

土留弾塑性解析

Ver. 8.00

Data

[物件名称] 弾塑性サンプル1  
[作成日] 2016/10/26  
[タイトル] 土留弾塑性解析(土木)サンプルデータ1

Copyright (c) KTS

# 目次

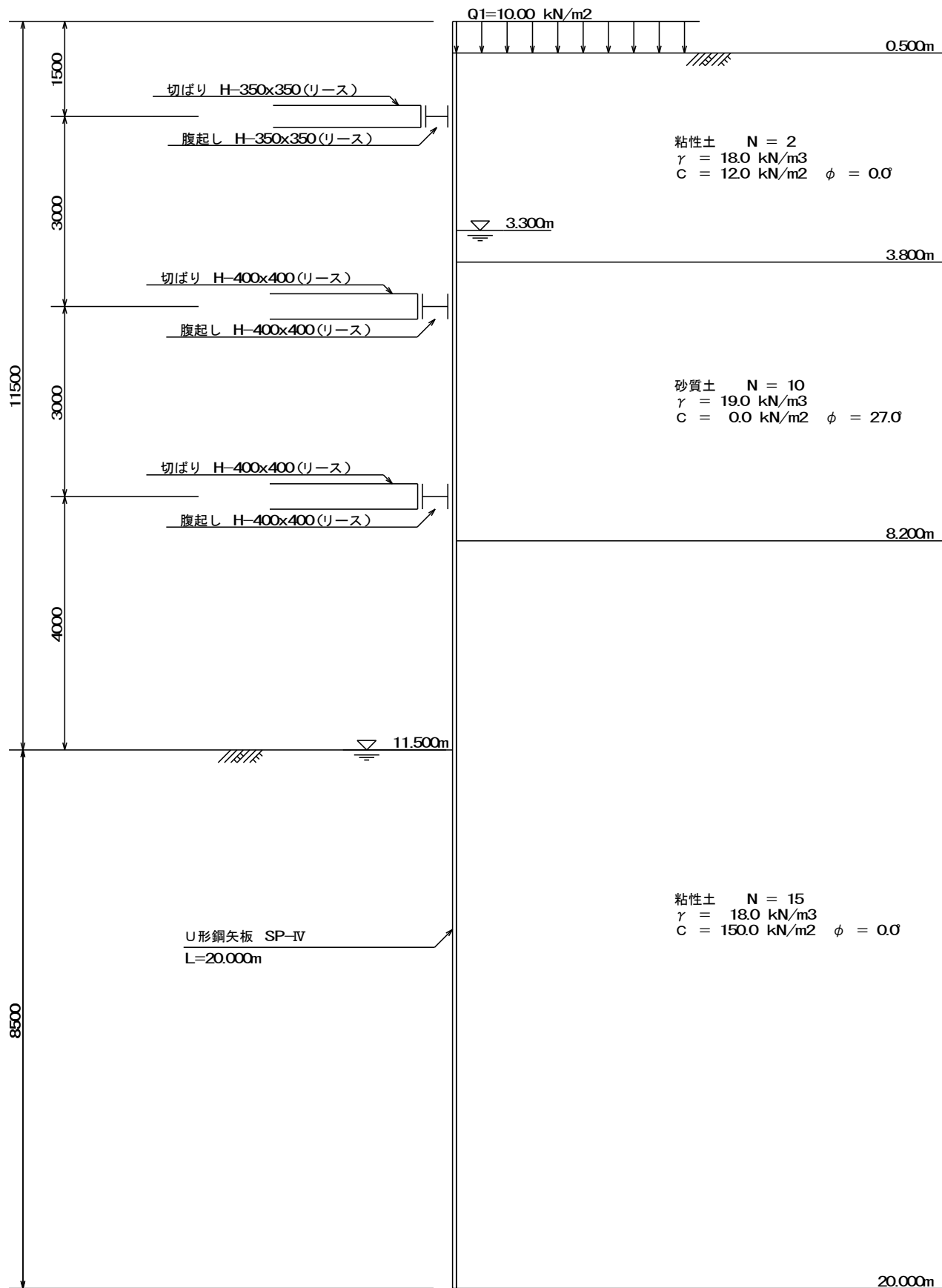
|      |                         |    |
|------|-------------------------|----|
| 1    | 設計条件                    | 2  |
| 1-1  | 設計断面図                   | 2  |
| 1-2  | 基本条件                    | 3  |
| 1-3  | 解析条件                    | 3  |
| 1-4  | 鋼矢板データ                  | 4  |
| 1-5  | 支点条件                    | 4  |
| 1-6  | 任意外力                    | 4  |
| 1-7  | 支保工                     | 4  |
| 1-8  | 施工ステップ                  | 6  |
| 1-9  | 地盤バネ                    | 6  |
| 1-10 | 土質定数                    | 7  |
| 1-11 | 上載荷重                    | 7  |
| 1-12 | 側圧の計算式 (道路土工指針 平成11年3月) | 8  |
| 2    | 有効側圧の計算結果               | 10 |
| 2-1  | 施工ステップ 1 (自立時)          | 10 |
| 2-2  | 施工ステップ 2 (1次プレロード時)     | 13 |
| 2-3  | 施工ステップ 3 (2次掘削時)        | 14 |
| 2-4  | 施工ステップ 4 (最下段切梁設置前)     | 16 |
| 2-5  | 施工ステップ 5 (最終掘削時)        | 18 |
| 2-6  | 施工ステップ 6 (1次盛替撤去時)      | 20 |
| 2-7  | 施工ステップ 7 (1次埋戻し時)       | 22 |
| 3    | 断面力、変位、支保工反力の計算結果       | 25 |
| 3-1  | 施工ステップ 1 (自立時)          | 25 |
| 3-2  | 施工ステップ 2 (1次プレロード時)     | 28 |
| 3-3  | 施工ステップ 3 (2次掘削時)        | 31 |
| 3-4  | 施工ステップ 4 (最下段切梁設置前)     | 34 |
| 3-5  | 施工ステップ 5 (最終掘削時)        | 37 |
| 3-6  | 施工ステップ 6 (1次盛替撤去時)      | 40 |
| 3-7  | 施工ステップ 7 (1次埋戻し時)       | 43 |
| 4    | 断面力図・変位図                | 47 |
| 4-1  | 施工ステップ 1 (自立時)          | 47 |
| 4-2  | 施工ステップ 2 (1次プレロード時)     | 48 |
| 4-3  | 施工ステップ 3 (2次掘削時)        | 49 |
| 4-4  | 施工ステップ 4 (最下段切梁設置前)     | 50 |
| 4-5  | 施工ステップ 5 (最終掘削時)        | 51 |
| 4-6  | 施工ステップ 6 (1次盛替撤去時)      | 52 |
| 4-7  | 施工ステップ 7 (1次埋戻し時)       | 53 |
| 4-8  | 重ね合わせ図                  | 54 |
| 5    | 集計表                     | 55 |
| 5-1  | 支保工反力の集計表               | 55 |
| 5-2  | 断面力、変位の集計表              | 55 |
| 5-3  | 掘削側弾性率の集計表              | 55 |
| 6    | 応力度の計算                  | 56 |
| 6-1  | 断面力の集計                  | 56 |
| 6-2  | 応力度                     | 56 |
| 7    | 支保工の計算結果一覧表             | 57 |

|      |                    |    |
|------|--------------------|----|
| 7-1  | 切ばりの計算結果一覧表        | 57 |
| 7-2  | 腹起しの計算結果一覧表        | 57 |
| 7-3  | 火打ちの計算結果一覧表        | 57 |
| 8    | 切ばりの計算（1段目切ばり）     | 58 |
| 8-1  | 設計条件               | 58 |
| 8-2  | 使用鋼材               | 58 |
| 8-3  | 断面力                | 58 |
| 8-4  | 応力度                | 58 |
| 8-5  | 座屈の照査              | 59 |
| 9    | 切ばりの計算（2段目切ばり）     | 60 |
| 9-1  | 設計条件               | 60 |
| 9-2  | 使用鋼材               | 60 |
| 9-3  | 断面力                | 60 |
| 9-4  | 応力度                | 60 |
| 9-5  | 座屈の照査              | 61 |
| 10   | 切ばりの計算（3段目切ばり）     | 62 |
| 10-1 | 設計条件               | 62 |
| 10-2 | 使用鋼材               | 62 |
| 10-3 | 断面力                | 62 |
| 10-4 | 応力度                | 62 |
| 10-5 | 座屈の照査              | 63 |
| 11   | 腹起しの計算（1段目腹起し）     | 64 |
| 11-1 | 設計条件               | 64 |
| 11-2 | 使用鋼材               | 64 |
| 11-3 | 断面力                | 64 |
| 11-4 | 応力度                | 64 |
| 11-5 | 座屈の照査              | 65 |
| 12   | 腹起しの計算（2段目腹起し）     | 66 |
| 12-1 | 設計条件               | 66 |
| 12-2 | 使用鋼材               | 66 |
| 12-3 | 断面力                | 66 |
| 12-4 | 応力度                | 66 |
| 12-5 | 座屈の照査              | 67 |
| 13   | 腹起しの計算（3段目腹起し）     | 68 |
| 13-1 | 設計条件               | 68 |
| 13-2 | 使用鋼材               | 68 |
| 13-3 | 断面力                | 68 |
| 13-4 | 応力度                | 68 |
| 13-5 | 座屈の照査              | 69 |
| 14   | 火打ちの計算（1段目火打ち）     | 70 |
| 14-1 | 設計条件               | 70 |
| 14-2 | 使用鋼材               | 70 |
| 14-3 | 断面力                | 70 |
| 14-4 | 応力度                | 70 |
| 14-5 | 必要ボルト本数（高力ボルト M22） | 70 |
| 14-6 | 必要プレート厚            | 70 |
| 15   | 火打ちの計算（2段目火打ち）     | 71 |
| 15-1 | 設計条件               | 71 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 15-2 使用鋼材                | 71 |
| 15-3 断面力                 | 71 |
| 15-4 応力度                 | 71 |
| 15-5 必要ボルト本数 (高力ボルト M22) | 71 |
| 15-6 必要プレート厚             | 71 |
| 16 火打ちの計算 ( 3 段目火打ち)     | 72 |
| 16-1 設計条件                | 72 |
| 16-2 使用鋼材                | 72 |
| 16-3 断面力                 | 72 |
| 16-4 応力度                 | 72 |
| 16-5 必要ボルト本数 (高力ボルト M22) | 72 |
| 16-6 必要プレート厚             | 72 |

1 設計条件

1-1 設計断面図



## 1-2 基本条件

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| 解析方法          | 弾塑性解析                       |
| 設計基準          | 日本道路協会<br>「道路土工指針（平成11年3月）」 |
| 弾塑性境界         | 多層                          |
| 再弾性化          | する                          |
| 全塑性強制終了       | する                          |
| 弾塑性境界最大繰り返し回数 | 100 回                       |
| 弾塑性境界の収束精度    | 0.010 m                     |
| 切ばり負反力        | 切ばりは負反力に抵抗しない               |
| 埋戻し土の地盤バネ     | 埋戻し土は負反力に抵抗する               |
| ひずみ依存性        | 地盤バネKは入力した地盤バネを用いる          |
| 弾性域の有効主動側圧    | 作用させる                       |
| リングバネ         | セットしない                      |
| 土留壁突出長        | 0.500 m                     |
| 土留壁全長         | 20.000 m                    |
| 根入れ長          | 計算しない                       |
| 着目点ピッチ        | 0.500 m                     |
| 支保工段数         | 4 段                         |
| 施工ステップ数       | 7 ステップ                      |
| 水の単位体積重量      | 10.00 kN/m <sup>3</sup>     |
| 浮力            | 9.00 kN/m <sup>3</sup>      |
| 水圧タイプ         | 上層地盤に粘性土がある場合、掘削側水圧＝背面側水圧   |
| 砂質土の有効主動側圧    | （背面側水圧－掘削側水圧）を最小値とする        |

## 1-3 解析条件

|                |   |
|----------------|---|
| 背面側地盤の弾塑性バネ    | 背面側は地盤バネを考慮しない<br>（プレロード導入時は重ね合わせる方法とする）              |
| 切ばり部材の先行変位の考え方 | ヤング係数（E）・断面積（A）・長さ（L）を持つ<br>弾性部材&固定支点とし、先行変位は支点沈下で与える |

## 1-4 鋼矢板データ

|             |                           |
|-------------|---------------------------|
| 鋼材名         | U形鋼矢板 SP-IV               |
| ヤング率        | 200000 N/mm <sup>2</sup>  |
| 断面積         | 242.50 cm <sup>2</sup> /m |
| 断面二次モーメント   | 38600 cm <sup>4</sup> /m  |
| 断面係数        | 2270.0 cm <sup>3</sup> /m |
| 剛性率 (Iに関して) | 45.00 %                   |
| 剛性率 (Zに関して) | 60.00 %                   |
| 着目点ピッチ      | 0.500 m                   |
| 許容曲げ応力度     | 270 N/mm <sup>2</sup>     |

## 1-5 支点条件

|              | 土留壁上端 | 土留壁下端 |
|--------------|-------|-------|
| 水平 (kN/m)    | 自由    | 自由    |
| 鉛直 (kN/m)    | 自由    | 自由    |
| 回転 (kNm/rad) | 自由    | 自由    |

## 1-6 任意外力

任意外力は作用しない

## 1-7 支保工

支保工材料の一覧

| No | 材料種別 | 材料名            | ヤング率<br>E<br>N/mm <sup>2</sup> | 断面積<br>A<br>cm <sup>2</sup> /本 | 断面二次<br>モーメント I<br>cm <sup>4</sup> /本 | H 鋼材 寸法<br>H * B * t1 * t2<br>mm |
|----|------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1  | H鋼材  | H-350x350(リース) | 200000.                        | 154.90                         | 1.                                    | 350.0 * 350.0 * 12.0 * 19.0      |
| 2  | H鋼材  | H-400x400(リース) | 200000.                        | 197.70                         | 1.                                    | 400.0 * 400.0 * 13.0 * 21.0      |
| 3  | その他  | 均しコンクリート       | 22000.                         | 3000.00                        | 1.                                    |                                  |

支保工設置条件およびバネ定数

| No | 深 度<br>Z<br>m | 材料<br>番号 | 材 料 名          | 長 さ<br>L<br>m | 水平間隔<br>B<br>m | 定数<br>$\alpha$ | アンカー<br>傾角 $\theta$<br>度 | H鋼材<br>本数 | クリープ<br>係数 $\phi_c$ | 支保工<br>バネ定数 Kb<br>kN/m/m |
|----|---------------|----------|----------------|---------------|----------------|----------------|--------------------------|-----------|---------------------|--------------------------|
| 1  | 1.500         | 1        | H-350x350(リース) | 5.000         | 3.00           | 1.00           | —                        | 1         | —                   | 206533.                  |
| 2  | 4.500         | 2        | H-400x400(リース) | 5.000         | 3.00           | 1.00           | —                        | 1         | —                   | 263600.                  |
| 3  | 7.500         | 2        | H-400x400(リース) | 5.000         | 3.00           | 1.00           | —                        | 1         | —                   | 263600.                  |
| 4  | 11.350        | 3        | 均しコンクリート       | 5.000         | 1.00           | 1.00           | —                        | —         | —                   | 1320000.                 |

a) H鋼材 
$$K_b = \alpha \frac{E \cdot A}{L \cdot B} \times \text{本数} \quad (L \text{ は掘削幅の } 1/2)$$

b) アンカー 
$$K_b = \alpha \frac{E \cdot A \cdot \cos^2 \theta}{L \cdot B} \quad (L \text{ は引張材の自由長})$$

c) コンクリート 
$$K_b = \alpha \frac{E \cdot A}{L(1 + \phi_c) B} \quad (L \text{ は掘削幅の } 1/2)$$

d) その他 
$$K_b = \alpha \frac{E \cdot A}{L \cdot B} \quad (L \text{ は掘削幅の } 1/2)$$

## 支保工計算条件 (切ばり)

| No | 深 度<br>Z<br>m | 材 料 名           | 軸力作用幅<br>B<br>m | 座屈長<br>Ly<br>m | 座屈長<br>Lz<br>m | フランジ固定点間隔<br>Lb<br>m | 鉛直荷重<br>Pv<br>kN/m | 水平外力<br>Mz<br>kN・m |
|----|---------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| 1  | 1.500         | H-350x350 (リース) | 3.00            | 10.00          | 10.00          | 10.00                | 5.00               | 0.00               |
| 2  | 4.500         | H-400x400 (リース) | 3.00            | 10.00          | 10.00          | 10.00                | 5.00               | 0.00               |
| 3  | 7.500         | H-400x400 (リース) | 3.00            | 10.00          | 10.00          | 10.00                | 5.00               | 0.00               |

## 使用する支保工反力

慣用法では最終掘削時における支保工反力を、弾塑性法においては各段の最大支保工反力を用いる。ただし、慣用法では、盛替え時・撤去時も含める。

## 温度軸力

150.00 kN

## 座屈の検討方法

強軸・弱軸まわりの検討

## 合成応力度の許容値

210 N/mm<sup>2</sup>

## 許容せん断応力度

120 N/mm<sup>2</sup>

## 局部座屈に対する許容応力度

210 N/mm<sup>2</sup>

## 支保工計算条件 (腹起し)

| No | 深 度<br>Z<br>m | 材 料 名           | 軸力作用幅<br>B<br>m | 腹起しスパン<br>L<br>m | フランジ固定点間隔<br>Lb<br>m | 鉛直外力<br>Mz<br>kN・m |
|----|---------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------------|--------------------|
| 1  | 1.500         | H-350x350 (リース) | 2.00            | 3.00             | 3.00                 | 0.00               |
| 2  | 4.500         | H-400x400 (リース) | 2.00            | 3.00             | 3.00                 | 0.00               |
| 3  | 7.500         | H-400x400 (リース) | 2.00            | 3.00             | 3.00                 | 0.00               |

## 使用する支保工反力

慣用法では最終掘削時における支保工反力を、弾塑性法においては各段の最大支保工反力を用いる。ただし、慣用法では、盛替え時・撤去時も含める。

## 温度軸力

0.00 kN

## ウェブ断面剛性率 (WEBG)

1.00

## せん断応力度算定用断面積

 $WEBG \times (H - 2 \times t_2) \times t_1$ 

## 断面力の算出方法

単純梁+等分布荷重

## 座屈の検討方法

強軸・弱軸まわりの検討

## 合成応力度の許容値

210 N/mm<sup>2</sup>

## 許容せん断応力度

120 N/mm<sup>2</sup>

## 局部座屈に対する許容応力度

210 N/mm<sup>2</sup>

## 支保工計算条件 (火打ち)

| No | 深 度<br>Z<br>m | 材 料 名           | 軸力作用幅<br>L1<br>m | 軸力作用幅<br>L2<br>m | 座屈長<br>L<br>m |
|----|---------------|-----------------|------------------|------------------|---------------|
| 1  | 1.500         | H-350x350 (リース) | 1.00             | 1.00             | 1.42          |
| 2  | 4.500         | H-400x400 (リース) | 1.00             | 1.00             | 1.42          |
| 3  | 7.500         | H-400x400 (リース) | 1.00             | 1.00             | 1.42          |

## 使用する支保工反力

慣用法では最終掘削時における支保工反力を、弾塑性法においては各段の最大支保工反力を用いる。ただし、慣用法では、盛替え時・撤去時も含める。

## 温度軸力

0.00 kN

## 軸力と曲げの照査

軸力のみが作用する部材として計算する

## 座屈の検討方法

検討を行わない

## 合成応力度の許容値

210 N/mm<sup>2</sup>

## 許容せん断応力度

120 N/mm<sup>2</sup>

## 局部座屈に対する許容応力度

210 N/mm<sup>2</sup>

## 切ばりと火打ちがなす角

45 度

## 高力ボルト

M22

## ボルトの許容せん断応力度

135 N/mm<sup>2</sup>

## ボルトの許容支圧応力度

315 N/mm<sup>2</sup>

## 鋼材の許容支圧応力度

315 N/mm<sup>2</sup>

## 2段重ねの検討

する



## 1-8 施工ステップ

| 施工 Step | 施工種類   | 施工名称     | 掘削深 H<br>m | 背面水位 Lwa<br>m | 前面水位 Lwp<br>m |
|---------|--------|----------|------------|---------------|---------------|
| 1       | 掘削時    | 自立時      | 2.000      | 3.300         | 3.300         |
| 2       | プレロード時 | 1次プレロード時 | 2.000      | 3.300         | 3.300         |
| 3       | 掘削時    | 2次掘削時    | 5.000      | 3.300         | 5.000         |
| 4       | 掘削時    | 最下段切梁設置前 | 8.000      | 3.300         | 8.000         |
| 5       | 掘削時    | 最終掘削時    | 11.500     | 3.300         | 11.500        |
| 6       | 盛替撤去時  | 1次盛替撤去時  | 11.500     | 3.300         | 11.500        |
| 7       | 埋戻し    | 1次埋戻し時   | 5.000      | 3.300         | 11.500        |

| 施工 Step | 切 梁   | 切 梁  | 切 梁  | 切 梁   |
|---------|-------|------|------|-------|
|         | 1.50  | 4.50 | 7.50 | 11.35 |
| 1       |       |      |      |       |
| 2       | 100.0 |      |      |       |
| 3       | ◎     |      |      |       |
| 4       | ◎     | ◎    |      |       |
| 5       | ◎     | ◎    | ◎    |       |
| 6       | ◎     | ◎    |      | ◎     |
| 7       | ◎     |      |      | ◎     |

◎は支保工の設置を、数値はプレロード値(kN/本)を示す。

## 1-9 地盤バネ

壁体形式に関わる係数  $\eta = 1.000$

・連続した壁体の場合  $\eta = 1$

・親杭横矢板の場合  $\eta = B_0 / B_f$  ( $\eta \leq 4$ )  $B_0$ : 親杭中心間隔、 $B_f$ : 親杭フランジ幅

## 施工ステップ - 1~ 6

| No | 深 度<br>Z<br>m | 層 厚<br>h<br>m | 地盤バネ (kN/m <sup>2</sup> ) |        | 壁体形式に関わる係数 $\eta$ を乗じた地盤バネ (kN/m <sup>2</sup> ) |                      |
|----|---------------|---------------|---------------------------|--------|---|----------------------|
|    |               |               | 背面側 Kh                    | 掘削側 Kh | 背面側 $\eta \times Kh$                            | 掘削側 $\eta \times Kh$ |
| 1  | 0.500         | 3.300         | 1346.                     | 1346.  | 1346.   | 1346.                |
| 2  | 3.800         | 4.400         | 6728.                     | 6728.  | 6728.   | 6728.                |
| 3  | 8.200         | 11.800        | 10092.                    | 10092. | 10092.  | 10092.               |

## 施工ステップ - 7

| No | 深 度<br>Z<br>m | 層 厚<br>h<br>m | 地盤バネ (kN/m <sup>2</sup> ) |        | 壁体形式に関わる係数 $\eta$ を乗じた地盤バネ (kN/m <sup>2</sup> ) |                      |
|----|---------------|---------------|---------------------------|--------|---|----------------------|
|    |               |               | 背面側 Kh                    | 掘削側 Kh | 背面側 $\eta \times Kh$                            | 掘削側 $\eta \times Kh$ |
| 1  | 0.500         | 3.300         | 1346.                     | 2018.  | 1346.   | 2018.                |
| 2  | 3.800         | 4.400         | 6728.                     | 2018.  | 6728.   | 2018.                |
| 3  | 8.200         | 3.300         | 10092.                    | 2018.  | 10092.  | 2018.                |
| 4  | 11.500        | 8.500         | 10092.                    | 10092. | 10092.  | 10092.               |

## 1-10 土質定数

地盤改良あり  
施工ステップ - 1~ 6

| No | 深 度<br>m |     | 土質名 | N  | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | Co<br>kN/m <sup>2</sup> | Ca  | Ka1 | Ka2 | Kp | Ko |
|----|----------|-----|-----|----|-------------------------------|-------------|-------------------------|-----|-----|-----|----|----|
| 1  | 3.800    | 背面側 | 粘性土 | 2  | 18.0                          | 0.0         | 12.0                    | 0.0 | 自動  | 自動  |    | 自動 |
|    |          | 掘削側 | 粘性土 | 2  | 18.0                          | 0.0         | 12.0                    | 0.0 |     |     | 自動 |    |
| 2  | 8.200    | 背面側 | 砂質土 | 10 | 19.0                          | 27.0        | 0.0                     | 0.0 | 自動  | 自動  |    | 自動 |
|    |          | 掘削側 | 砂質土 | 10 | 19.0                          | 27.0        | 0.0                     | 0.0 |     |     | 自動 |    |
| 3  | 20.000   | 背面側 | 粘性土 | 15 | 18.0                          | 0.0         | 150.0                   | 0.0 | 自動  | 自動  |    | 自動 |
|    |          | 掘削側 | 粘性土 | 15 | 18.0                          | 0.0         | 150.0                   | 0.0 |     |     | 自動 |    |

施工ステップ - 7

| No | 深 度<br>m |     | 土質名 | N  | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | Co<br>kN/m <sup>2</sup> | Ca  | Ka1 | Ka2 | Kp | Ko |
|----|----------|-----|-----|----|-------------------------------|-------------|-------------------------|-----|-----|-----|----|----|
| 1  | 3.800    | 背面側 | 粘性土 | 2  | 18.0                          | 0.0         | 12.0                    | 0.0 | 自動  | 自動  |    | 自動 |
|    |          | 掘削側 | 砂質土 | 3  | 18.0                          | 20.0        | 0.0                     | 0.0 |     |     | 自動 |    |
| 2  | 8.200    | 背面側 | 砂質土 | 10 | 19.0                          | 27.0        | 0.0                     | 0.0 | 自動  | 自動  |    | 自動 |
|    |          | 掘削側 | 砂質土 | 3  | 18.0                          | 20.0        | 0.0                     | 0.0 |     |     | 自動 |    |
| 3  | 11.500   | 背面側 | 粘性土 | 15 | 18.0                          | 0.0         | 150.0                   | 0.0 | 自動  | 自動  |    | 自動 |
|    |          | 掘削側 | 砂質土 | 3  | 18.0                          | 20.0        | 0.0                     | 0.0 |     |     | 自動 |    |
| 4  | 20.000   | 背面側 | 粘性土 | 15 | 18.0                          | 0.0         | 150.0                   | 0.0 | 自動  | 自動  |    | 自動 |
|    |          | 掘削側 | 粘性土 | 15 | 18.0                          | 0.0         | 150.0                   | 0.0 |     |     | 自動 |    |

深度: 土留壁天端から土層下面までの深さ

N : 層の平均N値

$\gamma$  : 土の湿潤単位体積重量

$\phi$  : 土の内部摩擦角

Co : 土の粘着力

Ca : 土の粘着力の傾き

Ka1: 主働土圧係数 (掘削面以上)

Ka2: 主働土圧係数 (掘削面以深)

Kp : 受働土圧係数

Ko : 静止土圧係数

## 1-11 上載荷重

(a) 背面側

| No | 上載荷重<br>Qa<br>kN/m <sup>2</sup> | 作用範囲<br>m |
|----|---------------------------------|-----------|
| 1  | 10.000                          | 全範囲に載荷    |

施工途中での第2上載荷重の変化 : 無し

(b) 掘削側

上載荷重は作用しない

## 1-12 側圧の計算式 (道路土工指針 平成11年3月)

## (a) 主働土圧

## ・砂質土

$$P_a = K_{as}(\sum \gamma h + Q_a - P_{wa}) - 2C\sqrt{K_{as}}$$

$$K_{as} = \tan^2(45^\circ - \phi/2)$$

## ・粘性土

$$P_a = K_{ac1}(\sum \gamma h + Q_a) \quad (Z \leq H)$$

$$P_a = K_{ac1} \cdot G h + K_{ac2} \cdot \sum \gamma (Z - H) \quad (Z > H)$$

| 粘性土のN値         | Kac1           |     | Kac2 |
|----------------|----------------|-----|------|
|                | 推定式            | 最小値 |      |
| $N \geq 8$     | $0.5 - 0.01H$  | 0.3 | 0.5  |
| $4 \leq N < 8$ | $0.6 - 0.01H$  | 0.4 | 0.6  |
| $2 \leq N < 4$ | $0.7 - 0.025H$ | 0.5 | 0.7  |
| $N < 2$        | $0.8 - 0.025H$ | 0.6 | 0.8  |

## (b) 受働土圧

$$P_p = K_p(\sum \gamma h - P_{wp}) + 2C\sqrt{K_p}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \phi}{\left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin \phi}{\cos \delta}}\right)^2}$$

$$\delta = \phi / 3$$

## (c) 静止土圧

## ・砂質土

$$P_o = K_{os}(\sum \gamma h - P_{wp})$$

$$K_{os} = 1 - \sin \phi$$

## ・粘性土

$$P_o = K_{oc}(\sum \gamma h)$$

| 粘性土のN値         | Koc |
|----------------|-----|
| $N \geq 8$     | 0.5 |
| $4 \leq N < 8$ | 0.6 |
| $2 \leq N < 4$ | 0.7 |
| $N < 2$        | 0.8 |

ここで、

- Pa : 主働土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)
- Kas : 掘削面以上の砂質土の主働土圧係数
- Kac1 : 掘削面以上の粘性土の主働土圧係数
- Kac2 : 掘削面以深の粘性土の主働土圧係数
- Pp : 受働土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)
- Kp : 受働土圧係数
- Po : 静止土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)
- Kos : 砂質土の静止土圧係数
- Koc : 粘性土の静止土圧係数
- h : 各層の層厚 (m)
- Z : 土留壁天端からの各層の下面までの深さ (m)
- H : 土留壁天端から掘削面までの深さ (m)
- γ : 土の湿潤単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)
- φ : 土の内部摩擦角 (度)
- δ : 土の壁面摩擦角 (度)
- C : 土の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)      $C = Ca \cdot Zc + Co$
- Ca : 土の粘着力の傾き
- Co : 各層の上面の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)
- Zc : 各層の上面からの深さ (m)
- N : 層の平均N値
- Gh : 土留壁天端から掘削面までの  $\sum \gamma h + Qa$  (kN/m<sup>2</sup>)
- Pwa : 背面側間隙水圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)
- Pwp : 掘削側間隙水圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)
- Qa : 背面側等分布荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

#### (d) 水圧

上層地盤に粘性土がある場合、前面側水圧=背面側水圧とする。

$$Pwa = \gamma_w \cdot hwa$$

$$Pwp = \gamma_w \cdot hwp \quad (\text{粘性土層より上})$$

$$Pwp = Pwa \quad (\text{粘性土層より下})$$

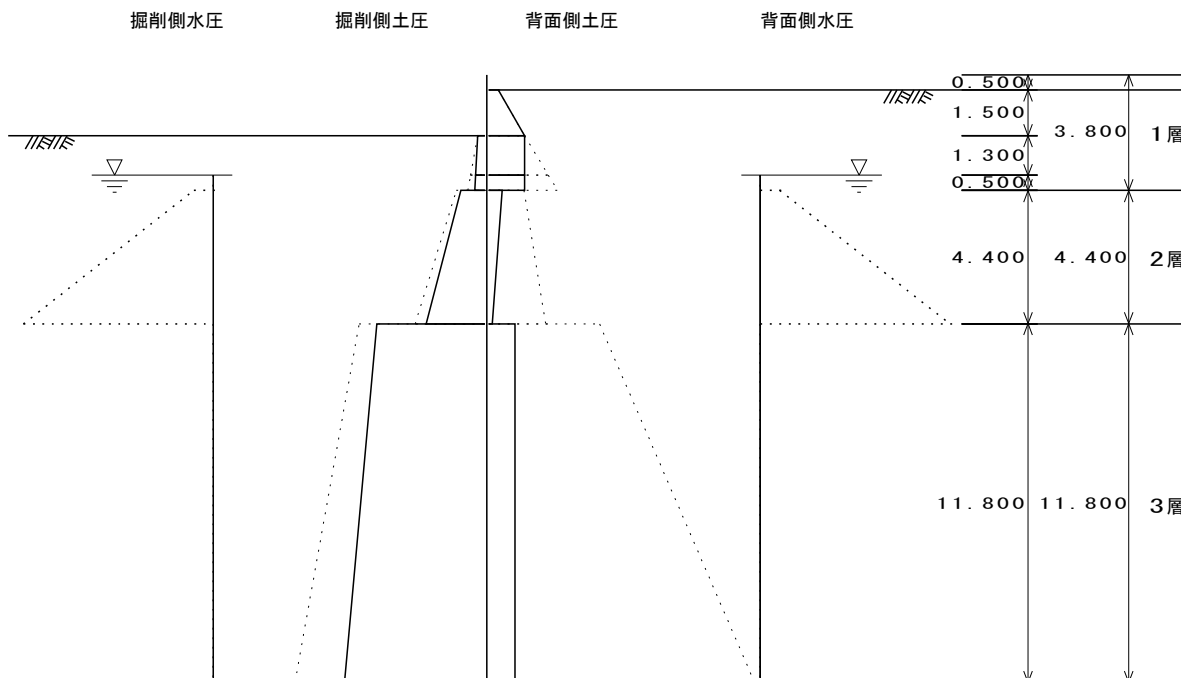
ここで、

- Pwa : 背面側水圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)
- Pwp : 前面側水圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)
- γ<sub>w</sub> : 水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>) (γ<sub>w</sub>=10.00 kN/m<sup>3</sup>)
- hwa : 背面水位からの深さ (m)
- hwp : 前面水位からの深さ (m)

## 2 有効側圧の計算結果

### 2-1 施工ステップ 1 (自立時)

施工ステップ1



(a) 背面側主働土圧

| No | 深 度<br>Z<br>m        | 土質名 | N  | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | C<br>kN/m <sup>2</sup> | 土圧係数    |         | $\Sigma \gamma h$<br>+Qa<br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>Pwa<br>kN/m <sup>2</sup> | 主働土圧<br>Pa<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|----------------------|-----|----|-------------------------------|-------------|------------------------|---------|---------|---|----------------------------------|---------------------------------|
|    |                      |     |    |                               |             |                        | Ka1     | Ka2     |   |                                  |                                 |
| 1  | 0.000<br>~<br>0.500  |     |    |                               |             |                        |         |         |   |                                  |                                 |
| 2  | 0.500<br>~<br>2.000  | 粘性土 | 2  | 18.0                          |             |                        | 0.66250 |         | 10.00<br>37.00                                |                                  | 6.63<br>24.51                   |
| 3  | 2.000<br>~<br>3.300  | 粘性土 | 2  | 18.0                          |             |                        | 0.66250 | 0.70000 | 37.00<br>60.40                                |                                  | 24.51<br>40.89                  |
| 4  | 3.300<br>~<br>3.800  | 粘性土 | 2  | 18.0                          |             |                        | 0.66250 | 0.70000 | 60.40<br>69.40                                |                                  | 40.89<br>47.19                  |
| 5  | 3.800<br>~<br>8.200  | 砂質土 |    | 19.0                          | 27.0        | 0.0<br>0.0             | 0.37552 |         | 69.40<br>153.00                               | 5.00<br>49.00                    | 24.18<br>39.05                  |
| 6  | 8.200<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 15 | 18.0                          |             |                        | 0.48500 | 0.50000 | 153.00<br>365.40                              |                                  | 75.94<br>182.15                 |

