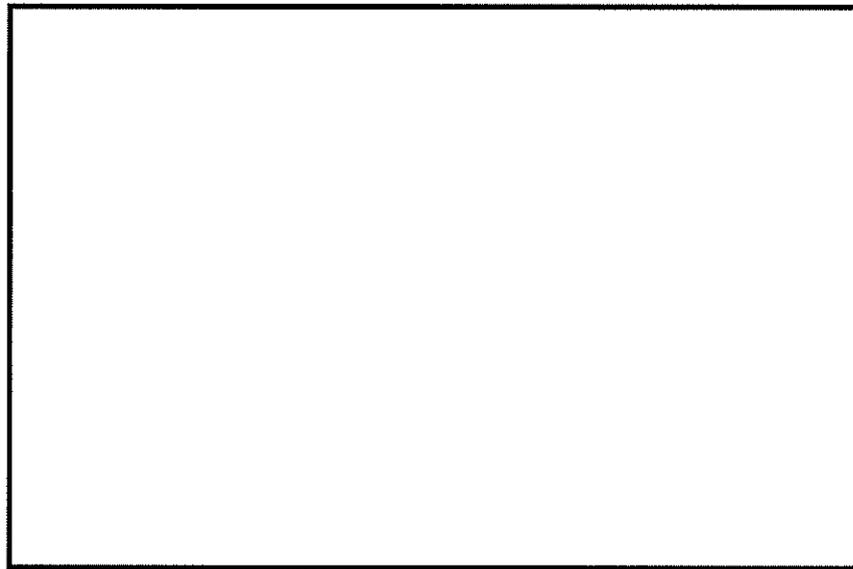


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (2) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-D1 [H+, V-], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

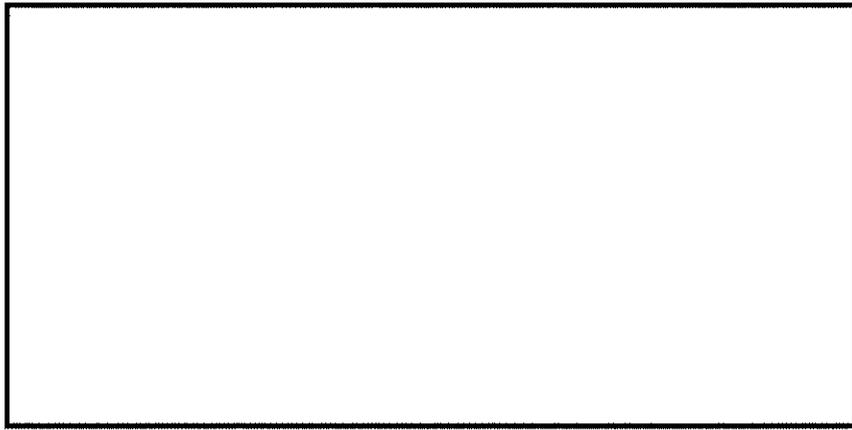


(a) 解析モデル全体図

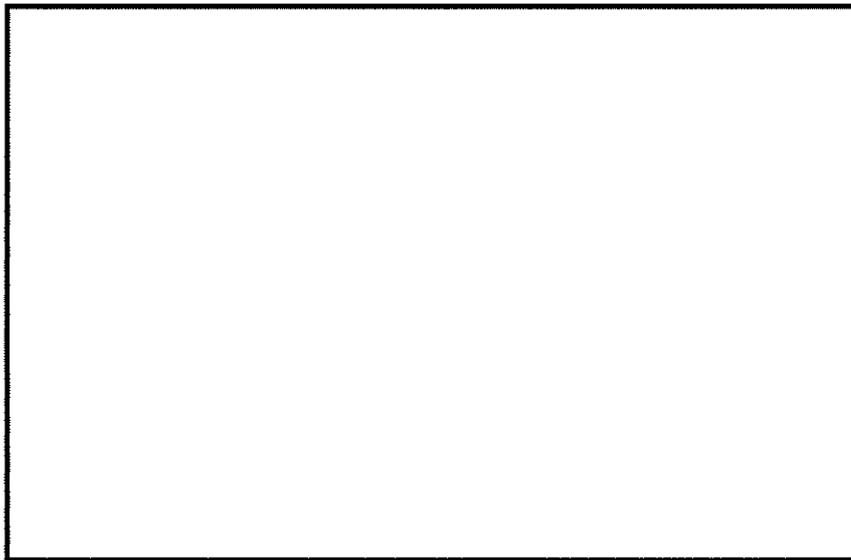


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (3) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_g-D1 [H-, V+], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

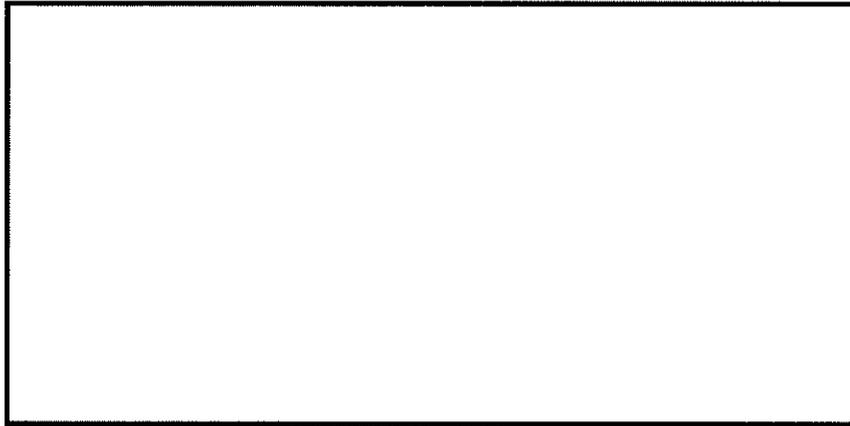


(a) 解析モデル全体図

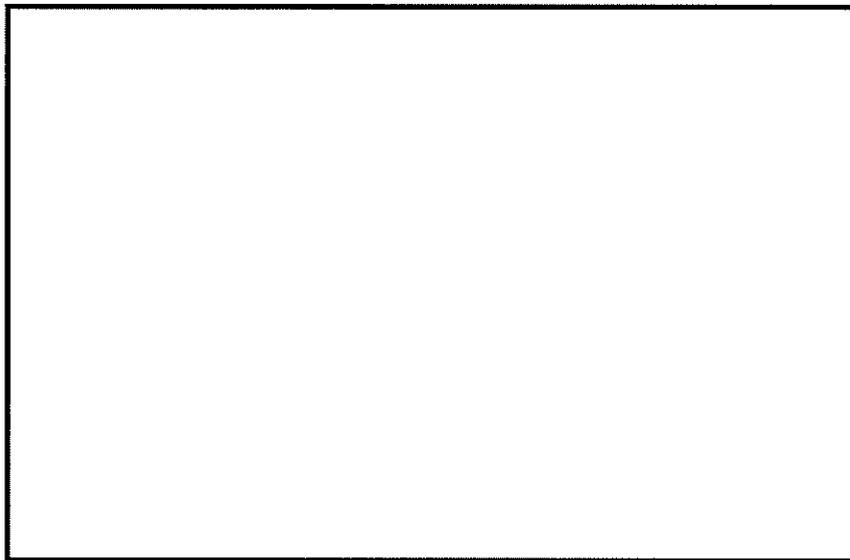


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (4) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-D1 [H-, V-], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

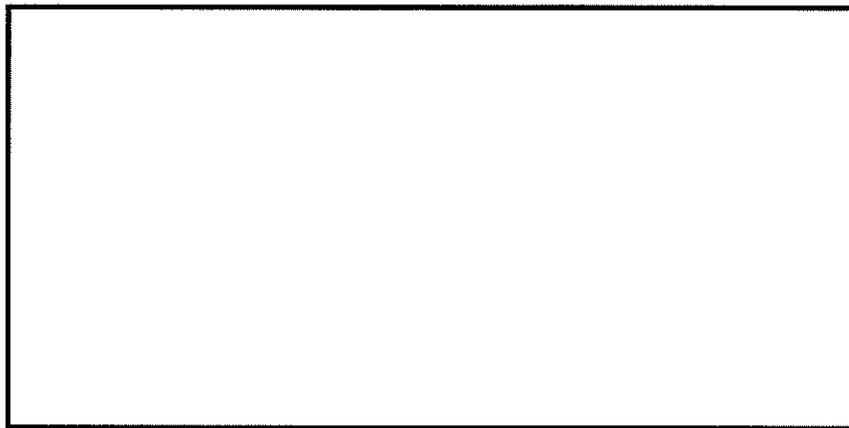


(a) 解析モデル全体図

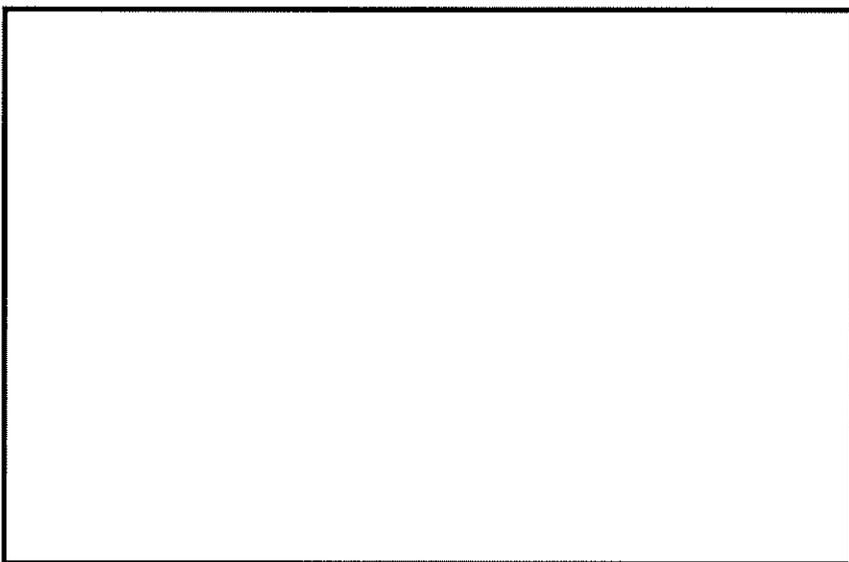


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (5) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-11 , 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

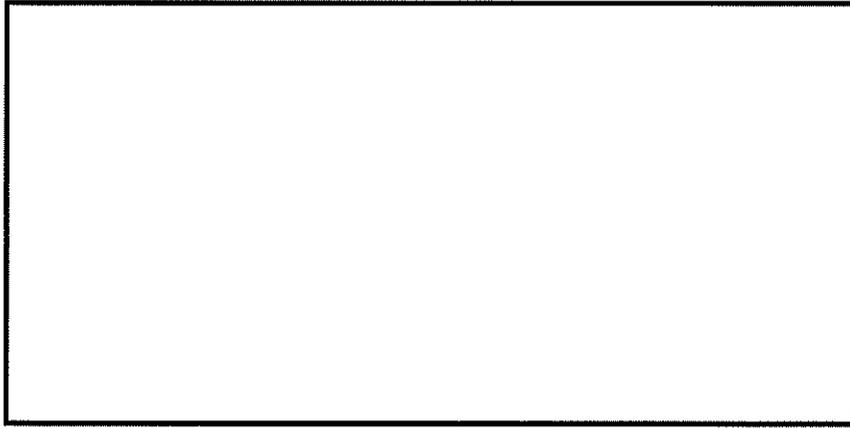


(a) 解析モデル全体図

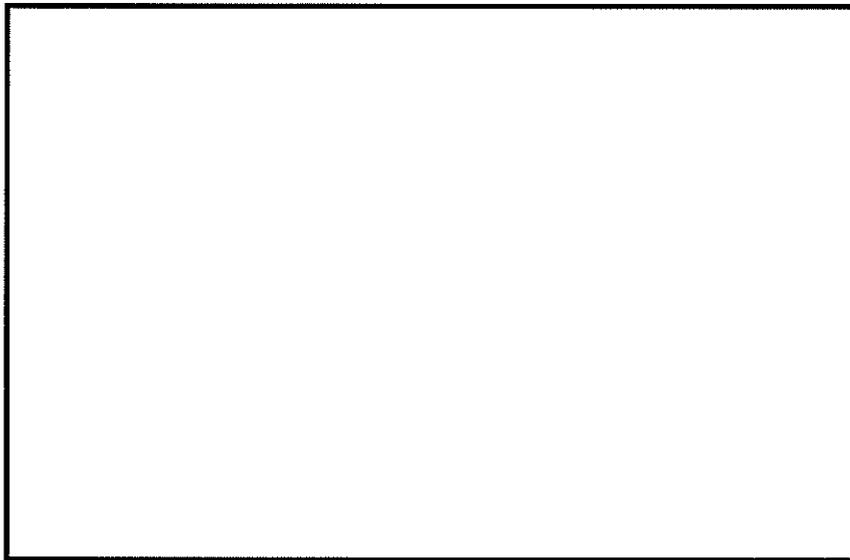


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (6) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: $S_s - 12$, 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

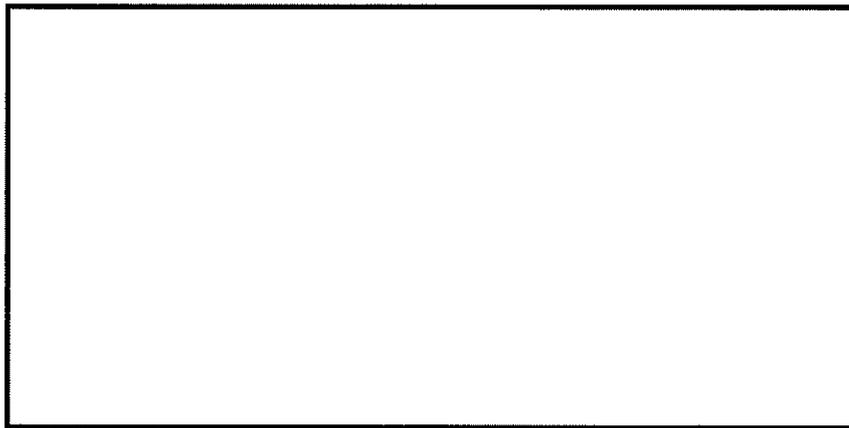


(a) 解析モデル全体図

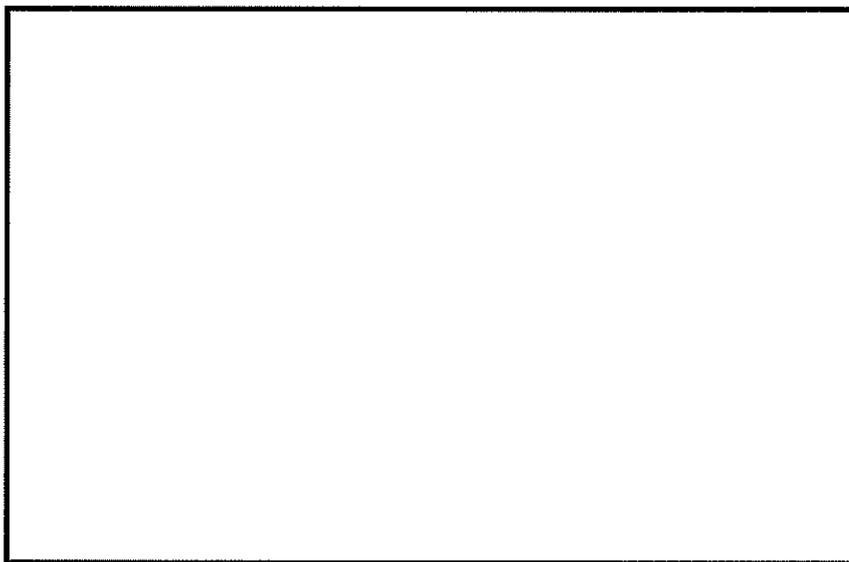


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (7) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: $S_s - 13$, 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

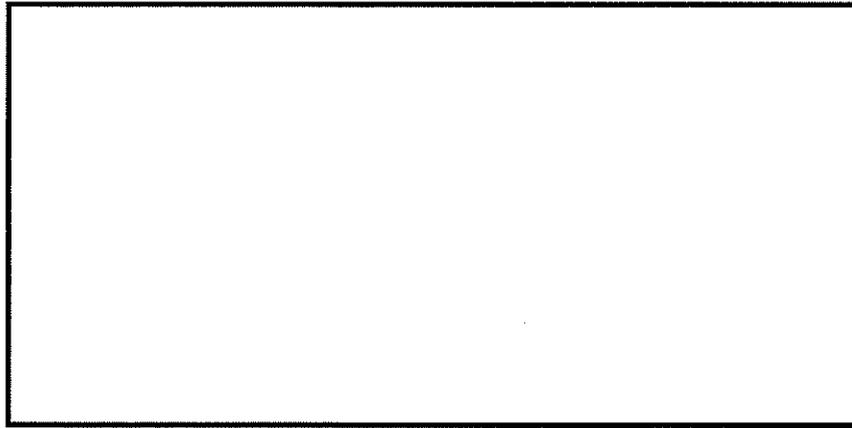


(a) 解析モデル全体図

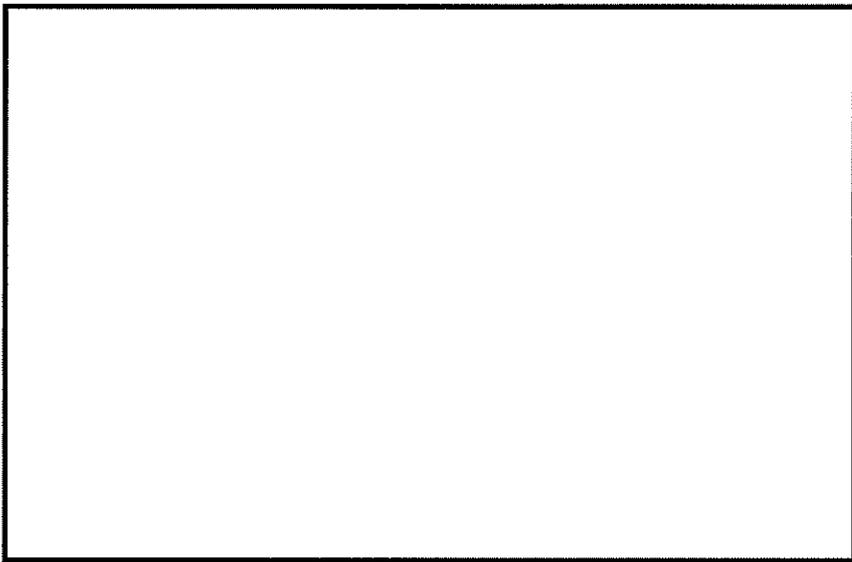


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (8) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: $S_s - 14$, 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