Ka1 : 主働土圧係数(掘削面以上)    Ka2 : 主働土圧係数(掘削面以深)

(b) 掘削側受働土圧

| No | 深 度<br>Z<br>m       | 土質名 | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | C<br>kN/m <sup>2</sup> | 土圧<br>係数<br>Kp | $\Sigma \gamma Z$<br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>Pwp<br>kN/m <sup>2</sup> | 受働土圧<br>Pp<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|---------------------|-----|-------------------------------|-------------|------------------------|----------------|--|----------------------------------|---------------------------------|
| 3  | 2.000<br>~<br>3.300 | 粘性土 | 18.0                          | 0.0         | 12.0<br>12.0           | 1.00000        | 0.00<br>23.40                          |                                  | 24.00<br>47.40                  |
| 4  | 3.300<br>~<br>3.800 | 粘性土 | 18.0                          | 0.0         | 12.0<br>12.0           | 1.00000        | 23.40<br>32.40                         |                                  | 47.40<br>56.40                  |

| No | 深 度<br>Z<br>m        | 土質名 | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | C<br>kN/m <sup>2</sup> | 土圧<br>係数<br>Kp | $\Sigma \gamma Z$<br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>Pwp<br>kN/m <sup>2</sup> | 受働土圧<br>Pp<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|----------------------|-----|-------------------------------|-------------|------------------------|----------------|--|----------------------------------|---------------------------------|
| 5  | 3.800<br>~<br>8.200  | 砂質土 | 19.0                          | 27.0        | 0.0<br>0.0             | 3.44261        | 32.40<br>116.00                        | 5.00<br>49.00                    | 94.33<br>230.66                 |
| 6  | 8.200<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 18.0                          | 0.0         | 150.0<br>150.0         | 1.00000        | 116.00<br>328.40                       |                                  | 416.00<br>628.40                |

## (c) 掘削側静止土圧

| No | 深 度<br>Z<br>m        | 土質名 | N  | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | 土圧<br>係数<br>Ko | $\Sigma \gamma Z$<br>+Qp<br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>Pwp<br>kN/m <sup>2</sup> | 静止土圧<br>Po<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|----------------------|-----|----|-------------------------------|-------------|----------------|---|----------------------------------|---------------------------------|
| 3  | 2.000<br>~<br>3.300  | 粘性土 | 2  | 18.0                          |             | 0.70000        | 0.00<br>23.40                                 |                                  | 0.00<br>16.38                   |
| 4  | 3.300<br>~<br>3.800  | 粘性土 | 2  | 18.0                          |             | 0.70000        | 23.40<br>32.40                                |                                  | 16.38<br>22.68                  |
| 5  | 3.800<br>~<br>8.200  | 砂質土 |    | 19.0                          | 27.0        | 0.54601        | 32.40<br>116.00                               | 5.00<br>49.00                    | 14.96<br>36.58                  |
| 6  | 8.200<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 15 | 18.0                          |             | 0.50000        | 116.00<br>328.40                              |                                  | 58.00<br>164.20                 |

H

Wp

## (d) 水圧

| No | 深 度<br>Z<br>m        | 背面水圧<br>Pwa<br>kN/m <sup>2</sup> | 前面水圧<br>Pwp<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 4  | 3.300<br>~<br>3.800  |                                  |                                  |
| 5  | 3.800<br>~<br>8.200  | 5.00<br>49.00                    | 5.00<br>49.00                    |
| 6  | 8.200<br>~<br>20.000 |                                  |                                  |

Wa Wp

## (e) 有効側圧

| No | 深 度<br>Z<br>m       | 背面側<br>主働土圧<br>Pa<br>kN/m <sup>2</sup> | 背面側<br>水圧<br>Pwa<br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>受働土圧<br>Pp<br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>水圧<br>Pwp<br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>静止土圧<br>Po<br>kN/m <sup>2</sup> | 背面側<br>有効主働<br>側圧 Pae<br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>有効受働<br>側圧 Ppe<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|---------------------|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--|--|--|
| 1  | 0.000<br>~<br>0.500 |  |                                       |  |                                       |  | 0.00<br>0.00                               |  |
| 2  | 0.500<br>~<br>2.000 | 6.63<br>24.51                          |                                       |  |                                       |  | 6.63<br>24.51                              |  |
| 3  | 2.000<br>~<br>3.300 | 24.51<br>40.89                         |                                       | 24.00<br>47.40                         |                                       | 0.00<br>16.38                          | 24.51<br>24.51                             | 24.00<br>31.02                             |
| 4  | 3.300<br>~<br>3.800 | 40.89<br>47.19                         |                                       | 47.40<br>56.40                         |                                       | 16.38<br>22.68                         | 24.51<br>24.51                             | 31.02<br>33.72                             |
| 5  | 3.800<br>~<br>8.200 | 24.18<br>39.05                         | 5.00<br>49.00                         | 94.33<br>230.66                        | 5.00<br>49.00                         | 14.96<br>36.58                         | 9.22<br>2.47                               | 79.37<br>194.07                            |

G

H

Wa Wp

| No | 深 度<br>Z<br>m        | 背面側<br>主働土圧<br>Pa<br>kN/m <sup>2</sup> | 背面側<br>水圧<br>Pwa<br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>受働土圧<br>Pp<br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>水圧<br>Pwp<br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>静止土圧<br>Po<br>kN/m <sup>2</sup> | 背面側<br>有効主働<br>側圧 Pae<br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>有効受働<br>側圧 Ppe<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|----------------------|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--|--|--|
| 6  | 8.200<br>~<br>20.000 | 75.94<br>182.15                        |                                       | 416.00<br>628.40                       |                                       | 58.00<br>164.20                        | 17.94<br>17.95                             | 358.00<br>464.20                           |

Wa: 背面側水位 Wp: 前面側水位 H: 掘削深 G: 地表面  
 有効主働側圧  $Pae = (Pa - Po) + (Pwa - Pwp) \geq (Pwa - Pwp)$   
 有効受働側圧  $Ppe = Pp - Po \geq 0$

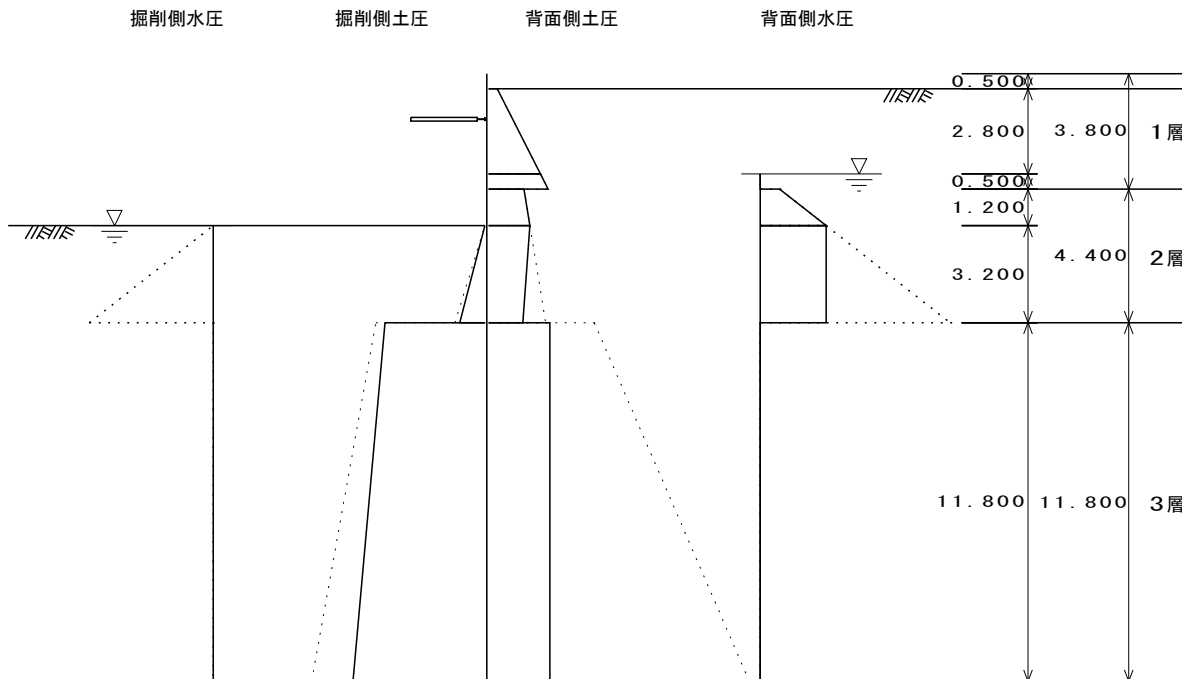
## 2-2 施工ステップ 2 (1次プレロード時 )

プレロード導入時の解析モデルは、前施工ステップの結果とプレロード単独解析結果を重ね合わせ評価する。そのため、有効側圧は前施工ステップの値を用いる。



2-3 施工ステップ 3 (2次掘削時)

施工ステップ3



(a) 背面側主働土圧

| No | 深 度<br>Z<br>m        | 土質名 | N  | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | C<br>kN/m <sup>2</sup> | 土圧係数    |         | $\Sigma \gamma h$<br>+Qa<br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>Pwa<br>kN/m <sup>2</sup> | 主働土圧<br>Pa<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|----------------------|-----|----|-------------------------------|-------------|------------------------|---------|---------|---|----------------------------------|---------------------------------|
|    |                      |     |    |                               |             |                        | Ka1     | Ka2     |   |                                  |                                 |
| 1  | 0.000<br>~<br>0.500  |     |    |                               |             |                        |         |         |   |                                  |                                 |
| 2  | 0.500<br>~<br>3.300  | 粘性土 | 2  | 18.0                          |             |                        | 0.58750 |         | 10.00<br>60.40                                |                                  | 5.88<br>35.48                   |
| 3  | 3.300<br>~<br>3.800  | 粘性土 | 2  | 18.0                          |             |                        | 0.58750 |         | 60.40<br>69.40                                |                                  | 35.48<br>40.77                  |
| 4  | 3.800<br>~<br>5.000  | 砂質土 |    | 19.0                          | 27.0        | 0.0<br>0.0             | 0.37552 |         | 69.40<br>92.20                                | 5.00<br>17.00                    | 24.18<br>28.24                  |
| 5  | 5.000<br>~<br>8.200  | 砂質土 |    | 19.0                          | 27.0        | 0.0<br>0.0             | 0.37552 |         | 92.20<br>153.00                               | 17.00<br>49.00                   | 28.24<br>39.05                  |
| 6  | 8.200<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 15 | 18.0                          |             |                        | 0.45500 | 0.50000 | 153.00<br>365.40                              |                                  | 72.35<br>178.55                 |

Ka1 : 主働土圧係数(掘削面以上) Ka2 : 主働土圧係数(掘削面以深)

(b) 掘削側受働土圧

| No | 深 度<br>Z<br>m        | 土質名 | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | C<br>kN/m <sup>2</sup> | 土圧<br>係数<br>Kp | $\Sigma \gamma Z$<br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>Pwp<br>kN/m <sup>2</sup> | 受働土圧<br>Pp<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|----------------------|-----|-------------------------------|-------------|------------------------|----------------|--|----------------------------------|---------------------------------|
| 5  | 5.000<br>~<br>8.200  | 砂質土 | 19.0                          | 27.0        | 0.0<br>0.0             | 3.44261        | 0.00<br>60.80                          | 0.00<br>32.00                    | 0.00<br>99.15                   |
| 6  | 8.200<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 18.0                          | 0.0         | 150.0<br>150.0         | 1.00000        | 60.80<br>273.20                        |                                  | 360.80<br>573.20                |

## (c) 掘削側静止土圧

| No | 深 度<br>Z<br>m        | 土質名 | N  | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | 土圧<br>係数<br>K <sub>o</sub> | $\Sigma \gamma Z$<br>+Q <sub>p</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>P <sub>wp</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 静止土圧<br>P <sub>o</sub><br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|----------------------|-----|----|-------------------------------|-------------|----------------------------|---|--|---|
| 5  | 5.000<br>~<br>8.200  | 砂質土 |    | 19.0                          | 27.0        | 0.54601                    | 0.00<br>60.80   | 0.00<br>32.00                                | 0.00<br>15.73                               |
| 6  | 8.200<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 15 | 18.0                          |             | 0.50000                    | 60.80<br>273.20   |  | 30.40<br>136.60                             |

Wp H

## (d) 水圧

| No | 深 度<br>Z<br>m        | 背面水圧<br>P <sub>wa</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 前面水圧<br>P <sub>wp</sub><br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|----------------------|--|--|
| 3  | 3.300<br>~<br>3.800  |  |  |
| 4  | 3.800<br>~<br>5.000  | 5.00<br>17.00                                |  |
| 5  | 5.000<br>~<br>8.200  | 17.00<br>49.00                               | 0.00<br>32.00                                |
| 6  | 8.200<br>~<br>20.000 |  |  |

Wa

Wp H

## (e) 有効側圧

| No | 深 度<br>Z<br>m        | 背面側<br>主働土圧<br>P <sub>a</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 背面側<br>水圧<br>P <sub>wa</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>受働土圧<br>P <sub>p</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>水圧<br>P <sub>wp</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>静止土圧<br>P <sub>o</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 背面側<br>有効主働<br>側圧 P <sub>ae</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>有効受働<br>側圧 P <sub>pe</sub><br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|----------------------|--|---|--|---|--|--|--|
| 1  | 0.000<br>~<br>0.500  |  |   |  |   |  | 0.00<br>0.00   |  |
| 2  | 0.500<br>~<br>3.300  | 5.88<br>35.48                                      |   |  |   |  | 5.88<br>35.48  |  |
| 3  | 3.300<br>~<br>3.800  | 35.48<br>40.77                                     |   |  |   |  | 35.48<br>40.77   |  |
| 4  | 3.800<br>~<br>5.000  | 24.18<br>28.24                                     | 5.00<br>17.00                                     |  |   |  | 29.18<br>45.24   |  |
| 5  | 5.000<br>~<br>8.200  | 28.24<br>39.05                                     | 17.00<br>49.00                                    | 0.00<br>99.15                                      | 0.00<br>32.00                                     | 0.00<br>15.73                                      | 45.24<br>40.33   | 0.00<br>83.42  |
| 6  | 8.200<br>~<br>20.000 | 72.35<br>178.55                                    |   | 360.80<br>573.20                                   |   | 30.40<br>136.60                                    | 41.95<br>41.95   | 330.40<br>436.60                                       |

G

Wa

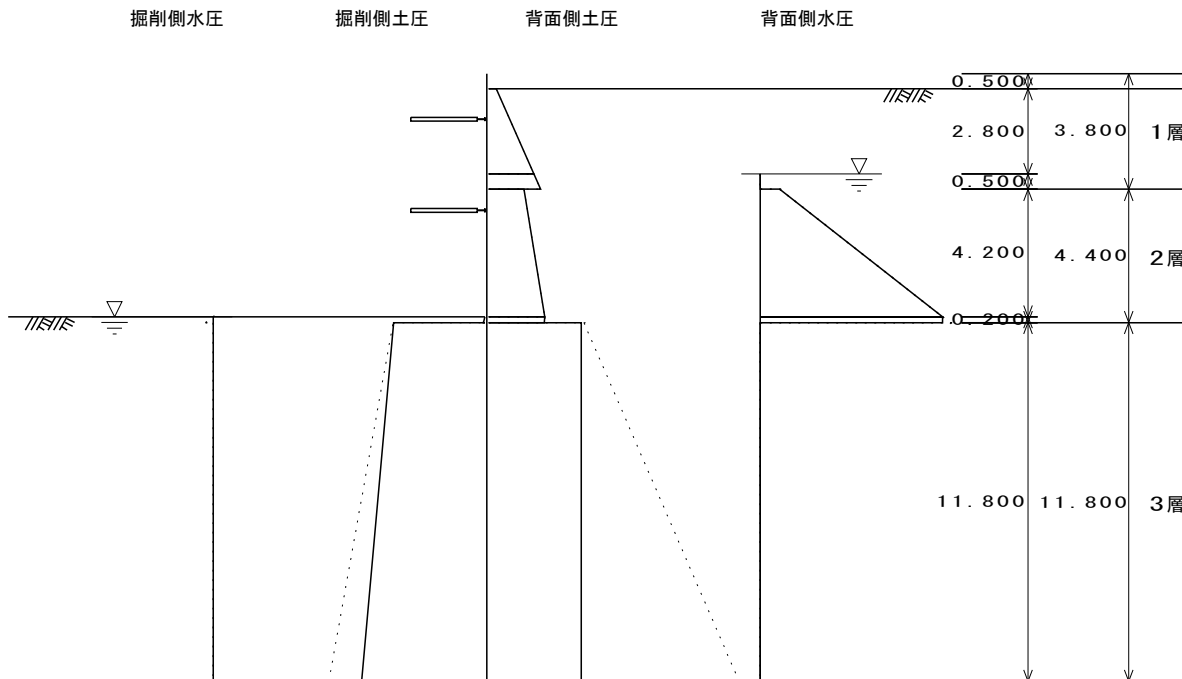
Wp H

Wa: 背面側水位 Wp: 前面側水位 H: 掘削深 G: 地表面

有効主働側圧  $P_{ae} = (P_a - P_o) + (P_{wa} - P_{wp}) \geq (P_{wa} - P_{wp})$ 有効受働側圧  $P_{pe} = P_p - P_o \geq 0$

## 2-4 施工ステップ 4 (最下段切梁設置前)

施工ステップ4



(a) 背面側主働土圧

| No | 深度<br>Z<br>m         | 土質名 | N  | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | C<br>kN/m <sup>2</sup> | 土圧係数               |     | $\Sigma \gamma h$<br>+Qa<br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>Pwa<br>kN/m <sup>2</sup> | 主働土圧<br>Pa<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|----------------------|-----|----|-------------------------------|-------------|------------------------|--------------------|-----|---|----------------------------------|---------------------------------|
|    |                      |     |    |                               |             |                        | Ka1                | Ka2 |   |                                  |                                 |
| 1  | 0.000<br>~<br>0.500  |     |    |                               |             |                        |                    |     |   |                                  |                                 |
| 2  | 0.500<br>~<br>3.300  | 粘性土 | 2  | 18.0                          |             |                        | 0.51250            |     | 10.00<br>60.40                                |                                  | 5.13<br>30.95                   |
| 3  | 3.300<br>~<br>3.800  | 粘性土 | 2  | 18.0                          |             |                        | 0.51250            |     | 60.40<br>69.40                                |                                  | 30.95<br>35.57                  |
| 4  | 3.800<br>~<br>8.000  | 砂質土 |    | 19.0                          | 27.0        | 0.0<br>0.0             | 0.37552            |     | 69.40<br>149.20                               | 5.00<br>47.00                    | 24.18<br>38.38                  |
| 5  | 8.000<br>~<br>8.200  | 砂質土 |    | 19.0                          | 27.0        | 0.0<br>0.0             | 0.37552            |     | 149.20<br>153.00                              | 47.00<br>49.00                   | 38.38<br>39.05                  |
| 6  | 8.200<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 15 | 18.0                          |             |                        | 0.42500<br>0.50000 |     | 153.00<br>365.40                              |                                  | 65.31<br>171.51                 |

Ka1 : 主働土圧係数(掘削面以上) Ka2 : 主働土圧係数(掘削面以深)

(b) 掘削側受働土圧

| No | 深度<br>Z<br>m         | 土質名 | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | C<br>kN/m <sup>2</sup> | 土圧<br>係数<br>Kp | $\Sigma \gamma Z$<br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>Pwp<br>kN/m <sup>2</sup> | 受働土圧<br>Pp<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|----------------------|-----|-------------------------------|-------------|------------------------|----------------|--|----------------------------------|---------------------------------|
| 5  | 8.000<br>~<br>8.200  | 砂質土 | 19.0                          | 27.0        | 0.0<br>0.0             | 3.44261        | 0.00<br>3.80                           | 0.00<br>2.00                     | 0.00<br>6.20                    |
| 6  | 8.200<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 18.0                          | 0.0         | 150.0<br>150.0         | 1.00000        | 3.80<br>216.20                         |                                  | 303.80<br>516.20                |

## (c) 掘削側静止土圧

| No | 深 度<br>Z<br>m        | 土質名 | N  | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | 土圧<br>係数<br>Ko | $\Sigma \gamma Z$<br>+Qp<br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>Pwp<br>kN/m <sup>2</sup> | 静止土圧<br>Po<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|----------------------|-----|----|-------------------------------|-------------|----------------|---|----------------------------------|---------------------------------|
| 5  | 8.000<br>~<br>8.200  | 砂質土 |    | 19.0                          | 27.0        | 0.54601        | 0.00<br>3.80                                  | 0.00<br>2.00                     | 0.00<br>0.98                    |
| 6  | 8.200<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 15 | 18.0                          |             | 0.50000        | 3.80<br>216.20                                |                                  | 1.90<br>108.10                  |

Wp H

## (d) 水圧

| No | 深 度<br>Z<br>m        | 背面水圧<br>Pwa<br>kN/m <sup>2</sup> | 前面水圧<br>Pwp<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 3  | 3.300<br>~<br>3.800  |                                  |                                  |
| 4  | 3.800<br>~<br>8.000  | 5.00<br>47.00                    |                                  |
| 5  | 8.000<br>~<br>8.200  | 47.00<br>49.00                   | 0.00<br>2.00                     |
| 6  | 8.200<br>~<br>20.000 |                                  |                                  |

Wa

Wp H

## (e) 有効側圧

| No | 深 度<br>Z<br>m        | 背面側<br>主働土圧<br>Pa<br>kN/m <sup>2</sup> | 背面側<br>水圧<br>Pwa<br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>受働土圧<br>Pp<br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>水圧<br>Pwp<br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>静止土圧<br>Po<br>kN/m <sup>2</sup> | 背面側<br>有効主働<br>側圧 Pae<br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>有効受働<br>側圧 Ppe<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|----------------------|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--|--|--|
| 1  | 0.000<br>~<br>0.500  |  |                                       |  |                                       |  | 0.00<br>0.00                               |  |
| 2  | 0.500<br>~<br>3.300  | 5.13<br>30.95                          |                                       |  |                                       |  | 5.13<br>30.95                              |  |
| 3  | 3.300<br>~<br>3.800  | 30.95<br>35.57                         |                                       |  |                                       |  | 30.95<br>35.57                             |  |
| 4  | 3.800<br>~<br>8.000  | 24.18<br>38.38                         | 5.00<br>47.00                         |  |                                       |  | 29.18<br>85.38                             |  |
| 5  | 8.000<br>~<br>8.200  | 38.38<br>39.05                         | 47.00<br>49.00                        | 0.00<br>6.20                           | 0.00<br>2.00                          | 0.00<br>0.98                           | 85.38<br>85.07                             | 0.00<br>5.21                               |
| 6  | 8.200<br>~<br>20.000 | 65.31<br>171.51                        |                                       | 303.80<br>516.20                       |                                       | 1.90<br>108.10                         | 63.41<br>63.41                             | 301.90<br>408.10                           |

G

Wa

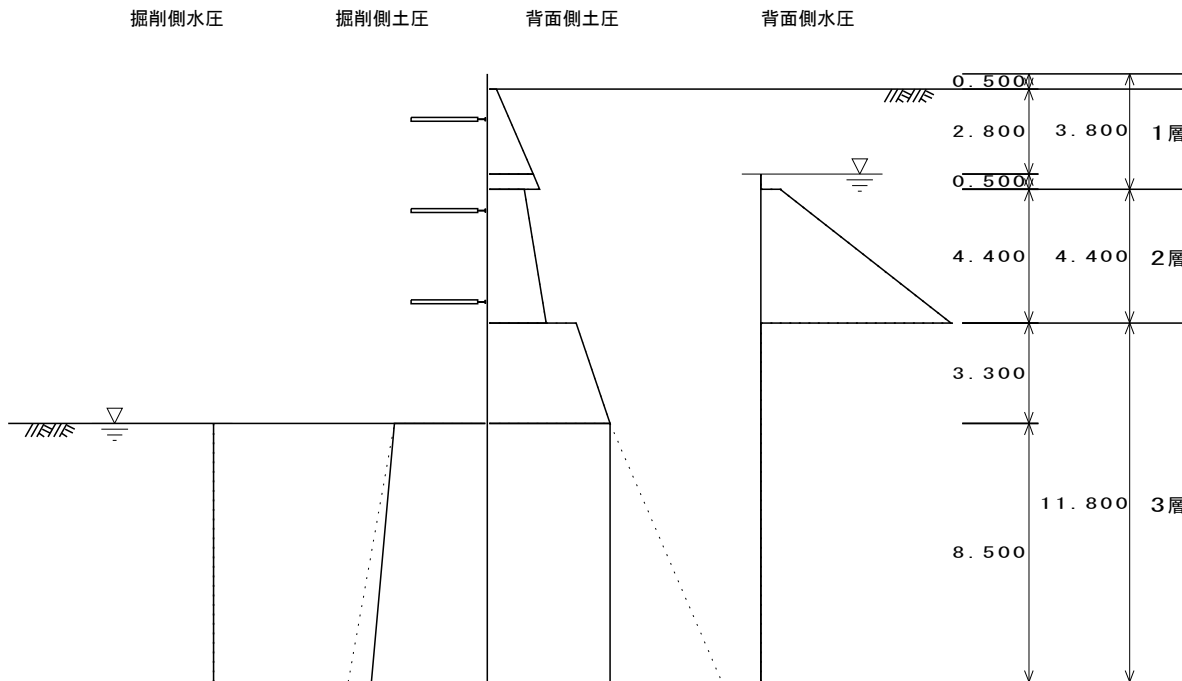
Wp H

Wa: 背面側水位 Wp: 前面側水位 H: 掘削深 G: 地表面

有効主働側圧  $Pae = (Pa - Po) + (Pwa - Pwp) \geq (Pwa - Pwp)$ 有効受働側圧  $Ppe = Pp - Po \geq 0$

2-5 施工ステップ 5 (最終掘削時)

施工ステップ5



(a) 背面側主働土圧

| No | 深度<br>Z<br>m          | 土質名 | N  | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | C<br>kN/m <sup>2</sup> | 土圧係数    |         | $\Sigma \gamma h$<br>+Qa<br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>Pwa<br>kN/m <sup>2</sup> | 主働土圧<br>Pa<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|-----------------------|-----|----|-------------------------------|-------------|------------------------|---------|---------|---|----------------------------------|---------------------------------|
|    |                       |     |    |                               |             |                        | Ka1     | Ka2     |   |                                  |                                 |
| 1  | 0.000<br>~<br>0.500   |     |    |                               |             |                        |         |         |   |                                  |                                 |
| 2  | 0.500<br>~<br>3.300   | 粘性土 | 2  | 18.0                          |             |                        | 0.50000 |         | 10.00<br>60.40                                |                                  | 5.00<br>30.20                   |
| 3  | 3.300<br>~<br>3.800   | 粘性土 | 2  | 18.0                          |             |                        | 0.50000 |         | 60.40<br>69.40                                |                                  | 30.20<br>34.70                  |
| 4  | 3.800<br>~<br>8.200   | 砂質土 |    | 19.0                          | 27.0        | 0.0<br>0.0             | 0.37552 |         | 69.40<br>153.00                               | 5.00<br>49.00                    | 24.18<br>39.05                  |
| 5  | 8.200<br>~<br>11.500  | 粘性土 | 15 | 18.0                          |             |                        | 0.39000 |         | 153.00<br>212.40                              |                                  | 59.67<br>82.84                  |
| 6  | 11.500<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 15 | 18.0                          |             |                        | 0.39000 | 0.50000 | 212.40<br>365.40                              |                                  | 82.84<br>159.34                 |

Ka1 : 主働土圧係数(掘削面以上) Ka2 : 主働土圧係数(掘削面以深)

(b) 掘削側受働土圧

| No | 深度<br>Z<br>m          | 土質名 | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | C<br>kN/m <sup>2</sup> | 土圧<br>係数<br>Kp | $\Sigma \gamma Z$<br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>Pwp<br>kN/m <sup>2</sup> | 受働土圧<br>Pp<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|-----------------------|-----|-------------------------------|-------------|------------------------|----------------|--|----------------------------------|---------------------------------|
| 6  | 11.500<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 18.0                          | 0.0         | 150.0<br>150.0         | 1.00000        | 0.00<br>153.00                         |                                  | 300.00<br>453.00                |

## (c) 掘削側静止土圧

| No | 深 度<br>Z<br>m         | 土質名 | N  | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | 土圧<br>係数<br>K <sub>o</sub> | $\Sigma \gamma Z$<br>+Q <sub>p</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>P <sub>wp</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 静止土圧<br>P <sub>o</sub><br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|-----------------------|-----|----|-------------------------------|-------------|----------------------------|---|--|---|
| 6  | 11.500<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 15 | 18.0                          |             | 0.50000                    | 0.00<br>153.00  |  | 0.00<br>76.50                               |

Wp H

## (d) 水圧

| No | 深 度<br>Z<br>m         | 背面水圧<br>P <sub>wa</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 前面水圧<br>P <sub>wp</sub><br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|-----------------------|--|--|
| 3  | 3.300<br>~<br>3.800   |  |  |
| 4  | 3.800<br>~<br>8.200   | 5.00<br>49.00                                |  |
| 5  | 8.200<br>~<br>11.500  |  |  |
| 6  | 11.500<br>~<br>20.000 |  |  |

Wa

Wp H

## (e) 有効側圧

| No | 深 度<br>Z<br>m         | 背面側<br>主働土圧<br>P <sub>a</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 背面側<br>水圧<br>P <sub>wa</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>受働土圧<br>P <sub>p</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>水圧<br>P <sub>wp</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>静止土圧<br>P <sub>o</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 背面側<br>有効主働<br>側圧 P <sub>a<sub>e</sub></sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>有効受働<br>側圧 P <sub>p<sub>e</sub></sub><br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|-----------------------|--|---|--|---|--|---|---|
| 1  | 0.000<br>~<br>0.500   |  |   |  |   |  | 0.00<br>0.00  |   |
| 2  | 0.500<br>~<br>3.300   | 5.00<br>30.20                                      |   |  |   |  | 5.00<br>30.20   |   |
| 3  | 3.300<br>~<br>3.800   | 30.20<br>34.70                                     |   |  |   |  | 30.20<br>34.70  |   |
| 4  | 3.800<br>~<br>8.200   | 24.18<br>39.05                                     | 5.00<br>49.00                                     |  |   |  | 29.18<br>88.05  |   |
| 5  | 8.200<br>~<br>11.500  | 59.67<br>82.84                                     |   |  |   |  | 59.67<br>82.84  |   |
| 6  | 11.500<br>~<br>20.000 | 82.84<br>159.34                                    |   | 300.00<br>453.00                                   |   | 0.00<br>76.50                                      | 82.84<br>82.84  | 300.00<br>376.50  |

G

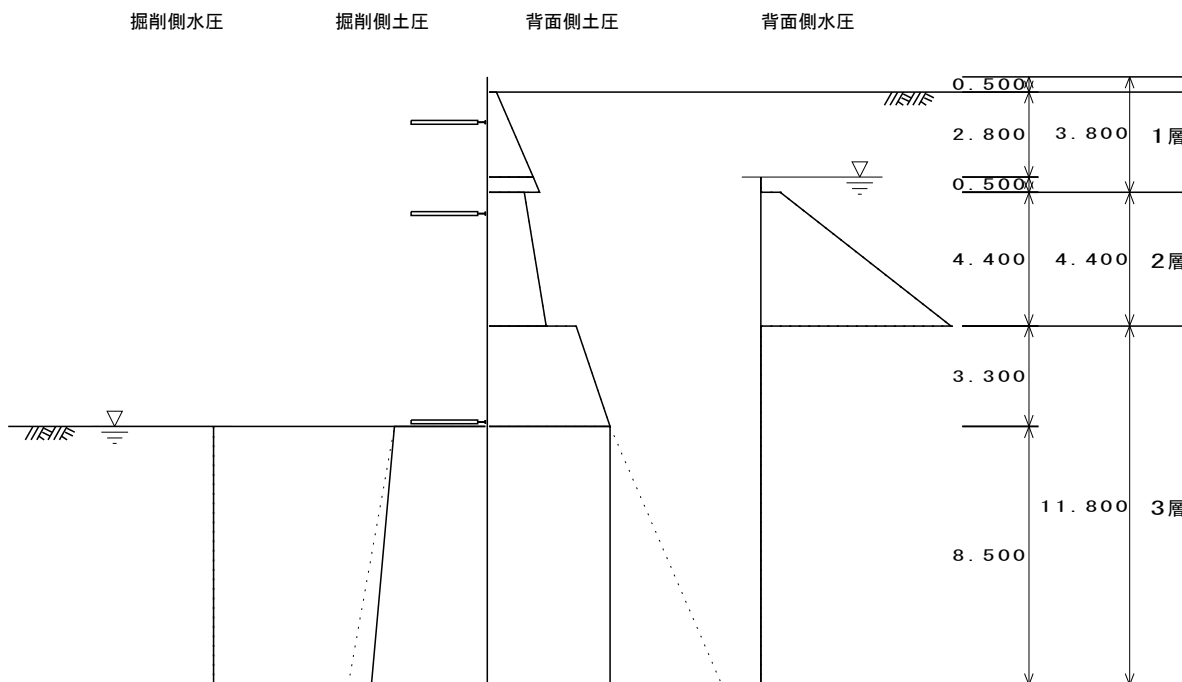
Wa

Wp H

Wa: 背面側水位 Wp: 前面側水位 H: 掘削深 G: 地表面  
 有効主働側圧  $P_{ae} = (P_a - P_o) + (P_{wa} - P_{wp}) \geq (P_{wa} - P_{wp})$   
 有効受働側圧  $P_{pe} = P_p - P_o \geq 0$

2-6 施工ステップ 6 (1次盛替撤去時)

施工ステップ6



(a) 背面側主働土圧

| No | 深 度<br>Z<br>m         | 土質名 | N  | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | C<br>kN/m <sup>2</sup> | 土圧係数    |         | $\Sigma \gamma h$<br>+Qa<br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>Pwa<br>kN/m <sup>2</sup> | 主働土圧<br>Pa<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|-----------------------|-----|----|-------------------------------|-------------|------------------------|---------|---------|---|----------------------------------|---------------------------------|
|    |                       |     |    |                               |             |                        | Ka1     | Ka2     |   |                                  |                                 |
| 1  | 0.000<br>~<br>0.500   |     |    |                               |             |                        |         |         |   |                                  |                                 |
| 2  | 0.500<br>~<br>3.300   | 粘性土 | 2  | 18.0                          |             |                        | 0.50000 |         | 10.00<br>60.40                                |                                  | 5.00<br>30.20                   |
| 3  | 3.300<br>~<br>3.800   | 粘性土 | 2  | 18.0                          |             |                        | 0.50000 |         | 60.40<br>69.40                                |                                  | 30.20<br>34.70                  |
| 4  | 3.800<br>~<br>8.200   | 砂質土 |    | 19.0                          | 27.0        | 0.0<br>0.0             | 0.37552 |         | 69.40<br>153.00                               | 5.00<br>49.00                    | 24.18<br>39.05                  |
| 5  | 8.200<br>~<br>11.500  | 粘性土 | 15 | 18.0                          |             |                        | 0.39000 |         | 153.00<br>212.40                              |                                  | 59.67<br>82.84                  |
| 6  | 11.500<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 15 | 18.0                          |             |                        | 0.39000 | 0.50000 | 212.40<br>365.40                              |                                  | 82.84<br>159.34                 |

Ka1 : 主働土圧係数(掘削面以上) Ka2 : 主働土圧係数(掘削面以深)

(b) 掘削側受働土圧

| No | 深 度<br>Z<br>m         | 土質名 | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | C<br>kN/m <sup>2</sup> | 土圧<br>係数<br>Kp | $\Sigma \gamma Z$<br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>Pwp<br>kN/m <sup>2</sup> | 受働土圧<br>Pp<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|-----------------------|-----|-------------------------------|-------------|------------------------|----------------|--|----------------------------------|---------------------------------|
| 6  | 11.500<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 18.0                          | 0.0         | 150.0<br>150.0         | 1.00000        | 0.00<br>153.00                         |                                  | 300.00<br>453.00                |

## (c) 掘削側静止土圧

| No | 深 度<br>Z<br>m         | 土質名 | N  | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | 土圧<br>係数<br>K <sub>o</sub> | $\Sigma \gamma Z$<br>+Q <sub>p</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>P <sub>wp</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 静止土圧<br>P <sub>o</sub><br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|-----------------------|-----|----|-------------------------------|-------------|----------------------------|---|--|---|
| 6  | 11.500<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 15 | 18.0                          |             | 0.50000                    | 0.00<br>153.00  |  | 0.00<br>76.50                               |

Wp H

## (d) 水圧

| No | 深 度<br>Z<br>m         | 背面水圧<br>P <sub>wa</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 前面水圧<br>P <sub>wp</sub><br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|-----------------------|--|--|
| 3  | 3.300<br>~<br>3.800   |  |  |
| 4  | 3.800<br>~<br>8.200   | 5.00<br>49.00                                |  |
| 5  | 8.200<br>~<br>11.500  |  |  |
| 6  | 11.500<br>~<br>20.000 |  |  |

Wa

Wp H

## (e) 有効側圧

| No | 深 度<br>Z<br>m         | 背面側<br>主働土圧<br>P <sub>a</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 背面側<br>水圧<br>P <sub>wa</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>受働土圧<br>P <sub>p</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>水圧<br>P <sub>wp</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>静止土圧<br>P <sub>o</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 背面側<br>有効主働<br>側圧 P <sub>a<sub>e</sub></sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>有効受働<br>側圧 P <sub>p<sub>e</sub></sub><br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|-----------------------|--|---|--|---|--|---|---|
| 1  | 0.000<br>~<br>0.500   |  |   |  |   |  | 0.00<br>0.00  |   |
| 2  | 0.500<br>~<br>3.300   | 5.00<br>30.20                                      |   |  |   |  | 5.00<br>30.20   |   |
| 3  | 3.300<br>~<br>3.800   | 30.20<br>34.70                                     |   |  |   |  | 30.20<br>34.70  |   |
| 4  | 3.800<br>~<br>8.200   | 24.18<br>39.05                                     | 5.00<br>49.00                                     |  |   |  | 29.18<br>88.05  |   |
| 5  | 8.200<br>~<br>11.500  | 59.67<br>82.84                                     |   |  |   |  | 59.67<br>82.84  |   |
| 6  | 11.500<br>~<br>20.000 | 82.84<br>159.34                                    |   | 300.00<br>453.00                                   |   | 0.00<br>76.50                                      | 82.84<br>82.84  | 300.00<br>376.50  |

G

Wa

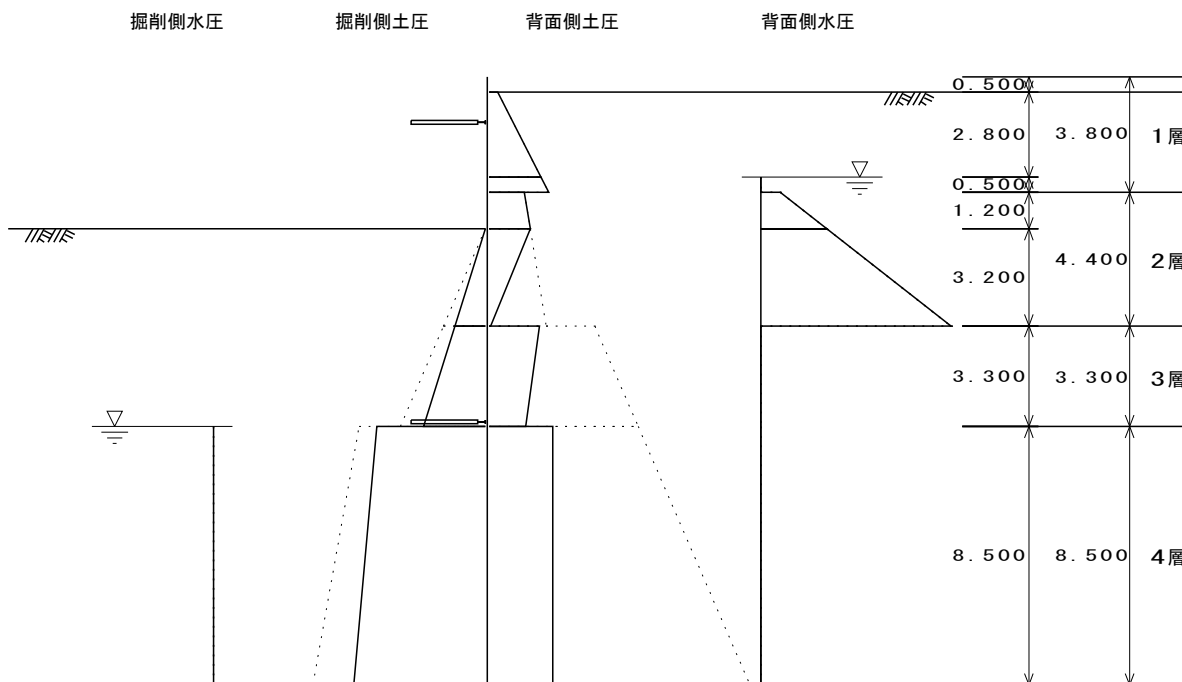
Wp H

Wa: 背面側水位 Wp: 前面側水位 H: 掘削深 G: 地表面  
 有効主働側圧  $P_{ae} = (P_a - P_o) + (P_{wa} - P_{wp}) \geq (P_{wa} - P_{wp})$   
 有効受働側圧  $P_{pe} = P_p - P_o \geq 0$



## 2-7 施エステップ 7 (1次埋戻し時)

施エステップ7



(a) 背面側主働土圧

| No | 深 度<br>Z<br>m         | 土質名 | N  | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | C<br>kN/m <sup>2</sup> | 土圧係数    |         | $\Sigma \gamma h$<br>+Qa<br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>Pwa<br>kN/m <sup>2</sup> | 主働土圧<br>Pa<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|-----------------------|-----|----|-------------------------------|-------------|------------------------|---------|---------|---|----------------------------------|---------------------------------|
|    |                       |     |    |                               |             |                        | Ka1     | Ka2     |   |                                  |                                 |
| 1  | 0.000<br>~<br>0.500   |     |    |                               |             |                        |         |         |   |                                  |                                 |
| 2  | 0.500<br>~<br>3.300   | 粘性土 | 2  | 18.0                          |             |                        | 0.58750 |         | 10.00<br>60.40                                |                                  | 5.88<br>35.48                   |
| 3  | 3.300<br>~<br>3.800   | 粘性土 | 2  | 18.0                          |             |                        | 0.58750 |         | 60.40<br>69.40                                |                                  | 35.48<br>40.77                  |
| 4  | 3.800<br>~<br>5.000   | 砂質土 |    | 19.0                          | 27.0        | 0.0<br>0.0             | 0.37552 |         | 69.40<br>92.20                                | 5.00<br>17.00                    | 24.18<br>28.24                  |
| 5  | 5.000<br>~<br>8.200   | 砂質土 |    | 19.0                          | 27.0        | 0.0<br>0.0             | 0.37552 |         | 92.20<br>153.00                               | 17.00<br>49.00                   | 28.24<br>39.05                  |
| 6  | 8.200<br>~<br>11.500  | 粘性土 | 15 | 18.0                          |             |                        | 0.45500 | 0.50000 | 153.00<br>212.40                              |                                  | 72.35<br>102.05                 |
| 7  | 11.500<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 15 | 18.0                          |             |                        | 0.45500 | 0.50000 | 212.40<br>365.40                              |                                  | 102.05<br>178.55                |

Ka1 : 主働土圧係数(掘削面以上)    Ka2 : 主働土圧係数(掘削面以深)

(b) 掘削側受働土圧

| No | 深 度<br>Z<br>m        | 土質名 | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | C<br>kN/m <sup>2</sup> | 土圧<br>係数<br>Kp | $\Sigma \gamma Z$<br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>Pwp<br>kN/m <sup>2</sup> | 受働土圧<br>Pp<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|----------------------|-----|-------------------------------|-------------|------------------------|----------------|--|----------------------------------|---------------------------------|
| 5  | 5.000<br>~<br>8.200  | 砂質土 | 18.0                          | 20.0        | 0.0<br>0.0             | 2.39754        | 0.00<br>57.60                          |                                  | 0.00<br>138.10                  |
| 6  | 8.200<br>~<br>11.500 | 砂質土 | 18.0                          | 20.0        | 0.0<br>0.0             | 2.39754        | 57.60<br>117.00                        |                                  | 138.10<br>280.51                |

| No | 深 度<br>Z<br>m         | 土質名 | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | C<br>kN/m <sup>2</sup> | 土圧<br>係数<br>Kp | $\Sigma \gamma Z$<br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>P <sub>wp</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 受働土圧<br>P <sub>p</sub><br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|-----------------------|-----|-------------------------------|-------------|------------------------|----------------|--|--|---|
| 7  | 11.500<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 18.0                          | 0.0         | 150.0<br>150.0         | 1.00000        | 117.00<br>270.00                       |  | 417.00<br>570.00                            |

Wp

## (c) 掘削側静止土圧

| No | 深 度<br>Z<br>m         | 土質名 | N  | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi$<br>度 | 土圧<br>係数<br>K <sub>o</sub> | $\Sigma \gamma Z$<br>+Q <sub>p</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 間隙水圧<br>P <sub>wp</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 静止土圧<br>P <sub>o</sub><br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|-----------------------|-----|----|-------------------------------|-------------|----------------------------|---|--|---|
| 5  | 5.000<br>~<br>8.200   | 砂質土 |    | 18.0                          | 20.0        | 0.65798                    | 0.00<br>57.60   |  | 0.00<br>37.90                               |
| 6  | 8.200<br>~<br>11.500  | 砂質土 |    | 18.0                          | 20.0        | 0.65798                    | 57.60<br>117.00   |  | 37.90<br>76.98                              |
| 7  | 11.500<br>~<br>20.000 | 粘性土 | 15 | 18.0                          |             | 0.50000                    | 117.00<br>270.00  |  | 58.50<br>135.00                             |

H

Wp

## (d) 水圧

| No | 深 度<br>Z<br>m         | 背面水圧<br>P <sub>wa</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 前面水圧<br>P <sub>wp</sub><br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|-----------------------|--|--|
| 3  | 3.300<br>~<br>3.800   |  |  |
| 4  | 3.800<br>~<br>5.000   | 5.00<br>17.00                                |  |
| 5  | 5.000<br>~<br>8.200   | 17.00<br>49.00                               |  |
| 6  | 8.200<br>~<br>11.500  |  |  |
| 7  | 11.500<br>~<br>20.000 |  |  |

Wa

H

Wp

## (e) 有効側圧

| No | 深 度<br>Z<br>m       | 背面側<br>主働土圧<br>P <sub>a</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 背面側<br>水圧<br>P <sub>wa</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>受働土圧<br>P <sub>p</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>水圧<br>P <sub>wp</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>静止土圧<br>P <sub>o</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 背面側<br>有効主働<br>側圧 P <sub>ae</sub><br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>有効受働<br>側圧 P <sub>pe</sub><br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|---------------------|--|---|--|---|--|--|--|
| 1  | 0.000<br>~<br>0.500 |  |   |  |   |  | 0.00<br>0.00   |  |
| 2  | 0.500<br>~<br>3.300 | 5.88<br>35.48                                      |   |  |   |  | 5.88<br>35.48  |  |
| 3  | 3.300<br>~<br>3.800 | 35.48<br>40.77                                     |   |  |   |  | 35.48<br>40.77   |  |
| 4  | 3.800<br>~<br>5.000 | 24.18<br>28.24                                     | 5.00<br>17.00                                     |  |   |  | 29.18<br>45.24   |  |
| 5  | 5.000<br>~<br>8.200 | 28.24<br>39.05                                     | 17.00<br>49.00                                    | 0.00<br>138.10                                     |   | 0.00<br>37.90                                      | 45.24<br>50.15   | 0.00<br>100.20   |

G

Wa

H

| No | 深 度<br>Z<br>m         | 背面側<br>主働土圧<br>Pa<br>kN/m <sup>2</sup> | 背面側<br>水圧<br>Pwa<br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>受働土圧<br>Pp<br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>水圧<br>Pwp<br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>静止土圧<br>Po<br>kN/m <sup>2</sup> | 背面側<br>有効主働<br>側圧 Pae<br>kN/m <sup>2</sup> | 掘削側<br>有効受働<br>側圧 Ppe<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|-----------------------|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--|--|--|
| 6  | 8.200<br>~<br>11.500  | 72.35<br>102.05                        |                                       | 138.10<br>280.51                       |                                       | 37.90<br>76.98                         | 34.45<br>25.07                             | 100.20<br>203.53                           |
| 7  | 11.500<br>~<br>20.000 | 102.05<br>178.55                       |                                       | 417.00<br>570.00                       |                                       | 58.50<br>135.00                        | 43.55<br>43.55                             | 358.50<br>435.00                           |

Wp

Wa: 背面側水位 Wp: 前面側水位 H: 掘削深 G: 地表面  
 有効主働側圧  $P_{ae} = (P_a - P_o) + (P_{wa} - P_{wp}) \geq (P_{wa} - P_{wp})$   
 有効受働側圧  $P_{pe} = P_p - P_o \geq 0$

## 3 断面力、変位、支保工反力の計算結果

## 3-1 施工ステップ 1 (自立時)

## (a) 側圧・弾性反力

| No | 深度<br>Z<br>m | 記号   | 有効主動側圧<br>Pae<br>kN/m <sup>2</sup> | 有効受働側圧<br>Ppe<br>kN/m <sup>2</sup> | 判定 | 弾性反力<br>Rv<br>kN/m <sup>2</sup> | 水平変位<br>δ<br>mm | 地盤バネ<br>Kh<br>kN/m <sup>3</sup> |
|----|--------------|------|------------------------------------|------------------------------------|----|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 1  | 0.000        |      | 0.000                              |                                    |    |                                 | 37.145          |                                 |
| ~  | 0.500        |      | 0.000                              |                                    |    |                                 | 33.258          |                                 |
| 2  | 0.500        |      | 6.625                              |                                    |    |                                 | 33.258          |                                 |
| ~  | 1.000        |      | 12.587                             |                                    |    |                                 | 29.372          |                                 |
| 3  | 1.000        |      | 12.587                             |                                    |    |                                 | 29.372          |                                 |
| ~  | 1.500        |      | 18.550                             |                                    |    |                                 | 25.495          |                                 |
| 4  | 1.500        |      | 18.550                             |                                    |    |                                 | 25.495          |                                 |
| ~  | 2.000        |      | 24.512                             |                                    |    |                                 | 21.660          |                                 |
| 5  | 2.000        | HP   | 24.512                             | 24.000                             | <  | 29.154                          | 21.660          | 1346.                           |
| ~  | 2.332        |      | 24.512                             | 25.794                             | =  | 25.794                          | 19.163          | 1346.                           |
| 6  | 2.332        | E    | 24.512                             | 25.794                             | =  | 25.794                          | 19.163          | 1346.                           |
| ~  | 2.500        |      | 24.512                             | 26.700                             | >  | 24.131                          | 17.928          | 1346.                           |
| 7  | 2.500        | E    | 24.512                             | 26.700                             | >  | 24.131                          | 17.928          | 1346.                           |
| ~  | 3.000        |      | 24.512                             | 29.400                             | >  | 19.358                          | 14.382          | 1346.                           |
| 8  | 3.000        | E    | 24.512                             | 29.400                             | >  | 19.358                          | 14.382          | 1346.                           |
| ~  | 3.300        |      | 24.512                             | 31.020                             | >  | 16.661                          | 12.378          | 1346.                           |
| 9  | 3.300        | WX E | 24.512                             | 31.020                             | >  | 16.661                          | 12.378          | 1346.                           |
| ~  | 3.500        |      | 24.512                             | 32.100                             | >  | 14.950                          | 11.107          | 1346.                           |
| 10 | 3.500        | E    | 24.512                             | 32.100                             | >  | 14.950                          | 11.107          | 1346.                           |
| ~  | 3.800        |      | 24.512                             | 33.720                             | >  | 12.533                          | 9.311           | 1346.                           |
| 11 | 3.800        | E    | 9.223                              | 79.367                             | >  | 62.647                          | 9.311           | 6728.                           |
| ~  | 4.000        |      | 8.916                              | 84.581                             | >  | 55.160                          | 8.199           | 6728.                           |
| 12 | 4.000        | E    | 8.916                              | 84.581                             | >  | 55.160                          | 8.199           | 6728.                           |
| ~  | 4.500        |      | 8.149                              | 97.616                             | >  | 38.696                          | 5.751           | 6728.                           |
| 13 | 4.500        | E    | 8.149                              | 97.616                             | >  | 38.696                          | 5.751           | 6728.                           |
| ~  | 5.000        |      | 7.382                              | 110.650                            | >  | 25.620                          | 3.808           | 6728.                           |
| 14 | 5.000        | E    | 7.382                              | 110.650                            | >  | 25.620                          | 3.808           | 6728.                           |
| ~  | 5.500        |      | 6.615                              | 123.685                            | >  | 15.845                          | 2.355           | 6728.                           |
| 15 | 5.500        | E    | 6.615                              | 123.685                            | >  | 15.845                          | 2.355           | 6728.                           |
| ~  | 6.000        |      | 5.848                              | 136.720                            | >  | 9.059                           | 1.346           | 6728.                           |
| 16 | 6.000        | E    | 5.848                              | 136.720                            | >  | 9.059                           | 1.346           | 6728.                           |
| ~  | 6.500        |      | 5.080                              | 149.754                            | >  | 4.829                           | 0.718           | 6728.                           |
| 17 | 6.500        | E    | 5.080                              | 149.754                            | >  | 4.829                           | 0.718           | 6728.                           |
| ~  | 7.000        |      | 4.313                              | 162.789                            | >  | 2.681                           | 0.398           | 6728.                           |
| 18 | 7.000        | E    | 4.313                              | 162.789                            | >  | 2.681                           | 0.398           | 6728.                           |
| ~  | 7.500        |      | 3.546                              | 175.824                            | >  | 2.137                           | 0.318           | 6728.                           |
| 19 | 7.500        | E    | 3.546                              | 175.824                            | >  | 2.137                           | 0.318           | 6728.                           |
| ~  | 8.000        |      | 2.779                              | 188.859                            | >  | 2.738                           | 0.407           | 6728.                           |
| 20 | 8.000        | E    | 2.779                              | 188.859                            | >  | 2.738                           | 0.407           | 6728.                           |
| ~  | 8.200        |      | 2.472                              | 194.072                            | >  | 3.199                           | 0.475           | 6728.                           |
| 21 | 8.200        | E    | 17.945                             | 358.000                            | >  | 4.798                           | 0.475           | 10092.                          |
| ~  | 8.500        |      | 17.945                             | 360.700                            | >  | 6.058                           | 0.600           | 10092.                          |
| 22 | 8.500        | E    | 17.945                             | 360.700                            | >  | 6.058                           | 0.600           | 10092.                          |
| ~  | 9.000        |      | 17.945                             | 365.200                            | >  | 8.454                           | 0.838           | 10092.                          |
| 23 | 9.000        | E    | 17.945                             | 365.200                            | >  | 8.454                           | 0.838           | 10092.                          |
| ~  | 9.500        |      | 17.945                             | 369.700                            | >  | 10.867                          | 1.077           | 10092.                          |
| 24 | 9.500        | E    | 17.945                             | 369.700                            | >  | 10.867                          | 1.077           | 10092.                          |
| ~  | 10.000       |      | 17.945                             | 374.200                            | >  | 13.038                          | 1.292           | 10092.                          |
| 25 | 10.000       | E    | 17.945                             | 374.200                            | >  | 13.038                          | 1.292           | 10092.                          |
| ~  | 10.500       |      | 17.945                             | 378.700                            | >  | 14.840                          | 1.470           | 10092.                          |
| 26 | 10.500       | E    | 17.945                             | 378.700                            | >  | 14.840                          | 1.470           | 10092.                          |
| ~  | 11.000       |      | 17.945                             | 383.200                            | >  | 16.235                          | 1.609           | 10092.                          |
| 27 | 11.000       | E    | 17.945                             | 383.200                            | >  | 16.235                          | 1.609           | 10092.                          |
| ~  | 11.500       |      | 17.945                             | 387.700                            | >  | 17.243                          | 1.709           | 10092.                          |
| 28 | 11.500       | E    | 17.945                             | 387.700                            | >  | 17.243                          | 1.709           | 10092.                          |
| ~  | 12.000       |      | 17.945                             | 392.200                            | >  | 17.916                          | 1.775           | 10092.                          |
| 29 | 12.000       | E    | 17.945                             | 392.200                            | >  | 17.916                          | 1.775           | 10092.                          |
| ~  | 12.500       |      | 17.945                             | 396.700                            | >  | 18.320                          | 1.815           | 10092.                          |

記号 B: 支保工位置 W: 背面水位 X: 前面水位 Z: 断面変化点 H: 掘削深  
E: 弾性域 P: 塑性域

| No | 深度 Z<br>m | 記号 | 有効主働側圧<br>Pae<br>kN/m <sup>2</sup> | 有効受働側圧<br>Ppe<br>kN/m <sup>2</sup> | 判定 | 弾性反力<br>Rv<br>kN/m <sup>2</sup> | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 地盤バネ<br>Kh<br>kN/m <sup>3</sup> |
|----|-----------|----|------------------------------------|------------------------------------|----|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| 30 | 12.500    | E  | 17.945                             | 396.700                            | >  | 18.320                          | 1.815                  | 10092.                          |
|    | ~ 13.000  |    | 17.945                             | 401.200                            | >  | 18.521                          | 1.835                  | 10092.                          |
| 31 | 13.000    | E  | 17.945                             | 401.200                            | >  | 18.521                          | 1.835                  | 10092.                          |
|    | ~ 13.500  |    | 17.945                             | 405.700                            | >  | 18.582                          | 1.841                  | 10092.                          |
| 32 | 13.500    | E  | 17.945                             | 405.700                            | >  | 18.582                          | 1.841                  | 10092.                          |
|    | ~ 14.000  |    | 17.945                             | 410.200                            | >  | 18.552                          | 1.838                  | 10092.                          |
| 33 | 14.000    | E  | 17.945                             | 410.200                            | >  | 18.552                          | 1.838                  | 10092.                          |
|    | ~ 14.500  |    | 17.945                             | 414.700                            | >  | 18.472                          | 1.830                  | 10092.                          |
| 34 | 14.500    | E  | 17.945                             | 414.700                            | >  | 18.472                          | 1.830                  | 10092.                          |
|    | ~ 15.000  |    | 17.945                             | 419.200                            | >  | 18.371                          | 1.820                  | 10092.                          |
| 35 | 15.000    | E  | 17.945                             | 419.200                            | >  | 18.371                          | 1.820                  | 10092.                          |
|    | ~ 15.500  |    | 17.945                             | 423.700                            | >  | 18.267                          | 1.810                  | 10092.                          |
| 36 | 15.500    | E  | 17.945                             | 423.700                            | >  | 18.267                          | 1.810                  | 10092.                          |
|    | ~ 16.000  |    | 17.945                             | 428.200                            | >  | 18.172                          | 1.801                  | 10092.                          |
| 37 | 16.000    | E  | 17.945                             | 428.200                            | >  | 18.172                          | 1.801                  | 10092.                          |
|    | ~ 16.500  |    | 17.945                             | 432.700                            | >  | 18.092                          | 1.793                  | 10092.                          |
| 38 | 16.500    | E  | 17.945                             | 432.700                            | >  | 18.092                          | 1.793                  | 10092.                          |
|    | ~ 17.000  |    | 17.945                             | 437.200                            | >  | 18.028                          | 1.786                  | 10092.                          |
| 39 | 17.000    | E  | 17.945                             | 437.200                            | >  | 18.028                          | 1.786                  | 10092.                          |
|    | ~ 17.500  |    | 17.945                             | 441.700                            | >  | 17.979                          | 1.782                  | 10092.                          |
| 40 | 17.500    | E  | 17.945                             | 441.700                            | >  | 17.979                          | 1.782                  | 10092.                          |
|    | ~ 18.000  |    | 17.945                             | 446.200                            | >  | 17.943                          | 1.778                  | 10092.                          |
| 41 | 18.000    | E  | 17.945                             | 446.200                            | >  | 17.943                          | 1.778                  | 10092.                          |
|    | ~ 18.500  |    | 17.945                             | 450.700                            | >  | 17.916                          | 1.775                  | 10092.                          |
| 42 | 18.500    | E  | 17.945                             | 450.700                            | >  | 17.916                          | 1.775                  | 10092.                          |
|    | ~ 19.000  |    | 17.945                             | 455.200                            | >  | 17.895                          | 1.773                  | 10092.                          |
| 43 | 19.000    | E  | 17.945                             | 455.200                            | >  | 17.895                          | 1.773                  | 10092.                          |
|    | ~ 19.500  |    | 17.945                             | 459.700                            | >  | 17.876                          | 1.771                  | 10092.                          |
| 44 | 19.500    | E  | 17.945                             | 459.700                            | >  | 17.876                          | 1.771                  | 10092.                          |
|    | ~ 20.000  |    | 17.945                             | 464.200                            | >  | 17.858                          | 1.770                  | 10092.                          |

記号 B: 支保工位置 W: 背面水位 X: 前面水位 Z: 断面変化点 H: 掘削深  
E: 弾性域 P: 塑性域

## (b) 断面力・変位

| No | 深度 Z<br>m |       | モーメント M<br>kNm/m |         | せん断力 S<br>kN/m |         | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 回転変位<br>$\theta$<br>rad/10 <sup>3</sup> | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|-------|------------------|---------|----------------|---------|------------------------|---|--------------------|
|    | 上側        | 下側    | 上側               | 下側      | 上側             | 下側      |                        |   |                    |
| 1  | 0.000     | 0.500 | 0.000            | 0.000   | 0.000          | 0.000   | 37.145                 | -7.773                                  |                    |
| 2  | 0.500     | 1.000 | 0.000            | -1.077  | 0.000          | -4.803  | 33.258                 | -7.773                                  |                    |
| 3  | 1.000     | 1.500 | -1.077           | -5.300  | -4.803         | -12.587 | 29.372                 | -7.769                                  |                    |
| 4  | 1.500     | 2.000 | -5.300           | -14.161 | -12.587        | -23.353 | 25.495                 | -7.727                                  |                    |
| 5  | 2.000     | 2.332 | -14.161          | -21.915 | -23.353        | -23.225 | 21.660                 | -7.594                                  |                    |
| 6  | 2.332     | 2.500 | -21.915          | -25.801 | -23.225        | -23.150 | 19.163                 | -7.421                                  | ////               |
| 7  | 2.500     | 3.000 | -25.801          | -37.626 | -23.150        | -24.547 | 17.928                 | -7.306                                  | ////               |
| 8  | 3.000     | 3.300 | -37.626          | -45.263 | -24.547        | -26.502 | 14.382                 | -6.850                                  | ////               |
| 9  | 3.300     | 3.500 | -45.263          | -50.732 | -26.502        | -28.244 | 12.378                 | -6.493                                  | ////               |
| 10 | 3.500     | 3.800 | -50.732          | -59.673 | -28.244        | -31.480 | 11.107                 | -6.217                                  | ////               |
| 11 | 3.800     | 4.000 | -59.673          | -64.949 | -31.480        | -21.522 | 9.311                  | -5.741                                  | ////               |
| 12 | 4.000     | 4.500 | -64.949          | -70.618 | -21.522        | -2.463  | 8.199                  | -5.381                                  | ////               |
| 13 | 4.500     | 5.000 | -70.618          | -68.579 | -2.463         | 9.592   | 5.751                  | -4.394                                  | ////               |
| 14 | 5.000     | 5.500 | -68.579          | -61.912 | 9.592          | 16.327  | 3.808                  | -3.385                                  | ////               |
| 15 | 5.500     | 6.000 | -61.912          | -52.875 | 16.327         | 19.321  | 2.355                  | -2.442                                  | ////               |
| 16 | 6.000     | 6.500 | -52.875          | -42.982 | 19.321         | 19.964  | 1.346                  | -1.614                                  | ////               |
| 17 | 6.500     | 7.000 | -42.982          | -33.108 | 19.964         | 19.417  | 0.718                  | -0.924                                  | ////               |
| 18 | 7.000     | 7.500 | -33.108          | -23.609 | 19.417         | 18.599  | 0.398                  | -0.377                                  | ////               |
| 19 | 7.500     | 8.000 | -23.609          | -14.438 | 18.599         | 18.199  | 0.318                  | 0.031                                   | ////               |
| 20 | 8.000     | 8.200 | -14.438          | -10.794 | 18.199         | 18.266  | 0.407                  | 0.304                                   | ////               |
| 21 | 8.200     | 8.500 | -10.794          | -5.888  | 18.266         | 14.505  | 0.475                  | 0.377                                   | ////               |
| 22 | 8.500     | 9.000 | -5.888           | -0.023  | 14.505         | 9.153   | 0.600                  | 0.448                                   | ////               |
| 23 | 9.000     | 9.500 | -0.023           | 3.469   | 9.153          | 5.016   | 0.838                  | 0.488                                   | ////               |

変位は、深度(上側)における値で、掘削側への変位を正值(+)で表す。

| No | 深度 Z<br>m |        | モーメント M<br>kNm/m |        | せん断力 S<br>kN/m |        | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 回転変位<br>$\theta$<br>rad/10 <sup>3</sup> | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|--------|------------------|--------|----------------|--------|------------------------|---|--------------------|
|    | 上側        | 下側     | 上側               | 下側     | 上側             | 下側     |                        |   |                    |
| 24 | 9.500     | 10.000 | 3.469            | 5.186  | 5.016          | 2.033  | 1.077                  | 0.460                                   | ////               |
| 25 | 10.000    | 10.500 | 5.186            | 5.668  | 2.033          | 0.047  | 1.292                  | 0.396                                   | ////               |
| 26 | 10.500    | 11.000 | 5.668            | 5.366  | 0.047          | -1.140 | 1.470                  | 0.317                                   | ////               |
| 27 | 11.000    | 11.500 | 5.366            | 4.628  | -1.140         | -1.728 | 1.609                  | 0.237                                   | ////               |
| 28 | 11.500    | 12.000 | 4.628            | 3.708  | -1.728         | -1.898 | 1.709                  | 0.165                                   | ////               |
| 29 | 12.000    | 12.500 | 3.708            | 2.774  | -1.898         | -1.802 | 1.775                  | 0.104                                   | ////               |
| 30 | 12.500    | 13.000 | 2.774            | 1.930  | -1.802         | -1.557 | 1.815                  | 0.058                                   | ////               |
| 31 | 13.000    | 13.500 | 1.930            | 1.228  | -1.557         | -1.249 | 1.835                  | 0.024                                   | ////               |
| 32 | 13.500    | 14.000 | 1.228            | 0.682  | -1.249         | -0.935 | 1.841                  | 0.002                                   | ////               |
| 33 | 14.000    | 14.500 | 0.682            | 0.288  | -0.935         | -0.650 | 1.838                  | -0.012                                  | ////               |
| 34 | 14.500    | 15.000 | 0.288            | 0.024  | -0.650         | -0.411 | 1.830                  | -0.019                                  | ////               |
| 35 | 15.000    | 15.500 | 0.024            | -0.133 | -0.411         | -0.225 | 1.820                  | -0.021                                  | ////               |
| 36 | 15.500    | 16.000 | -0.133           | -0.209 | -0.225         | -0.088 | 1.810                  | -0.020                                  | ////               |
| 37 | 16.000    | 16.500 | -0.209           | -0.228 | -0.088         | 0.004  | 1.801                  | -0.017                                  | ////               |
| 38 | 16.500    | 17.000 | -0.228           | -0.211 | 0.004          | 0.061  | 1.793                  | -0.014                                  | ////               |
| 39 | 17.000    | 17.500 | -0.211           | -0.172 | 0.061          | 0.090  | 1.786                  | -0.011                                  | ////               |
| 40 | 17.500    | 18.000 | -0.172           | -0.125 | 0.090          | 0.097  | 1.782                  | -0.008                                  | ////               |
| 41 | 18.000    | 18.500 | -0.125           | -0.077 | 0.097          | 0.089  | 1.778                  | -0.006                                  | ////               |
| 42 | 18.500    | 19.000 | -0.077           | -0.038 | 0.089          | 0.069  | 1.775                  | -0.005                                  | ////               |
| 43 | 19.000    | 19.500 | -0.038           | -0.010 | 0.069          | 0.039  | 1.773                  | -0.004                                  | ////               |
| 44 | 19.500    | 20.000 | -0.010           | 0.000  | 0.039          | 0.000  | 1.771                  | -0.004                                  | ////               |
| 45 | 20.000    |        |                  |        |                |        | 1.770                  | -0.004                                  | ////               |