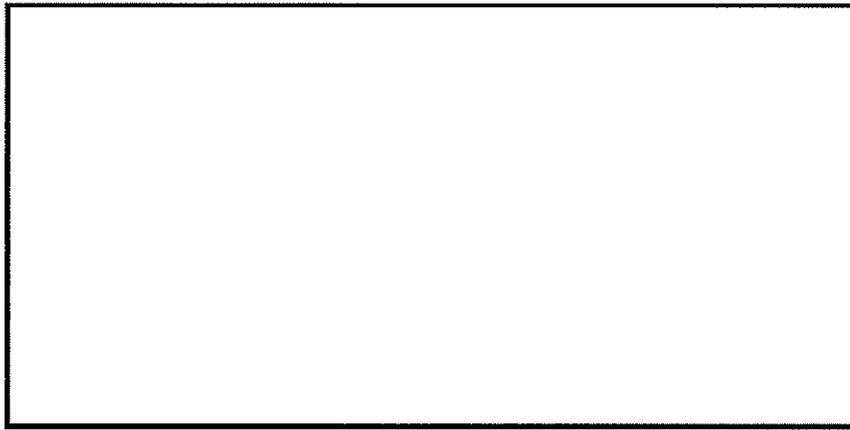


(a) 解析モデル全体図

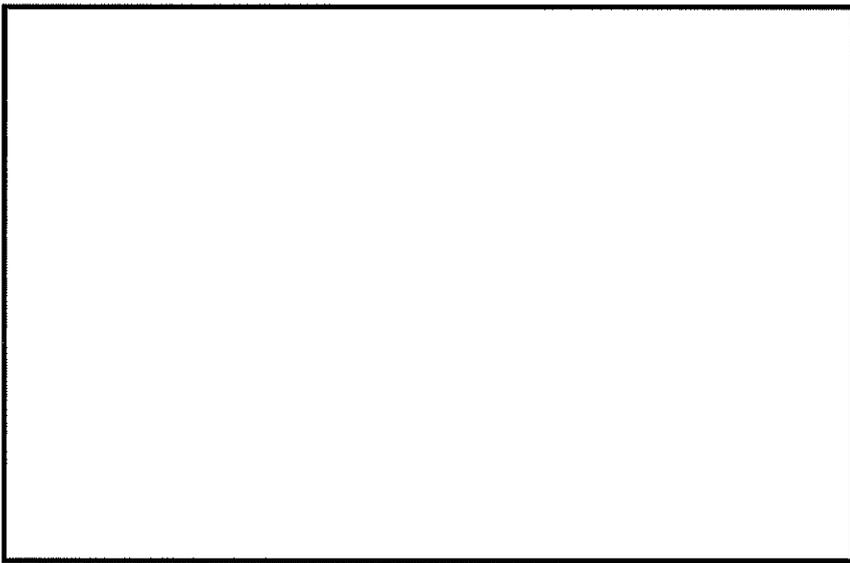


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (9) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S₀-21, 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

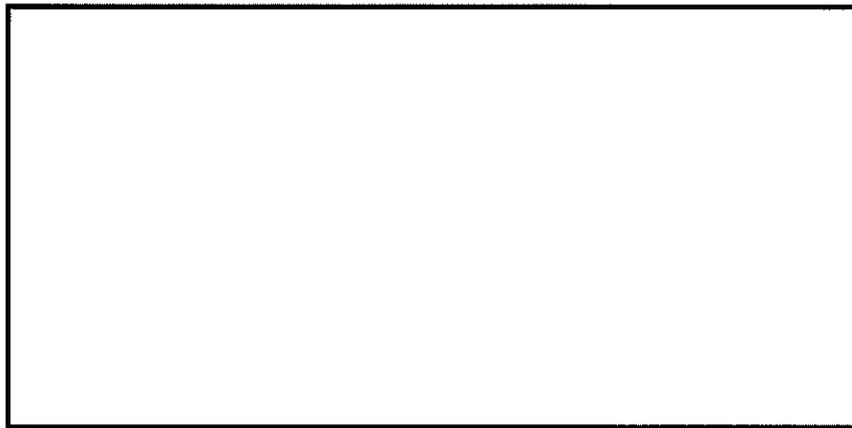


(a) 解析モデル全体図

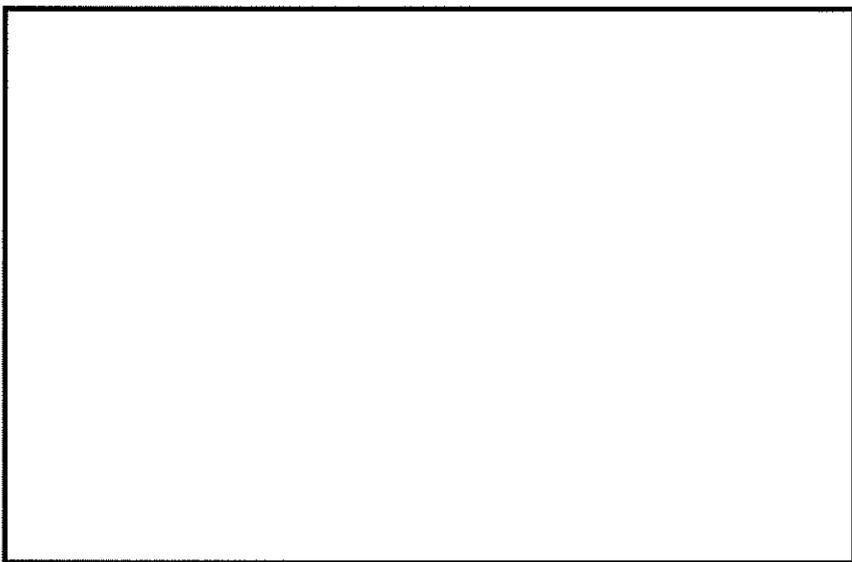


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (10) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: $S_s - 22$, 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))



(a) 解析モデル全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (11) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: $S_s - 31$ [H+, V+], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

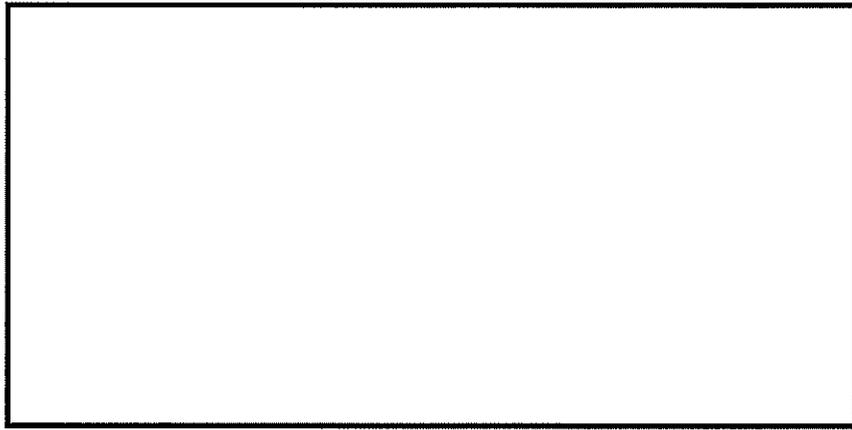


(a) 解析モデル全体図

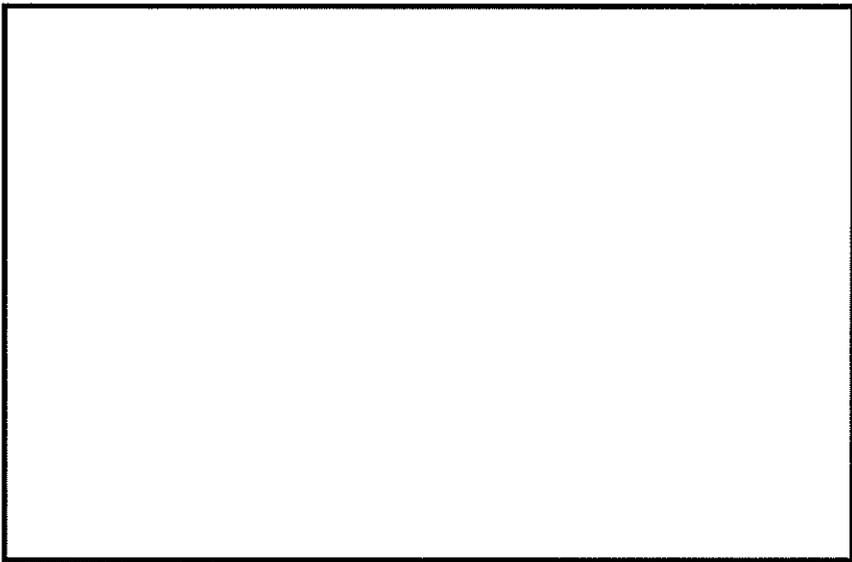


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (12) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: $S_s - 31$ [H-, V+], 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

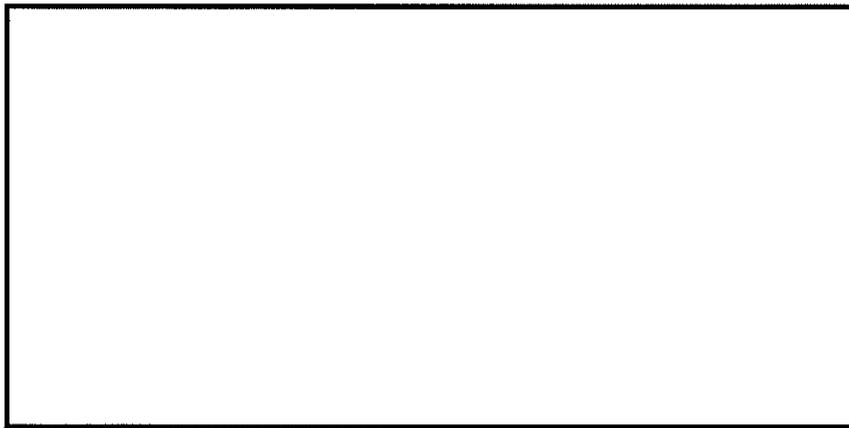


(a) 解析モデル全体図

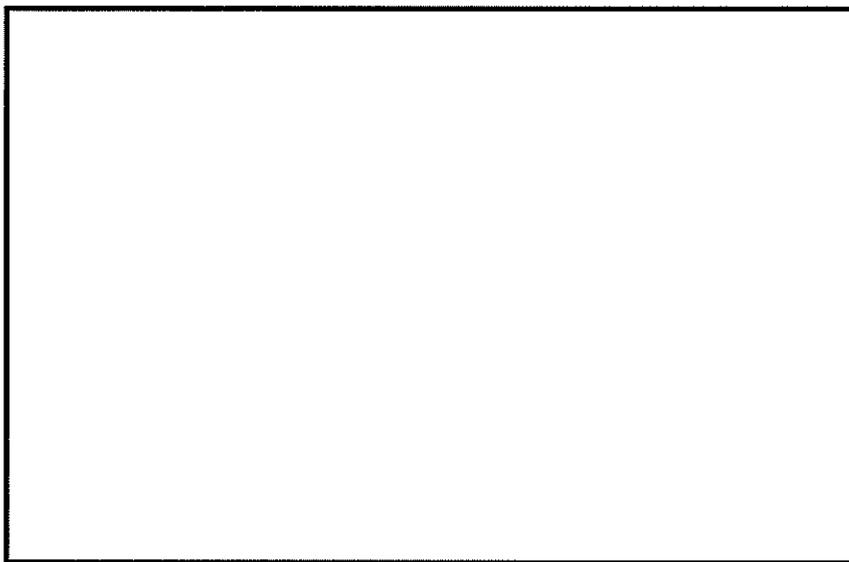


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (13) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: $S_s - 31$ [H+, V+], 検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した
解析ケース)

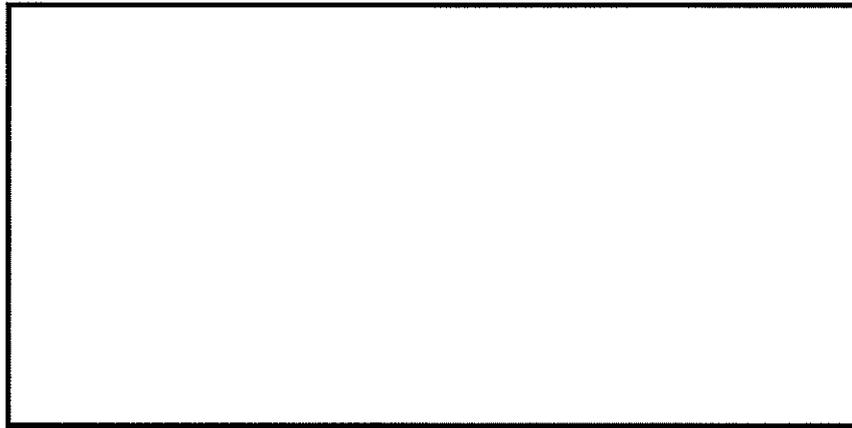


(a) 解析モデル全体図

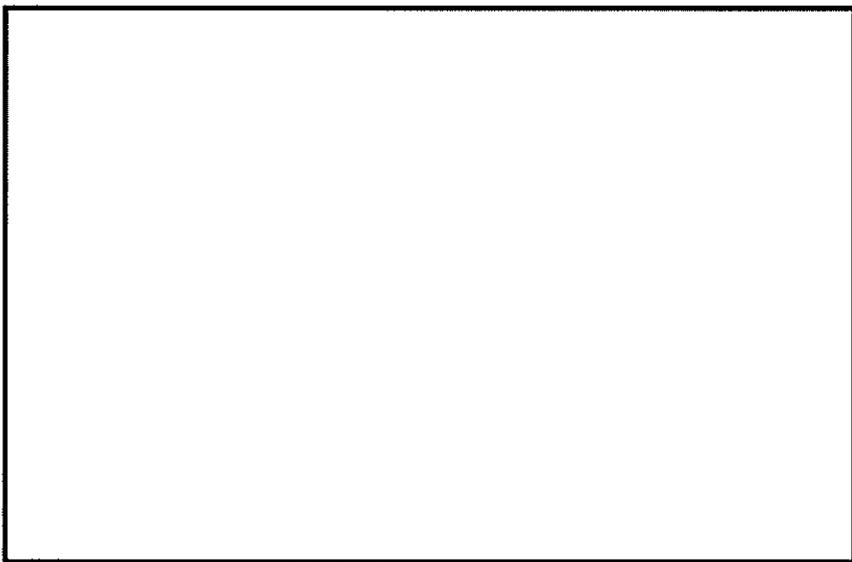


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (14) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: $S_s - 31$ [H+, V+], 検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した
解析ケース)

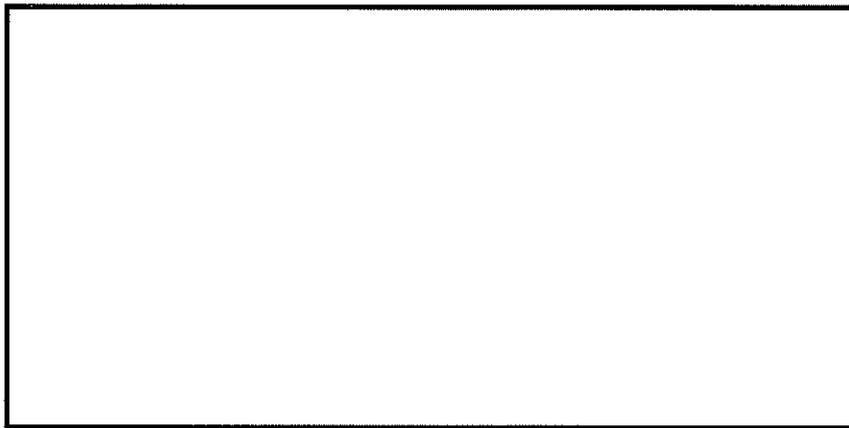


(a) 解析モデル全体図

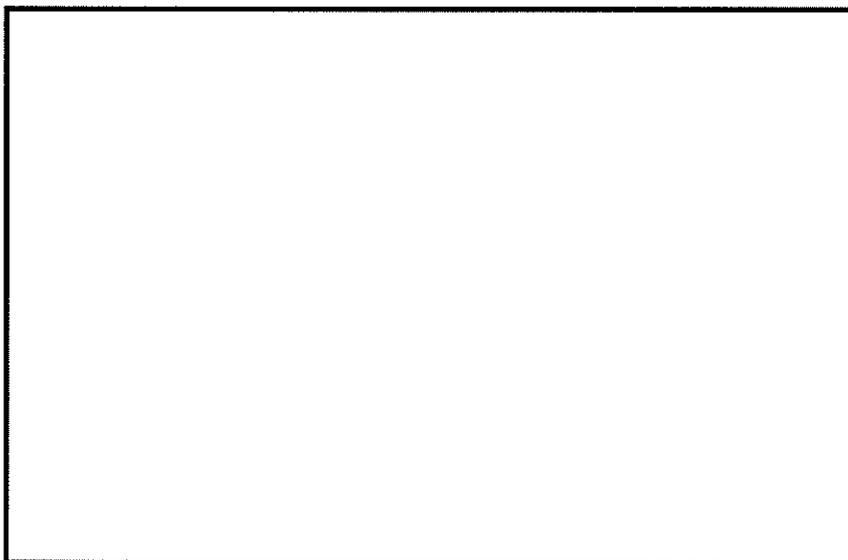


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (15) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: S_s-31 [H+, V+], 検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