変位は、深度(上側)における値で、掘削側への変位を正值(+)で表す。

## 3-2 施工ステップ 2 (1次プレロード時)

## (a) 側圧・弾性反力

プレロード時の解析モデルは、前施工ステップの結果とプレロード単独解析結果を重ね合わせ評価する。そのため、側圧、弾性反力、弾塑性境界は前施工ステップの値を用いる。

## (b) 断面力・変位

| No | 深度 Z<br>m |        | モーメント M<br>kNm/m |         | せん断力 S<br>kN/m |         | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 回転変位<br>$\theta$<br>rad/10 <sup>3</sup> | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|--------|------------------|---------|----------------|---------|------------------------|---|--------------------|
|    | 上側        | 下側     | 上側               | 下側      | 上側             | 下側      |                        |   |                    |
| 1  | 0.000     | 0.500  | 0.000            | 0.000   | 0.000          | 0.000   | 25.810                 | -5.323                                  |                    |
| 2  | 0.500     | 1.000  | 0.000            | -2.709  | 0.000          | -11.195 | 23.148                 | -5.323                                  |                    |
| 3  | 1.000     | 1.500  | -2.709           | -11.553 | -11.195        | -24.542 | 20.488                 | -5.311                                  |                    |
| 4  | 1.500     | 2.000  | -11.554          | -10.941 | 8.791          | -6.693  | 17.851                 | -5.216                                  | 33.333             |
| 5  | 2.000     | 2.332  | -10.941          | -13.613 | -6.693         | -9.230  | 15.282                 | -5.063                                  |                    |
| 6  | 2.332     | 2.500  | -13.613          | -15.253 | -9.230         | -10.361 | 13.618                 | -4.947                                  |                    |
| 7  | 2.500     | 3.000  | -15.253          | -21.480 | -10.361        | -14.814 | 12.794                 | -4.877                                  |                    |
| 8  | 3.000     | 3.300  | -21.480          | -26.424 | -14.814        | -18.237 | 10.417                 | -4.615                                  |                    |
| 9  | 3.300     | 3.500  | -26.424          | -30.326 | -18.237        | -20.817 | 9.063                  | -4.409                                  |                    |
| 10 | 3.500     | 3.800  | -30.326          | -37.203 | -20.817        | -25.112 | 8.197                  | -4.246                                  |                    |
| 11 | 3.800     | 4.000  | -37.203          | -41.505 | -25.112        | -18.076 | 6.965                  | -3.955                                  |                    |
| 12 | 4.000     | 4.500  | -41.505          | -46.916 | -18.076        | -4.458  | 6.196                  | -3.728                                  |                    |
| 13 | 4.500     | 5.000  | -46.916          | -46.764 | -4.458         | 4.361   | 4.490                  | -3.084                                  |                    |
| 14 | 5.000     | 5.500  | -46.764          | -43.165 | 4.361          | 9.516   | 3.118                  | -2.404                                  |                    |
| 15 | 5.500     | 6.000  | -43.165          | -37.677 | 9.516          | 12.094  | 2.081                  | -1.754                                  |                    |
| 16 | 6.000     | 6.500  | -37.677          | -31.336 | 12.094         | 13.075  | 1.353                  | -1.171                                  |                    |
| 17 | 6.500     | 7.000  | -31.336          | -24.728 | 13.075         | 13.293  | 0.896                  | -0.674                                  |                    |
| 18 | 7.000     | 7.500  | -24.728          | -18.056 | 13.293         | 13.428  | 0.664                  | -0.270                                  |                    |
| 19 | 7.500     | 8.000  | -18.056          | -11.227 | 13.428         | 13.996  | 0.610                  | 0.038                                   |                    |
| 20 | 8.000     | 8.200  | -11.227          | -8.387  | 13.996         | 14.430  | 0.686                  | 0.249                                   |                    |
| 21 | 8.200     | 8.500  | -8.387           | -4.514  | 14.430         | 11.440  | 0.742                  | 0.306                                   |                    |
| 22 | 8.500     | 9.000  | -4.514           | 0.104   | 11.440         | 7.192   | 0.842                  | 0.361                                   |                    |
| 23 | 9.000     | 9.500  | 0.104            | 2.841   | 7.192          | 3.916   | 1.033                  | 0.390                                   |                    |
| 24 | 9.500     | 10.000 | 2.841            | 4.174   | 3.916          | 1.560   | 1.223                  | 0.367                                   |                    |
| 25 | 10.000    | 10.500 | 4.174            | 4.533   | 1.560          | -0.004  | 1.395                  | 0.315                                   |                    |
| 26 | 10.500    | 11.000 | 4.533            | 4.276   | -0.004         | -0.934  | 1.536                  | 0.251                                   |                    |
| 27 | 11.000    | 11.500 | 4.276            | 3.678   | -0.934         | -1.391  | 1.646                  | 0.187                                   |                    |
| 28 | 11.500    | 12.000 | 3.678            | 2.939   | -1.391         | -1.518  | 1.725                  | 0.130                                   |                    |
| 29 | 12.000    | 12.500 | 2.939            | 2.194   | -1.518         | -1.436  | 1.777                  | 0.082                                   |                    |
| 30 | 12.500    | 13.000 | 2.194            | 1.523   | -1.436         | -1.237  | 1.809                  | 0.045                                   |                    |
| 31 | 13.000    | 13.500 | 1.523            | 0.965   | -1.237         | -0.990  | 1.824                  | 0.019                                   |                    |
| 32 | 13.500    | 14.000 | 0.965            | 0.533   | -0.990         | -0.740  | 1.829                  | 0.001                                   |                    |
| 33 | 14.000    | 14.500 | 0.533            | 0.221   | -0.740         | -0.513  | 1.826                  | -0.010                                  |                    |
| 34 | 14.500    | 15.000 | 0.221            | 0.014   | -0.513         | -0.323  | 1.820                  | -0.015                                  |                    |
| 35 | 15.000    | 15.500 | 0.014            | -0.109  | -0.323         | -0.176  | 1.812                  | -0.017                                  |                    |
| 36 | 15.500    | 16.000 | -0.109           | -0.168  | -0.176         | -0.068  | 1.803                  | -0.016                                  |                    |
| 37 | 16.000    | 16.500 | -0.168           | -0.183  | -0.068         | 0.005   | 1.796                  | -0.014                                  |                    |
| 38 | 16.500    | 17.000 | -0.183           | -0.168  | 0.005          | 0.050   | 1.790                  | -0.011                                  |                    |
| 39 | 17.000    | 17.500 | -0.168           | -0.137  | 0.050          | 0.072   | 1.785                  | -0.009                                  |                    |
| 40 | 17.500    | 18.000 | -0.137           | -0.099  | 0.072          | 0.077   | 1.781                  | -0.007                                  |                    |
| 41 | 18.000    | 18.500 | -0.099           | -0.061  | 0.077          | 0.071   | 1.778                  | -0.005                                  |                    |
| 42 | 18.500    | 19.000 | -0.061           | -0.030  | 0.071          | 0.055   | 1.776                  | -0.004                                  |                    |
| 43 | 19.000    | 19.500 | -0.030           | -0.008  | 0.055          | 0.031   | 1.774                  | -0.003                                  |                    |
| 44 | 19.500    | 20.000 | -0.008           | 0.000   | 0.031          | 0.000   | 1.773                  | -0.003                                  |                    |
| 45 | 20.000    |        |                  |         |                |         | 1.771                  | -0.003                                  |                    |

変位は、深度(上側)における値で、掘削側への変位を正值(+)で表す。

## (c) 断面力・変位(プレロード単独解析)

| No | 深 度 Z<br>m |        | モーメント M<br>kNm/m |        | せん断力 S<br>kN/m |         | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 回転変位<br>$\theta$<br>rad/10 <sup>3</sup> | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|------------|--------|------------------|--------|----------------|---------|------------------------|---|--------------------|
|    | 上 側        | 下 側    | 上 側              | 下 側    | 上 側            | 下 側     |                        |   |                    |
| 1  | 0.000      | 0.500  | 0.000            | 0.000  | 0.000          | 0.000   | -11.335                | 2.450                                   |                    |
| 2  | 0.500      | 1.000  | 0.000            | -1.632 | 0.000          | -6.391  | -10.110                | 2.450                                   |                    |
| 3  | 1.000      | 1.500  | -1.632           | -6.253 | -6.391         | -11.954 | -8.884                 | 2.458                                   |                    |
| 4  | 1.500      | 2.000  | -6.254           | 3.220  | 21.379         | 16.660  | -7.644                 | 2.511                                   | 33.333             |
| 5  | 2.000      | 2.332  | 3.220            | 8.302  | 16.660         | 13.995  | -6.378                 | 2.530                                   |                    |
| 6  | 2.332      | 2.500  | 8.302            | 10.548 | 13.995         | 12.789  | -5.545                 | 2.475                                   | ////               |
| 7  | 2.500      | 3.000  | 10.548           | 16.146 | 12.789         | 9.733   | -5.134                 | 2.429                                   | ////               |
| 8  | 3.000      | 3.300  | 16.146           | 18.839 | 9.733          | 8.265   | -3.964                 | 2.235                                   | ////               |
| 9  | 3.300      | 3.500  | 18.839           | 20.406 | 8.265          | 7.428   | -3.316                 | 2.084                                   | ////               |
| 10 | 3.500      | 3.800  | 20.406           | 22.470 | 7.428          | 6.368   | -2.910                 | 1.971                                   | ////               |
| 11 | 3.800      | 4.000  | 22.470           | 23.444 | 6.368          | 3.446   | -2.346                 | 1.785                                   | ////               |
| 12 | 4.000      | 4.500  | 23.444           | 23.702 | 3.446          | -1.996  | -2.002                 | 1.653                                   | ////               |
| 13 | 4.500      | 5.000  | 23.702           | 21.816 | -1.996         | -5.231  | -1.261                 | 1.310                                   | ////               |
| 14 | 5.000      | 5.500  | 21.816           | 18.747 | -5.231         | -6.811  | -0.690                 | 0.981                                   | ////               |
| 15 | 5.500      | 6.000  | 18.747           | 15.198 | -6.811         | -7.227  | -0.274                 | 0.688                                   | ////               |
| 16 | 6.000      | 6.500  | 15.198           | 11.645 | -7.227         | -6.889  | 0.007                  | 0.444                                   | ////               |
| 17 | 6.500      | 7.000  | 11.645           | 8.380  | -6.889         | -6.124  | 0.178                  | 0.251                                   | ////               |
| 18 | 7.000      | 7.500  | 8.380            | 5.552  | -6.124         | -5.172  | 0.265                  | 0.107                                   | ////               |
| 19 | 7.500      | 8.000  | 5.552            | 3.211  | -5.172         | -4.203  | 0.292                  | 0.007                                   | ////               |
| 20 | 8.000      | 8.200  | 3.211            | 2.407  | -4.203         | -3.836  | 0.279                  | -0.055                                  | ////               |
| 21 | 8.200      | 8.500  | 2.407            | 1.374  | -3.836         | -3.065  | 0.266                  | -0.071                                  | ////               |
| 22 | 8.500      | 9.000  | 1.374            | 0.127  | -3.065         | -1.961  | 0.242                  | -0.088                                  | ////               |
| 23 | 9.000      | 9.500  | 0.127            | -0.628 | -1.961         | -1.100  | 0.195                  | -0.098                                  | ////               |
| 24 | 9.500      | 10.000 | -0.628           | -1.012 | -1.100         | -0.473  | 0.147                  | -0.094                                  | ////               |
| 25 | 10.000     | 10.500 | -1.012           | -1.135 | -0.473         | -0.051  | 0.103                  | -0.081                                  | ////               |
| 26 | 10.500     | 11.000 | -1.135           | -1.090 | -0.051         | 0.206   | 0.066                  | -0.066                                  | ////               |
| 27 | 11.000     | 11.500 | -1.090           | -0.950 | 0.206          | 0.337   | 0.037                  | -0.050                                  | ////               |
| 28 | 11.500     | 12.000 | -0.950           | -0.768 | 0.337          | 0.380   | 0.016                  | -0.035                                  | ////               |
| 29 | 12.000     | 12.500 | -0.768           | -0.580 | 0.380          | 0.366   | 0.002                  | -0.022                                  | ////               |
| 30 | 12.500     | 13.000 | -0.580           | -0.408 | 0.366          | 0.320   | -0.007                 | -0.013                                  | ////               |
| 31 | 13.000     | 13.500 | -0.408           | -0.263 | 0.320          | 0.259   | -0.011                 | -0.006                                  | ////               |
| 32 | 13.500     | 14.000 | -0.263           | -0.149 | 0.259          | 0.195   | -0.013                 | -0.001                                  | ////               |
| 33 | 14.000     | 14.500 | -0.149           | -0.066 | 0.195          | 0.137   | -0.012                 | 0.002                                   | ////               |
| 34 | 14.500     | 15.000 | -0.066           | -0.010 | 0.137          | 0.088   | -0.011                 | 0.004                                   | ////               |
| 35 | 15.000     | 15.500 | -0.010           | 0.023  | 0.088          | 0.049   | -0.009                 | 0.004                                   | ////               |
| 36 | 15.500     | 16.000 | 0.023            | 0.040  | 0.049          | 0.021   | -0.007                 | 0.004                                   | ////               |
| 37 | 16.000     | 16.500 | 0.040            | 0.045  | 0.021          | 0.001   | -0.005                 | 0.004                                   | ////               |
| 38 | 16.500     | 17.000 | 0.045            | 0.043  | 0.001          | -0.011  | -0.003                 | 0.003                                   | ////               |
| 39 | 17.000     | 17.500 | 0.043            | 0.035  | -0.011         | -0.018  | -0.002                 | 0.002                                   | ////               |
| 40 | 17.500     | 18.000 | 0.035            | 0.026  | -0.018         | -0.020  | -0.001                 | 0.002                                   | ////               |
| 41 | 18.000     | 18.500 | 0.026            | 0.016  | -0.020         | -0.018  | -0.000                 | 0.001                                   | ////               |
| 42 | 18.500     | 19.000 | 0.016            | 0.008  | -0.018         | -0.014  | 0.001                  | 0.001                                   | ////               |
| 43 | 19.000     | 19.500 | 0.008            | 0.002  | -0.014         | -0.008  | 0.001                  | 0.001                                   | ////               |
| 44 | 19.500     | 20.000 | 0.002            | 0.000  | -0.008         | 0.000   | 0.001                  | 0.001                                   | ////               |
| 45 | 20.000     |        | 0.000            |        |                |         | 0.002                  | 0.000                                   | ////               |

変位は、深度(上側)における値で、掘削側への変位を正值(+)で表す。

## (d) 支保工反力・先行変位

| No | 深 度 Z<br>m | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 先行変位<br>$\delta'$<br>mm | 支保工バネ<br>Kb<br>kN/m <sup>2</sup> | プレロード<br>P<br>kN/m | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|------------|------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1  | 1.500      | 25.495                 | 25.495                  | 206533                           | 33.3               | 33.333             |

$$R = (\delta - \delta') Kb + P$$

ここで、プレロード導入切ばりの変位 $\delta$ は、前施工ステップの値とする。



(e)プレロードによる次ステップの先行変位の補正

$$\begin{aligned}\delta' &= \delta'' - \delta p - (P/Kb) \\ &= 25.495 - 7.644 - (33.3 \times 10^3 / 206533.) \\ &= 17.690 \text{ mm} \quad (\text{第1段切ばり 設置深さ} = 1.500 \text{ m})\end{aligned}$$

ここで、

- $\delta'$  : 次ステップの先行変位 (mm)
- $\delta''$  : 本ステップの先行変位 (mm)
- $\delta p$  : 本ステップのプレロード導入による土留壁の変位増減 (mm)
- $P$  : プレロード荷重 (N/m)
- $Kb$  : 支保工バネ定数 (N/mm/m)

## 3-3 施工ステップ 3 (2次掘削時)

## (a) 側圧・弾性反力

| No | 深度<br>Z<br>m | 記号   | 有効主動側圧<br>Pae<br>kN/m <sup>2</sup> | 有効受働側圧<br>Ppe<br>kN/m <sup>2</sup> | 判定 | 弾性反力<br>Rv<br>kN/m <sup>2</sup> | 水平変位<br>δ<br>mm | 地盤バネ<br>Kh<br>kN/m <sup>3</sup> |
|----|--------------|------|------------------------------------|------------------------------------|----|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 1  | 0.000        |      | 0.000                              |                                    |    |                                 | 9.031           |                                 |
| ~  | 0.500        |      | 0.000                              |                                    |    |                                 | 12.064          |                                 |
| 2  | 0.500        |      | 5.875                              |                                    |    |                                 | 12.064          |                                 |
| ~  | 1.000        |      | 11.162                             |                                    |    |                                 | 15.097          |                                 |
| 3  | 1.000        |      | 11.162                             |                                    |    |                                 | 15.097          |                                 |
| ~  | 1.500        |      | 16.450                             |                                    |    |                                 | 18.140          |                                 |
| 4  | 1.500        | B    | 16.450                             |                                    |    |                                 | 18.140          |                                 |
| ~  | 2.000        |      | 21.737                             |                                    |    |                                 | 21.162          |                                 |
| 5  | 2.000        |      | 21.737                             |                                    |    |                                 | 21.162          |                                 |
| ~  | 2.500        |      | 27.025                             |                                    |    |                                 | 23.945          |                                 |
| 6  | 2.500        |      | 27.025                             |                                    |    |                                 | 23.945          |                                 |
| ~  | 3.000        |      | 32.312                             |                                    |    |                                 | 26.249          |                                 |
| 7  | 3.000        |      | 32.312                             |                                    |    |                                 | 26.249          |                                 |
| ~  | 3.300        |      | 35.485                             |                                    |    |                                 | 27.320          |                                 |
| 8  | 3.300        | W    | 35.485                             |                                    |    |                                 | 27.320          |                                 |
| ~  | 3.500        |      | 37.600                             |                                    |    |                                 | 27.885          |                                 |
| 9  | 3.500        |      | 37.600                             |                                    |    |                                 | 27.885          |                                 |
| ~  | 3.800        |      | 40.772                             |                                    |    |                                 | 28.489          |                                 |
| 10 | 3.800        |      | 29.184                             |                                    |    |                                 | 28.489          |                                 |
| ~  | 4.000        |      | 31.860                             |                                    |    |                                 | 28.723          |                                 |
| 11 | 4.000        |      | 31.860                             |                                    |    |                                 | 28.723          |                                 |
| ~  | 4.500        |      | 38.550                             |                                    |    |                                 | 28.696          |                                 |
| 12 | 4.500        |      | 38.550                             |                                    |    |                                 | 28.696          |                                 |
| ~  | 5.000        |      | 45.239                             |                                    |    |                                 | 27.801          |                                 |
| 13 | 5.000        | X HP | 45.239                             | 0.000                              | <  | 187.042                         | 27.801          | 6728.                           |
| ~  | 5.500        |      | 44.472                             | 13.035                             | << | 175.612                         | 26.102          | 6728.                           |
| 14 | 5.500        | P    | 44.472                             | 13.035                             | << | 175.612                         | 26.102          | 6728.                           |
| ~  | 6.000        |      | 43.705                             | 26.069                             | << | 159.707                         | 23.738          | 6728.                           |
| 15 | 6.000        | P    | 43.705                             | 26.069                             | << | 159.707                         | 23.738          | 6728.                           |
| ~  | 6.500        |      | 42.938                             | 39.104                             | << | 140.635                         | 20.903          | 6728.                           |
| 16 | 6.500        | P    | 42.938                             | 39.104                             | << | 140.635                         | 20.903          | 6728.                           |
| ~  | 7.000        |      | 42.171                             | 52.139                             | << | 119.920                         | 17.824          | 6728.                           |
| 17 | 7.000        | P    | 42.171                             | 52.139                             | << | 119.920                         | 17.824          | 6728.                           |
| ~  | 7.500        |      | 41.404                             | 65.174                             | << | 99.128                          | 14.734          | 6728.                           |
| 18 | 7.500        | P    | 41.404                             | 65.174                             | << | 99.128                          | 14.734          | 6728.                           |
| ~  | 8.000        |      | 40.636                             | 78.208                             | << | 79.707                          | 11.847          | 6728.                           |
| 19 | 8.000        | P    | 40.636                             | 78.208                             | << | 79.707                          | 11.847          | 6728.                           |
| ~  | 8.016        |      | 40.612                             | 78.623                             | << | 79.126                          | 11.761          | 6728.                           |
| 20 | 8.016        | E    | 40.612                             | 78.623                             | << | 79.126                          | 11.761          | 6728.                           |
| ~  | 8.200        |      | 40.330                             | 83.422                             | >  | 72.596                          | 10.790          | 6728.                           |
| 21 | 8.200        | E    | 41.951                             | 330.400                            | >  | 108.894                         | 10.790          | 10092.                          |
| ~  | 8.500        |      | 41.951                             | 333.100                            | >  | 94.227                          | 9.337           | 10092.                          |
| 22 | 8.500        | E    | 41.951                             | 333.100                            | >  | 94.227                          | 9.337           | 10092.                          |
| ~  | 9.000        |      | 41.951                             | 337.600                            | >  | 73.719                          | 7.305           | 10092.                          |
| 23 | 9.000        | E    | 41.951                             | 337.600                            | >  | 73.719                          | 7.305           | 10092.                          |
| ~  | 9.500        |      | 41.951                             | 342.100                            | >  | 58.214                          | 5.768           | 10092.                          |
| 24 | 9.500        | E    | 41.951                             | 342.100                            | >  | 58.214                          | 5.768           | 10092.                          |
| ~  | 10.000       |      | 41.951                             | 346.600                            | >  | 47.297                          | 4.687           | 10092.                          |
| 25 | 10.000       | E    | 41.951                             | 346.600                            | >  | 47.297                          | 4.687           | 10092.                          |
| ~  | 10.500       |      | 41.951                             | 351.100                            | >  | 40.246                          | 3.988           | 10092.                          |
| 26 | 10.500       | E    | 41.951                             | 351.100                            | >  | 40.246                          | 3.988           | 10092.                          |
| ~  | 11.000       |      | 41.951                             | 355.600                            | >  | 36.227                          | 3.590           | 10092.                          |
| 27 | 11.000       | E    | 41.951                             | 355.600                            | >  | 36.227                          | 3.590           | 10092.                          |
| ~  | 11.500       |      | 41.951                             | 360.100                            | >  | 34.430                          | 3.412           | 10092.                          |
| 28 | 11.500       | E    | 41.951                             | 360.100                            | >  | 34.430                          | 3.412           | 10092.                          |
| ~  | 12.000       |      | 41.951                             | 364.600                            | >  | 34.142                          | 3.383           | 10092.                          |
| 29 | 12.000       | E    | 41.951                             | 364.600                            | >  | 34.142                          | 3.383           | 10092.                          |
| ~  | 12.500       |      | 41.951                             | 369.100                            | >  | 34.783                          | 3.447           | 10092.                          |
| 30 | 12.500       | E    | 41.951                             | 369.100                            | >  | 34.783                          | 3.447           | 10092.                          |
| ~  | 13.000       |      | 41.951                             | 373.600                            | >  | 35.908                          | 3.558           | 10092.                          |
| 31 | 13.000       | E    | 41.951                             | 373.600                            | >  | 35.908                          | 3.558           | 10092.                          |
| ~  | 13.500       |      | 41.951                             | 378.100                            | >  | 37.206                          | 3.687           | 10092.                          |

記号 B: 支保工位置 W: 背面水位 X: 前面水位 Z: 断面変化点 H: 掘削深  
E: 弾性域 P: 塑性域

| No | 深度<br>Z<br>m | 記号 | 有効主働側圧<br>Pae<br>kN/m <sup>2</sup> | 有効受働側圧<br>Ppe<br>kN/m <sup>2</sup> | 判定 | 弾性反力<br>Rv<br>kN/m <sup>2</sup> | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 地盤バネ<br>Kh<br>kN/m <sup>3</sup> |
|----|--------------|----|------------------------------------|------------------------------------|----|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| 32 | 13.500       | E  | 41.951                             | 378.100                            | >  | 37.206                          | 3.687                  | 10092.                          |
| ~  | 14.000       |    | 41.951                             | 382.600                            | >  | 38.471                          | 3.812                  | 10092.                          |
| 33 | 14.000       | E  | 41.951                             | 382.600                            | >  | 38.471                          | 3.812                  | 10092.                          |
| ~  | 14.500       |    | 41.951                             | 387.100                            | >  | 39.585                          | 3.922                  | 10092.                          |
| 34 | 14.500       | E  | 41.951                             | 387.100                            | >  | 39.585                          | 3.922                  | 10092.                          |
| ~  | 15.000       |    | 41.951                             | 391.600                            | >  | 40.495                          | 4.013                  | 10092.                          |
| 35 | 15.000       | E  | 41.951                             | 391.600                            | >  | 40.495                          | 4.013                  | 10092.                          |
| ~  | 15.500       |    | 41.951                             | 396.100                            | >  | 41.188                          | 4.081                  | 10092.                          |
| 36 | 15.500       | E  | 41.951                             | 396.100                            | >  | 41.188                          | 4.081                  | 10092.                          |
| ~  | 16.000       |    | 41.951                             | 400.600                            | >  | 41.681                          | 4.130                  | 10092.                          |
| 37 | 16.000       | E  | 41.951                             | 400.600                            | >  | 41.681                          | 4.130                  | 10092.                          |
| ~  | 16.500       |    | 41.951                             | 405.100                            | >  | 42.005                          | 4.162                  | 10092.                          |
| 38 | 16.500       | E  | 41.951                             | 405.100                            | >  | 42.005                          | 4.162                  | 10092.                          |
| ~  | 17.000       |    | 41.951                             | 409.600                            | >  | 42.196                          | 4.181                  | 10092.                          |
| 39 | 17.000       | E  | 41.951                             | 409.600                            | >  | 42.196                          | 4.181                  | 10092.                          |
| ~  | 17.500       |    | 41.951                             | 414.100                            | >  | 42.288                          | 4.190                  | 10092.                          |
| 40 | 17.500       | E  | 41.951                             | 414.100                            | >  | 42.288                          | 4.190                  | 10092.                          |
| ~  | 18.000       |    | 41.951                             | 418.600                            | >  | 42.315                          | 4.193                  | 10092.                          |
| 41 | 18.000       | E  | 41.951                             | 418.600                            | >  | 42.315                          | 4.193                  | 10092.                          |
| ~  | 18.500       |    | 41.951                             | 423.100                            | >  | 42.300                          | 4.191                  | 10092.                          |
| 42 | 18.500       | E  | 41.951                             | 423.100                            | >  | 42.300                          | 4.191                  | 10092.                          |
| ~  | 19.000       |    | 41.951                             | 427.600                            | >  | 42.263                          | 4.188                  | 10092.                          |
| 43 | 19.000       | E  | 41.951                             | 427.600                            | >  | 42.263                          | 4.188                  | 10092.                          |
| ~  | 19.500       |    | 41.951                             | 432.100                            | >  | 42.217                          | 4.183                  | 10092.                          |
| 44 | 19.500       | E  | 41.951                             | 432.100                            | >  | 42.217                          | 4.183                  | 10092.                          |
| ~  | 20.000       |    | 41.951                             | 436.600                            | >  | 42.168                          | 4.178                  | 10092.                          |

記号 B: 支保工位置 W: 背面水位 X: 前面水位 Z: 断面変化点 H: 掘削深  
E: 弾性域 P: 塑性域

## (b) 断面力・変位

| No | 深度 Z<br>m |        | モーメント M<br>kNm/m |         | せん断力 S<br>kN/m |         | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 回転変位<br>$\theta$<br>rad/10 <sup>3</sup> | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|--------|------------------|---------|----------------|---------|------------------------|---|--------------------|
|    | 上側        | 下側     | 上側               | 下側      | 上側             | 下側      |                        |   |                    |
| 1  | 0.000     | 0.500  | 0.000            | 0.000   | 0.000          | 0.000   | 9.031                  | 6.066                                   | 92.880             |
| 2  | 0.500     | 1.000  | 0.000            | -0.955  | 0.000          | -4.259  | 12.064                 | 6.066                                   |                    |
| 3  | 1.000     | 1.500  | -0.955           | -4.700  | -4.259         | -11.162 | 15.097                 | 6.071                                   |                    |
| 4  | 1.500     | 2.000  | -4.701           | 33.881  | 81.718         | 72.171  | 18.140                 | 6.107                                   |                    |
| 5  | 2.000     | 2.500  | 33.881           | 67.029  | 72.171         | 59.980  | 21.162                 | 5.891                                   |                    |
| 6  | 2.500     | 3.000  | 67.029           | 93.421  | 59.980         | 45.146  | 23.945                 | 5.158                                   |                    |
| 7  | 3.000     | 3.300  | 93.421           | 105.463 | 45.146         | 34.976  | 26.249                 | 3.994                                   |                    |
| 8  | 3.300     | 3.500  | 105.463          | 111.735 | 34.976         | 27.668  | 27.320                 | 3.133                                   |                    |
| 9  | 3.500     | 3.800  | 111.735          | 118.296 | 27.668         | 15.912  | 27.885                 | 2.508                                   |                    |
| 10 | 3.800     | 4.000  | 118.296          | 120.876 | 15.912         | 9.808   | 28.489                 | 1.512                                   |                    |
| 11 | 4.000     | 4.500  | 120.876          | 121.519 | 9.808          | -7.795  | 28.723                 | 0.823                                   |                    |
| 12 | 4.500     | 5.000  | 121.519          | 112.524 | -7.795         | -28.742 | 28.696                 | -0.932                                  |                    |
| 13 | 5.000     | 5.500  | 112.524          | 93.074  | -28.742        | -47.911 | 27.801                 | -2.629                                  |                    |
| 14 | 5.500     | 6.000  | 93.074           | 65.763  | -47.911        | -60.179 | 26.102                 | -4.120                                  |                    |
| 15 | 6.000     | 6.500  | 65.763           | 34.044  | -60.179        | -65.547 | 23.738                 | -5.270                                  |                    |
| 16 | 6.500     | 7.000  | 34.044           | 1.367   | -65.547        | -64.013 | 20.903                 | -5.992                                  |                    |
| 17 | 7.000     | 7.500  | 1.367            | -28.819 | -64.013        | -55.579 | 17.824                 | -6.246                                  |                    |
| 18 | 7.500     | 8.000  | -28.819          | -53.062 | -55.579        | -40.243 | 14.734                 | -6.043                                  |                    |
| 19 | 8.000     | 8.016  | -53.062          | -53.697 | -40.243        | -39.642 | 11.847                 | -5.445                                  |                    |
| 20 | 8.016     | 8.200  | -53.697          | -60.378 | -39.642        | -33.133 | 11.761                 | -5.420                                  |                    |
| 21 | 8.200     | 8.500  | -60.378          | -67.532 | -33.133        | -15.292 | 10.790                 | -5.117                                  |                    |
| 22 | 8.500     | 9.000  | -67.532          | -69.551 | -15.292        | 5.508   | 9.337                  | -4.561                                  |                    |
| 23 | 9.000     | 9.500  | -69.551          | -63.522 | 5.508          | 17.313  | 7.305                  | -3.562                                  |                    |
| 24 | 9.500     | 10.000 | -63.522          | -53.332 | 17.313         | 22.538  | 5.768                  | -2.598                                  |                    |
| 25 | 10.000    | 10.500 | -53.332          | -41.725 | 22.538         | 23.304  | 4.687                  | -1.754                                  |                    |
| 26 | 10.500    | 11.000 | -41.725          | -30.482 | 23.304         | 21.337  | 3.988                  | -1.069                                  |                    |
| 27 | 11.000    | 11.500 | -30.482          | -20.623 | 21.337         | 17.949  | 3.590                  | -0.551                                  |                    |

変位は、深度(上側)における値で、掘削側への変位を正值(+)で表す。

| No | 深度 Z<br>m |        | モーメント M<br>kNm/m |         | せん断力 S<br>kN/m |        | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 回転変位<br>$\theta$<br>rad/10 <sup>3</sup> | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|--------|------------------|---------|----------------|--------|------------------------|---|--------------------|
|    | 上側        | 下側     | 上側               | 下側      | 上側             | 下側     |                        |   |                    |
| 28 | 11.500    | 12.000 | -20.623          | -12.613 | 17.949         | 14.067 | 3.412                  | -0.185                                  | ////               |
| 29 | 12.000    | 12.500 | -12.613          | -6.536  | 14.067         | 10.295 | 3.383                  | 0.052                                   | ////               |
| 30 | 12.500    | 13.000 | -6.536           | -2.241  | 10.295         | 6.979  | 3.447                  | 0.187                                   | ////               |
| 31 | 13.000    | 13.500 | -2.241           | 0.547   | 6.979          | 4.280  | 3.558                  | 0.249                                   | ////               |
| 32 | 13.500    | 14.000 | 0.547            | 2.147   | 4.280          | 2.228  | 3.687                  | 0.259                                   | ////               |
| 33 | 14.000    | 14.500 | 2.147            | 2.874   | 2.228          | 0.774  | 3.812                  | 0.238                                   | ////               |
| 34 | 14.500    | 15.000 | 2.874            | 3.006   | 0.774          | -0.172 | 3.922                  | 0.201                                   | ////               |
| 35 | 15.000    | 15.500 | 3.006            | 2.769   | -0.172         | -0.718 | 4.013                  | 0.159                                   | ////               |
| 36 | 15.500    | 16.000 | 2.769            | 2.337   | -0.718         | -0.969 | 4.081                  | 0.117                                   | ////               |
| 37 | 16.000    | 16.500 | 2.337            | 1.834   | -0.969         | -1.016 | 4.130                  | 0.080                                   | ////               |
| 38 | 16.500    | 17.000 | 1.834            | 1.342   | -1.016         | -0.937 | 4.162                  | 0.050                                   | ////               |
| 39 | 17.000    | 17.500 | 1.342            | 0.908   | -0.937         | -0.788 | 4.181                  | 0.027                                   | ////               |
| 40 | 17.500    | 18.000 | 0.908            | 0.558   | -0.788         | -0.611 | 4.190                  | 0.011                                   | ////               |
| 41 | 18.000    | 18.500 | 0.558            | 0.298   | -0.611         | -0.431 | 4.193                  | 0.000                                   | ////               |
| 42 | 18.500    | 19.000 | 0.298            | 0.125   | -0.431         | -0.265 | 4.191                  | -0.006                                  | ////               |
| 43 | 19.000    | 19.500 | 0.125            | 0.029   | -0.265         | -0.121 | 4.188                  | -0.009                                  | ////               |
| 44 | 19.500    | 20.000 | 0.029            | 0.000   | -0.121         | 0.000  | 4.183                  | -0.010                                  | ////               |
| 45 | 20.000    |        |                  |         |                |        | 4.178                  | -0.010                                  | ////               |

変位は、深度(上側)における値で、掘削側への変位を正值(+)で表す。

(c) 支保工反力・先行変位

| No | 深度 Z<br>m | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 先行変位<br>$\delta'$<br>mm | 支保工バネ<br>Kb<br>kN/m <sup>2</sup> | プレロード<br>P<br>kN/m | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1  | 1.500     | 18.140                 | 17.690                  | 206533                           |                    | 92.880             |

$$R = (\delta - \delta') Kb + P$$

## 3-4 施工ステップ 4 (最下段切梁設置前)

## (a) 側圧・弾性反力

| No | 深度<br>Z<br>m | 記号   | 有効主動側圧<br>Pae<br>kN/m <sup>2</sup> | 有効受働側圧<br>Ppe<br>kN/m <sup>2</sup> | 判定 | 弾性反力<br>Rv<br>kN/m <sup>2</sup> | 水平変位<br>δ<br>mm | 地盤バネ<br>Kh<br>kN/m <sup>3</sup> |
|----|--------------|------|------------------------------------|------------------------------------|----|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 1  | 0.000        |      | 0.000                              |                                    |    |                                 | 10.737          |                                 |
|    | ~ 0.500      |      | 0.000                              |                                    |    |                                 | 13.139          |                                 |
| 2  | 0.500        |      | 5.125                              |                                    |    |                                 | 13.139          |                                 |
|    | ~ 1.000      |      | 9.738                              |                                    |    |                                 | 15.541          |                                 |
| 3  | 1.000        |      | 9.738                              |                                    |    |                                 | 15.541          |                                 |
|    | ~ 1.500      |      | 14.350                             |                                    |    |                                 | 17.951          |                                 |
| 4  | 1.500        | B    | 14.350                             |                                    |    |                                 | 17.951          |                                 |
|    | ~ 2.000      |      | 18.962                             |                                    |    |                                 | 20.360          |                                 |
| 5  | 2.000        |      | 18.962                             |                                    |    |                                 | 20.360          |                                 |
|    | ~ 2.500      |      | 23.575                             |                                    |    |                                 | 22.657          |                                 |
| 6  | 2.500        |      | 23.575                             |                                    |    |                                 | 22.657          |                                 |
|    | ~ 3.000      |      | 28.187                             |                                    |    |                                 | 24.731          |                                 |
| 7  | 3.000        |      | 28.187                             |                                    |    |                                 | 24.731          |                                 |
|    | ~ 3.300      |      | 30.955                             |                                    |    |                                 | 25.839          |                                 |
| 8  | 3.300        | W    | 30.955                             |                                    |    |                                 | 25.839          |                                 |
|    | ~ 3.500      |      | 32.800                             |                                    |    |                                 | 26.516          |                                 |
| 9  | 3.500        |      | 32.800                             |                                    |    |                                 | 26.516          |                                 |
|    | ~ 3.800      |      | 35.567                             |                                    |    |                                 | 27.437          |                                 |
| 10 | 3.800        |      | 29.184                             |                                    |    |                                 | 27.437          |                                 |
|    | ~ 4.000      |      | 31.860                             |                                    |    |                                 | 27.993          |                                 |
| 11 | 4.000        |      | 31.860                             |                                    |    |                                 | 27.993          |                                 |
|    | ~ 4.500      |      | 38.550                             |                                    |    |                                 | 29.203          |                                 |
| 12 | 4.500        | B    | 38.550                             |                                    |    |                                 | 29.203          |                                 |
|    | ~ 5.000      |      | 45.239                             |                                    |    |                                 | 30.168          |                                 |
| 13 | 5.000        |      | 45.239                             |                                    |    |                                 | 30.168          |                                 |
|    | ~ 5.500      |      | 51.929                             |                                    |    |                                 | 30.657          |                                 |
| 14 | 5.500        |      | 51.929                             |                                    |    |                                 | 30.657          |                                 |
|    | ~ 6.000      |      | 58.619                             |                                    |    |                                 | 30.441          |                                 |
| 15 | 6.000        |      | 58.619                             |                                    |    |                                 | 30.441          |                                 |
|    | ~ 6.500      |      | 65.309                             |                                    |    |                                 | 29.383          |                                 |
| 16 | 6.500        |      | 65.309                             |                                    |    |                                 | 29.383          |                                 |
|    | ~ 7.000      |      | 71.999                             |                                    |    |                                 | 27.455          |                                 |
| 17 | 7.000        |      | 71.999                             |                                    |    |                                 | 27.455          |                                 |
|    | ~ 7.500      |      | 78.689                             |                                    |    |                                 | 24.743          |                                 |
| 18 | 7.500        |      | 78.689                             |                                    |    |                                 | 24.743          |                                 |
|    | ~ 8.000      |      | 85.379                             |                                    |    |                                 | 21.464          |                                 |
| 19 | 8.000        | X HP | 85.379                             | 0.000                              | <  | 144.409                         | 21.464          | 6728.                           |
|    | ~ 8.200      |      | 85.072                             | 5.214                              | << | 135.023                         | 20.069          | 6728.                           |
| 20 | 8.200        | E    | 63.410                             | 301.900                            | >  | 202.535                         | 20.069          | 10092.                          |
|    | ~ 8.500      |      | 63.410                             | 304.600                            | >  | 181.393                         | 17.974          | 10092.                          |
| 21 | 8.500        | E    | 63.410                             | 304.600                            | >  | 181.393                         | 17.974          | 10092.                          |
|    | ~ 9.000      |      | 63.410                             | 309.100                            | >  | 148.174                         | 14.682          | 10092.                          |
| 22 | 9.000        | E    | 63.410                             | 309.100                            | >  | 148.174                         | 14.682          | 10092.                          |
|    | ~ 9.500      |      | 63.410                             | 313.600                            | >  | 119.597                         | 11.851          | 10092.                          |
| 23 | 9.500        | E    | 63.410                             | 313.600                            | >  | 119.597                         | 11.851          | 10092.                          |
|    | ~ 10.000     |      | 63.410                             | 318.100                            | >  | 96.752                          | 9.587           | 10092.                          |
| 24 | 10.000       | E    | 63.410                             | 318.100                            | >  | 96.752                          | 9.587           | 10092.                          |
|    | ~ 10.500     |      | 63.410                             | 322.600                            | >  | 79.693                          | 7.897           | 10092.                          |
| 25 | 10.500       | E    | 63.410                             | 322.600                            | >  | 79.693                          | 7.897           | 10092.                          |
|    | ~ 11.000     |      | 63.410                             | 327.100                            | >  | 67.849                          | 6.723           | 10092.                          |
| 26 | 11.000       | E    | 63.410                             | 327.100                            | >  | 67.849                          | 6.723           | 10092.                          |
|    | ~ 11.500     |      | 63.410                             | 331.600                            | >  | 60.339                          | 5.979           | 10092.                          |
| 27 | 11.500       | E    | 63.410                             | 331.600                            | >  | 60.339                          | 5.979           | 10092.                          |
|    | ~ 12.000     |      | 63.410                             | 336.100                            | >  | 56.189                          | 5.568           | 10092.                          |
| 28 | 12.000       | E    | 63.410                             | 336.100                            | >  | 56.189                          | 5.568           | 10092.                          |
|    | ~ 12.500     |      | 63.410                             | 340.600                            | >  | 54.468                          | 5.397           | 10092.                          |
| 29 | 12.500       | E    | 63.410                             | 340.600                            | >  | 54.468                          | 5.397           | 10092.                          |
|    | ~ 13.000     |      | 63.410                             | 345.100                            | >  | 54.371                          | 5.387           | 10092.                          |
| 30 | 13.000       | E    | 63.410                             | 345.100                            | >  | 54.371                          | 5.387           | 10092.                          |
|    | ~ 13.500     |      | 63.410                             | 349.600                            | >  | 55.249                          | 5.475           | 10092.                          |
| 31 | 13.500       | E    | 63.410                             | 349.600                            | >  | 55.249                          | 5.475           | 10092.                          |
|    | ~ 14.000     |      | 63.410                             | 354.100                            | >  | 56.617                          | 5.610           | 10092.                          |

記号 B : 支保工位置 W : 背面水位 X : 前面水位 Z : 断面変化点 H : 掘削深  
E : 弾性域 P : 塑性域

| No | 深度<br>Z<br>m | 記号 | 有効主働側圧<br>Pae<br>kN/m <sup>2</sup> | 有効受働側圧<br>Ppe<br>kN/m <sup>2</sup> | 判定 | 弾性反力<br>Rv<br>kN/m <sup>2</sup> | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 地盤バネ<br>Kh<br>kN/m <sup>3</sup> |
|----|--------------|----|------------------------------------|------------------------------------|----|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| 32 | 14.000       | E  | 63.410                             | 354.100                            | >  | 56.617                          | 5.610                  | 10092.                          |
|    | ~ 14.500     |    | 63.410                             | 358.600                            | >  | 58.132                          | 5.760                  | 10092.                          |
| 33 | 14.500       | E  | 63.410                             | 358.600                            | >  | 58.132                          | 5.760                  | 10092.                          |
|    | ~ 15.000     |    | 63.410                             | 363.100                            | >  | 59.579                          | 5.904                  | 10092.                          |
| 34 | 15.000       | E  | 63.410                             | 363.100                            | >  | 59.579                          | 5.904                  | 10092.                          |
|    | ~ 15.500     |    | 63.410                             | 367.600                            | >  | 60.834                          | 6.028                  | 10092.                          |
| 35 | 15.500       | E  | 63.410                             | 367.600                            | >  | 60.834                          | 6.028                  | 10092.                          |
|    | ~ 16.000     |    | 63.410                             | 372.100                            | >  | 61.848                          | 6.128                  | 10092.                          |
| 36 | 16.000       | E  | 63.410                             | 372.100                            | >  | 61.848                          | 6.128                  | 10092.                          |
|    | ~ 16.500     |    | 63.410                             | 376.600                            | >  | 62.617                          | 6.205                  | 10092.                          |
| 37 | 16.500       | E  | 63.410                             | 376.600                            | >  | 62.617                          | 6.205                  | 10092.                          |
|    | ~ 17.000     |    | 63.410                             | 381.100                            | >  | 63.165                          | 6.259                  | 10092.                          |
| 38 | 17.000       | E  | 63.410                             | 381.100                            | >  | 63.165                          | 6.259                  | 10092.                          |
|    | ~ 17.500     |    | 63.410                             | 385.600                            | >  | 63.532                          | 6.295                  | 10092.                          |
| 39 | 17.500       | E  | 63.410                             | 385.600                            | >  | 63.532                          | 6.295                  | 10092.                          |
|    | ~ 18.000     |    | 63.410                             | 390.100                            | >  | 63.766                          | 6.318                  | 10092.                          |
| 40 | 18.000       | E  | 63.410                             | 390.100                            | >  | 63.766                          | 6.318                  | 10092.                          |
|    | ~ 18.500     |    | 63.410                             | 394.600                            | >  | 63.908                          | 6.333                  | 10092.                          |
| 41 | 18.500       | E  | 63.410                             | 394.600                            | >  | 63.908                          | 6.333                  | 10092.                          |
|    | ~ 19.000     |    | 63.410                             | 399.100                            | >  | 63.996                          | 6.341                  | 10092.                          |
| 42 | 19.000       | E  | 63.410                             | 399.100                            | >  | 63.996                          | 6.341                  | 10092.                          |
|    | ~ 19.500     |    | 63.410                             | 403.600                            | >  | 64.060                          | 6.348                  | 10092.                          |
| 43 | 19.500       | E  | 63.410                             | 403.600                            | >  | 64.060                          | 6.348                  | 10092.                          |
|    | ~ 20.000     |    | 63.410                             | 408.100                            | >  | 64.116                          | 6.353                  | 10092.                          |

記号 B : 支保工位置 W : 背面水位 X : 前面水位 Z : 断面変化点 H : 掘削深  
E : 弾性域 P : 塑性域

## (b) 断面力・変位

| No | 深度 Z<br>m |        | モーメント M<br>kNm/m |         | せん断力 S<br>kN/m |          | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 回転変位<br>$\theta$<br>rad/10 <sup>3</sup> | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|--------|------------------|---------|----------------|----------|------------------------|---|--------------------|
|    | 上側        | 下側     | 上側               | 下側      | 上側             | 下側       |                        |   |                    |
| 1  | 0.000     | 0.500  | 0.000            | 0.000   | 0.000          | 0.000    | 10.737                 | 4.804                                   | 53.961             |
| 2  | 0.500     | 1.000  | 0.000            | -0.833  | 0.000          | -3.716   | 13.139                 | 4.804                                   |                    |
| 3  | 1.000     | 1.500  | -0.833           | -4.100  | -3.716         | -9.737   | 15.541                 | 4.808                                   |                    |
| 4  | 1.500     | 2.000  | -4.101           | 16.025  | 44.224         | 35.896   | 17.951                 | 4.840                                   |                    |
| 5  | 2.000     | 2.500  | 16.025           | 31.410  | 35.896         | 25.261   | 20.360                 | 4.749                                   |                    |
| 6  | 2.500     | 3.000  | 31.410           | 40.902  | 25.261         | 12.321   | 22.657                 | 4.401                                   |                    |
| 7  | 3.000     | 3.300  | 40.902           | 43.288  | 12.321         | 3.449    | 24.731                 | 3.873                                   |                    |
| 8  | 3.300     | 3.500  | 43.288           | 43.346  | 3.449          | -2.926   | 25.839                 | 3.508                                   |                    |
| 9  | 3.500     | 3.800  | 43.346           | 40.951  | -2.926         | -13.181  | 26.516                 | 3.258                                   |                    |
| 10 | 3.800     | 4.000  | 40.951           | 37.713  | -13.181        | -19.286  | 27.437                 | 2.891                                   |                    |
| 11 | 4.000     | 4.500  | 37.713           | 23.809  | -19.286        | -36.888  | 27.993                 | 2.664                                   |                    |
| 12 | 4.500     | 5.000  | 23.809           | 67.095  | 96.767         | 75.819   | 29.203                 | 2.211                                   |                    |
| 13 | 5.000     | 5.500  | 67.095           | 99.071  | 75.819         | 51.527   | 30.168                 | 1.544                                   |                    |
| 14 | 5.500     | 6.000  | 99.071           | 118.065 | 51.527         | 23.890   | 30.657                 | 0.334                                   |                    |
| 15 | 6.000     | 6.500  | 118.065          | 122.404 | 23.890         | -7.092   | 30.441                 | -1.245                                  |                    |
| 16 | 6.500     | 7.000  | 122.404          | 110.415 | -7.092         | -41.419  | 29.383                 | -2.994                                  |                    |
| 17 | 7.000     | 7.500  | 110.415          | 80.427  | -41.419        | -79.091  | 27.455                 | -4.690                                  |                    |
| 18 | 7.500     | 8.000  | 80.427           | 30.767  | -79.091        | -120.108 | 24.743                 | -6.086                                  |                    |
| 19 | 8.000     | 8.200  | 30.767           | 5.074   | -120.108       | -136.632 | 21.464                 | -6.911                                  |                    |
| 20 | 8.200     | 8.500  | 5.074            | -29.973 | -136.632       | -98.074  | 20.069                 | -7.016                                  |                    |
| 21 | 8.500     | 9.000  | -29.973          | -65.684 | -98.074        | -47.540  | 17.974                 | -6.900                                  |                    |
| 22 | 9.000     | 9.500  | -65.684          | -80.105 | -47.540        | -12.528  | 14.682                 | -6.181                                  |                    |
| 23 | 9.500     | 10.000 | -80.105          | -80.359 | -12.528        | 9.608    | 11.851                 | -5.111                                  |                    |
| 24 | 10.000    | 10.500 | -80.359          | -72.156 | 9.608          | 21.782   | 9.587                  | -3.943                                  |                    |
| 25 | 10.500    | 11.000 | -72.156          | -59.773 | 21.782         | 26.762   | 7.897                  | -2.838                                  |                    |
| 26 | 11.000    | 11.500 | -59.773          | -46.191 | 26.762         | 26.944   | 6.723                  | -1.886                                  |                    |
| 27 | 11.500    | 12.000 | -46.191          | -33.306 | 26.944         | 24.251   | 5.979                  | -1.123                                  |                    |
| 28 | 12.000    | 12.500 | -33.306          | -22.176 | 24.251         | 20.127   | 5.568                  | -0.553                                  |                    |
| 29 | 12.500    | 13.000 | -22.176          | -13.247 | 20.127         | 15.579   | 5.397                  | -0.156                                  |                    |

変位は、深度(上側)における値で、掘削側への変位を正值(+)で表す。

| No | 深度 Z<br>m |        | モーメント M<br>kNm/m |        | せん断力 S<br>kN/m |        | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 回転変位<br>$\theta$<br>rad/10 <sup>3</sup> | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|--------|------------------|--------|----------------|--------|------------------------|---|--------------------|
|    | 上側        | 下側     | 上側               | 下側     | 上側             | 下側     |                        |   |                    |
| 30 | 13.000    | 13.500 | -13.247          | -6.559 | 15.579         | 11.249 | 5.387                  | 0.096                                   | //////             |
| 31 | 13.500    | 14.000 | -6.559           | -1.901 | 11.249         | 7.499  | 5.475                  | 0.236                                   | //////             |
| 32 | 14.000    | 14.500 | -1.901           | 1.062  | 7.499          | 4.480  | 5.610                  | 0.295                                   | //////             |
| 33 | 14.500    | 15.000 | 1.062            | 2.704  | 4.480          | 2.209  | 5.760                  | 0.299                                   | //////             |
| 34 | 15.000    | 15.500 | 2.704            | 3.384  | 2.209          | 0.616  | 5.904                  | 0.270                                   | //////             |
| 35 | 15.500    | 16.000 | 3.384            | 3.416  | 0.616          | -0.408 | 6.028                  | 0.226                                   | //////             |
| 36 | 16.000    | 16.500 | 3.416            | 3.051  | -0.408         | -0.986 | 6.128                  | 0.176                                   | //////             |
| 37 | 16.500    | 17.000 | 3.051            | 2.484  | -0.986         | -1.238 | 6.205                  | 0.129                                   | //////             |
| 38 | 17.000    | 17.500 | 2.484            | 1.851  | -1.238         | -1.262 | 6.259                  | 0.089                                   | //////             |
| 39 | 17.500    | 18.000 | 1.851            | 1.246  | -1.262         | -1.138 | 6.295                  | 0.058                                   | //////             |
| 40 | 18.000    | 18.500 | 1.246            | 0.729  | -1.138         | -0.921 | 6.318                  | 0.036                                   | //////             |
| 41 | 18.500    | 19.000 | 0.729            | 0.334  | -0.921         | -0.649 | 6.333                  | 0.022                                   | //////             |
| 42 | 19.000    | 19.500 | 0.334            | 0.086  | -0.649         | -0.339 | 6.341                  | 0.014                                   | //////             |
| 43 | 19.500    | 20.000 | 0.086            | 0.000  | -0.339         | 0.000  | 6.348                  | 0.011                                   | //////             |
| 44 | 20.000    |        |                  |        |                |        | 6.353                  | 0.011                                   | //////             |

変位は、深度(上側)における値で、掘削側への変位を正値(+)で表す。

(c) 支保工反力・先行変位

| No | 深度<br>Z<br>m | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 先行変位<br>$\delta'$<br>mm | 支保工バネ<br>Kb<br>kN/m <sup>2</sup> | プレロード<br>P<br>kN/m | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|--------------|------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1  | 1.500        | 17.951                 | 17.690                  | 206533                           |                    | 53.961             |
| 2  | 4.500        | 29.203                 | 28.696                  | 263600                           |                    | 133.654            |

$$R = (\delta - \delta') Kb + P$$



## 3-5 施工ステップ 5 (最終掘削時)

## (a) 側圧・弾性反力

| No | 深度<br>Z<br>m | 記号   | 有効主動側圧<br>Pae<br>kN/m <sup>2</sup> | 有効受働側圧<br>Ppe<br>kN/m <sup>2</sup> | 判定 | 弾性反力<br>Rv<br>kN/m <sup>2</sup> | 水平変位<br>δ<br>mm | 地盤バネ<br>Kh<br>kN/m <sup>3</sup> |
|----|--------------|------|------------------------------------|------------------------------------|----|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 1  | 0.000        |      | 0.000                              |                                    |    |                                 | 10.200          |                                 |
|    | ~ 0.500      |      | 0.000                              |                                    |    |                                 | 12.800          |                                 |
| 2  | 0.500        |      | 5.000                              |                                    |    |                                 | 12.800          |                                 |
|    | ~ 1.000      |      | 9.500                              |                                    |    |                                 | 15.400          |                                 |
| 3  | 1.000        |      | 9.500                              |                                    |    |                                 | 15.400          |                                 |
|    | ~ 1.500      |      | 14.000                             |                                    |    |                                 | 18.007          |                                 |
| 4  | 1.500        | B    | 14.000                             |                                    |    |                                 | 18.007          |                                 |
|    | ~ 2.000      |      | 18.500                             |                                    |    |                                 | 20.606          |                                 |
| 5  | 2.000        |      | 18.500                             |                                    |    |                                 | 20.606          |                                 |
|    | ~ 2.500      |      | 23.000                             |                                    |    |                                 | 23.049          |                                 |
| 6  | 2.500        |      | 23.000                             |                                    |    |                                 | 23.049          |                                 |
|    | ~ 3.000      |      | 27.500                             |                                    |    |                                 | 25.182          |                                 |
| 7  | 3.000        |      | 27.500                             |                                    |    |                                 | 25.182          |                                 |
|    | ~ 3.300      |      | 30.200                             |                                    |    |                                 | 26.265          |                                 |
| 8  | 3.300        | W    | 30.200                             |                                    |    |                                 | 26.265          |                                 |
|    | ~ 3.500      |      | 32.000                             |                                    |    |                                 | 26.894          |                                 |
| 9  | 3.500        |      | 32.000                             |                                    |    |                                 | 26.894          |                                 |
|    | ~ 3.800      |      | 34.700                             |                                    |    |                                 | 27.690          |                                 |
| 10 | 3.800        |      | 29.184                             |                                    |    |                                 | 27.690          |                                 |
|    | ~ 4.000      |      | 31.860                             |                                    |    |                                 | 28.121          |                                 |
| 11 | 4.000        |      | 31.860                             |                                    |    |                                 | 28.121          |                                 |
|    | ~ 4.500      |      | 38.550                             |                                    |    |                                 | 28.857          |                                 |
| 12 | 4.500        | B    | 38.550                             |                                    |    |                                 | 28.857          |                                 |
|    | ~ 5.000      |      | 45.239                             |                                    |    |                                 | 29.130          |                                 |
| 13 | 5.000        |      | 45.239                             |                                    |    |                                 | 29.130          |                                 |
|    | ~ 5.500      |      | 51.929                             |                                    |    |                                 | 28.936          |                                 |
| 14 | 5.500        |      | 51.929                             |                                    |    |                                 | 28.936          |                                 |
|    | ~ 6.000      |      | 58.619                             |                                    |    |                                 | 28.328          |                                 |
| 15 | 6.000        |      | 58.619                             |                                    |    |                                 | 28.328          |                                 |
|    | ~ 6.500      |      | 65.309                             |                                    |    |                                 | 27.452          |                                 |
| 16 | 6.500        |      | 65.309                             |                                    |    |                                 | 27.452          |                                 |
|    | ~ 7.000      |      | 71.999                             |                                    |    |                                 | 26.557          |                                 |
| 17 | 7.000        |      | 71.999                             |                                    |    |                                 | 26.557          |                                 |
|    | ~ 7.500      |      | 78.689                             |                                    |    |                                 | 26.013          |                                 |
| 18 | 7.500        | B    | 78.689                             |                                    |    |                                 | 26.013          |                                 |
|    | ~ 8.000      |      | 85.379                             |                                    |    |                                 | 26.117          |                                 |
| 19 | 8.000        |      | 85.379                             |                                    |    |                                 | 26.117          |                                 |
|    | ~ 8.200      |      | 88.055                             |                                    |    |                                 | 26.264          |                                 |
| 20 | 8.200        |      | 59.670                             |                                    |    |                                 | 26.264          |                                 |
|    | ~ 8.500      |      | 61.776                             |                                    |    |                                 | 26.504          |                                 |
| 21 | 8.500        |      | 61.776                             |                                    |    |                                 | 26.504          |                                 |
|    | ~ 9.000      |      | 65.286                             |                                    |    |                                 | 26.751          |                                 |
| 22 | 9.000        |      | 65.286                             |                                    |    |                                 | 26.751          |                                 |
|    | ~ 9.500      |      | 68.796                             |                                    |    |                                 | 26.551          |                                 |
| 23 | 9.500        |      | 68.796                             |                                    |    |                                 | 26.551          |                                 |
|    | ~ 10.000     |      | 72.306                             |                                    |    |                                 | 25.716          |                                 |
| 24 | 10.000       |      | 72.306                             |                                    |    |                                 | 25.716          |                                 |
|    | ~ 10.500     |      | 75.816                             |                                    |    |                                 | 24.181          |                                 |
| 25 | 10.500       |      | 75.816                             |                                    |    |                                 | 24.181          |                                 |
|    | ~ 11.000     |      | 79.326                             |                                    |    |                                 | 22.011          |                                 |
| 26 | 11.000       |      | 79.326                             |                                    |    |                                 | 22.011          |                                 |
|    | ~ 11.350     |      | 81.783                             |                                    |    |                                 | 20.218          |                                 |
| 27 | 11.350       |      | 81.783                             |                                    |    |                                 | 20.218          |                                 |
|    | ~ 11.500     |      | 82.836                             |                                    |    |                                 | 19.409          |                                 |
| 28 | 11.500       | X HE | 82.836                             | 300.000                            | >  | 195.880                         | 19.409          | 10092.                          |
|    | ~ 12.000     |      | 82.836                             | 304.500                            | >  | 168.591                         | 16.705          | 10092.                          |
| 29 | 12.000       | E    | 82.836                             | 304.500                            | >  | 168.591                         | 16.705          | 10092.                          |
|    | ~ 12.500     |      | 82.836                             | 309.000                            | >  | 143.431                         | 14.212          | 10092.                          |
| 30 | 12.500       | E    | 82.836                             | 309.000                            | >  | 143.431                         | 14.212          | 10092.                          |
|    | ~ 13.000     |      | 82.836                             | 313.500                            | >  | 122.148                         | 12.103          | 10092.                          |
| 31 | 13.000       | E    | 82.836                             | 313.500                            | >  | 122.148                         | 12.103          | 10092.                          |
|    | ~ 13.500     |      | 82.836                             | 318.000                            | >  | 105.380                         | 10.442          | 10092.                          |

記号 B : 支保工位置 W : 背面水位 X : 前面水位 Z : 断面変化点 H : 掘削深  
E : 弾性域 P : 塑性域



| No | 深度<br>Z<br>m | 記号 | 有効主働側圧<br>Pae<br>kN/m <sup>2</sup> | 有効受働側圧<br>Ppe<br>kN/m <sup>2</sup> | 判定 | 弾性反力<br>Rv<br>kN/m <sup>2</sup> | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 地盤バネ<br>Kh<br>kN/m <sup>3</sup> |
|----|--------------|----|------------------------------------|------------------------------------|----|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| 32 | 13.500       | E  | 82.836                             | 318.000                            | >  | 105.380                         | 10.442                 | 10092.                          |
|    | ~ 14.000     |    | 82.836                             | 322.500                            | >  | 93.033                          | 9.219                  | 10092.                          |
| 33 | 14.000       | E  | 82.836                             | 322.500                            | >  | 93.033                          | 9.219                  | 10092.                          |
|    | ~ 14.500     |    | 82.836                             | 327.000                            | >  | 84.596                          | 8.382                  | 10092.                          |
| 34 | 14.500       | E  | 82.836                             | 327.000                            | >  | 84.596                          | 8.382                  | 10092.                          |
|    | ~ 15.000     |    | 82.836                             | 331.500                            | >  | 79.357                          | 7.863                  | 10092.                          |
| 35 | 15.000       | E  | 82.836                             | 331.500                            | >  | 79.357                          | 7.863                  | 10092.                          |
|    | ~ 15.500     |    | 82.836                             | 336.000                            | >  | 76.563                          | 7.587                  | 10092.                          |
| 36 | 15.500       | E  | 82.836                             | 336.000                            | >  | 76.563                          | 7.587                  | 10092.                          |
|    | ~ 16.000     |    | 82.836                             | 340.500                            | >  | 75.519                          | 7.483                  | 10092.                          |
| 37 | 16.000       | E  | 82.836                             | 340.500                            | >  | 75.519                          | 7.483                  | 10092.                          |
|    | ~ 16.500     |    | 82.836                             | 345.000                            | >  | 75.635                          | 7.495                  | 10092.                          |
| 38 | 16.500       | E  | 82.836                             | 345.000                            | >  | 75.635                          | 7.495                  | 10092.                          |
|    | ~ 17.000     |    | 82.836                             | 349.500                            | >  | 76.454                          | 7.576                  | 10092.                          |
| 39 | 17.000       | E  | 82.836                             | 349.500                            | >  | 76.454                          | 7.576                  | 10092.                          |
|    | ~ 17.500     |    | 82.836                             | 354.000                            | >  | 77.644                          | 7.694                  | 10092.                          |
| 40 | 17.500       | E  | 82.836                             | 354.000                            | >  | 77.644                          | 7.694                  | 10092.                          |
|    | ~ 18.000     |    | 82.836                             | 358.500                            | >  | 78.992                          | 7.827                  | 10092.                          |
| 41 | 18.000       | E  | 82.836                             | 358.500                            | >  | 78.992                          | 7.827                  | 10092.                          |
|    | ~ 18.500     |    | 82.836                             | 363.000                            | >  | 80.376                          | 7.964                  | 10092.                          |
| 42 | 18.500       | E  | 82.836                             | 363.000                            | >  | 80.376                          | 7.964                  | 10092.                          |
|    | ~ 19.000     |    | 82.836                             | 367.500                            | >  | 81.742                          | 8.100                  | 10092.                          |
| 43 | 19.000       | E  | 82.836                             | 367.500                            | >  | 81.742                          | 8.100                  | 10092.                          |
|    | ~ 19.500     |    | 82.836                             | 372.000                            | >  | 83.086                          | 8.233                  | 10092.                          |
| 44 | 19.500       | E  | 82.836                             | 372.000                            | >  | 83.086                          | 8.233                  | 10092.                          |
|    | ~ 20.000     |    | 82.836                             | 376.500                            | >  | 84.418                          | 8.365                  | 10092.                          |

記号 B: 支保工位置 W: 背面水位 X: 前面水位 Z: 断面変化点 H: 掘削深  
E: 弾性域 P: 塑性域

## (b) 断面力・変位

| No | 深度 Z<br>m |        | モーメント M<br>kNm/m |          | せん断力 S<br>kN/m |          | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 回転変位<br>$\theta$<br>rad/10 <sup>3</sup> | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|--------|------------------|----------|----------------|----------|------------------------|---|--------------------|
|    | 上側        | 下側     | 上側               | 下側       | 上側             | 下側       |                        |   |                    |
| 1  | 0.000     | 0.500  | 0.000            | 0.000    | 0.000          | 0.000    | 10.200                 | 5.199                                   |                    |
| 2  | 0.500     | 1.000  | 0.000            | -0.813   | 0.000          | -3.625   | 12.800                 | 5.199                                   |                    |
| 3  | 1.000     | 1.500  | -0.813           | -4.000   | -3.625         | -9.500   | 15.400                 | 5.203                                   |                    |
| 4  | 1.500     | 2.000  | -4.002           | 22.059   | 55.997         | 47.872   | 18.007                 | 5.234                                   | 65.497             |
| 5  | 2.000     | 2.500  | 22.059           | 43.495   | 47.872         | 37.497   | 20.606                 | 5.099                                   |                    |
| 6  | 2.500     | 3.000  | 43.495           | 59.181   | 37.497         | 24.872   | 23.049                 | 4.621                                   |                    |
| 7  | 3.000     | 3.300  | 59.181           | 65.364   | 24.872         | 16.217   | 25.182                 | 3.875                                   |                    |
| 8  | 3.300     | 3.500  | 65.364           | 67.992   | 16.217         | 9.997    | 26.265                 | 3.335                                   |                    |
| 9  | 3.500     | 3.800  | 67.992           | 69.510   | 9.997          | -0.008   | 26.894                 | 2.950                                   |                    |
| 10 | 3.800     | 4.000  | 69.510           | 68.907   | -0.008         | -6.112   | 27.690                 | 2.355                                   |                    |
| 11 | 4.000     | 4.500  | 68.907           | 61.590   | -6.112         | -23.715  | 28.121                 | 1.956                                   |                    |
| 12 | 4.500     | 5.000  | 61.590           | 65.791   | 18.596         | -2.351   | 28.857                 | 1.006                                   | 42.311             |
| 13 | 5.000     | 5.500  | 65.791           | 58.681   | -2.351         | -26.643  | 29.130                 | 0.077                                   |                    |
| 14 | 5.500     | 6.000  | 58.681           | 38.590   | -26.643        | -54.280  | 28.936                 | -0.834                                  |                    |
| 15 | 6.000     | 6.500  | 38.590           | 3.843    | -54.280        | -85.263  | 28.328                 | -1.550                                  |                    |
| 16 | 6.500     | 7.000  | 3.843            | -47.230  | -85.263        | -119.590 | 27.452                 | -1.874                                  |                    |
| 17 | 7.000     | 7.500  | -47.230          | -116.304 | -119.590       | -157.261 | 26.557                 | -1.582                                  |                    |
| 18 | 7.500     | 8.000  | -116.303         | -37.691  | 177.454        | 136.437  | 26.013                 | -0.428                                  | 334.715            |
| 19 | 8.000     | 8.200  | -37.691          | -12.129  | 136.437        | 119.094  | 26.117                 | 0.655                                   |                    |
| 20 | 8.200     | 8.500  | -12.129          | 20.883   | 119.094        | 100.877  | 26.264                 | 0.797                                   |                    |
| 21 | 8.500     | 9.000  | 20.883           | 63.453   | 100.877        | 69.111   | 26.504                 | 0.755                                   |                    |
| 22 | 9.000     | 9.500  | 63.453           | 89.701   | 69.111         | 35.591   | 26.751                 | 0.129                                   |                    |
| 23 | 9.500     | 10.000 | 89.701           | 98.751   | 35.591         | 0.315    | 26.551                 | -0.993                                  |                    |
| 24 | 10.000    | 10.500 | 98.751           | 89.724   | 0.315          | -36.715  | 25.716                 | -2.370                                  |                    |
| 25 | 10.500    | 11.000 | 89.724           | 61.743   | -36.715        | -75.501  | 24.181                 | -3.749                                  |                    |
| 26 | 11.000    | 11.350 | 61.743           | 30.409   | -75.501        | -103.695 | 22.011                 | -4.862                                  |                    |
| 27 | 11.350    | 11.500 | 30.409           | 13.931   | -103.695       | -116.041 | 20.218                 | -5.334                                  |                    |