(a) 解析モデル全体図

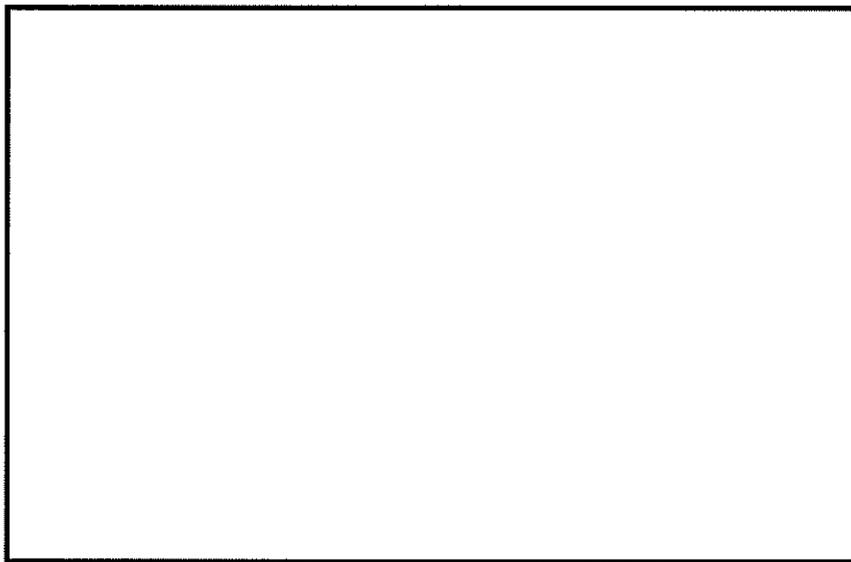


(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (16) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の最大せん断ひずみ分布
(地震波: $S_s - 3.1$ [H+, V+], 検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した
解析ケース)



(a) 解析モデル全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 3.4-14 (17) C' - C' 断面（地盤改良体基礎構造部）の最大せん断ひずみ分布
（地震波：S_s-3 1 [H+, V+], 検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して
非液状化の条件を仮定した解析ケース)

(4) 過剰間隙水圧比分布

各要素に発生した過剰間隙水圧比を確認するため、地震応答解析の全時刻における過剰間隙水圧比の最大値の分布を示す。

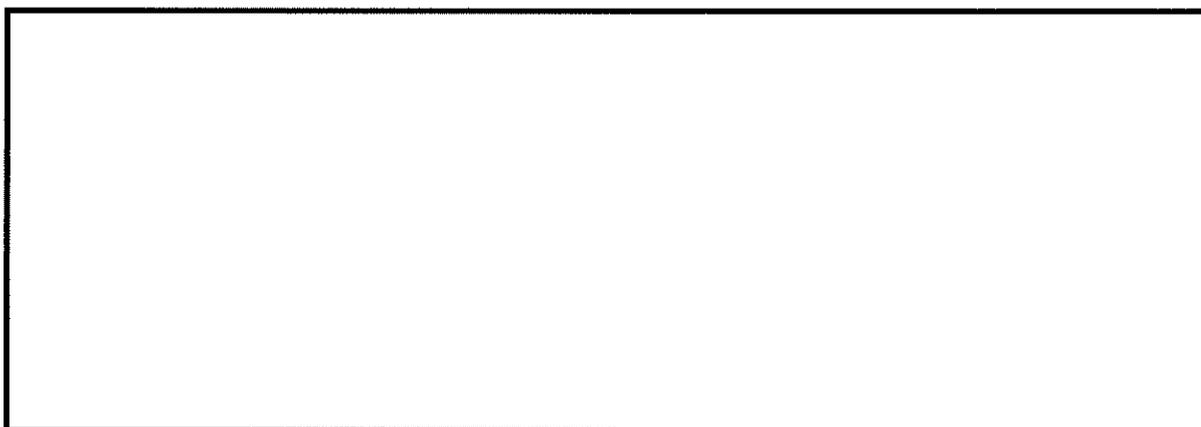


図 3.4-15 (1) A-A断面の過剰間隙水圧比分布

(地震波： S_s-D1 [H+, V+], 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

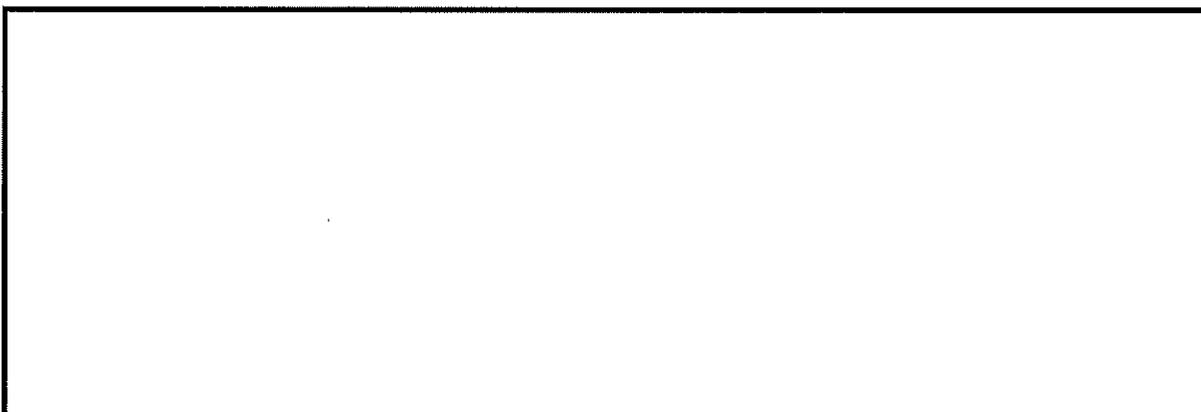


図 3.4-15 (2) A-A断面の過剰間隙水圧比分布

(地震波： S_s-D1 [H+, V-], 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

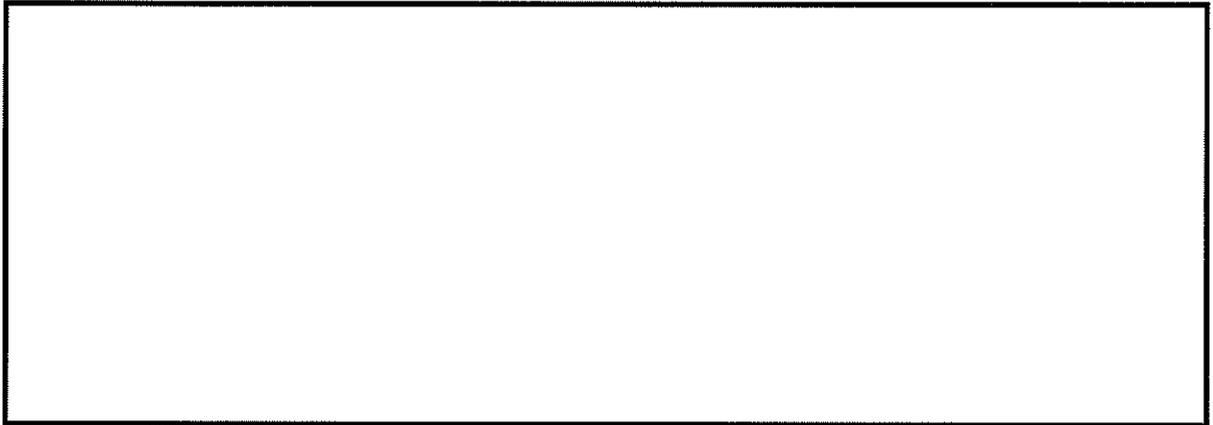


図 3.4-15 (3) A-A断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波： S_s-D1 [H-, V+], 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

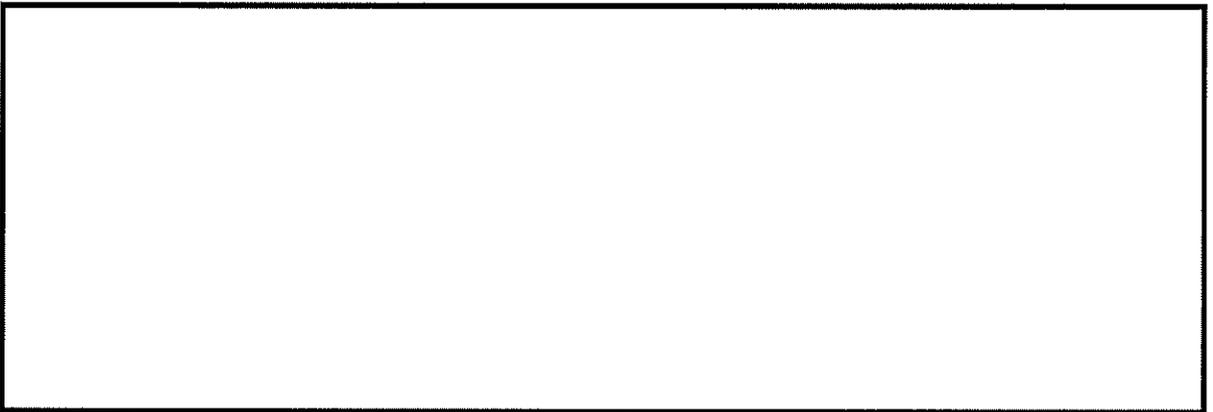


図 3.4-15 (4) A-A断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波： S_s-D1 [H-, V-], 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

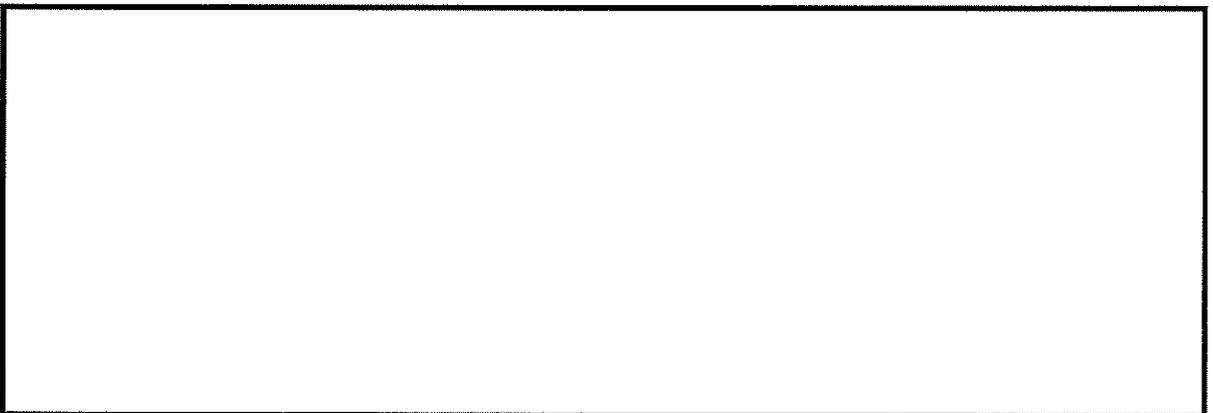


図 3.4-15 (5) A-A断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波： S_s-11 , 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

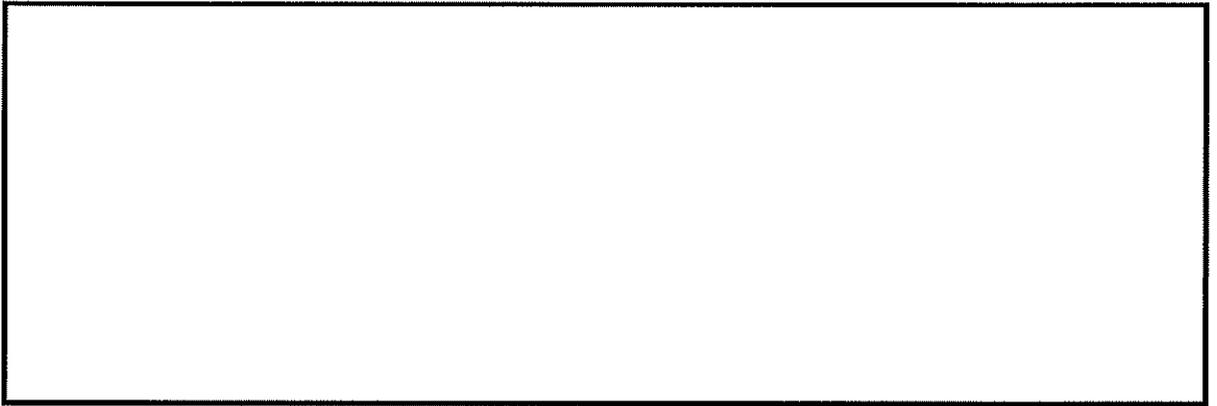


図 3.4-15 (6) A-A断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波： S_s-12 ，検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース（基本ケース））

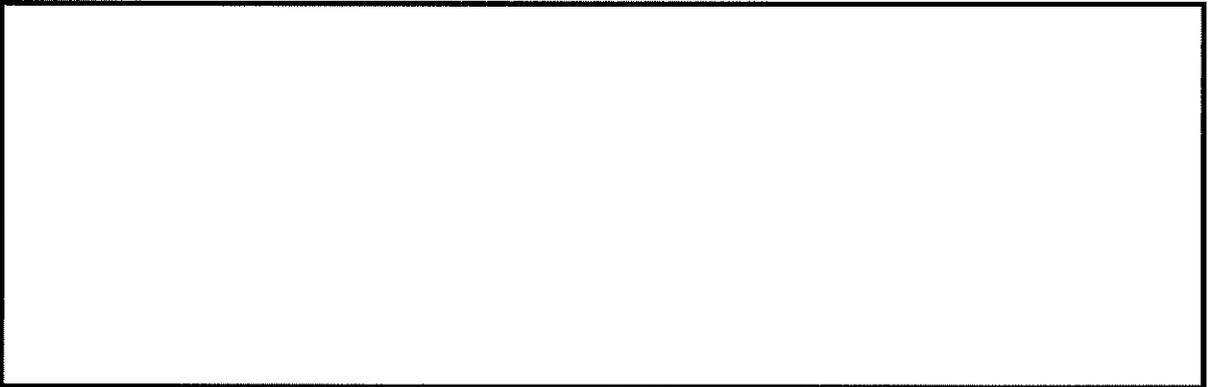


図 3.4-15 (7) A-A断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波： S_s-13 ，検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース（基本ケース））

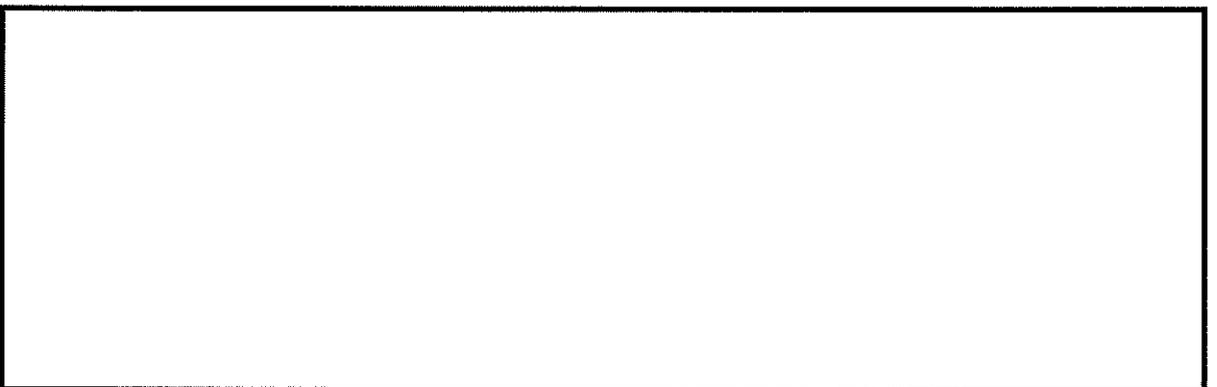


図 3.4-15 (8) A-A断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波： S_s-14 ，検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース（基本ケース））

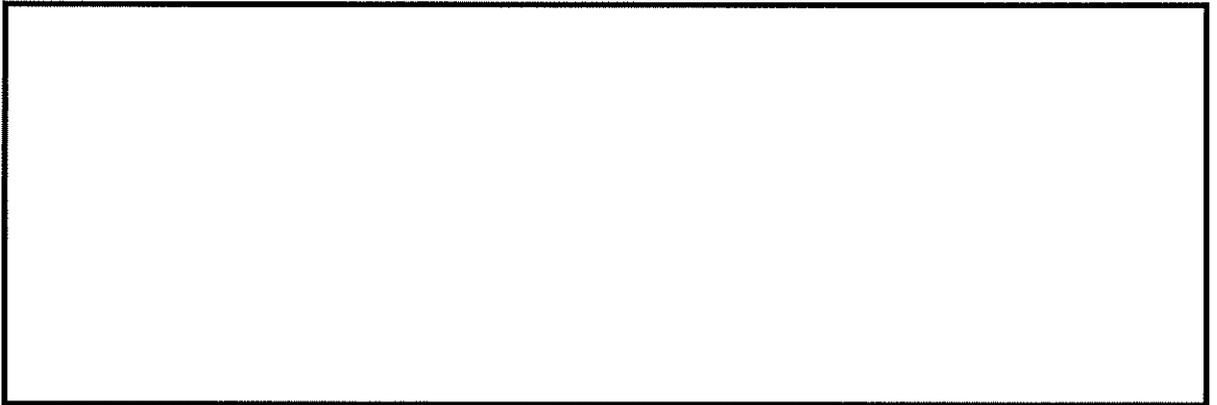


図 3.4-15 (9) A-A断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波： S_s-21 ，検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース（基本ケース））