変位は、深度(上側)における値で、掘削側への変位を正值(+)で表す。

| No | 深度 Z<br>m |        | モーメント M<br>kNm/m |         | せん断力 S<br>kN/m |         | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 回転変位<br>$\theta$<br>rad/10 <sup>3</sup> | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|--------|------------------|---------|----------------|---------|------------------------|---|--------------------|
|    | 上側        | 下側     | 上側               | 下側      | 上側             | 下側      |                        |   |                    |
| 28 | 11.500    | 12.000 | 13.931           | -31.104 | -116.041       | -66.375 | 19.409                 | -5.431                                  |                    |
| 29 | 12.000    | 12.500 | -31.104          | -54.654 | -66.375        | -29.923 | 16.705                 | -5.277                                  | ////               |
| 30 | 12.500    | 13.000 | -54.654          | -62.973 | -29.923        | -5.128  | 14.212                 | -4.638                                  | ////               |
| 31 | 13.000    | 13.500 | -62.973          | -61.369 | -5.128         | 10.145  | 12.103                 | -3.777                                  | ////               |
| 32 | 13.500    | 14.000 | -61.369          | -54.037 | 10.145         | 18.155  | 10.442                 | -2.873                                  | ////               |
| 33 | 14.000    | 14.500 | -54.037          | -44.074 | 18.155         | 20.995  | 9.219                  | -2.038                                  | ////               |
| 34 | 14.500    | 15.000 | -44.074          | -33.604 | 20.995         | 20.448  | 8.382                  | -1.330                                  | ////               |
| 35 | 15.000    | 15.500 | -33.604          | -23.953 | 20.448         | 17.923  | 7.863                  | -0.772                                  | ////               |
| 36 | 15.500    | 16.000 | -23.953          | -15.834 | 17.923         | 14.466  | 7.587                  | -0.359                                  | ////               |
| 37 | 16.000    | 16.500 | -15.834          | -9.521  | 14.466         | 10.799  | 7.483                  | -0.075                                  | ////               |
| 38 | 16.500    | 17.000 | -9.521           | -4.993  | 10.799         | 7.381   | 7.495                  | 0.106                                   | ////               |
| 39 | 17.000    | 17.500 | -4.993           | -2.053  | 7.381          | 4.478   | 7.576                  | 0.208                                   | ////               |
| 40 | 17.500    | 18.000 | -2.053           | -0.408  | 4.478          | 2.216   | 7.694                  | 0.257                                   | ////               |
| 41 | 18.000    | 18.500 | -0.408           | 0.277   | 2.216          | 0.640   | 7.827                  | 0.273                                   | ////               |
| 42 | 18.500    | 19.000 | 0.277            | 0.347   | 0.640          | -0.248  | 7.964                  | 0.273                                   | ////               |
| 43 | 19.000    | 19.500 | 0.347            | 0.142   | -0.248         | -0.458  | 8.100                  | 0.268                                   | ////               |
| 44 | 19.500    | 20.000 | 0.142            | 0.000   | -0.458         | 0.000   | 8.233                  | 0.265                                   | ////               |
| 45 | 20.000    |        |                  |         |                |         | 8.365                  | 0.264                                   | ////               |

変位は、深度(上側)における値で、掘削側への変位を正值(+)で表す。

(c) 支保工反力・先行変位

| No | 深度 Z<br>m | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 先行変位<br>$\delta'$<br>mm | 支保工バネ<br>Kb<br>kN/m <sup>2</sup> | プレロード<br>P<br>kN/m | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1  | 1.500     | 18.007                 | 17.690                  | 206533                           |                    | 65.497             |
| 2  | 4.500     | 28.857                 | 28.696                  | 263600                           |                    | 42.311             |
| 3  | 7.500     | 26.013                 | 24.743                  | 263600                           |                    | 334.715            |

$$R = (\delta - \delta') Kb + P$$

## 3-6 施工ステップ 6 (1次盛替撤去時)

## (a) 側圧・弾性反力

| No | 深度<br>Z<br>m | 記号   | 有効主動側圧<br>Pae<br>kN/m <sup>2</sup> | 有効受働側圧<br>Ppe<br>kN/m <sup>2</sup> | 判定 | 弾性反力<br>Rv<br>kN/m <sup>2</sup> | 水平変位<br>δ<br>mm | 地盤バネ<br>Kh<br>kN/m <sup>3</sup> |
|----|--------------|------|------------------------------------|------------------------------------|----|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 1  | 0.000        |      | 0.000                              |                                    |    |                                 | 1.079           |                                 |
| ~  | 0.500        |      | 0.000                              |                                    |    |                                 | 3.855           |                                 |
| 2  | 0.500        |      | 5.000                              |                                    |    |                                 | 3.855           |                                 |
| ~  | 1.000        |      | 9.500                              |                                    |    |                                 | 6.632           |                                 |
| 3  | 1.000        |      | 9.500                              |                                    |    |                                 | 6.632           |                                 |
| ~  | 1.500        |      | 14.000                             |                                    |    |                                 | 9.415           |                                 |
| 4  | 1.500        | B    | 14.000                             |                                    |    |                                 | 9.415           |                                 |
| ~  | 2.000        |      | 18.500                             |                                    |    |                                 | 12.230          |                                 |
| 5  | 2.000        |      | 18.500                             |                                    |    |                                 | 12.230          |                                 |
| ~  | 2.500        |      | 23.000                             |                                    |    |                                 | 15.124          |                                 |
| 6  | 2.500        |      | 23.000                             |                                    |    |                                 | 15.124          |                                 |
| ~  | 3.000        |      | 27.500                             |                                    |    |                                 | 18.180          |                                 |
| 7  | 3.000        |      | 27.500                             |                                    |    |                                 | 18.180          |                                 |
| ~  | 3.300        |      | 30.200                             |                                    |    |                                 | 20.141          |                                 |
| 8  | 3.300        | W    | 30.200                             |                                    |    |                                 | 20.141          |                                 |
| ~  | 3.500        |      | 32.000                             |                                    |    |                                 | 21.522          |                                 |
| 9  | 3.500        |      | 32.000                             |                                    |    |                                 | 21.522          |                                 |
| ~  | 3.800        |      | 34.700                             |                                    |    |                                 | 23.733          |                                 |
| 10 | 3.800        |      | 29.184                             |                                    |    |                                 | 23.733          |                                 |
| ~  | 4.000        |      | 31.860                             |                                    |    |                                 | 25.321          |                                 |
| 11 | 4.000        |      | 31.860                             |                                    |    |                                 | 25.321          |                                 |
| ~  | 4.500        |      | 38.550                             |                                    |    |                                 | 29.808          |                                 |
| 12 | 4.500        | B    | 38.550                             |                                    |    |                                 | 29.808          |                                 |
| ~  | 5.000        |      | 45.239                             |                                    |    |                                 | 35.095          |                                 |
| 13 | 5.000        |      | 45.239                             |                                    |    |                                 | 35.095          |                                 |
| ~  | 5.500        |      | 51.929                             |                                    |    |                                 | 40.664          |                                 |
| 14 | 5.500        |      | 51.929                             |                                    |    |                                 | 40.664          |                                 |
| ~  | 6.000        |      | 58.619                             |                                    |    |                                 | 45.899          |                                 |
| 15 | 6.000        |      | 58.619                             |                                    |    |                                 | 45.899          |                                 |
| ~  | 6.500        |      | 65.309                             |                                    |    |                                 | 50.280          |                                 |
| 16 | 6.500        |      | 65.309                             |                                    |    |                                 | 50.280          |                                 |
| ~  | 7.000        |      | 71.999                             |                                    |    |                                 | 53.391          |                                 |
| 17 | 7.000        |      | 71.999                             |                                    |    |                                 | 53.391          |                                 |
| ~  | 7.500        |      | 78.689                             |                                    |    |                                 | 54.934          |                                 |
| 18 | 7.500        |      | 78.689                             |                                    |    |                                 | 54.934          |                                 |
| ~  | 8.000        |      | 85.379                             |                                    |    |                                 | 54.741          |                                 |
| 19 | 8.000        |      | 85.379                             |                                    |    |                                 | 54.741          |                                 |
| ~  | 8.200        |      | 88.055                             |                                    |    |                                 | 54.167          |                                 |
| 20 | 8.200        |      | 59.670                             |                                    |    |                                 | 54.167          |                                 |
| ~  | 8.500        |      | 61.776                             |                                    |    |                                 | 52.785          |                                 |
| 21 | 8.500        |      | 61.776                             |                                    |    |                                 | 52.785          |                                 |
| ~  | 9.000        |      | 65.286                             |                                    |    |                                 | 49.179          |                                 |
| 22 | 9.000        |      | 65.286                             |                                    |    |                                 | 49.179          |                                 |
| ~  | 9.500        |      | 68.796                             |                                    |    |                                 | 44.155          |                                 |
| 23 | 9.500        |      | 68.796                             |                                    |    |                                 | 44.155          |                                 |
| ~  | 10.000       |      | 72.306                             |                                    |    |                                 | 38.062          |                                 |
| 24 | 10.000       |      | 72.306                             |                                    |    |                                 | 38.062          |                                 |
| ~  | 10.500       |      | 75.816                             |                                    |    |                                 | 31.374          |                                 |
| 25 | 10.500       |      | 75.816                             |                                    |    |                                 | 31.374          |                                 |
| ~  | 11.000       |      | 79.326                             |                                    |    |                                 | 24.695          |                                 |
| 26 | 11.000       |      | 79.326                             |                                    |    |                                 | 24.695          |                                 |
| ~  | 11.350       |      | 81.783                             |                                    |    |                                 | 20.414          |                                 |
| 27 | 11.350       | B    | 81.783                             |                                    |    |                                 | 20.414          |                                 |
| ~  | 11.500       |      | 82.836                             |                                    |    |                                 | 18.759          |                                 |
| 28 | 11.500       | X HE | 82.836                             | 300.000                            | >  | 189.314                         | 18.759          | 10092.                          |
| ~  | 12.000       |      | 82.836                             | 304.500                            | >  | 142.359                         | 14.106          | 10092.                          |
| 29 | 12.000       | E    | 82.836                             | 304.500                            | >  | 142.359                         | 14.106          | 10092.                          |
| ~  | 12.500       |      | 82.836                             | 309.000                            | >  | 108.215                         | 10.723          | 10092.                          |
| 30 | 12.500       | E    | 82.836                             | 309.000                            | >  | 108.215                         | 10.723          | 10092.                          |
| ~  | 13.000       |      | 82.836                             | 313.500                            | >  | 85.236                          | 8.446           | 10092.                          |
| 31 | 13.000       | E    | 82.836                             | 313.500                            | >  | 85.236                          | 8.446           | 10092.                          |
| ~  | 13.500       |      | 82.836                             | 318.000                            | >  | 71.279                          | 7.063           | 10092.                          |

記号 B : 支保工位置 W : 背面水位 X : 前面水位 Z : 断面変化点 H : 掘削深  
E : 弾性域 P : 塑性域

| No | 深度<br>Z<br>m | 記号 | 有効主働側圧<br>Pae<br>kN/m <sup>2</sup> | 有効受働側圧<br>Ppe<br>kN/m <sup>2</sup> | 判定 | 弾性反力<br>Rv<br>kN/m <sup>2</sup> | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 地盤バネ<br>Kh<br>kN/m <sup>3</sup> |
|----|--------------|----|------------------------------------|------------------------------------|----|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| 32 | 13.500       | E  | 82.836                             | 318.000                            | >  | 71.279                          | 7.063                  | 10092.                          |
|    | ~ 14.000     |    | 82.836                             | 322.500                            | >  | 64.133                          | 6.355                  | 10092.                          |
| 33 | 14.000       | E  | 82.836                             | 322.500                            | >  | 64.133                          | 6.355                  | 10092.                          |
|    | ~ 14.500     |    | 82.836                             | 327.000                            | >  | 61.774                          | 6.121                  | 10092.                          |
| 34 | 14.500       | E  | 82.836                             | 327.000                            | >  | 61.774                          | 6.121                  | 10092.                          |
|    | ~ 15.000     |    | 82.836                             | 331.500                            | >  | 62.504                          | 6.193                  | 10092.                          |
| 35 | 15.000       | E  | 82.836                             | 331.500                            | >  | 62.504                          | 6.193                  | 10092.                          |
|    | ~ 15.500     |    | 82.836                             | 336.000                            | >  | 64.999                          | 6.441                  | 10092.                          |
| 36 | 15.500       | E  | 82.836                             | 336.000                            | >  | 64.999                          | 6.441                  | 10092.                          |
|    | ~ 16.000     |    | 82.836                             | 340.500                            | >  | 68.296                          | 6.767                  | 10092.                          |
| 37 | 16.000       | E  | 82.836                             | 340.500                            | >  | 68.296                          | 6.767                  | 10092.                          |
|    | ~ 16.500     |    | 82.836                             | 345.000                            | >  | 71.757                          | 7.110                  | 10092.                          |
| 38 | 16.500       | E  | 82.836                             | 345.000                            | >  | 71.757                          | 7.110                  | 10092.                          |
|    | ~ 17.000     |    | 82.836                             | 349.500                            | >  | 75.005                          | 7.432                  | 10092.                          |
| 39 | 17.000       | E  | 82.836                             | 349.500                            | >  | 75.005                          | 7.432                  | 10092.                          |
|    | ~ 17.500     |    | 82.836                             | 354.000                            | >  | 77.865                          | 7.716                  | 10092.                          |
| 40 | 17.500       | E  | 82.836                             | 354.000                            | >  | 77.865                          | 7.716                  | 10092.                          |
|    | ~ 18.000     |    | 82.836                             | 358.500                            | >  | 80.307                          | 7.957                  | 10092.                          |
| 41 | 18.000       | E  | 82.836                             | 358.500                            | >  | 80.307                          | 7.957                  | 10092.                          |
|    | ~ 18.500     |    | 82.836                             | 363.000                            | >  | 82.391                          | 8.164                  | 10092.                          |
| 42 | 18.500       | E  | 82.836                             | 363.000                            | >  | 82.391                          | 8.164                  | 10092.                          |
|    | ~ 19.000     |    | 82.836                             | 367.500                            | >  | 84.225                          | 8.346                  | 10092.                          |
| 43 | 19.000       | E  | 82.836                             | 367.500                            | >  | 84.225                          | 8.346                  | 10092.                          |
|    | ~ 19.500     |    | 82.836                             | 372.000                            | >  | 85.924                          | 8.514                  | 10092.                          |
| 44 | 19.500       | E  | 82.836                             | 372.000                            | >  | 85.924                          | 8.514                  | 10092.                          |
|    | ~ 20.000     |    | 82.836                             | 376.500                            | >  | 87.580                          | 8.678                  | 10092.                          |

記号 B: 支保工位置 W: 背面水位 X: 前面水位 Z: 断面変化点 H: 掘削深  
E: 弾性域 P: 塑性域

## (b) 断面力・変位

| No | 深度 Z<br>m |        | モーメント M<br>kNm/m |          | せん断力 S<br>kN/m |          | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 回転変位<br>$\theta$<br>rad/10 <sup>3</sup> | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|--------|------------------|----------|----------------|----------|------------------------|---|--------------------|
|    | 上側        | 下側     | 上側               | 下側       | 上側             | 下側       |                        |   |                    |
| 1  | 0.000     | 0.500  | 0.000            | 0.000    | 0.000          | 0.000    | 1.079                  | 5.552                                   | 0.000              |
| 2  | 0.500     | 1.000  | 0.000            | -0.813   | 0.000          | -3.625   | 3.855                  | 5.552                                   |                    |
| 3  | 1.000     | 1.500  | -0.813           | -4.000   | -3.625         | -9.500   | 6.632                  | 5.556                                   |                    |
| 4  | 1.500     | 2.000  | -4.000           | -10.688  | -9.500         | -17.625  | 9.415                  | 5.587                                   |                    |
| 5  | 2.000     | 2.500  | -10.688          | -22.000  | -17.625        | -28.000  | 12.230                 | 5.688                                   |                    |
| 6  | 2.500     | 3.000  | -22.000          | -39.063  | -28.000        | -40.625  | 15.124                 | 5.917                                   |                    |
| 7  | 3.000     | 3.300  | -39.063          | -52.528  | -40.625        | -49.280  | 18.180                 | 6.349                                   |                    |
| 8  | 3.300     | 3.500  | -52.528          | -63.000  | -49.280        | -55.500  | 20.141                 | 6.742                                   |                    |
| 9  | 3.500     | 3.800  | -63.000          | -81.130  | -55.500        | -65.505  | 21.522                 | 7.074                                   |                    |
| 10 | 3.800     | 4.000  | -81.130          | -94.833  | -65.505        | -71.609  | 23.733                 | 7.694                                   |                    |
| 11 | 4.000     | 4.500  | -94.833          | -134.899 | -71.609        | -89.212  | 25.321                 | 8.200                                   |                    |
| 12 | 4.500     | 5.000  | -134.903         | -38.088  | 203.823        | 182.876  | 29.808                 | 9.843                                   |                    |
| 13 | 5.000     | 5.500  | -38.088          | 47.416   | 182.876        | 158.584  | 35.095                 | 11.075                                  |                    |
| 14 | 5.500     | 6.000  | 47.416           | 119.938  | 158.584        | 130.947  | 40.664                 | 10.993                                  |                    |
| 15 | 6.000     | 6.500  | 119.938          | 177.805  | 130.947        | 99.965   | 45.899                 | 9.773                                   |                    |
| 16 | 6.500     | 7.000  | 177.805          | 219.345  | 99.965         | 65.638   | 50.280                 | 7.611                                   |                    |
| 17 | 7.000     | 7.500  | 219.345          | 242.886  | 65.638         | 27.966   | 53.391                 | 4.733                                   |                    |
| 18 | 7.500     | 8.000  | 242.886          | 246.754  | 27.966         | -13.051  | 54.934                 | 1.384                                   |                    |
| 19 | 8.000     | 8.200  | 246.754          | 242.418  | -13.051        | -30.394  | 54.741                 | -2.164                                  |                    |
| 20 | 8.200     | 8.500  | 242.418          | 230.583  | -30.394        | -48.611  | 54.167                 | -3.574                                  |                    |
| 21 | 8.500     | 9.000  | 230.583          | 198.409  | -48.611        | -80.377  | 52.785                 | -5.620                                  |                    |
| 22 | 9.000     | 9.500  | 198.409          | 149.914  | -80.377        | -113.897 | 49.179                 | -8.727                                  |                    |
| 23 | 9.500     | 10.000 | 149.914          | 84.220   | -113.897       | -149.173 | 44.155                 | -11.253                                 |                    |
| 24 | 10.000    | 10.500 | 84.220           | 0.449    | -149.173       | -186.203 | 38.062                 | -12.959                                 |                    |
| 25 | 10.500    | 11.000 | 0.449            | -102.276 | -186.203       | -224.989 | 31.374                 | -13.591                                 |                    |
| 26 | 11.000    | 11.350 | -102.276         | -185.931 | -224.989       | -253.183 | 24.695                 | -12.881                                 |                    |
| 27 | 11.350    | 11.500 | -185.928         | -185.892 | 6.400          | -5.946   | 20.414                 | -11.438                                 |                    |
|    |           |        |                  |          |                |          |                        |   | 259.583            |

変位は、深度(上側)における値で、掘削側への変位を正值(+)で表す。

| No | 深度 Z<br>m |        | モーメント M<br>kNm/m |          | せん断力 S<br>kN/m |        | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 回転変位<br>$\theta$<br>rad/10 <sup>3</sup> | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|--------|------------------|----------|----------------|--------|------------------------|---|--------------------|
|    | 上側        | 下側     | 上側               | 下側       | 上側             | 下側     |                        |   |                    |
| 28 | 11.500    | 12.000 | -185.892         | -177.651 | -5.946         | 34.998 | 18.759                 | -10.636                                 |                    |
| 29 | 12.000    | 12.500 | -177.651         | -154.262 | 34.998         | 55.718 | 14.106                 | -7.995                                  | ////               |
| 30 | 12.500    | 13.000 | -154.262         | -124.294 | 55.718         | 62.240 | 10.723                 | -5.594                                  | ////               |
| 31 | 13.000    | 13.500 | -124.294         | -93.539  | 62.240         | 59.622 | 8.446                  | -3.586                                  | ////               |
| 32 | 13.500    | 14.000 | -93.539          | -65.531  | 59.622         | 51.817 | 7.063                  | -2.020                                  | ////               |
| 33 | 14.000    | 14.500 | -65.531          | -42.099  | 51.817         | 41.715 | 6.355                  | -0.880                                  | ////               |
| 34 | 14.500    | 15.000 | -42.099          | -23.869  | 41.715         | 31.268 | 6.121                  | -0.111                                  | ////               |
| 35 | 15.000    | 15.500 | -23.869          | -10.686  | 31.268         | 21.675 | 6.193                  | 0.357                                   | ////               |
| 36 | 15.500    | 16.000 | -10.686          | -1.945   | 21.675         | 13.563 | 6.441                  | 0.600                                   | ////               |
| 37 | 16.000    | 16.500 | -1.945           | 3.163    | 13.563         | 7.161  | 6.767                  | 0.686                                   | ////               |
| 38 | 16.500    | 17.000 | 3.163            | 5.497    | 7.161          | 2.447  | 7.110                  | 0.673                                   | ////               |
| 39 | 17.000    | 17.500 | 5.497            | 5.865    | 2.447          | -0.736 | 7.432                  | 0.608                                   | ////               |
| 40 | 17.500    | 18.000 | 5.865            | 4.982    | -0.736         | -2.594 | 7.716                  | 0.525                                   | ////               |
| 41 | 18.000    | 18.500 | 4.982            | 3.459    | -2.594         | -3.325 | 7.957                  | 0.445                                   | ////               |
| 42 | 18.500    | 19.000 | 3.459            | 1.819    | -3.325         | -3.081 | 8.164                  | 0.384                                   | ////               |
| 43 | 19.000    | 19.500 | 1.819            | 0.524    | -3.081         | -1.959 | 8.346                  | 0.346                                   | ////               |
| 44 | 19.500    | 20.000 | 0.524            | 0.000    | -1.959         | 0.000  | 8.514                  | 0.330                                   | ////               |
| 45 | 20.000    |        |                  |          |                |        | 8.678                  | 0.328                                   | ////               |

変位は、深度(上側)における値で、掘削側への変位を正值(+)で表す。

(c) 支保工反力・先行変位

| No | 深度 Z<br>m | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 先行変位<br>$\delta'$<br>mm | 支保工パネ<br>Kb<br>kN/m <sup>2</sup> | プレロード<br>P<br>kN/m | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1  | 1.500     | 9.415                  | 17.690                  | 206533                           |                    | 0.000              |
| 2  | 4.500     | 29.808                 | 28.696                  | 263600                           |                    | 293.035            |
| 3  | 11.350    | 20.414                 | 20.218                  | 1320000                          |                    | 259.583            |

$$R = (\delta - \delta') Kb + P$$

## 3-7 施工ステップ 7 (1次埋戻し時)

## (a) 側圧・弾性反力

| No | 深度<br>Z<br>m | 記号  | 有効主動側圧<br>Pae<br>kN/m <sup>2</sup> | 有効受働側圧<br>Ppe<br>kN/m <sup>2</sup> | 判定  | 弾性反力<br>Rv<br>kN/m <sup>2</sup> | 水平変位<br>δ<br>mm | 地盤バネ<br>Kh<br>kN/m <sup>3</sup> |
|----|--------------|-----|------------------------------------|------------------------------------|-----|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 1  | 0.000        |     | 0.000                              |                                    |     |                                 | -13.166         |                                 |
|    | ~ 0.500      |     | 0.000                              |                                    |     |                                 | -2.682          |                                 |
| 2  | 0.500        |     | 5.875                              |                                    |     |                                 | -2.682          |                                 |
|    | ~ 0.628      |     | 7.227                              |                                    |     |                                 | 0.000           |                                 |
| 3  | 0.628        |     | 7.227                              |                                    |     |                                 | 0.000           |                                 |
|    | ~ 1.000      |     | 11.162                             |                                    |     |                                 | 7.803           |                                 |
| 4  | 1.000        |     | 11.162                             |                                    |     |                                 | 7.803           |                                 |
|    | ~ 1.500      |     | 16.450                             |                                    |     |                                 | 18.297          |                                 |
| 5  | 1.500        | B   | 16.450                             |                                    |     |                                 | 18.297          |                                 |
|    | ~ 2.000      |     | 21.737                             |                                    |     |                                 | 28.752          |                                 |
| 6  | 2.000        |     | 21.737                             |                                    |     |                                 | 28.752          |                                 |
|    | ~ 2.500      |     | 27.025                             |                                    |     |                                 | 38.849          |                                 |
| 7  | 2.500        |     | 27.025                             |                                    |     |                                 | 38.849          |                                 |
|    | ~ 3.000      |     | 32.312                             |                                    |     |                                 | 48.234          |                                 |
| 8  | 3.000        |     | 32.312                             |                                    |     |                                 | 48.234          |                                 |
|    | ~ 3.300      |     | 35.485                             |                                    |     |                                 | 53.393          |                                 |
| 9  | 3.300        | W   | 35.485                             |                                    |     |                                 | 53.393          |                                 |
|    | ~ 3.500      |     | 37.600                             |                                    |     |                                 | 56.600          |                                 |
| 10 | 3.500        |     | 37.600                             |                                    |     |                                 | 56.600          |                                 |
|    | ~ 3.800      |     | 40.772                             |                                    |     |                                 | 61.026          |                                 |
| 11 | 3.800        |     | 29.184                             |                                    |     |                                 | 61.026          |                                 |
|    | ~ 4.000      |     | 31.860                             |                                    |     |                                 | 63.701          |                                 |
| 12 | 4.000        |     | 31.860                             |                                    |     |                                 | 63.701          |                                 |
|    | ~ 4.500      |     | 38.550                             |                                    |     |                                 | 69.351          |                                 |
| 13 | 4.500        |     | 38.550                             |                                    |     |                                 | 69.351          |                                 |
|    | ~ 5.000      |     | 45.239                             |                                    |     |                                 | 73.431          |                                 |
| 14 | 5.000        | HP  | 45.239                             | 0.000                              | <   | 77.361                          | 73.431          | 2018.                           |
|    | ~ 5.500      |     | 46.008                             | 15.656                             | <<  | 71.083                          | 75.888          | 2018.                           |
| 15 | 5.500        | P   | 46.008                             | 15.656                             | <<< | 71.083                          | 75.888          | 2018.                           |
|    | ~ 6.000      |     | 46.776                             | 31.312                             | <<< | 62.246                          | 76.745          | 2018.                           |
| 16 | 6.000        | P   | 46.776                             | 31.312                             | <<< | 62.246                          | 76.745          | 2018.                           |
|    | ~ 6.500      |     | 47.544                             | 46.968                             | <<< | 52.054                          | 76.074          | 2018.                           |
| 17 | 6.500        | P   | 47.544                             | 46.968                             | <<< | 52.054                          | 76.074          | 2018.                           |
|    | ~ 6.601      |     | 47.699                             | 50.126                             | <<< | 50.159                          | 75.763          | 2018.                           |
| 18 | 6.601        | E   | 150.429                            | 50.126                             | <<< | 50.159                          | 75.763          | 2018.                           |
|    | ~ 7.000      |     | 156.054                            | 62.624                             | >   | 41.551                          | 73.981          | 2018.                           |
| 19 | 7.000        | E   | 156.054                            | 62.624                             | >   | 41.551                          | 73.981          | 2018.                           |
|    | ~ 7.500      |     | 159.936                            | 78.280                             | >   | 31.564                          | 70.575          | 2018.                           |
| 20 | 7.500        | E   | 159.936                            | 78.280                             | >   | 31.564                          | 70.575          | 2018.                           |
|    | ~ 8.000      |     | 160.315                            | 93.936                             | >   | 22.680                          | 65.980          | 2018.                           |
| 21 | 8.000        | E   | 160.315                            | 93.936                             | >   | 22.680                          | 65.980          | 2018.                           |
|    | ~ 8.200      |     | 159.463                            | 100.199                            | >   | 19.524                          | 63.842          | 2018.                           |
| 22 | 8.200        | E   | 143.760                            | 100.199                            | >   | 19.524                          | 63.842          | 2018.                           |
|    | ~ 8.500      |     | 140.118                            | 109.592                            | >   | 15.264                          | 60.349          | 2018.                           |
| 23 | 8.500        | E   | 140.118                            | 109.592                            | >   | 15.264                          | 60.349          | 2018.                           |
|    | ~ 9.000      |     | 131.420                            | 125.248                            | >   | 9.482                           | 53.878          | 2018.                           |
| 24 | 9.000        | E   | 131.420                            | 125.248                            | >   | 9.482                           | 53.878          | 2018.                           |
|    | ~ 9.500      |     | 119.859                            | 140.904                            | >   | 5.330                           | 46.796          | 2018.                           |
| 25 | 9.500        | E   | 119.859                            | 140.904                            | >   | 5.330                           | 46.796          | 2018.                           |
|    | ~ 10.000     |     | 106.143                            | 156.560                            | >   | 2.650                           | 39.376          | 2018.                           |
| 26 | 10.000       | E   | 106.143                            | 156.560                            | >   | 2.650                           | 39.376          | 2018.                           |
|    | ~ 10.500     |     | 91.225                             | 172.217                            | >   | 1.125                           | 31.932          | 2018.                           |
| 27 | 10.500       | E   | 91.225                             | 172.217                            | >   | 1.125                           | 31.932          | 2018.                           |
|    | ~ 11.000     |     | 76.323                             | 187.873                            | >   | 0.269                           | 24.828          | 2018.                           |
| 28 | 11.000       | E   | 76.323                             | 187.873                            | >   | 0.269                           | 24.828          | 2018.                           |
|    | ~ 11.350     |     | 66.690                             | 198.832                            | >   | -0.279                          | 20.276          | 2018.                           |
| 29 | 11.350       | B E | 66.690                             | 198.832                            | >   | -0.279                          | 20.276          | 2018.                           |
|    | ~ 11.500     |     | 62.923                             | 203.529                            | >   | -0.573                          | 18.475          | 2018.                           |
| 30 | 11.500       | X E | 43.551                             | 358.500                            | >   | 186.446                         | 18.475          | 10092.                          |
|    | ~ 12.000     |     | 43.551                             | 363.000                            | >   | 133.414                         | 13.220          | 10092.                          |
| 31 | 12.000       | E   | 43.551                             | 363.000                            | >   | 133.414                         | 13.220          | 10092.                          |
|    | ~ 12.500     |     | 43.551                             | 367.500                            | >   | 92.499                          | 9.166           | 10092.                          |

記号 B : 支保工位置 W : 背面水位 X : 前面水位 Z : 断面変化点 H : 掘削深  
E : 弾性域 P : 塑性域



| No | 深度<br>Z<br>m | 記号 | 有効主働側圧<br>Pae<br>kN/m <sup>2</sup> | 有効受働側圧<br>Ppe<br>kN/m <sup>2</sup> | 判定 | 弾性反力<br>Rv<br>kN/m <sup>2</sup> | 水平変位<br>δ<br>mm | 地盤バネ<br>Kh<br>kN/m <sup>3</sup> |
|----|--------------|----|------------------------------------|------------------------------------|----|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 32 | 12.500       | E  | 43.551                             | 367.500                            | >  | 92.499                          | 9.166           | 10092.                          |
| ~  | 13.000       |    | 43.551                             | 372.000                            | >  | 63.038                          | 6.246           | 10092.                          |
| 33 | 13.000       | E  | 43.551                             | 372.000                            | >  | 63.038                          | 6.246           | 10092.                          |
| ~  | 13.500       |    | 43.551                             | 376.500                            | >  | 43.444                          | 4.305           | 10092.                          |
| 34 | 13.500       | E  | 43.551                             | 376.500                            | >  | 43.444                          | 4.305           | 10092.                          |
| ~  | 14.000       |    | 43.551                             | 381.000                            | >  | 31.748                          | 3.146           | 10092.                          |
| 35 | 14.000       | E  | 43.551                             | 381.000                            | >  | 31.748                          | 3.146           | 10092.                          |
| ~  | 14.500       |    | 43.551                             | 385.500                            | >  | 25.958                          | 2.572           | 10092.                          |
| 36 | 14.500       | E  | 43.551                             | 385.500                            | >  | 25.958                          | 2.572           | 10092.                          |
| ~  | 15.000       |    | 43.551                             | 390.000                            | >  | 24.277                          | 2.406           | 10092.                          |
| 37 | 15.000       | E  | 43.551                             | 390.000                            | >  | 24.277                          | 2.406           | 10092.                          |
| ~  | 15.500       |    | 43.551                             | 394.500                            | >  | 25.216                          | 2.499           | 10092.                          |
| 38 | 15.500       | E  | 43.551                             | 394.500                            | >  | 25.216                          | 2.499           | 10092.                          |
| ~  | 16.000       |    | 43.551                             | 399.000                            | >  | 27.630                          | 2.738           | 10092.                          |
| 39 | 16.000       | E  | 43.551                             | 399.000                            | >  | 27.630                          | 2.738           | 10092.                          |
| ~  | 16.500       |    | 43.551                             | 403.500                            | >  | 30.701                          | 3.042           | 10092.                          |
| 40 | 16.500       | E  | 43.551                             | 403.500                            | >  | 30.701                          | 3.042           | 10092.                          |
| ~  | 17.000       |    | 43.551                             | 408.000                            | >  | 33.896                          | 3.359           | 10092.                          |
| 41 | 17.000       | E  | 43.551                             | 408.000                            | >  | 33.896                          | 3.359           | 10092.                          |
| ~  | 17.500       |    | 43.551                             | 412.500                            | >  | 36.918                          | 3.658           | 10092.                          |
| 42 | 17.500       | E  | 43.551                             | 412.500                            | >  | 36.918                          | 3.658           | 10092.                          |
| ~  | 18.000       |    | 43.551                             | 417.000                            | >  | 39.644                          | 3.928           | 10092.                          |
| 43 | 18.000       | E  | 43.551                             | 417.000                            | >  | 39.644                          | 3.928           | 10092.                          |
| ~  | 18.500       |    | 43.551                             | 421.500                            | >  | 42.074                          | 4.169           | 10092.                          |
| 44 | 18.500       | E  | 43.551                             | 421.500                            | >  | 42.074                          | 4.169           | 10092.                          |
| ~  | 19.000       |    | 43.551                             | 426.000                            | >  | 44.278                          | 4.387           | 10092.                          |
| 45 | 19.000       | E  | 43.551                             | 426.000                            | >  | 44.278                          | 4.387           | 10092.                          |
| ~  | 19.500       |    | 43.551                             | 430.500                            | >  | 46.355                          | 4.593           | 10092.                          |
| 46 | 19.500       | E  | 43.551                             | 430.500                            | >  | 46.355                          | 4.593           | 10092.                          |
| ~  | 20.000       |    | 43.551                             | 435.000                            | >  | 48.389                          | 4.795           | 10092.                          |