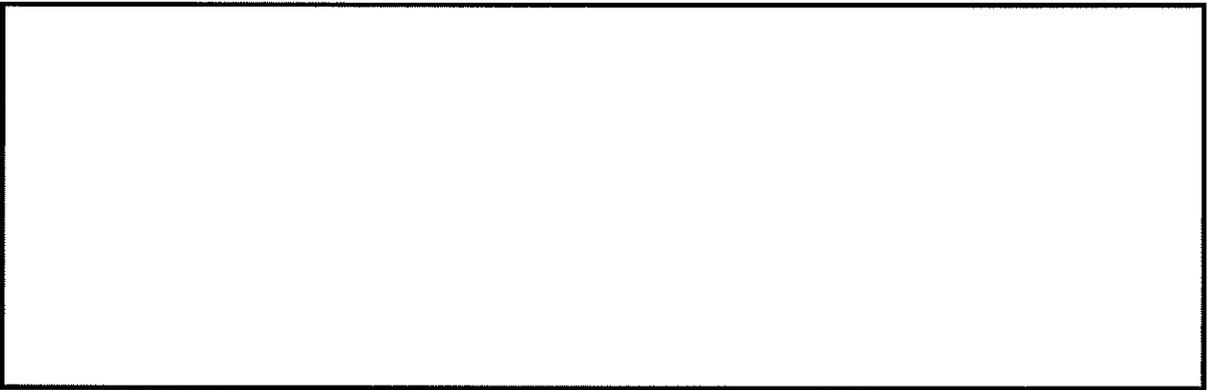


図 3.4-15 (10) A-A断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波： S_s-22 ，検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース（基本ケース））

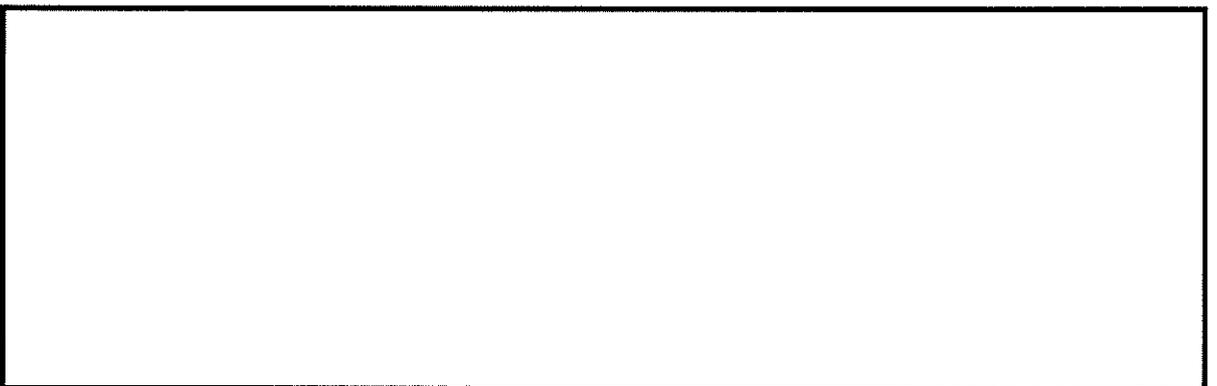


図 3.4-15 (11) A-A断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波： S_s-31 [H+, V+]，検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース（基本ケース））

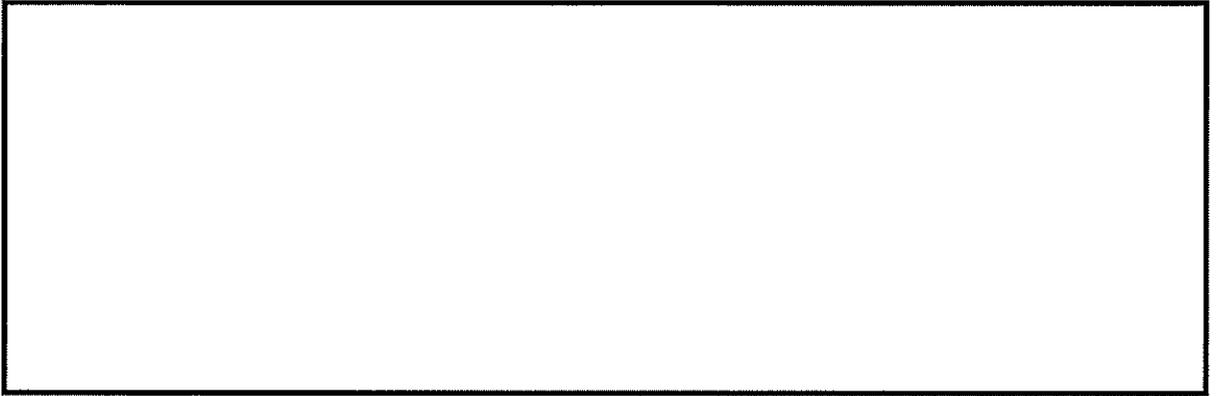


図 3.4-15 (12) A-A断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波 : $S_s - 31$ [H-, V+], 検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

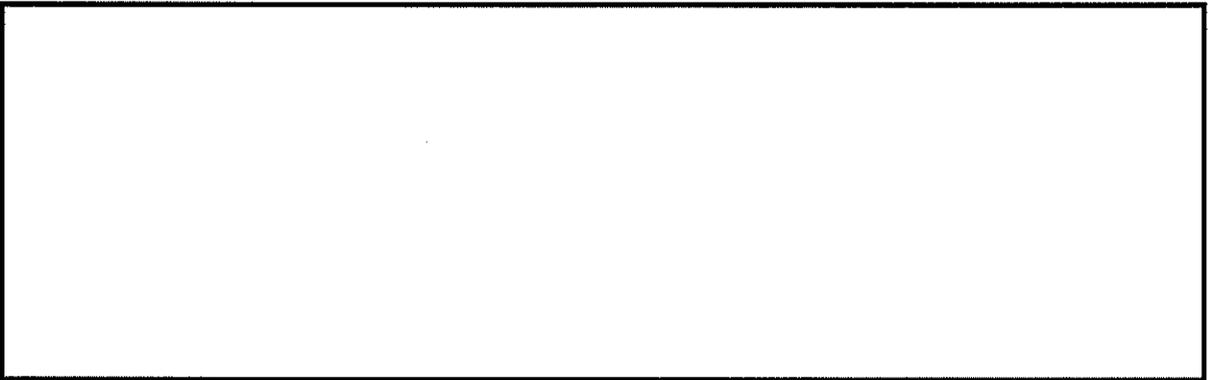


図 3.4-15 (13) A-A断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波 : $S_s - D1$ [H+, V+], 検討ケース② : 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した
解析ケース)

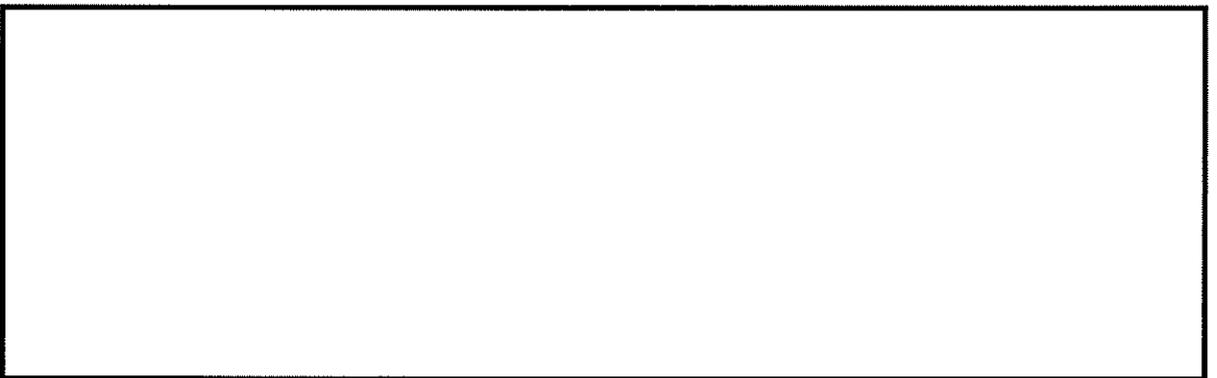


図 3.4-15 (14) A-A断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波 : $S_s - D1$ [H+, V+], 検討ケース③ : 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 σ) した
解析ケース)

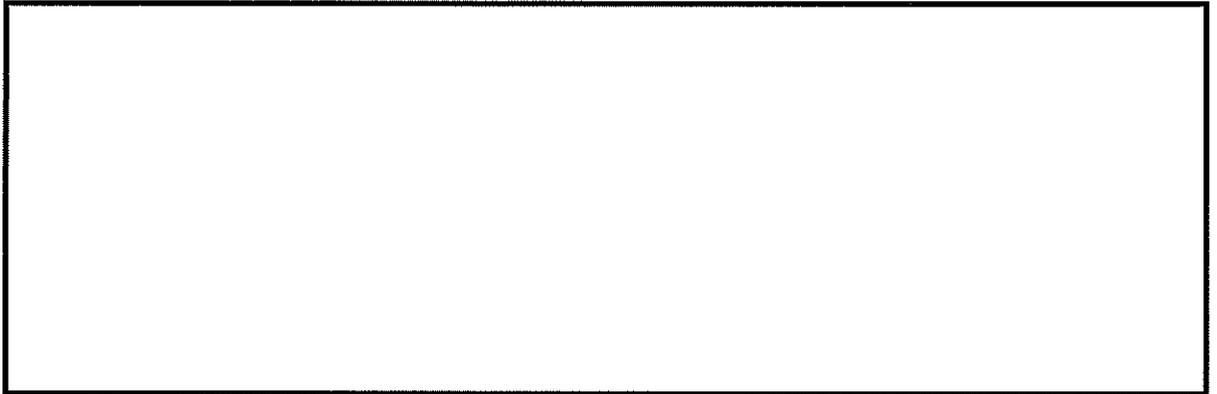


図 3.4-15 (15) A-A断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波：S_v-D1 [H+, V+], 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

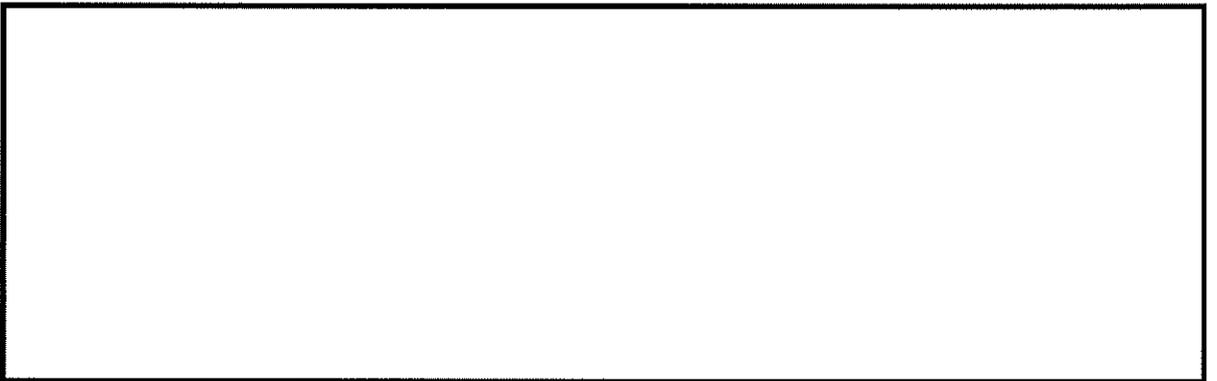


図 3.4-15 (16) A-A断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波：S_v-D1 [H+, V-], 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