記号 B: 支保工位置 W: 背面水位 X: 前面水位 Z: 断面変化点 H: 掘削深  
E: 弾性域 P: 塑性域

## (b) 断面力・変位

| No | 深度 Z<br>m |       | モーメント M<br>kNm/m |         | せん断力 S<br>kN/m |         | 水平変位<br>δ<br>mm | 回転変位<br>θ<br>rad/10 <sup>3</sup> | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|-------|------------------|---------|----------------|---------|-----------------|----------------------------------|--------------------|
|    | 上側        | 下側    | 上側               | 下側      | 上側             | 下側      |                 |                                  |                    |
| 1  | 0.000     | 0.500 | 0.000            | 0.000   | 0.000          | 0.000   | -13.166         | 20.969                           | 125.393            |
| 2  | 0.500     | 0.628 | 0.000            | -0.244  | 0.000          | -1.089  | -2.682          | 20.969                           |                    |
| 3  | 0.628     | 1.000 | -0.244           | -0.955  | -1.089         | -4.259  | 0.000           | 20.970                           |                    |
| 4  | 1.000     | 1.500 | -0.955           | -4.700  | -4.259         | -11.162 | 7.803           | 20.973                           |                    |
| 5  | 1.500     | 2.000 | -4.707           | 50.132  | 114.230        | 104.683 | 18.297          | 21.010                           |                    |
| 6  | 2.000     | 2.500 | 50.132           | 99.536  | 104.683        | 92.493  | 28.752          | 20.677                           |                    |
| 7  | 2.500     | 3.000 | 99.536           | 142.184 | 92.493         | 77.658  | 38.849          | 19.593                           |                    |
| 8  | 3.000     | 3.300 | 142.184          | 163.980 | 77.658         | 67.489  | 48.234          | 17.844                           |                    |
| 9  | 3.300     | 3.500 | 163.980          | 176.754 | 67.489         | 60.180  | 53.393          | 16.520                           |                    |
| 10 | 3.500     | 3.800 | 176.754          | 193.068 | 60.180         | 48.424  | 56.600          | 15.539                           |                    |
| 11 | 3.800     | 4.000 | 193.068          | 202.151 | 48.424         | 42.320  | 61.026          | 13.939                           |                    |
| 12 | 4.000     | 4.500 | 202.151          | 219.050 | 42.320         | 24.718  | 63.701          | 12.801                           |                    |
| 13 | 4.500     | 5.000 | 219.050          | 226.311 | 24.718         | 3.770   | 69.351          | 9.760                            |                    |
| 14 | 5.000     | 5.500 | 226.311          | 223.162 | 3.770          | -15.127 | 73.431          | 6.542                            |                    |
| 15 | 5.500     | 6.000 | 223.162          | 212.425 | -15.127        | -26.581 | 75.888          | 3.296                            |                    |
| 16 | 6.000     | 6.500 | 212.425          | 197.821 | -26.581        | -30.591 | 76.745          | 0.155                            |                    |
| 17 | 6.500     | 6.601 | 197.821          | 194.738 | -30.591        | -30.497 | 76.074          | -2.800                           |                    |
| 18 | 6.601     | 7.000 | 194.738          | 182.528 | -30.497        | -31.297 | 75.763          | -3.370                           |                    |
| 19 | 7.000     | 7.500 | 182.528          | 165.613 | -31.297        | -37.261 | 73.981          | -5.537                           |                    |
| 20 | 7.500     | 8.000 | 165.613          | 144.414 | -37.261        | -48.338 | 70.575          | -8.046                           |                    |
| 21 | 8.000     | 8.200 | 144.414          | 134.181 | -48.338        | -54.112 | 65.980          | -10.284                          |                    |
| 22 | 8.200     | 8.500 | 134.181          | 117.227 | -54.112        | -59.085 | 63.842          | -11.086                          |                    |
| 23 | 8.500     | 9.000 | 117.227          | 85.226  | -59.085        | -69.281 | 60.349          | -12.173                          |                    |

変位は、深度(上側)における値で、掘削側への変位を正值(+)で表す。

| No | 深度 Z<br>m |        | モーメント M<br>kNm/m |          | せん断力 S<br>kN/m |          | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 回転変位<br>$\theta$<br>rad/10 <sup>3</sup> | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|--------|------------------|----------|----------------|----------|------------------------|---|--------------------|
|    | 上側        | 下側     | 上側               | 下側       | 上側             | 下側       |                        |   |                    |
| 24 | 9.000     | 9.500  | 85.226           | 47.646   | -69.281        | -81.270  | 53.878                 | -13.636                                 | //////             |
| 25 | 9.500     | 10.000 | 47.646           | 3.784    | -81.270        | -94.281  | 46.796                 | -14.599                                 | //////             |
| 26 | 10.000    | 10.500 | 3.784            | -46.699  | -94.281        | -107.661 | 39.376                 | -14.977                                 | //////             |
| 27 | 10.500    | 11.000 | -46.699          | -103.865 | -107.661       | -120.957 | 31.932                 | -14.677                                 | //////             |
| 28 | 11.000    | 11.350 | -103.865         | -147.801 | -120.957       | -130.082 | 24.828                 | -13.601                                 | //////             |
| 29 | 11.350    | 11.500 | -147.797         | -155.988 | -52.671        | -56.529  | 20.276                 | -12.336                                 | 77.411             |
| 30 | 11.500    | 12.000 | -155.988         | -168.725 | -56.529        | 1.160    | 18.475                 | -11.680                                 | //////             |
| 31 | 12.000    | 12.500 | -168.725         | -158.742 | 1.160          | 35.362   | 13.220                 | -9.309                                  | //////             |
| 32 | 12.500    | 13.000 | -158.742         | -136.282 | 35.362         | 52.022   | 9.166                  | -6.932                                  | //////             |
| 33 | 13.000    | 13.500 | -136.282         | -108.745 | 52.022         | 56.496   | 6.246                  | -4.799                                  | //////             |
| 34 | 13.500    | 14.000 | -108.745         | -81.070  | 56.496         | 53.232   | 4.305                  | -3.033                                  | //////             |
| 35 | 14.000    | 14.500 | -81.070          | -56.223  | 53.232         | 45.676   | 3.146                  | -1.669                                  | //////             |
| 36 | 14.500    | 15.000 | -56.223          | -35.689  | 45.676         | 36.322   | 2.572                  | -0.686                                  | //////             |
| 37 | 15.000    | 15.500 | -35.689          | -19.919  | 36.322         | 26.837   | 2.406                  | -0.030                                  | //////             |
| 38 | 15.500    | 16.000 | -19.919          | -8.703   | 26.837         | 18.231   | 2.499                  | 0.365                                   | //////             |
| 39 | 16.000    | 16.500 | -8.703           | -1.453   | 18.231         | 11.024   | 2.738                  | 0.565                                   | //////             |
| 40 | 16.500    | 17.000 | -1.453           | 2.586    | 11.024         | 5.400    | 3.042                  | 0.634                                   | //////             |
| 41 | 17.000    | 17.500 | 2.586            | 4.208    | 5.400          | 1.339    | 3.359                  | 0.623                                   | //////             |
| 42 | 17.500    | 18.000 | 4.208            | 4.165    | 1.339          | -1.283   | 3.658                  | 0.571                                   | //////             |
| 43 | 18.000    | 18.500 | 4.165            | 3.140    | -1.283         | -2.617   | 3.928                  | 0.509                                   | //////             |
| 44 | 18.500    | 19.000 | 3.140            | 1.740    | -2.617         | -2.797   | 4.169                  | 0.456                                   | //////             |
| 45 | 19.000    | 19.500 | 1.740            | 0.520    | -2.797         | -1.911   | 4.387                  | 0.421                                   | //////             |
| 46 | 19.500    | 20.000 | 0.520            | 0.000    | -1.911         | 0.000    | 4.593                  | 0.405                                   | //////             |
| 47 | 20.000    |        |                  |          |                |          | 4.795                  | 0.403                                   | //////             |

変位は、深度(上側)における値で、掘削側への変位を正値(+)で表す。

(c) 支保工反力・先行変位

| No | 深度 Z<br>m | 水平変位<br>$\delta$<br>mm | 先行変位<br>$\delta'$<br>mm | 支保工バネ<br>Kb<br>kN/m <sup>2</sup> | プレロード<br>P<br>kN/m | 支保工反力<br>R<br>kN/m |
|----|-----------|------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1  | 1.500     | 18.297                 | 17.690                  | 206533                           |                    | 125.393            |
| 2  | 11.350    | 20.276                 | 20.218                  | 1320000                          |                    | 77.411             |

$$R = (\delta - \delta') Kb + P$$



## (d) 増加分布バネによる増加荷重

| No | 深 度<br>Z<br>m | 変 位 $\delta$<br>(前ステップ)<br>mm | 増加分布バネ<br>$\Delta Kh$<br>kN/m <sup>3</sup> | 増加荷重<br>$\Delta P$<br>kN/m <sup>2</sup> | 増加荷重 P'<br>(前ステップ)<br>kN/m <sup>2</sup> | 増加荷重合計<br>P<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|---------------|-------------------------------|--|---|---|----------------------------------|
| 1  | 6.601         | 0.000                         | 2018                                       | 102.731                                 |   | 102.731                          |
|    | ~ 7.000       | 53.391                        |  | 107.742                                 |   | 107.742                          |
| 2  | 7.000         | 53.391                        | 2018                                       | 107.742                                 |   | 107.742                          |
|    | ~ 7.500       | 54.934                        |  | 110.857                                 |   | 110.857                          |
| 3  | 7.500         | 54.934                        | 2018                                       | 110.857                                 |   | 110.857                          |
|    | ~ 8.000       | 54.741                        |  | 110.467                                 |   | 110.467                          |
| 4  | 8.000         | 54.741                        | 2018                                       | 110.467                                 |   | 110.467                          |
|    | ~ 8.200       | 54.167                        |  | 109.309                                 |   | 109.309                          |
| 5  | 8.200         | 54.167                        | 2018                                       | 109.309                                 |   | 109.309                          |
|    | ~ 8.500       | 52.785                        |  | 106.520                                 |   | 106.520                          |
| 6  | 8.500         | 52.785                        | 2018                                       | 106.520                                 |   | 106.520                          |
|    | ~ 9.000       | 49.179                        |  | 99.243                                  |   | 99.243                           |
| 7  | 9.000         | 49.179                        | 2018                                       | 99.243                                  |   | 99.243                           |
|    | ~ 9.500       | 44.155                        |  | 89.105                                  |   | 89.105                           |
| 8  | 9.500         | 44.155                        | 2018                                       | 89.105                                  |   | 89.105                           |
|    | ~ 10.000      | 38.062                        |  | 76.810                                  |   | 76.810                           |
| 9  | 10.000        | 38.062                        | 2018                                       | 76.810                                  |   | 76.810                           |
|    | ~ 10.500      | 31.374                        |  | 63.314                                  |   | 63.314                           |
| 10 | 10.500        | 31.374                        | 2018                                       | 63.314                                  |   | 63.314                           |
|    | ~ 11.000      | 24.695                        |  | 49.834                                  |   | 49.834                           |
| 11 | 11.000        | 24.695                        | 2018                                       | 49.834                                  |   | 49.834                           |
|    | ~ 11.350      | 20.414                        |  | 41.196                                  |   | 41.196                           |
| 12 | 11.350        | 20.414                        | 2018                                       | 41.196                                  |   | 41.196                           |
|    | ~ 11.500      | 18.759                        |  | 37.855                                  |   | 37.855                           |

$$\Delta P = \delta \times \Delta Kh$$

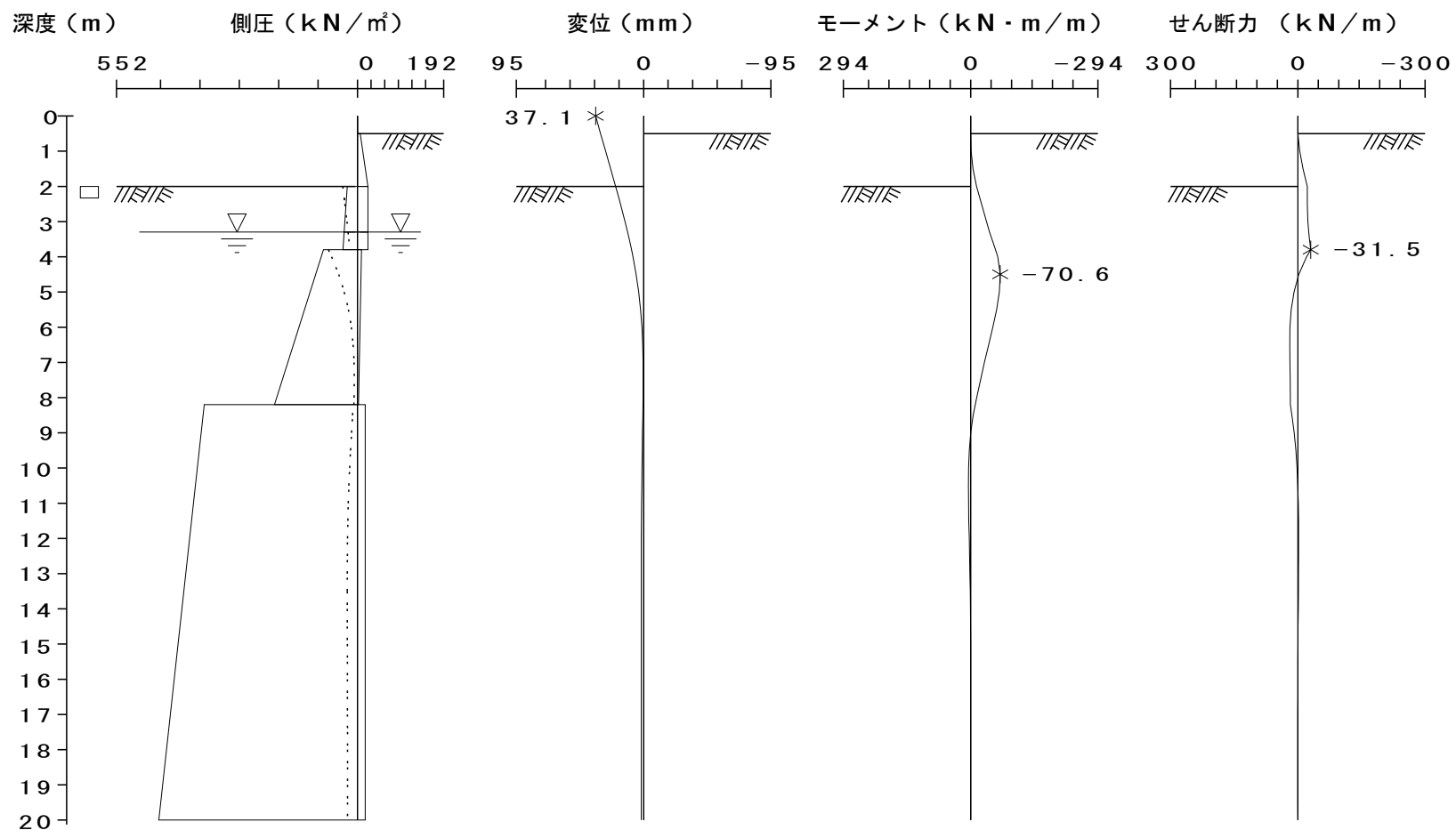
$$P = \Delta P + P'$$

掘削深以深の増加荷重合計は、弾性域のみ有効主働側圧 Pael に加算する。

4 断面力図・変位図

4-1 施工ステップ 1 (自立時)

施工ステップ 1



※  : 受働塑性域

4-2 施工ステップ 2 (1次プレロード時)

施工ステップ 2

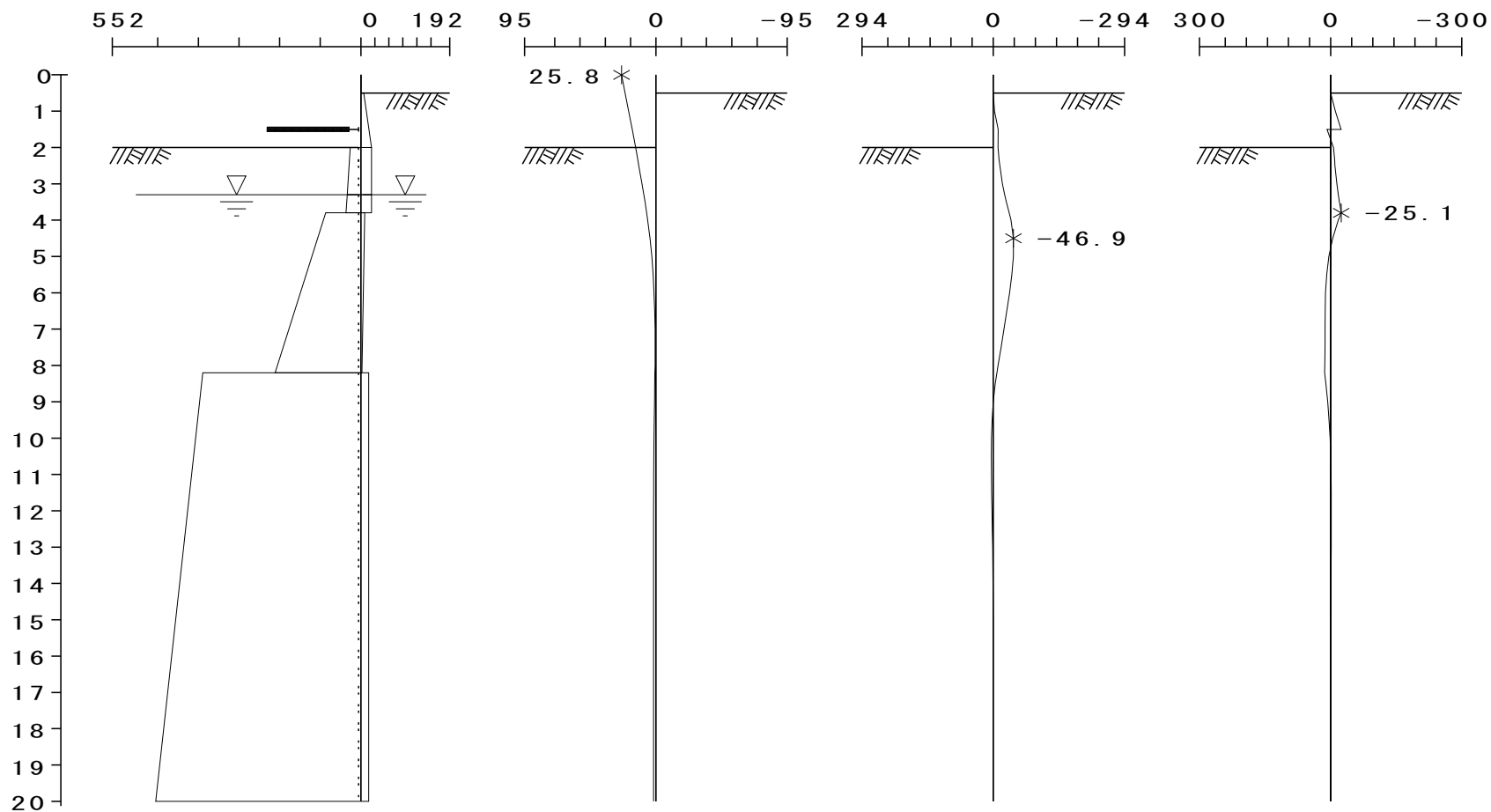
深度 (m)

側圧 (kN/m<sup>2</sup>)

変位 (mm)

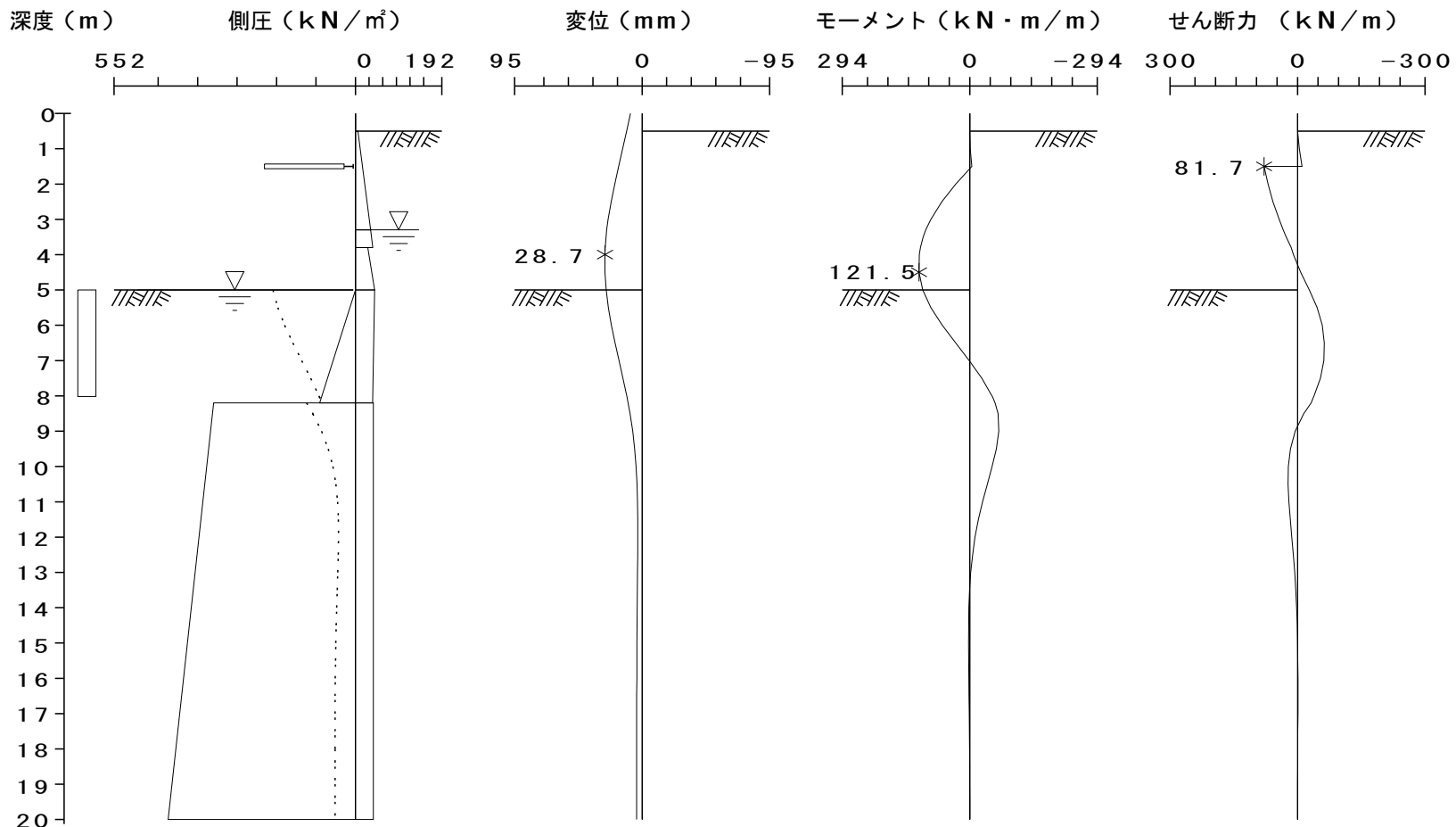
モーメント (kN・m/m)

せん断力 (kN/m)



### 4-3 施工ステップ 3 (2次掘削時)

施工ステップ 3

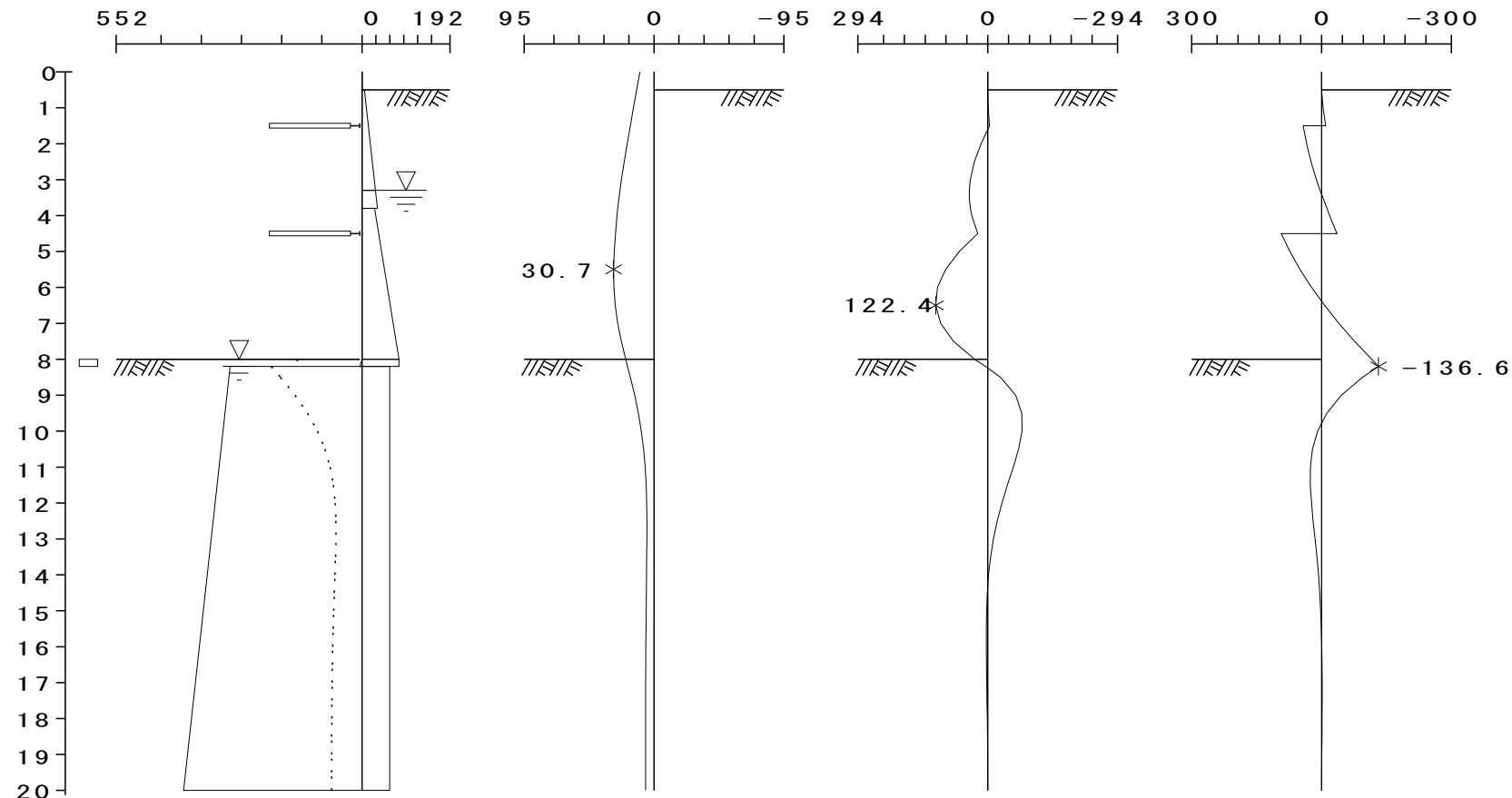


※  : 受働塑性域

### 4-4 施工ステップ 4 (最下段切梁設置前)

施工ステップ 4

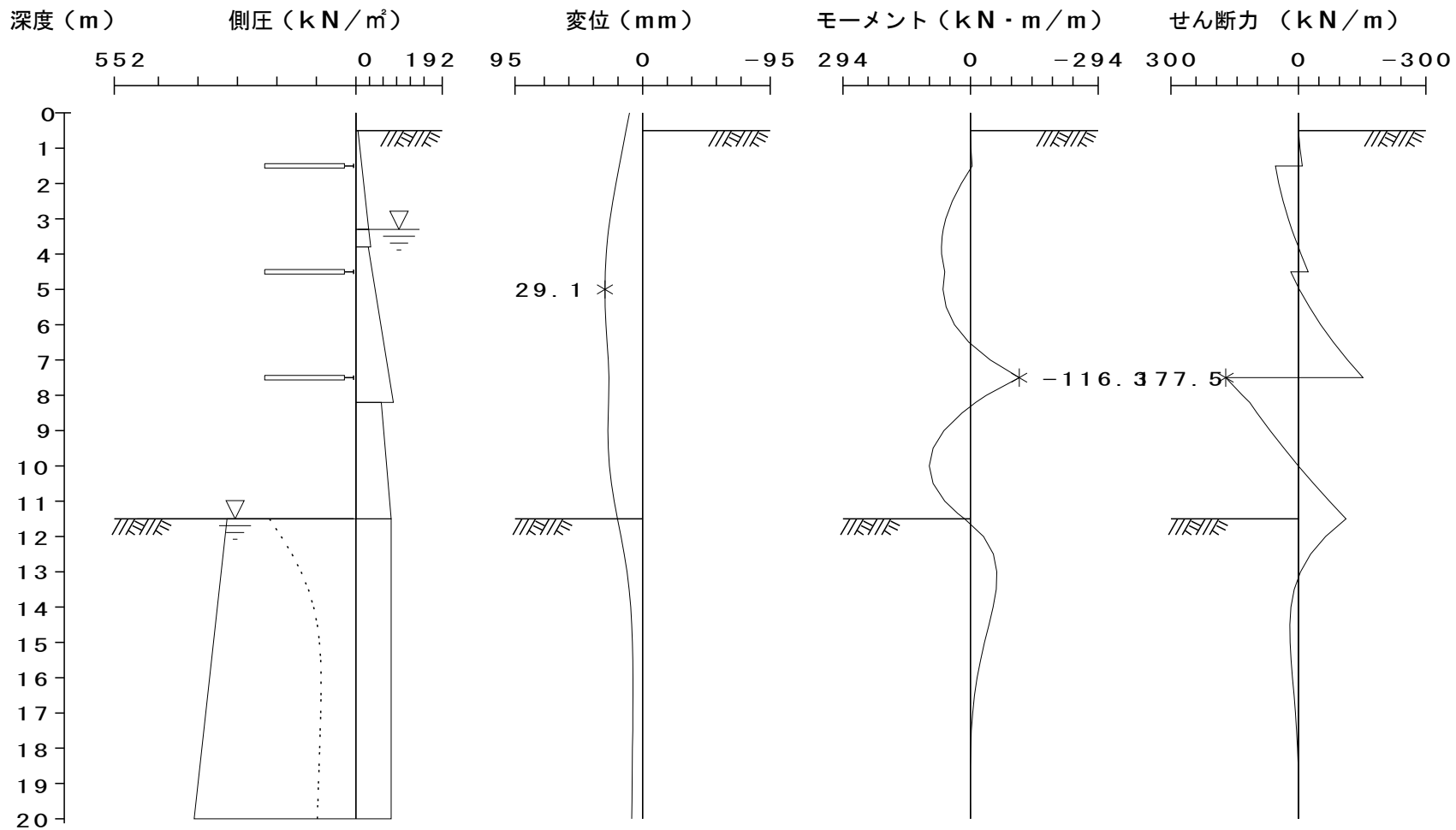
深度 (m)      側圧 (kN/m<sup>2</sup>)      変位 (mm)      モーメント (kN・m/m)      せん断力 (kN/m)



※ □ : 受働塑性域

4-5 施工ステップ 5 (最終掘削時)

施工ステップ 5



4-6 施工ステップ 6 (1次盛替撤去時)