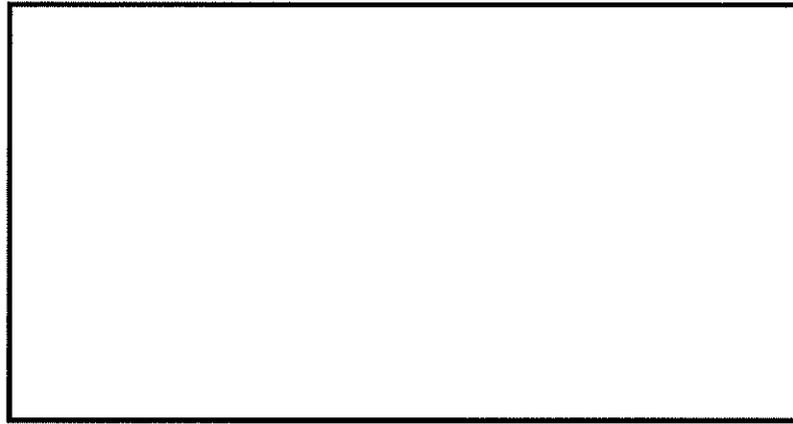


図 3.4-16 (1) B-B断面の過剰間隙水圧比分布

(地震波： $S_s-D1 [H+, V+]$),

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

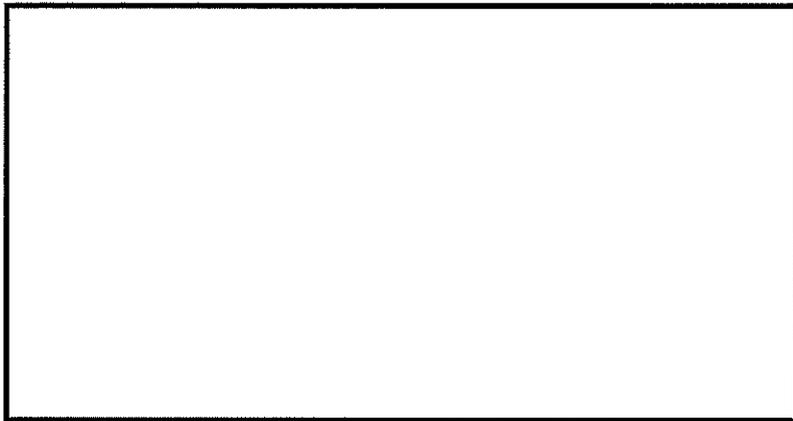


図 3.4-16 (2) B-B断面の過剰間隙水圧比分布

(地震波： $S_s-D1 [H+, V-]$),

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

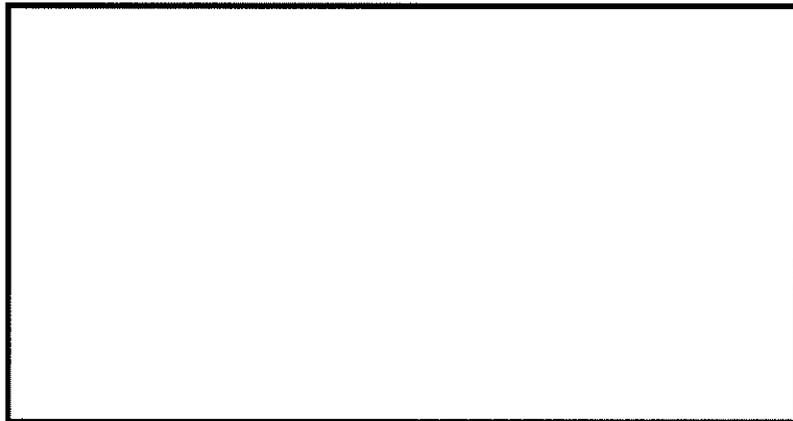


図 3.4-16 (3) B-B断面の過剰間隙水圧比分布

(地震波： $S_s-D1 [H-, V+]$),

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

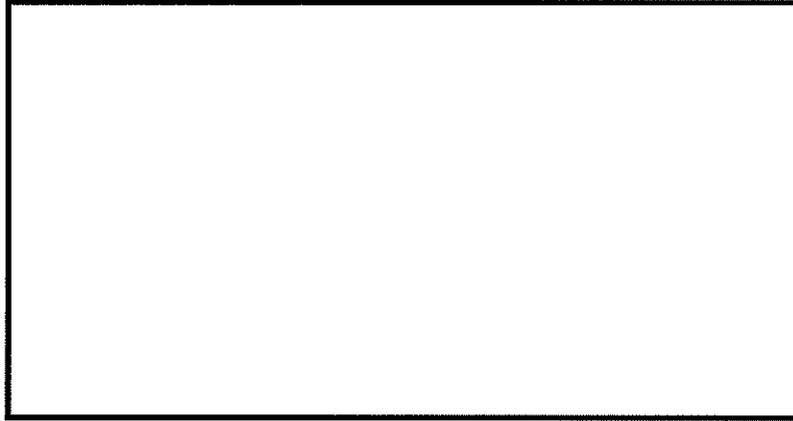


図 3.4-16 (4) B-B断面の過剰間隙水圧比分布

(地震波： S_s -D1 [H-, V-],

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）



図 3.4-16 (5) B-B断面の過剰間隙水圧比分布

(地震波： S_s -11,

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

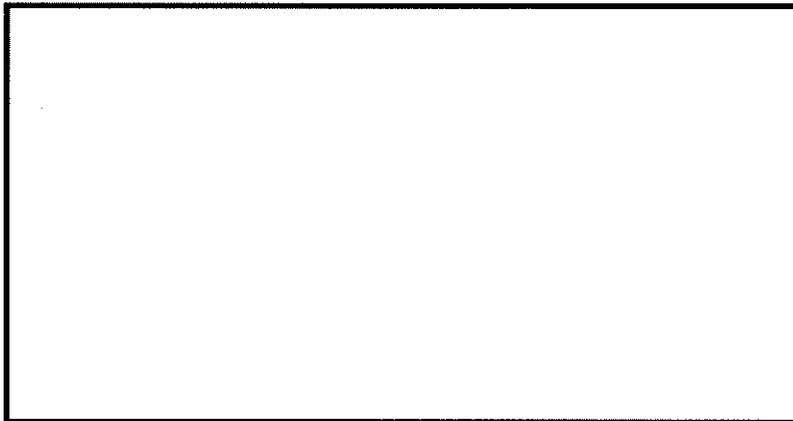


図 3.4-16 (6) B-B断面の過剰間隙水圧比分布

(地震波： S_s -12,

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

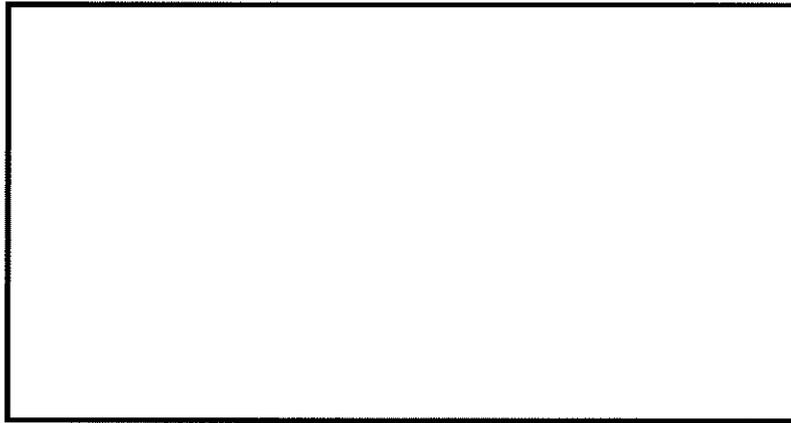


図 3.4-16 (7) B-B断面の過剰間隙水圧比分布

(地震波： S_s-13 ,

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

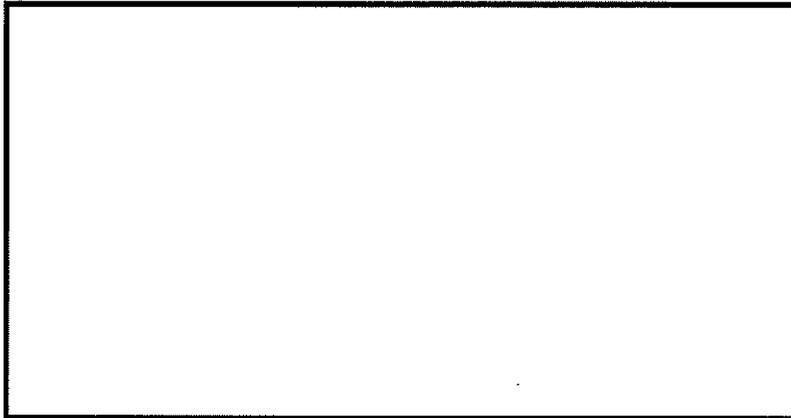


図 3.4-16 (8) B-B断面の過剰間隙水圧比分布

(地震波： S_s-14 ,

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

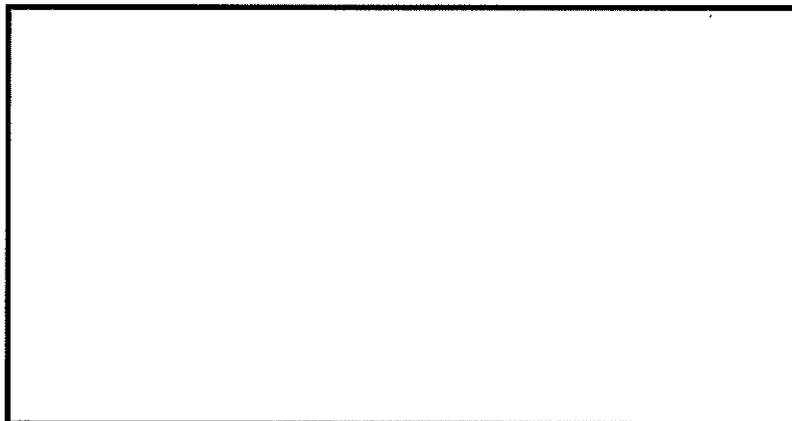


図 3.4-16 (9) B-B断面の過剰間隙水圧比分布

(地震波： S_s-21 ,

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

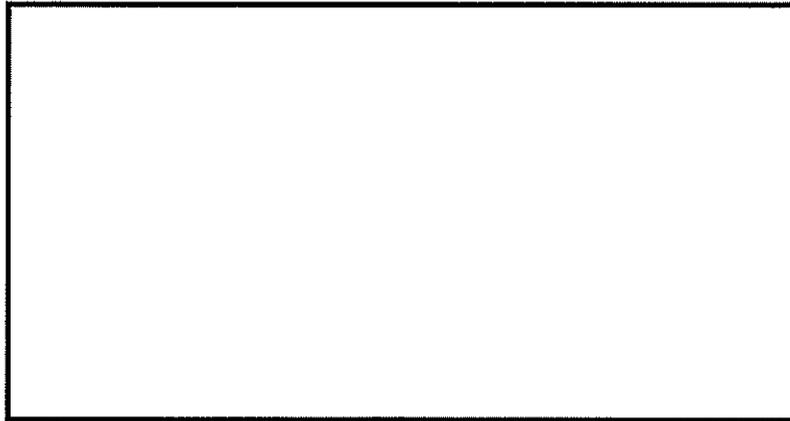


図 3.4-16 (10) B-B 断面の過剰間隙水圧比分布

(地震波 : $S_s - 22$,

検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

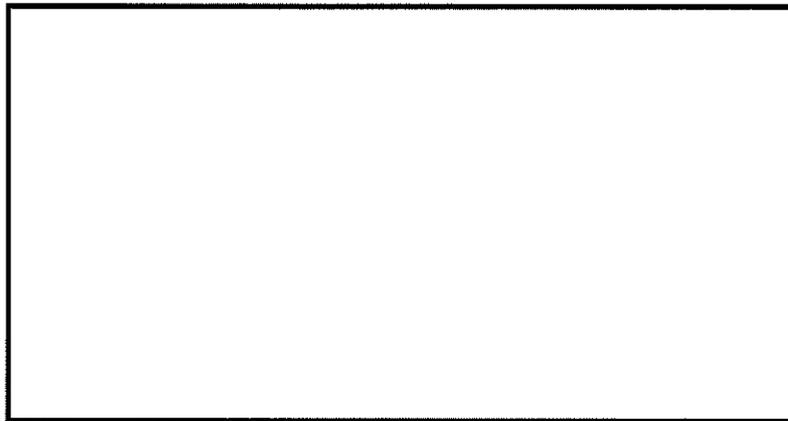


図 3.4-16 (11) B-B 断面の過剰間隙水圧比分布

(地震波 : $S_s - 31$ [H+, V+],

検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

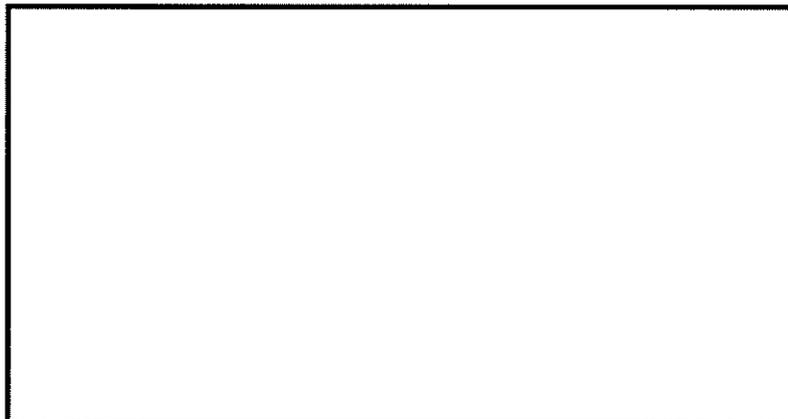


図 3.4-16 (12) B-B 断面の過剰間隙水圧比分布

(地震波 : $S_s - 31$ [H-, V+],

検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

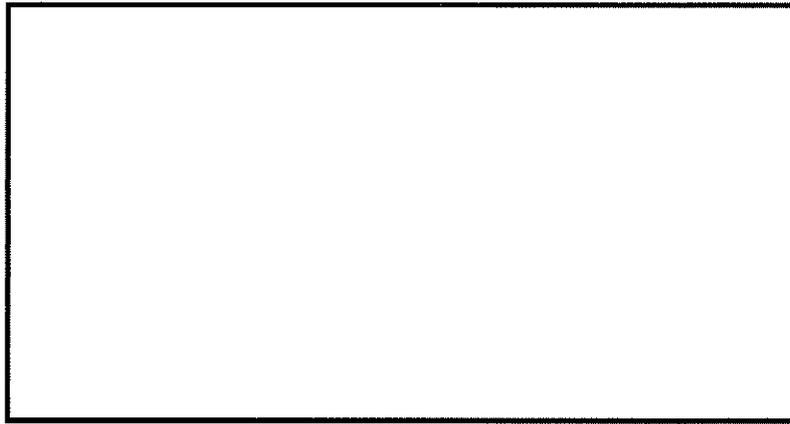


図 3.4-16 (13) B-B断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波： S_s-12 ，
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 ($+1\sigma$) した解析ケース)

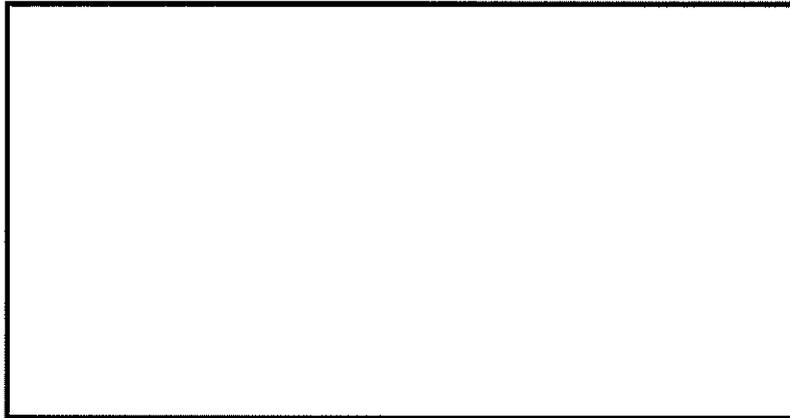


図 3.4-16 (14) B-B断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波： S_s-12 ，
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)

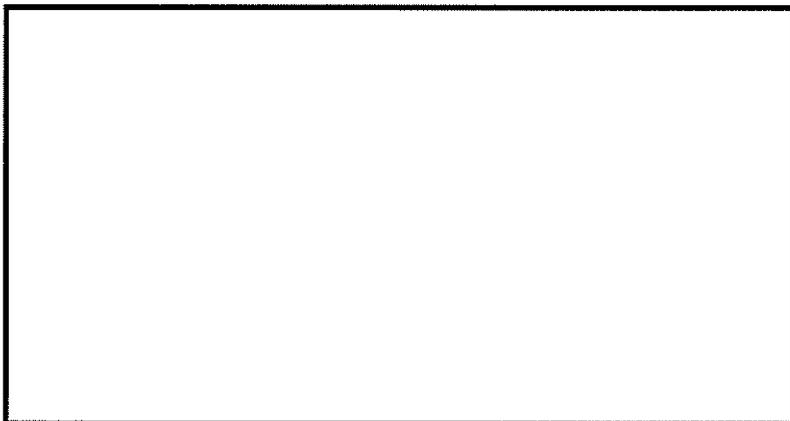


図 3.4-16 (15) B-B断面の過剰間隙水圧比分布
(地震波： S_s-D1 [$H+$, $V-$]，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

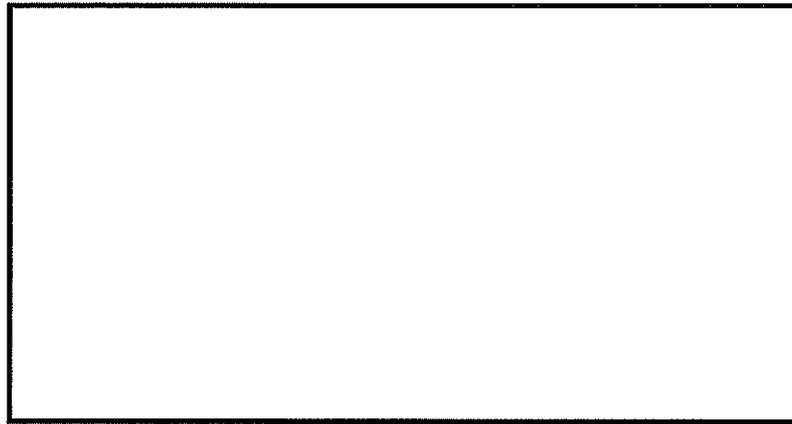


図 3.4-16 (16) B-B断面の過剰間隙水圧比分布

(地震波：S_s-12，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

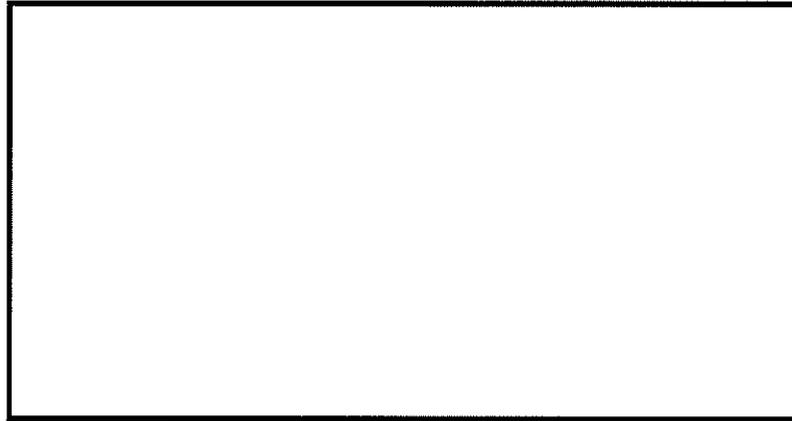


図 3.4-17 (1) C-C断面（杭基礎構造部）の過剰間隙水圧比分布
 (地震波： S_s -D1 [H+, V+],

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

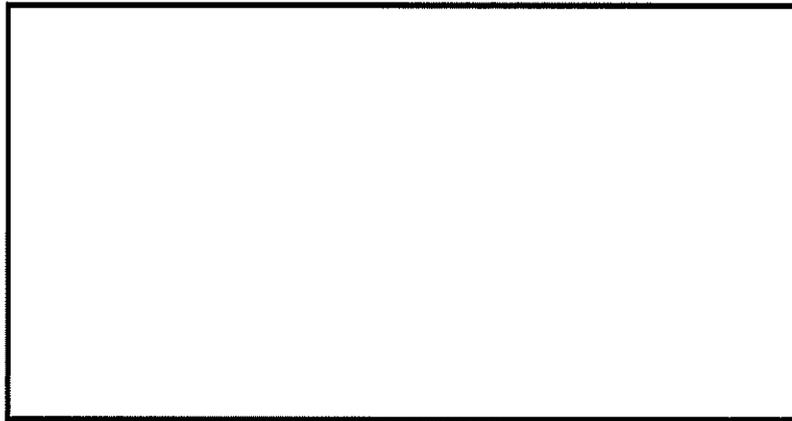


図 3.4-17 (2) C-C断面（杭基礎構造部）の過剰間隙水圧比分布
 (地震波： S_s -D1 [H+, V-],

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

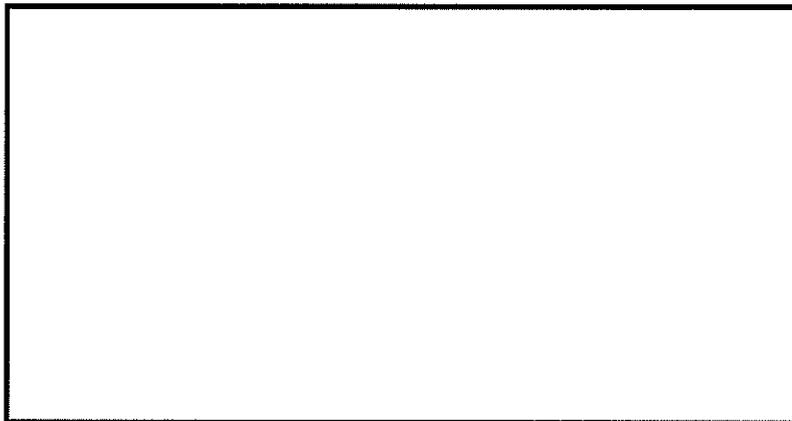


図 3.4-17 (3) C-C断面（杭基礎構造部）の過剰間隙水圧比分布
 (地震波： S_s -D1 [H-, V+],

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

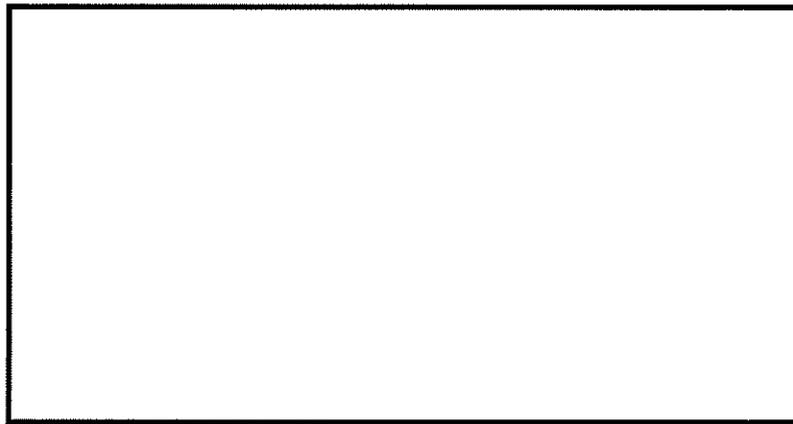


図 3.4-17 (4) C-C断面（杭基礎構造部）の過剰間隙水圧比分布
 （地震波： S_s-D1 [H-, V-],
 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

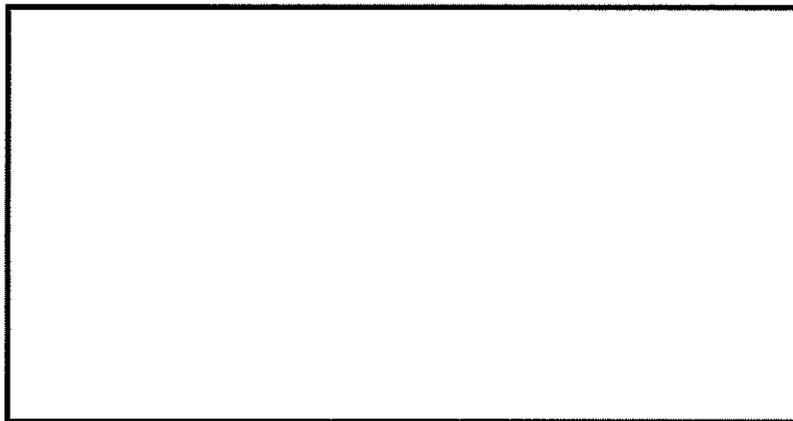


図 3.4-17 (5) C-C断面（杭基礎構造部）の過剰間隙水圧比分布
 （地震波： S_s-11 ,
 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

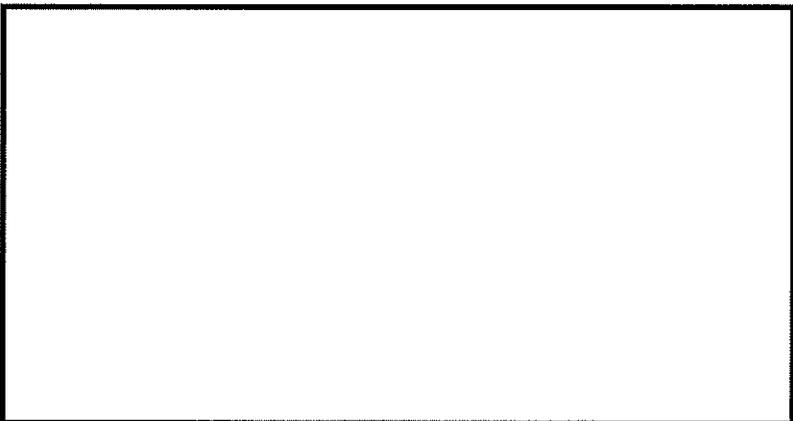


図 3.4-17 (6) C-C断面（杭基礎構造部）の過剰間隙水圧比分布
 （地震波： S_s-12 ,
 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

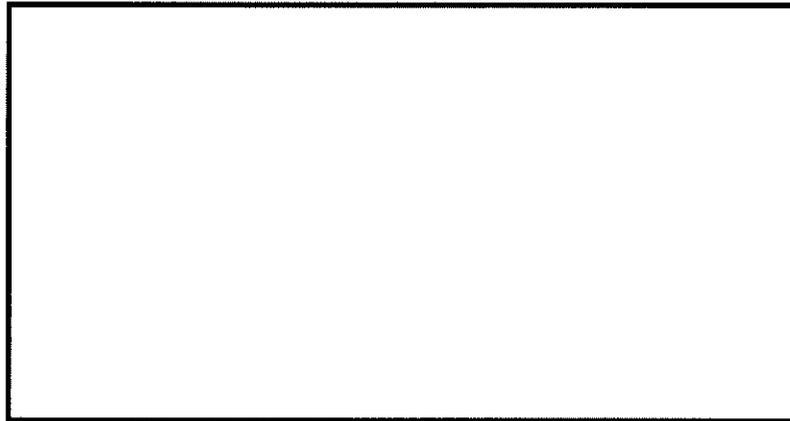


図 3.4-17 (7) C-C断面（杭基礎構造部）の過剰間隙水圧比分布
（地震波： S_s-13 ，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

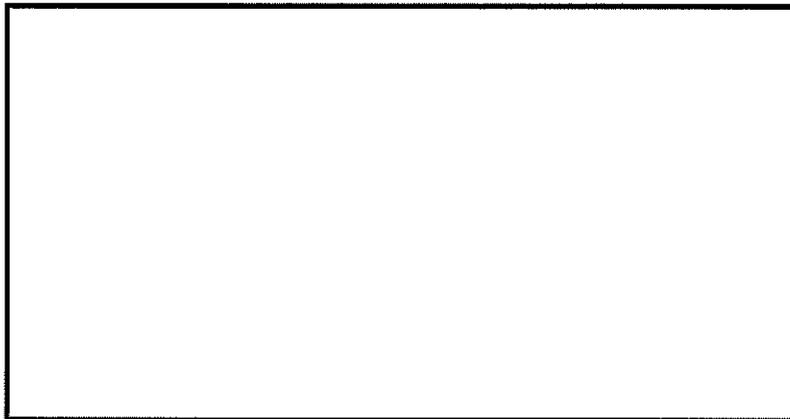


図 3.4-17 (8) C-C断面（杭基礎構造部）の過剰間隙水圧比分布
（地震波： S_s-14 ，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

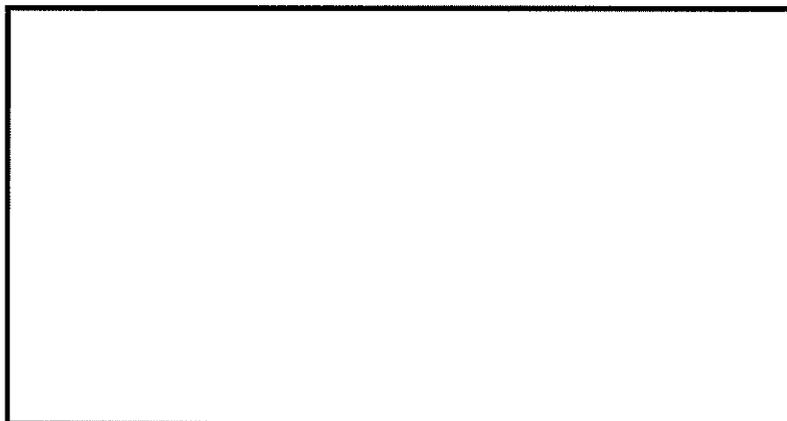


図 3.4-17 (9) C-C断面（杭基礎構造部）の過剰間隙水圧比分布
（地震波： S_s-21 ，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

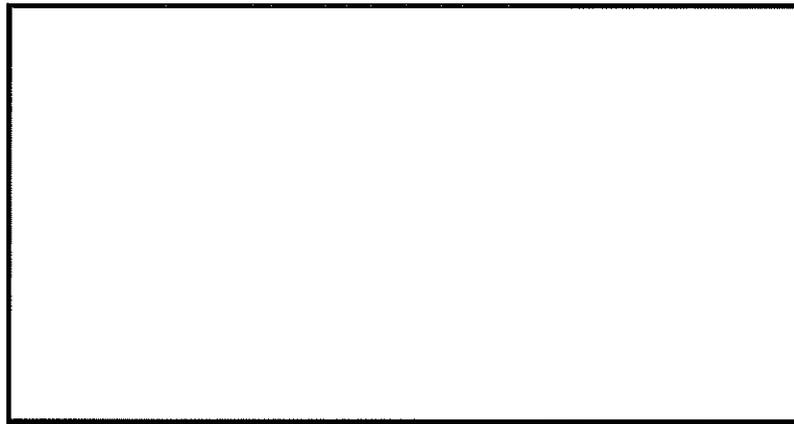


図 3.4-17 (10) C-C断面（杭基礎構造部）の過剰間隙水圧比分布
（地震波： S_s-22 ，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

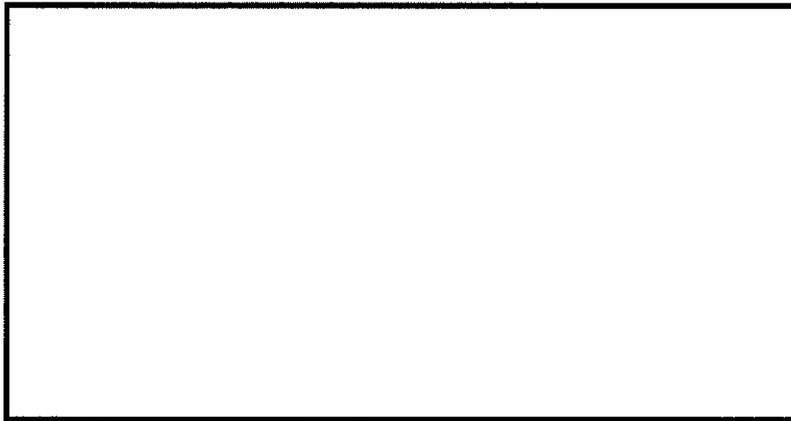


図 3.4-17 (11) C-C断面（杭基礎構造部）の過剰間隙水圧比分布
（地震波： $S_s-31 [H+, V+]$ ，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

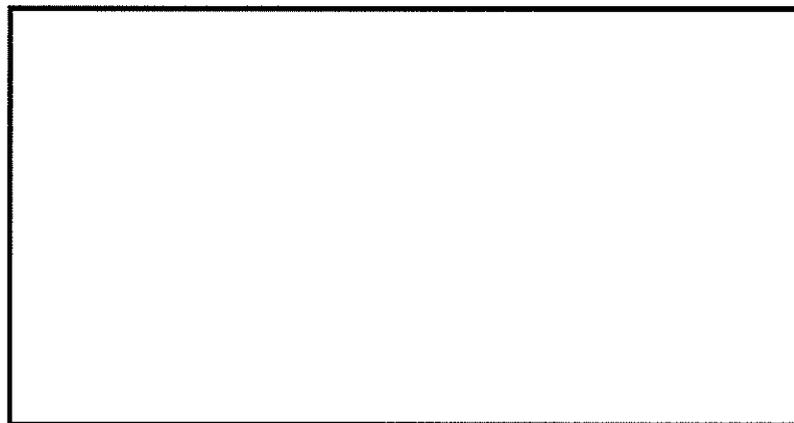


図 3.4-17 (12) C-C断面（杭基礎構造部）の過剰間隙水圧比分布
（地震波： $S_s-31 [H-, V+]$ ，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）

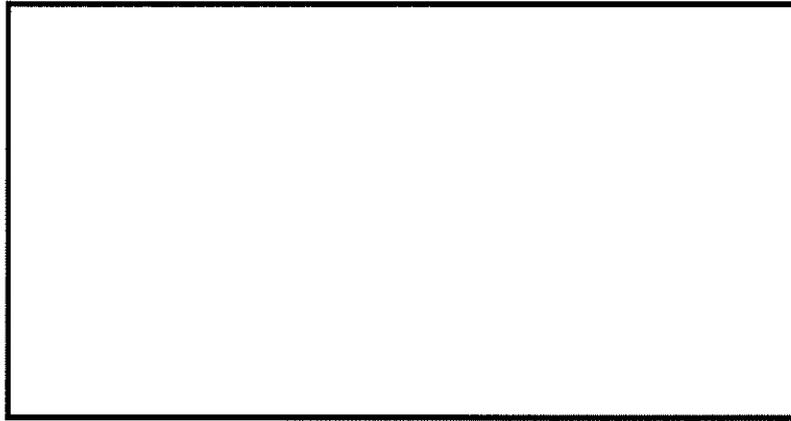


図 3.4-17 (13) C-C断面（杭基礎構造部）の過剰間隙水圧比分布
（地震波： S_s-D1 [H-, V-],
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（ $+1\sigma$ ）した解析ケース）

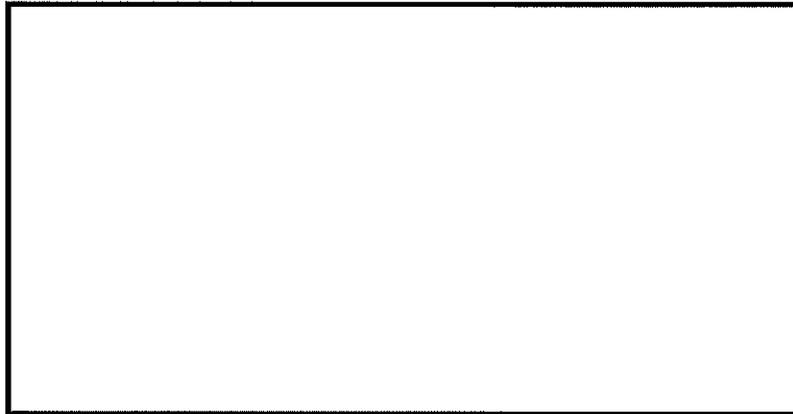


図 3.4-17 (14) C-C断面（杭基礎構造部）の過剰間隙水圧比分布
（地震波： S_s-D1 [H-, V-],
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（ -1σ ）した解析ケース）

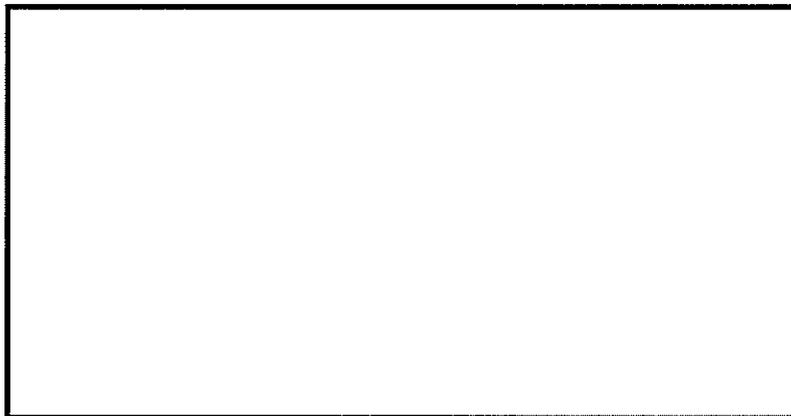


図 3.4-17 (15) C-C断面（杭基礎構造部）の過剰間隙水圧比分布
（地震波： S_s-D1 [H-, V+], 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

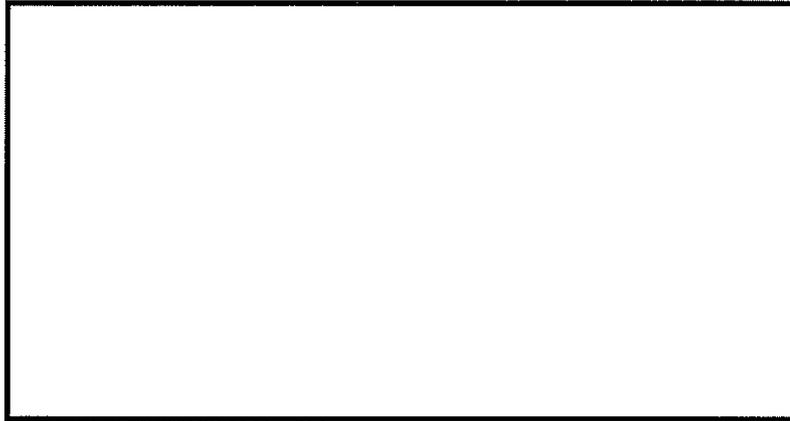


図 3.4-17 (16) C-C断面 (杭基礎構造部) の過剰間隙水圧比分布
(地震波: S_g-D1 [H-, V-], 検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



図 3.4-18 (1) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の過剰間隙水圧比分布
 (地震波 : S_s -D1 [H+, V+],
 検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

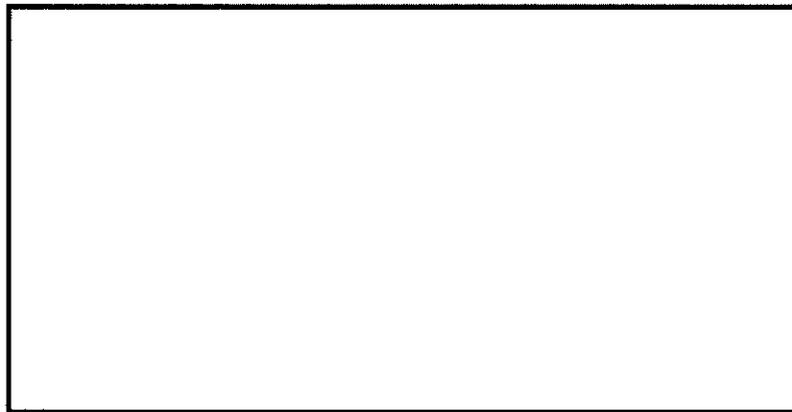


図 3.4-18 (2) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の過剰間隙水圧比分布
 (地震波 : S_s -D1 [H+, V-],
 検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

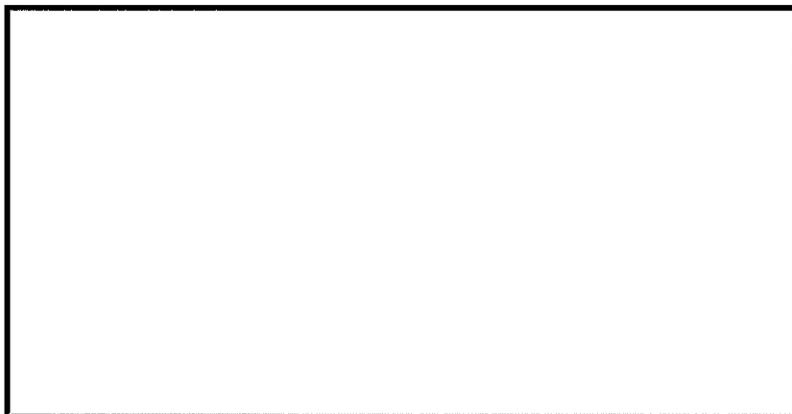


図 3.4-18 (3) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の過剰間隙水圧比分布
 (地震波 : S_s -D1 [H-, V+],
 検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

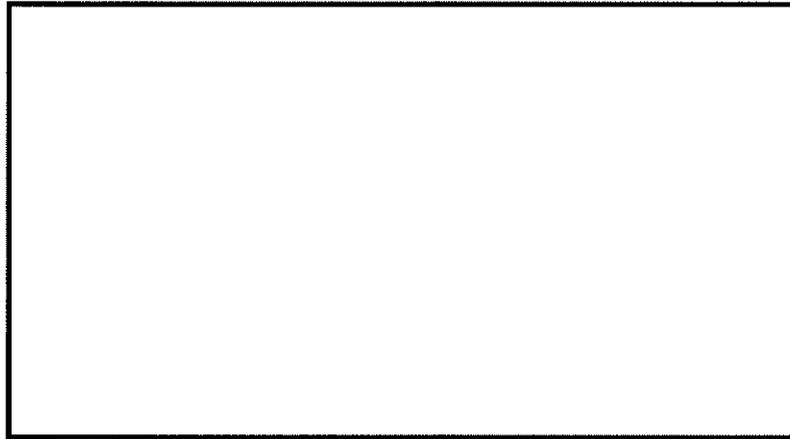


図 3.4-18 (4) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の過剰間隙水圧比分布
 (地震波: $S_s - D1$ [H-, V-],
 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

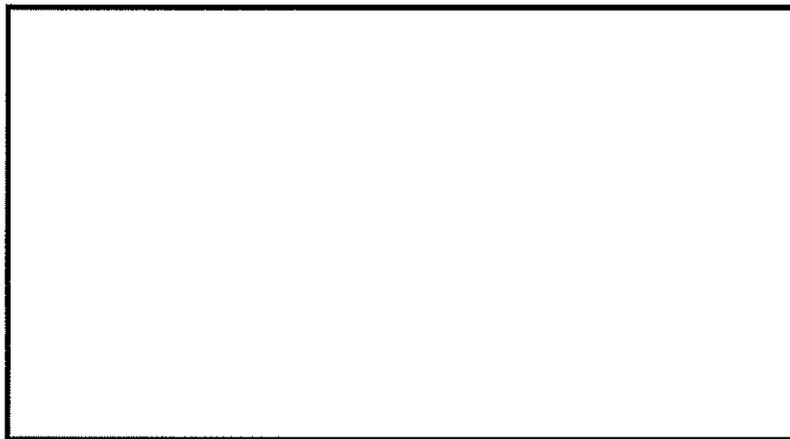


図 3.4-18 (5) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の過剰間隙水圧比分布
 (地震波: $S_s - 11$,
 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

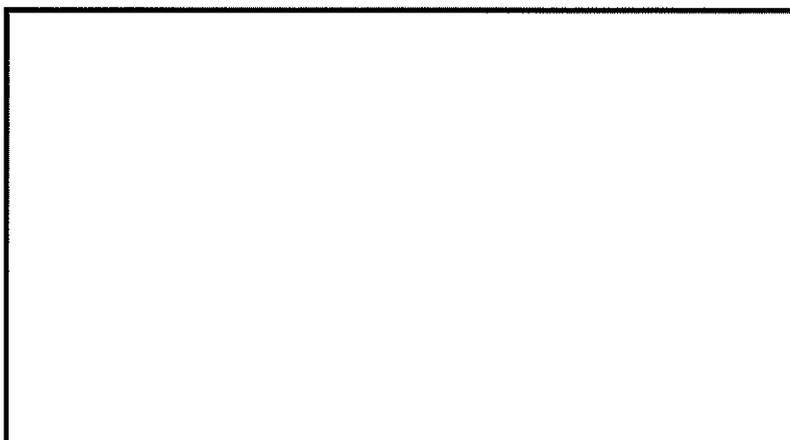


図 3.4-18 (6) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の過剰間隙水圧比分布
 (地震波: $S_s - 12$,
 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

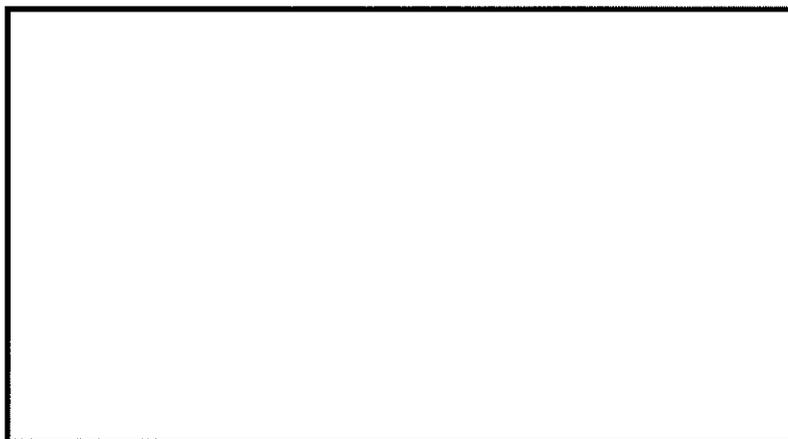


図 3.4-18 (7) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の過剰間隙水圧比分布
(地震波 : $S_s - 13$,
検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

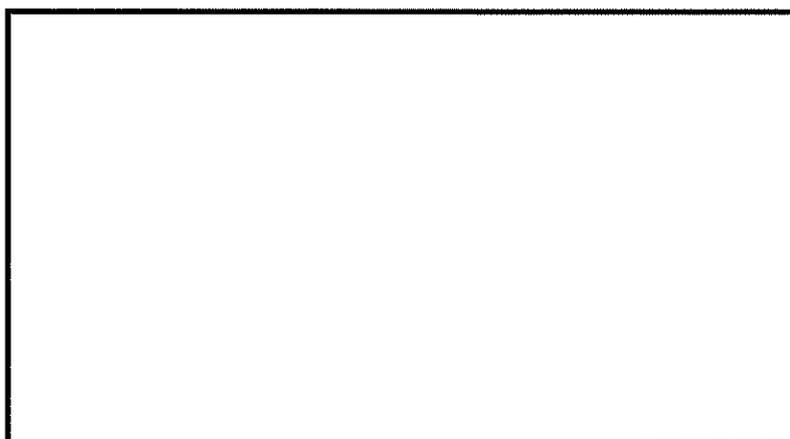


図 3.4-18 (8) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の過剰間隙水圧比分布
(地震波 : $S_s - 14$,
検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

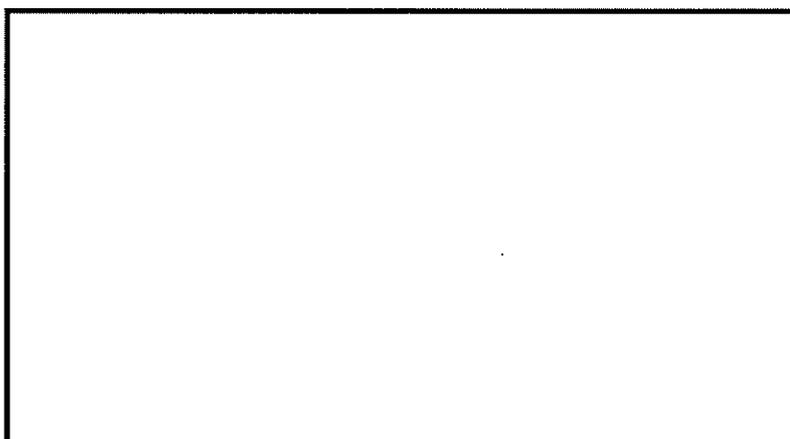


図 3.4-18 (9) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の過剰間隙水圧比分布
(地震波 : $S_s - 21$,
検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

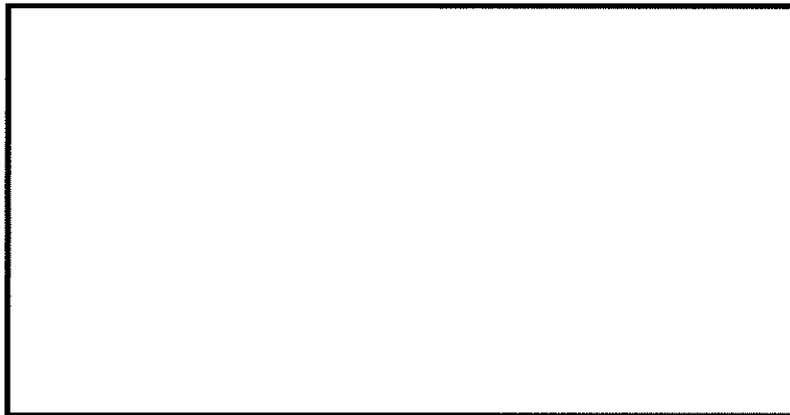


図 3.4-18 (10) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の過剰間隙水圧比分布
 (地震波 : S_s-22,
 検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

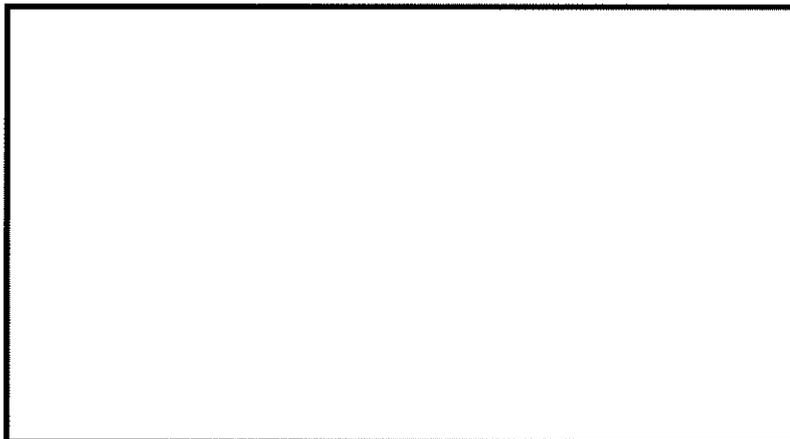


図 3.4-18 (11) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の過剰間隙水圧比分布
 (地震波 : S_s-31 [H+, V+],
 検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

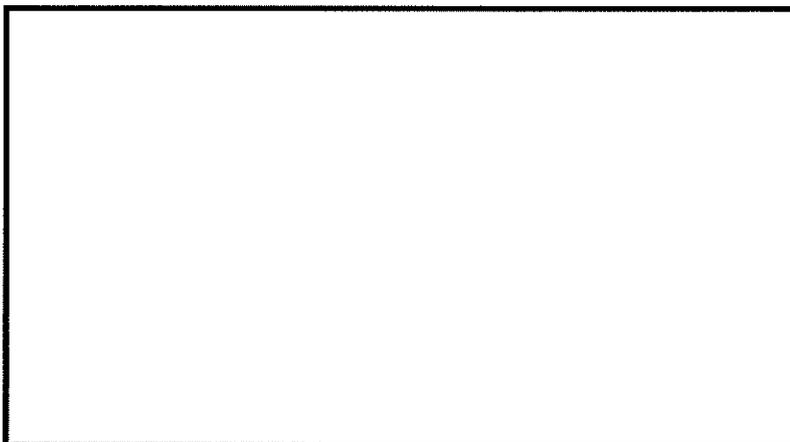


図 3.4-18 (12) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の過剰間隙水圧比分布
 (地震波 : S_s-31 [H-, V+],
 検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

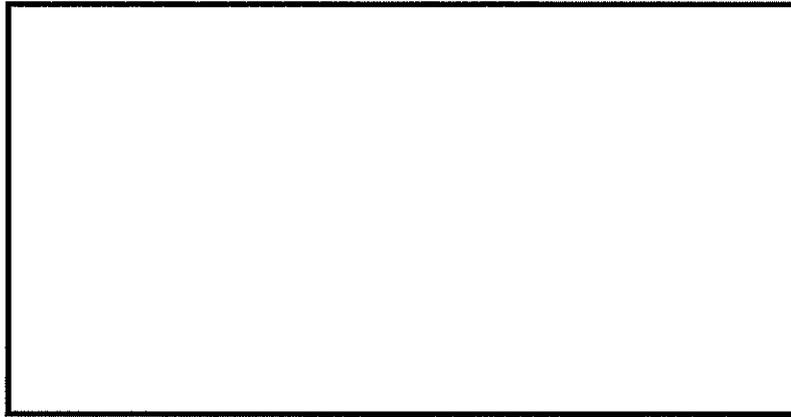


図 3.4-18 (13) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の過剰間隙水圧比分布
(地震波 : $S_s - 31$ [H+, V+],
検討ケース② : 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した解析ケース)

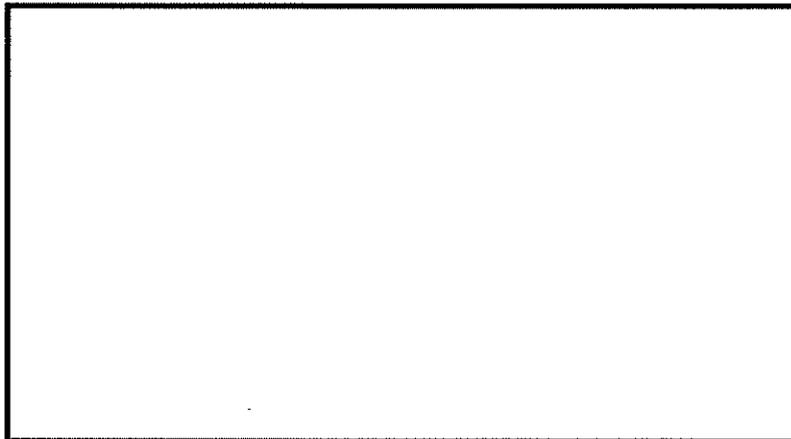


図 3.4-18 (14) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の過剰間隙水圧比分布
(地震波 : $S_s - 31$ [H+, V+],
検討ケース③ : 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 σ) した解析ケース)

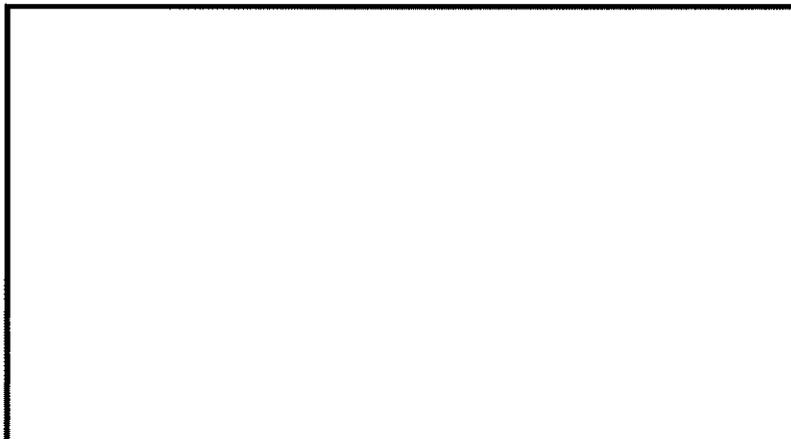


図 3.4-18 (15) C' - C' 断面 (地盤改良体基礎構造部) の過剰間隙水圧比分布
(地震波 : $S_s - 31$ [H+, V+], 検討ケース④ : 敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

(5) 最大加速度分布

各要素に発生した水平方向の最大加速度分布を確認するため、地震応答解析の全時刻における最大加速度分布を示す。

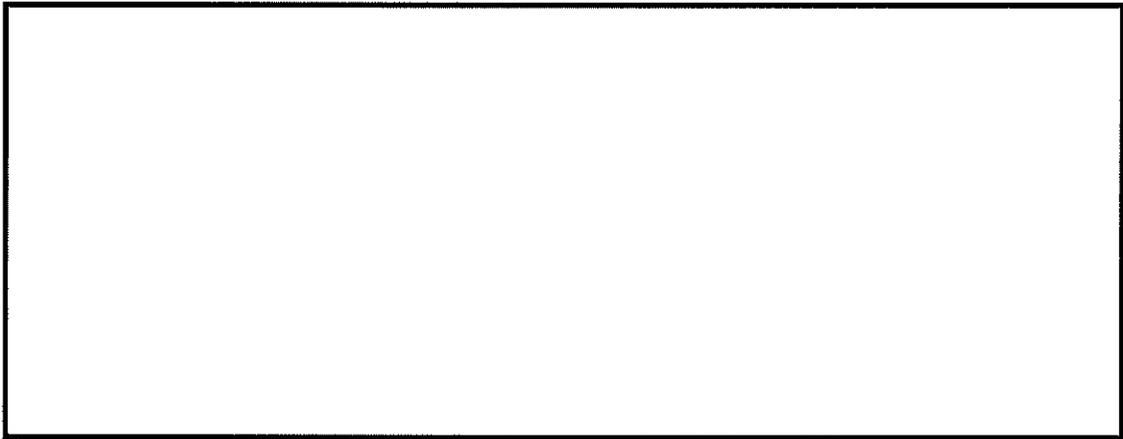


図 3.4-19 (1) A-A断面の最大水平加速度分布

(地震波： S_s-D1 [H+, V+], 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

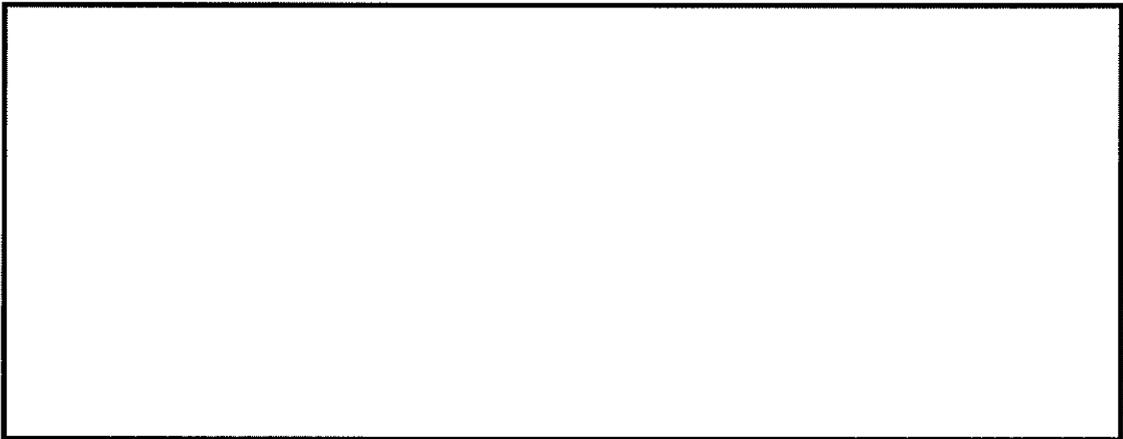


図 3.4-19 (2) A-A断面の最大水平加速度分布

(地震波： S_s-D1 [H+, V-], 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース))

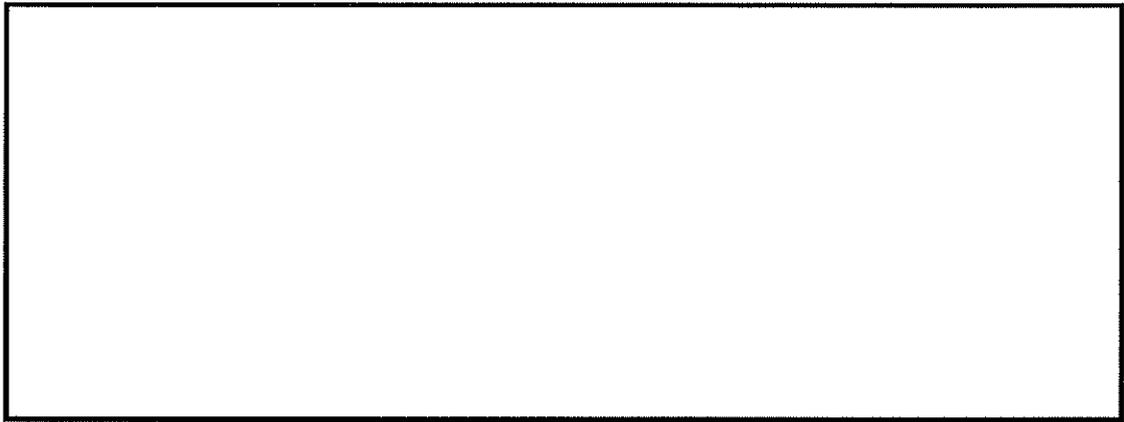


図 3.4-19 (3) A-A断面の最大水平加速度分布
(地震波： S_s-D1 [H-, V+], 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

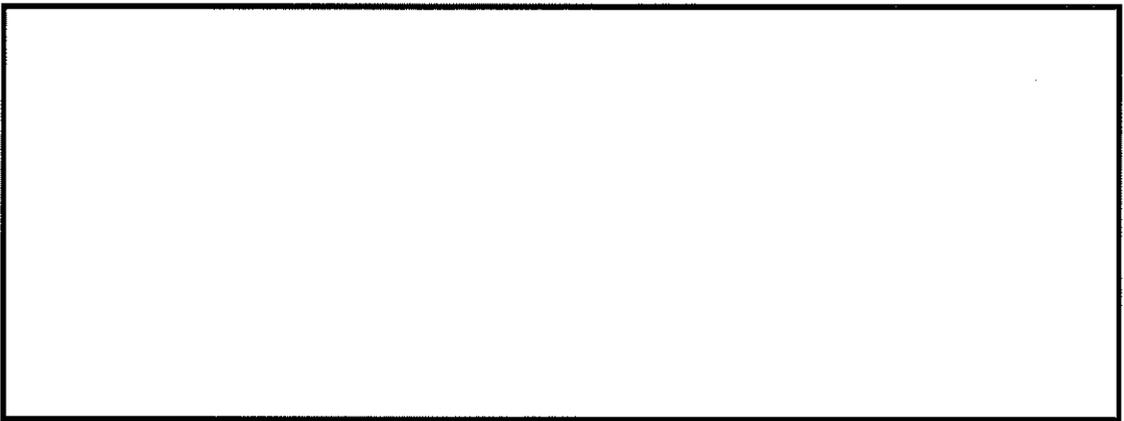


図 3.4-19 (4) A-A断面の最大水平加速度分布
(地震波： S_s-D1 [H-, V-], 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

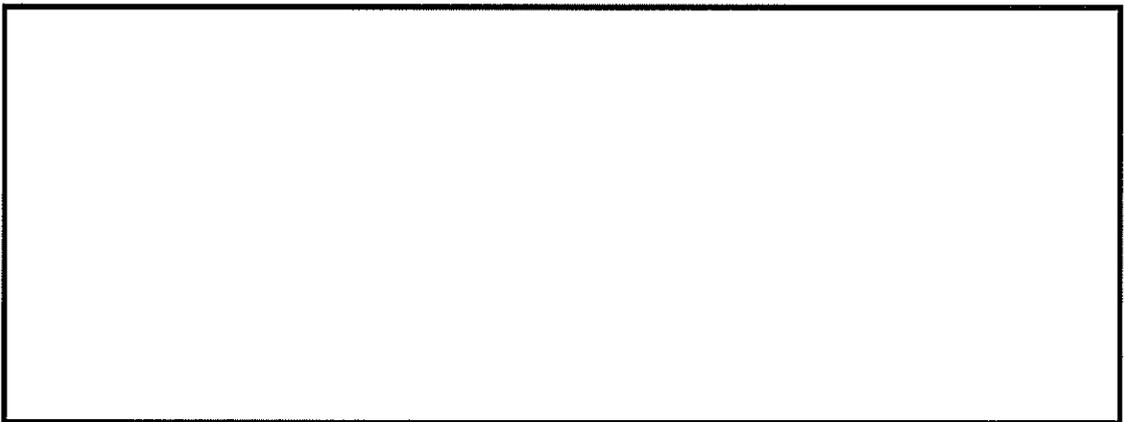


図 3.4-19 (5) A-A断面の最大水平加速度分布
(地震波： S_s-11 , 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

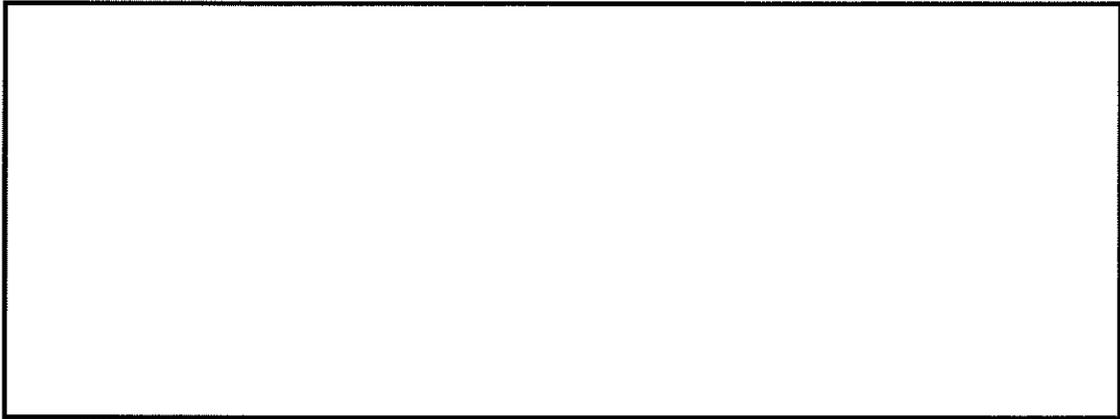


図 3.4-19 (6) A-A断面の最大水平加速度分布
(地震波：S_s-1 2, 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

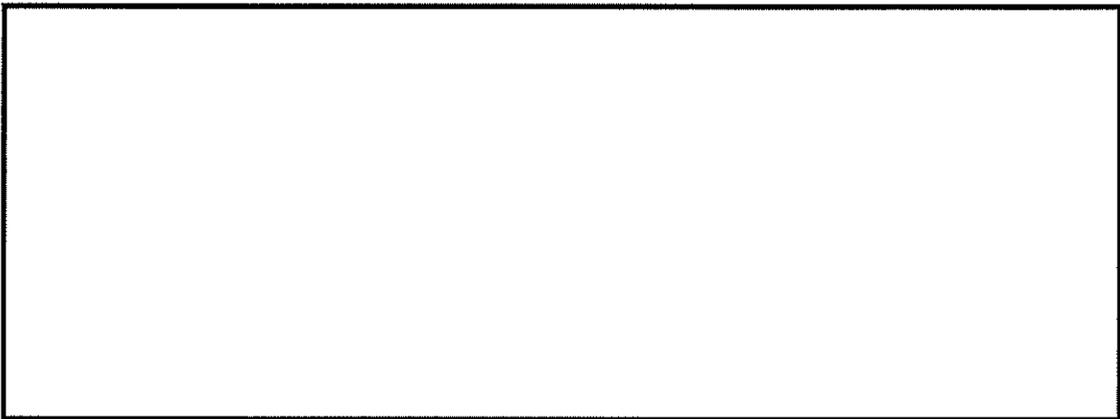


図 3.4-19 (7) A-A断面の最大水平加速度分布
(地震波：S_s-1 3, 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

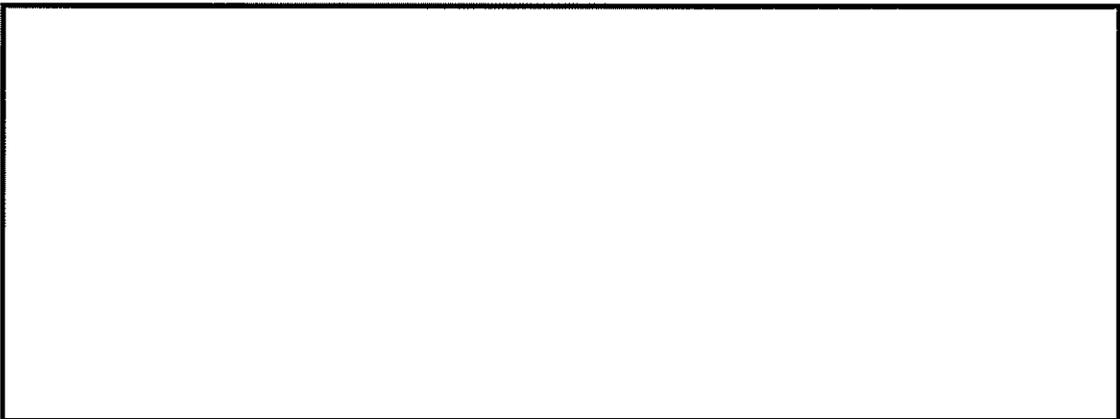


図 3.4-19 (8) A-A断面の最大水平加速度分布
(地震波：S_s-1 4, 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

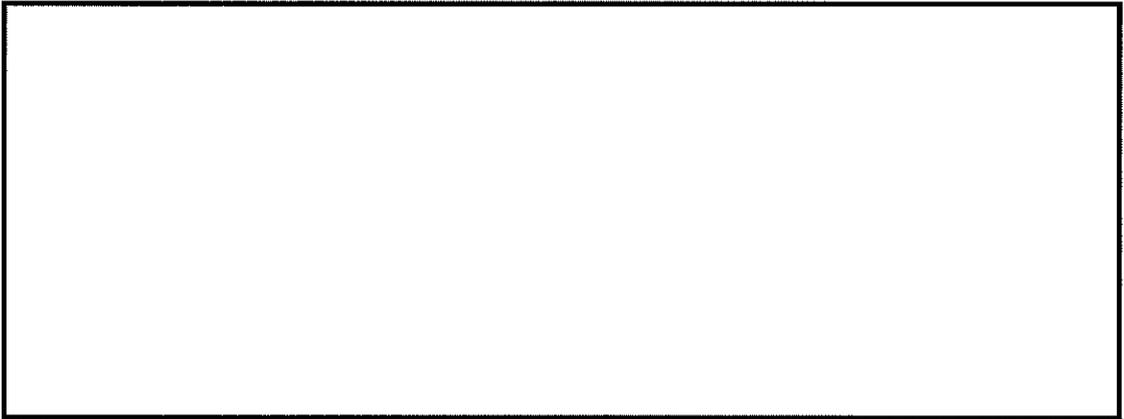


図 3.4-19 (9) A-A断面の最大水平加速度分布
(地震波：S_s-2 1, 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

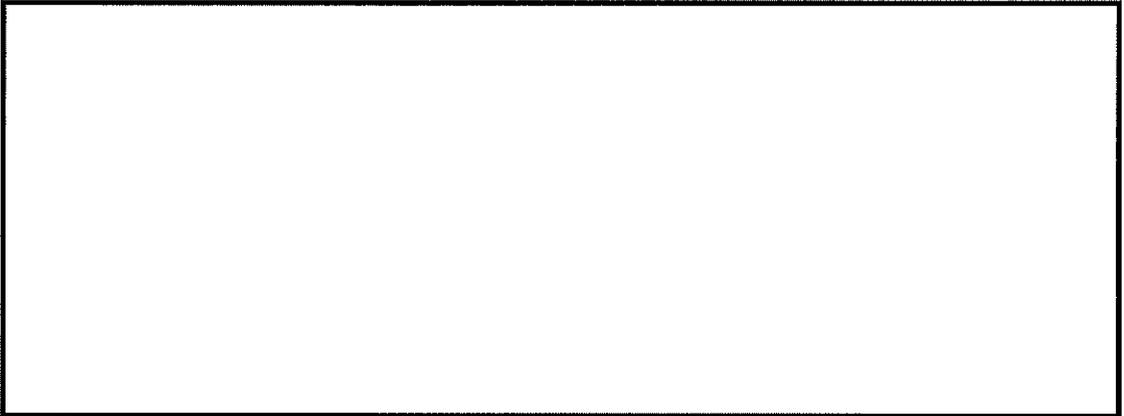


図 3.4-19 (10) A-A断面の最大水平加速度分布
(地震波：S_s-2 2, 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))



図 3.4-19 (11) A-A断面の最大水平加速度分布
(地震波：S_s-3 1 [H+, V+], 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

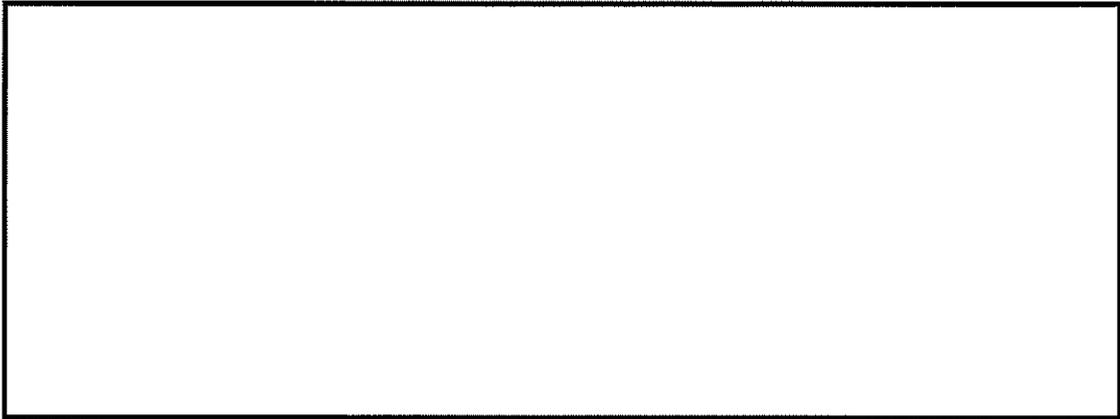


図 3.4-19 (12) A-A断面の最大水平加速度分布
(地震波 : $S_s - 31$ [H-, V+], 検討ケース① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた
解析ケース (基本ケース))

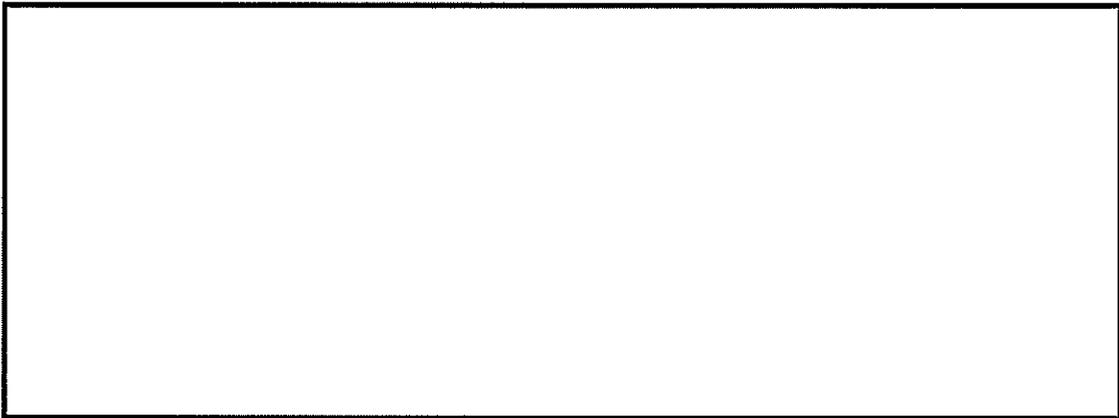


図 3.4-19 (13) A-A断面の最大水平加速度分布
(地震波 : $S_s - D1$ [H+, V+], 検討ケース② : 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した
解析ケース)

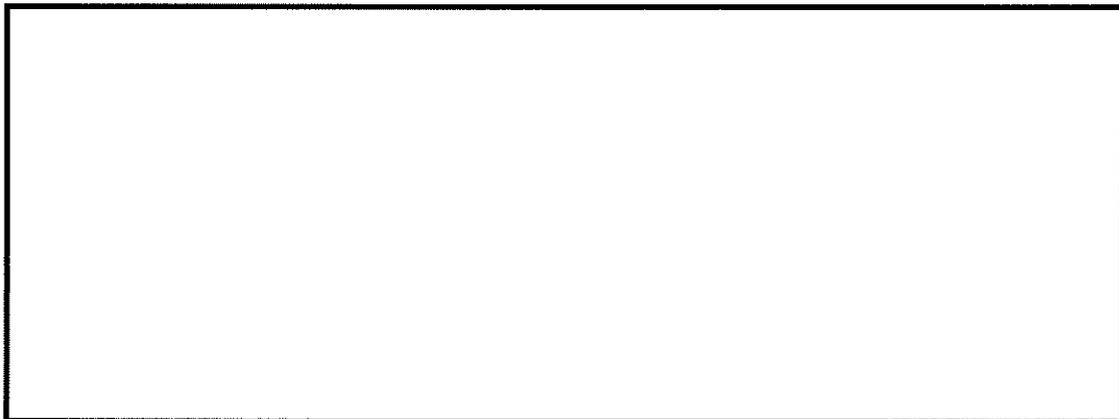


図 3.4-19 (14) A-A断面の最大水平加速度分布
(地震波 : $S_s - D1$ [H+, V+], 検討ケース③ : 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 σ) した
解析ケース)