施工ステップ

6

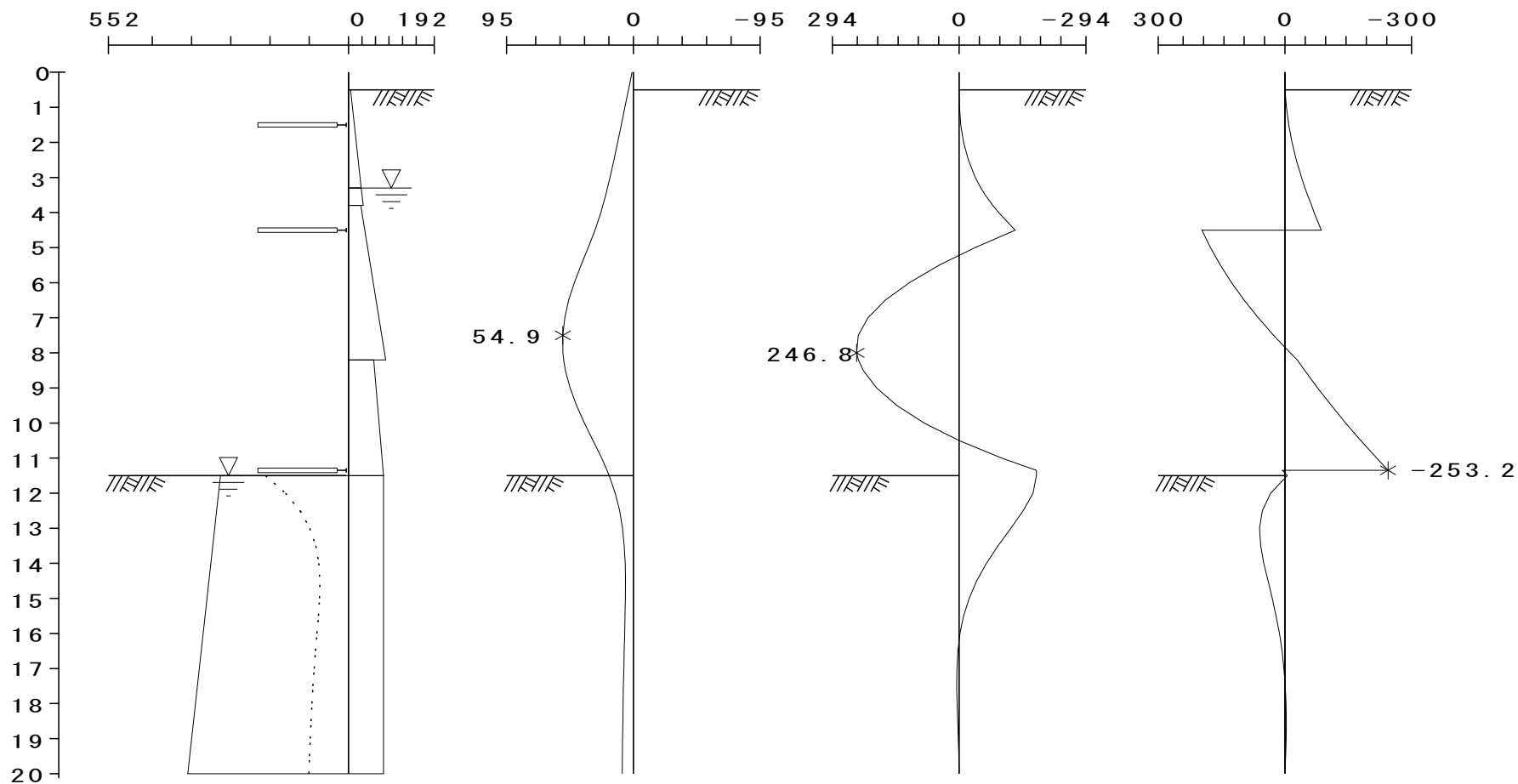
深度 (m)

側圧 (kN/m<sup>2</sup>)

変位 (mm)

モーメント (kN・m/m)

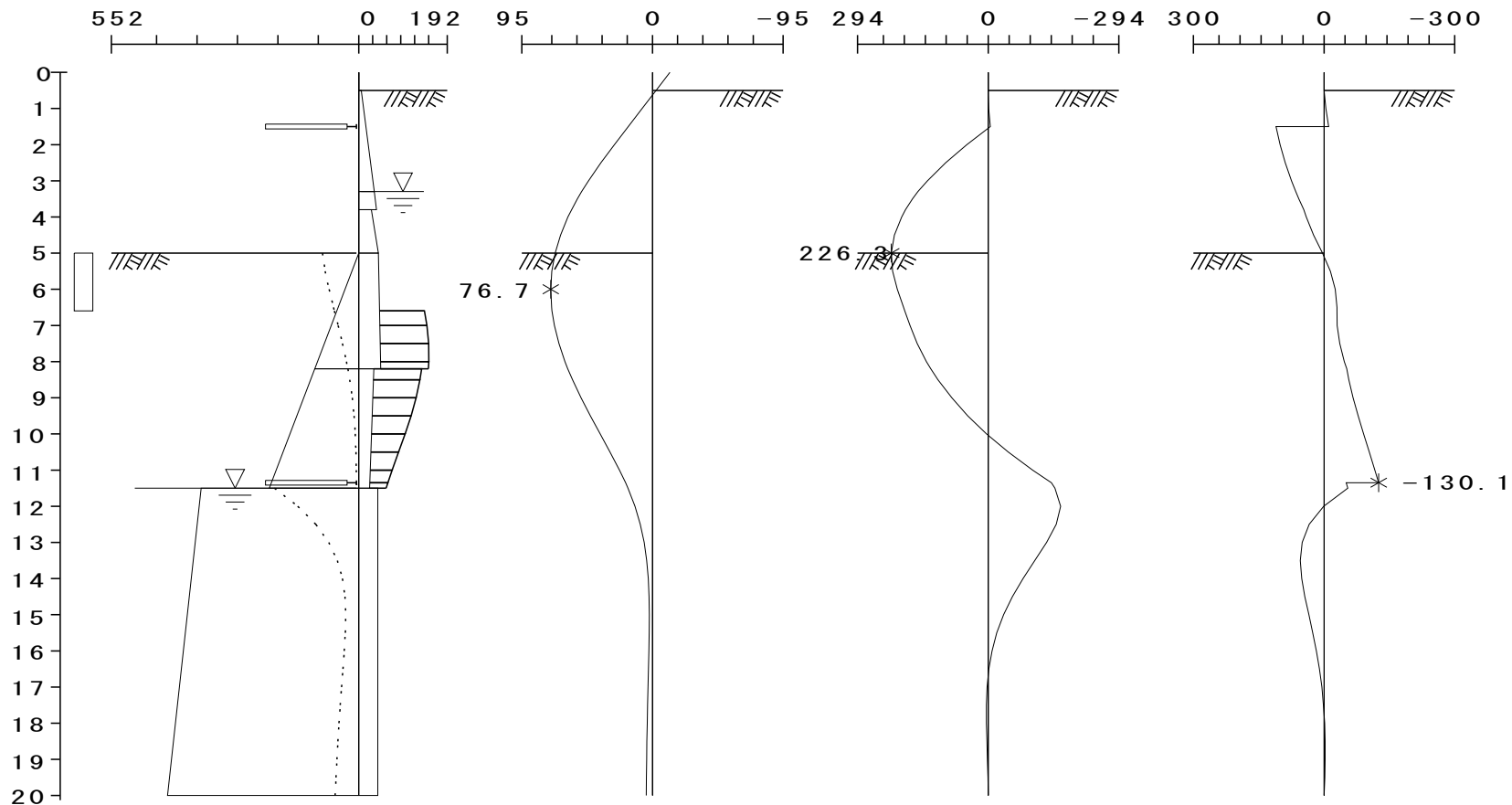
せん断力 (kN/m)




4-7 施工ステップ 7 (1次埋戻し時)

施工ステップ 7

深度 (m)      側圧 (kN/m<sup>2</sup>)      変位 (mm)      モーメント (kN・m/m)      せん断力 (kN/m)

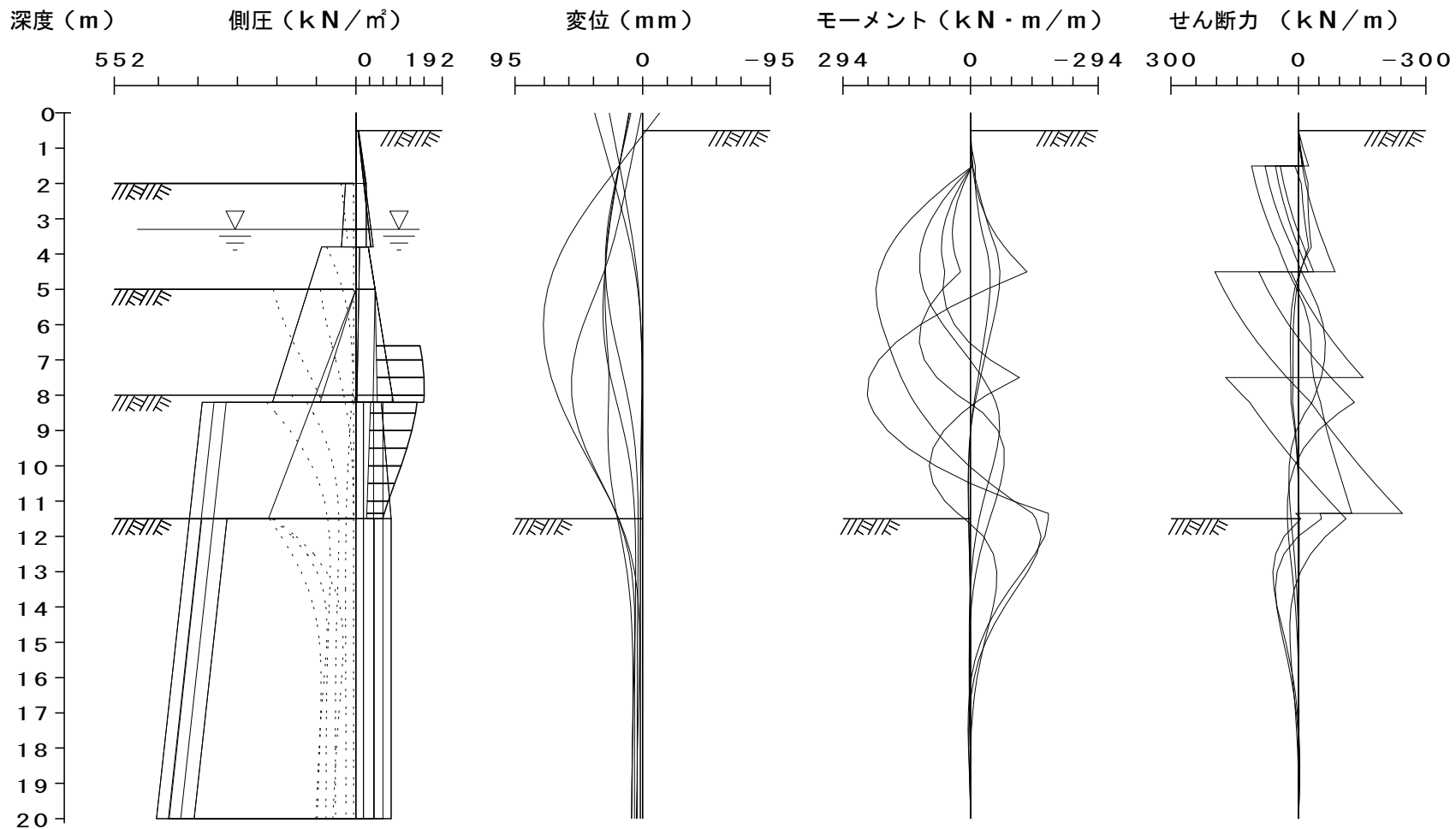


※  : 受働塑性域



### 4-8 重ね合わせ図

施工ステップNo. 1 ~ 7



## 5 集計表

## 5-1 支保工反力の集計表

| 施工ステップ |          | 1段目<br>1.50 | 2段目<br>4.50 | 3段目<br>7.50 | 4段目<br>11.35 |
|--------|----------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 1      | 自立時      |             |             |             |              |
| 2      | 1次プレロード時 | 33.33       |             |             |              |
| 3      | 2次掘削時    | 92.88       |             |             |              |
| 4      | 最下段切梁設置前 | 53.96       | 133.65      |             |              |
| 5      | 最終掘削時    | 65.50       | 42.31       | 334.72      |              |
| 6      | 1次盛替撤去時  | 0.00        | 293.04      |             | 259.58       |
| 7      | 1次埋戻し時   | 125.39      |             |             | 77.41        |
| MAX    |          | 125.39      | 293.04      | 334.72      | 259.58       |
| 支保工設計用 |          | 125.39      | 293.04      | 334.72      | 259.58       |

支保工反力 (kN/m)      支保工設置深さ (m)

※ 支保工の設計では、慣用法では最終掘削時における支保工反力を、弾塑性法においては各段の最大支保工反力を用いる。  
ただし、慣用法では、盛替え時・撤去時も含める。

## 5-2 断面力, 変位の集計表

| 施工ステップ |          | 最大変位   |                     | 最大曲げモーメント |              | 最大せん断力 |             |
|--------|----------|--------|---------------------|-----------|--------------|--------|-------------|
|        |          | 深度 (m) | $\delta_{max}$ (mm) | 深度 (m)    | Mmax (kNm/m) | 深度 (m) | Smax (kN/m) |
| 1      | 自立時      | 0.000  | 37.145              | 4.500     | -70.618      | 3.800  | -31.480     |
| 2      | 1次プレロード時 | 0.000  | 25.810              | 4.500     | -46.916      | 3.800  | -25.112     |
| 3      | 2次掘削時    | 4.000  | 28.723              | 4.500     | 121.519      | 1.500  | 81.718      |
| 4      | 最下段切梁設置前 | 5.500  | 30.657              | 6.500     | 122.404      | 8.200  | -136.632    |
| 5      | 最終掘削時    | 5.000  | 29.130              | 7.500     | -116.304     | 7.500  | 177.454     |
| 6      | 1次盛替撤去時  | 7.500  | 54.934              | 8.000     | 246.754      | 11.350 | -253.183    |
| 7      | 1次埋戻し時   | 6.000  | 76.745              | 5.000     | 226.311      | 11.350 | -130.082    |
| MAX    |          | 6.000  | 76.745              | 8.000     | 246.754      | 11.350 | -253.183    |

## 5-3 掘削側弾性率の集計表

| 施工ステップ |          | 弾性域の層厚合計<br>m | 根入れ長<br>m | 弾性率<br>% |
|--------|----------|---------------|-----------|----------|
| 1      | 自立時      | 17.668        | 18.000    | 98.2     |
| 2      | 1次プレロード時 | 18.000        | 18.000    | 100.0    |
| 3      | 2次掘削時    | 11.984        | 15.000    | 79.9     |
| 4      | 最下段切梁設置前 | 11.800        | 12.000    | 98.3     |
| 5      | 最終掘削時    | 8.500         | 8.500     | 100.0    |
| 6      | 1次盛替撤去時  | 8.500         | 8.500     | 100.0    |
| 7      | 1次埋戻し時   | 13.399        | 15.000    | 89.3     |

弾性率 (%) = 掘削側の弾性域の層厚合計 / 根入れ長 × 100

## 6 応力度の計算

## 6-1 断面力の集計

| 施工STEP | 施工名称     | 曲げモーメント<br>kN・m | せん断力<br>kN |
|--------|----------|-----------------|------------|
| 1      | 自立時      | -70.618         | -31.480    |
| 2      | 1次プレロード時 | -46.916         | -25.112    |
| 3      | 2次掘削時    | 121.519         | 81.718     |
| 4      | 最下段切梁設置前 | 122.404         | -136.632   |
| 5      | 最終掘削時    | -116.304        | 177.454    |
| 6      | 1次盛替撤去時  | 246.754         | -253.183   |
| 7      | 1次埋戻し時   | 226.311         | -130.082   |

最大曲げモーメント  $M = 246.754$  kN・m  
 最大せん断力  $S = -253.183$  kN

## 6-2 応力度

鋼材名 U形鋼矢板 SP-IV  
 断面係数  $Z = 2270.0$  cm<sup>3</sup>/m  
 剛性率 (Zに関して)  $\alpha z = 60.00$  %

(a) 曲げ応力度

$$\sigma = \frac{M}{\alpha z \times Z} = \frac{246.754 \times 10^6}{0.600 \times 2270.0 \times 10^3} = 181.2 \leq 270.0 \text{ N/mm}^2$$

## 7 支保工の計算結果一覧表

## 7-1 切ばりの計算結果一覧表

| No | 深 度<br>Z<br>m | 支保工<br>反力 R<br>kN/m | 鋼 材 名           | 座屈長<br>L<br>m | 断面係数<br>Z<br>cm <sup>3</sup> | 断面積<br>A<br>cm <sup>2</sup> | 軸力<br>N<br>kN | 曲げ<br>M<br>kN・m |
|----|---------------|---------------------|-----------------|---------------|------------------------------|-----------------------------|---------------|-----------------|
| 1  | 1.500         | 125.39              | H-350x350 (リース) | 10.00         | 2000.00                      | 154.90                      | 526.18        | 62.50           |
| 2  | 4.500         | 293.04              | H-400x400 (リース) | 10.00         | 2950.00                      | 197.70                      | 1029.11       | 62.50           |
| 3  | 7.500         | 334.72              | H-400x400 (リース) | 10.00         | 2950.00                      | 197.70                      | 1154.15       | 62.50           |

| No | $\sigma_c$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_{bcy}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_c + \sigma_{bcy} + \sigma_{bcz}$<br>N/mm <sup>2</sup> | 細長比<br>L/r | 座屈①         | 座屈②<br>N/mm <sup>2</sup> |
|----|---------------------------------|-------------------------------------|---|------------|-------------|--------------------------|
| 1  | 34.0 (94.4)                     | 31.3 (123.3)                        | 65.2 (210)  | 66.23      | 0.65 (1.00) | 69.6 (210)               |
| 2  | 52.1 (109.1)                    | 21.2 (136.2)                        | 73.2 (210)  | 57.80      | 0.66 (1.00) | 76.8 (210)               |
| 3  | 58.4 (109.1)                    | 21.2 (136.2)                        | 79.6 (210)  | 57.80      | 0.72 (1.00) | 83.7 (210)               |

## 7-2 腹起しの計算結果一覧表

| No | 深 度<br>Z<br>m | 支保工<br>反力 R<br>kN/m | 鋼 材 名           | 座屈長<br>L<br>m | 断面係数<br>Z<br>cm <sup>3</sup> | 断面積<br>A<br>cm <sup>2</sup> | 軸力<br>N<br>kN | 曲げ<br>M<br>kN・m | せん断<br>S<br>kN |
|----|---------------|---------------------|-----------------|---------------|------------------------------|-----------------------------|---------------|-----------------|----------------|
| 1  | 1.500         | 125.39              | H-350x350 (リース) | 3.00          | 2000.00                      | 154.90                      | 250.79        | 141.07          | 188.09         |
| 2  | 4.500         | 293.04              | H-400x400 (リース) | 3.00          | 2950.00                      | 197.70                      | 586.07        | 329.66          | 439.55         |
| 3  | 7.500         | 334.72              | H-400x400 (リース) | 3.00          | 2950.00                      | 197.70                      | 669.43        | 376.55          | 502.07         |

| No | $\sigma_c$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_{bcy}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_c + \sigma_{bcy} + \sigma_{bcz}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\tau$<br>N/mm <sup>2</sup> | 細長比<br>L/r | 座屈①         | 座屈②<br>N/mm <sup>2</sup> |
|----|---------------------------------|-------------------------------------|---|-----------------------------|------------|-------------|--------------------------|
| 1  | 16.2 (191.1)                    | 70.5 (195.3)                        | 86.7 (210)  | 50.2 (120)                  | 19.87      | 0.45 (1.00) | 87.1 (210)               |
| 2  | 29.6 (195.6)                    | 111.8 (199.2)                       | 141.4 (210)   | 94.4 (120)                  | 17.34      | 0.72 (1.00) | 142.2 (210)              |
| 3  | 33.9 (195.6)                    | 127.6 (199.2)                       | 161.5 (210)   | 107.9 (120)                 | 17.34      | 0.82 (1.00) | 162.6 (210)              |

## 7-3 火打ちの計算結果一覧表

| No | 深 度<br>Z<br>m | 支保工<br>反力 R<br>kN/m | 鋼 材 名           | 設置角<br>$\theta$<br>度 | 座屈長<br>L<br>m | 断面積<br>A<br>cm <sup>2</sup> | 軸力<br>N<br>kN | せん断<br>S<br>kN |
|----|---------------|---------------------|-----------------|----------------------|---------------|-----------------------------|---------------|----------------|
| 1  | 1.500         | 125.39              | H-350x350 (リース) | 45                   | 1.42          | 154.90                      | 177.33        | 125.39         |
| 2  | 4.500         | 293.04              | H-400x400 (リース) | 45                   | 1.42          | 197.70                      | 414.41        | 293.04         |
| 3  | 7.500         | 334.72              | H-400x400 (リース) | 45                   | 1.42          | 197.70                      | 473.36        | 334.72         |

| No | $\sigma_c$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_{bcy}$<br>N/mm <sup>2</sup> | 火打ち取付け部 |        | 2段重ね部 |        |
|----|---------------------------------|-------------------------------------|---------|--------|-------|--------|
|    |                                 |                                     | ボルト本数   | プレート厚  | ボルト本数 | プレート厚  |
| 1  | 11.4 (210.0)                    | —                                   | 3 本     | 6.1 mm | 4 本   | 6.4 mm |
| 2  | 21.0 (210.0)                    | —                                   | 6 本     | 7.1 mm | 9 本   | 6.7 mm |
| 3  | 23.9 (210.0)                    | —                                   | 7 本     | 6.9 mm | 10 本  | 6.9 mm |

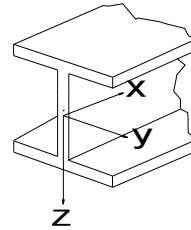
## 8 切ばりの計算 (1 段目切ばり)

## 8-1 設計条件

|            |             |      |
|------------|-------------|------|
| 支保工反力      | R = 125.39  | kN/m |
| 軸力作用幅      | B = 3.00    | m    |
| 鉛直荷重       | Pv = 5.00   | kN/m |
| 座屈長 (y 軸)  | ly = 10.00  | m    |
| 座屈長 (z 軸)  | lz = 10.00  | m    |
| フランジ固定点間距離 | Lb = 10.00  | m    |
| 圧縮フランジ幅    | b = 0.35    | m    |
| 温度軸力       | Pt = 150.00 | kN   |

## 8-2 使用鋼材

|        |                              |
|--------|------------------------------|
| 鋼材名    | H-350x350 (リース)              |
| 断面積    | A = 154.90 cm <sup>2</sup>   |
| 断面係数   | Zy = 2000.00 cm <sup>3</sup> |
|        | Zz = 716.00 cm <sup>3</sup>  |
| 断面二次半径 | ry = 15.10 cm                |
|        | rz = 8.99 cm                 |



## 8-3 断面力

$$\begin{aligned} \text{軸力} \quad N &= R \cdot B + Pt \\ &= 125.39 \times 3.00 + 150.00 = 526.18 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{曲げモーメント (Y軸)} \quad My &= \frac{1}{8} \times Pv \cdot ly^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 5.00 \cdot (10.00)^2 = 62.50 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\text{(Z軸)} \quad Mz = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad (\text{水平力}=0)$$

## 8-4 応力度

$$\text{圧縮応力度} \quad \sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{526.18 \times 10^3}{154.90 \times 10^2} = 34.0 \leq 94.4 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{曲げ応力度 (Y軸)} \quad \sigma_{bcy} = \frac{My}{Zy} = \frac{62.50 \times 10^6}{2000.00 \times 10^3} = 31.3 \leq 123.3 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{曲げ応力度 (Z軸)} \quad \sigma_{bcz} = \frac{Mz}{Zz} = \frac{0.00 \times 10^6}{716.00 \times 10^3} = 0.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{合成応力度} \quad \sigma_c + \sigma_{bcy} + \sigma_{bcz} &= 34.0 + 31.3 + 0.0 \\ &= 65.2 \leq 210.0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

但し、 $\sigma_{bcy}$ ,  $\sigma_{bcz}$ は Y軸および Z軸まわりの曲げ圧縮応力度とする。

## 8-5 座屈の照査

細長比 (Y軸)  $l_y / r_y = 1000 / 15.10 = 66.23$   
 (Z軸)  $l_z / r_z = 1000 / 8.99 = 111.23$   
 細長比の大きい Z軸を弱軸とし、Y軸を強軸とする

照査式-1

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{caz}} + \frac{\sigma_{bcy}}{\sigma_{bagy}(1 - \sigma_c / \sigma_{eay})} + \frac{\sigma_{bcz}}{\sigma_{bao}(1 - \sigma_c / \sigma_{eaz})} \leq 1$$

$$\frac{34}{94} + \frac{31}{123(1 - 34 / 274)} + \frac{0}{210(1 - 34 / 97)} = 0.65 \leq 1$$

照査式-2

$$\sigma_c + \frac{\sigma_{bcy}}{(1 - \sigma_c / \sigma_{eay})} + \frac{\sigma_{bcz}}{(1 - \sigma_c / \sigma_{eaz})} \leq \sigma_{cal}$$

$$34 + \frac{31}{(1 - 34 / 274)} + \frac{0}{(1 - 34 / 97)} = 70 \leq 210 \text{ N/mm}^2$$

ここで、

$$l / r = 111.23 \quad 92 < l / r \text{ より}$$

$$\sigma_{caz} = \{1200000 / (6700 + (l / r)^2)\} \times 1.5 = 94.4 \text{ N/mm}^2$$

$$L_b / b = 28.57 \quad 4.5 < L_b / b \leq 30 \text{ より}$$

$$\sigma_{bagy} = \{140 - 2.4(L_b / b - 4.5)\} \times 1.5 = 123.3 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{bao} = 210 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{eay} = 1200000 / (l / r)^2$$

$$= 1200000 / (66.23)^2 = 273.6 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{eaz} = 1200000 / (l / r)^2$$

$$= 1200000 / (111.23)^2 = 97.0 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_c$  : 軸方向圧縮応力度  
 $\sigma_{bcy}, \sigma_{bcz}$  : 強軸および弱軸まわりの曲げ圧縮応力度  
 $\sigma_{caz}$  : 弱軸まわりの許容軸方向圧縮応力度  
 $\sigma_{bagy}$  : 局部座屈を考慮しない強軸まわりの許容曲げ圧縮応力度  
 $\sigma_{bao}$  : 局部座屈を考慮しない許容曲げ圧縮応力度の上限値  
 $\sigma_{cal}$  : フランジの局部座屈に対する許容応力度  
 $\sigma_{eay}, \sigma_{eaz}$  : 強軸および弱軸まわりの許容オイラー座屈応力度

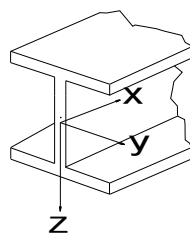
## 9 切ばりの計算 (2 段目切ばり)

## 9-1 設計条件

|            |             |      |
|------------|-------------|------|
| 支保工反力      | R = 293.04  | kN/m |
| 軸力作用幅      | B = 3.00    | m    |
| 鉛直荷重       | Pv = 5.00   | kN/m |
| 座屈長 (y 軸)  | ly = 10.00  | m    |
| 座屈長 (z 軸)  | lz = 10.00  | m    |
| フランジ固定点間距離 | Lb = 10.00  | m    |
| 圧縮フランジ幅    | b = 0.40    | m    |
| 温度軸力       | Pt = 150.00 | kN   |

## 9-2 使用鋼材

|        |                              |
|--------|------------------------------|
| 鋼材名    | H-400x400 (リース)              |
| 断面積    | A = 197.70 cm <sup>2</sup>   |
| 断面係数   | Zy = 2950.00 cm <sup>3</sup> |
|        | Zz = 1010.00 cm <sup>3</sup> |
| 断面二次半径 | ry = 17.30 cm                |
|        | rz = 10.10 cm                |



## 9-3 断面力

$$\begin{aligned} \text{軸力} \quad N &= R \cdot B + Pt \\ &= 293.04 \times 3.00 + 150.00 = 1029.11 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{曲げモーメント (Y軸)} \quad My &= \frac{1}{8} \times Pv \cdot ly^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 5.00 \cdot (10.00)^2 = 62.50 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\text{(Z軸)} \quad Mz = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad (\text{水平力}=0)$$

## 9-4 応力度

$$\text{圧縮応力度} \quad \sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{1029.11 \times 10^3}{197.70 \times 10^2} = 52.1 \leq 109.1 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{曲げ応力度 (Y軸)} \quad \sigma_{bcy} = \frac{My}{Zy} = \frac{62.50 \times 10^6}{2950.00 \times 10^3} = 21.2 \leq 136.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{曲げ応力度 (Z軸)} \quad \sigma_{bcz} = \frac{Mz}{Zz} = \frac{0.00 \times 10^6}{1010.00 \times 10^3} = 0.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{合成応力度} \quad \sigma_c + \sigma_{bcy} + \sigma_{bcz} &= 52.1 + 21.2 + 0.0 \\ &= 73.2 \leq 210.0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

但し、 $\sigma_{bcy}$ ,  $\sigma_{bcz}$ は Y軸および Z軸まわりの曲げ圧縮応力度とする。

## 9-5 座屈の照査

細長比 (Y軸)  $l_y / r_y = 1000 / 17.30 = 57.80$   
 (Z軸)  $l_z / r_z = 1000 / 10.10 = 99.01$   
 細長比の大きい Z軸を弱軸とし、Y軸を強軸とする

照査式-1

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{caz}} + \frac{\sigma_{bcy}}{\sigma_{bagy}(1 - \sigma_c / \sigma_{eay})} + \frac{\sigma_{bcz}}{\sigma_{bao}(1 - \sigma_c / \sigma_{eaz})} \leq 1$$

$$\frac{52}{109} + \frac{21}{136(1 - 52 / 359)} + \frac{0}{210(1 - 52 / 122)} = 0.66 \leq 1$$

照査式-2

$$\sigma_c + \frac{\sigma_{bcy}}{(1 - \sigma_c / \sigma_{eay})} + \frac{\sigma_{bcz}}{(1 - \sigma_c / \sigma_{eaz})} \leq \sigma_{cal}$$

$$52 + \frac{21}{(1 - 52 / 359)} + \frac{0}{(1 - 52 / 122)} = 77 \leq 210 \text{ N/mm}^2$$

ここで、

$$l / r = 99.01 \quad 92 < l / r \text{ より}$$

$$\sigma_{caz} = \{1200000 / (6700 + (l / r)^2)\} \times 1.5 = 109.1 \text{ N/mm}^2$$

$$Lb / b = 25.00 \quad 4.5 < Lb / b \leq 30 \text{ より}$$

$$\sigma_{bagy} = \{140 - 2.4(Lb / b - 4.5)\} \times 1.5 = 136.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{bao} = 210 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{eay} = 1200000 / (l / r)^2$$

$$= 1200000 / (57.80)^2 = 359.1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{eaz} = 1200000 / (l / r)^2$$

$$= 1200000 / (99.01)^2 = 122.4 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_c$  : 軸方向圧縮応力度  
 $\sigma_{bcy}, \sigma_{bcz}$  : 強軸および弱軸まわりの曲げ圧縮応力度  
 $\sigma_{caz}$  : 弱軸まわりの許容軸方向圧縮応力度  
 $\sigma_{bagy}$  : 局部座屈を考慮しない強軸まわりの許容曲げ圧縮応力度  
 $\sigma_{bao}$  : 局部座屈を考慮しない許容曲げ圧縮応力度の上限値  
 $\sigma_{cal}$  : フランジの局部座屈に対する許容応力度  
 $\sigma_{eay}, \sigma_{eaz}$  : 強軸および弱軸まわりの許容オイラー座屈応力度



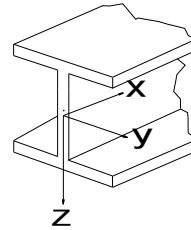
## 10 切ばりの計算 (3 段目切ばり)

## 10-1 設計条件

|            |                |      |
|------------|----------------|------|
| 支保工反力      | $R = 334.72$   | kN/m |
| 軸力作用幅      | $B = 3.00$     | m    |
| 鉛直荷重       | $P_v = 5.00$   | kN/m |
| 座屈長 (y 軸)  | $l_y = 10.00$  | m    |
| 座屈長 (z 軸)  | $l_z = 10.00$  | m    |
| フランジ固定点間距離 | $L_b = 10.00$  | m    |
| 圧縮フランジ幅    | $b = 0.40$     | m    |
| 温度軸力       | $P_t = 150.00$ | kN   |

## 10-2 使用鋼材

|        |                                 |
|--------|---------------------------------|
| 鋼材名    | H-400x400 (リース)                 |
| 断面積    | $A = 197.70$ cm <sup>2</sup>    |
| 断面係数   | $Z_y = 2950.00$ cm <sup>3</sup> |
|        | $Z_z = 1010.00$ cm <sup>3</sup> |
| 断面二次半径 | $r_y = 17.30$ cm                |
|        | $r_z = 10.10$ cm                |



## 10-3 断面力

$$\begin{aligned} \text{軸力} \quad N &= R \cdot B + P_t \\ &= 334.72 \times 3.00 + 150.00 = 1154.15 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{曲げモーメント (Y軸)} \quad M_y &= \frac{1}{8} \times P_v \cdot l_y^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 5.00 \cdot (10.00)^2 = 62.50 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\text{(Z軸)} \quad M_z = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad (\text{水平力}=0)$$

## 10-4 応力度

$$\text{圧縮応力度} \quad \sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{1154.15 \times 10^3}{197.70 \times 10^2} = 58.4 \leq 109.1 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{曲げ応力度 (Y軸)} \quad \sigma_{bcy} = \frac{M_y}{Z_y} = \frac{62.50 \times 10^6}{2950.00 \times 10^3} = 21.2 \leq 136.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{曲げ応力度 (Z軸)} \quad \sigma_{bcz} = \frac{M_z}{Z_z} = \frac{0.00 \times 10^6}{1010.00 \times 10^3} = 0.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{合成応力度} \quad \sigma_c + \sigma_{bcy} + \sigma_{bcz} &= 58.4 + 21.2 + 0.0 \\ &= 79.6 \leq 210.0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

但し、 $\sigma_{bcy}$ ,  $\sigma_{bcz}$ は Y軸および Z軸まわりの曲げ圧縮応力度とする。

## 10-5 座屈の照査

細長比 (Y軸)  $l_y/r_y = 1000/17.30 = 57.80$   
 (Z軸)  $l_z/r_z = 1000/10.10 = 99.01$   
 細長比の大きい Z軸を弱軸とし、Y軸を強軸とする

照査式-1

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{caz}} + \frac{\sigma_{bcy}}{\sigma_{bagy}(1 - \sigma_c / \sigma_{eay})} + \frac{\sigma_{bcz}}{\sigma_{bao}(1 - \sigma_c / \sigma_{eaz})} \leq 1$$

$$\frac{58}{109} + \frac{21}{136(1 - 58/359)} + \frac{0}{210(1 - 58/122)} = 0.72 \leq 1$$

照査式-2

$$\sigma_c + \frac{\sigma_{bcy}}{(1 - \sigma_c / \sigma_{eay})} + \frac{\sigma_{bcz}}{(1 - \sigma_c / \sigma_{eaz})} \leq \sigma_{cal}$$

$$58 + \frac{21}{(1 - 58/359)} + \frac{0}{(1 - 58/122)} = 84 \leq 210 \text{ N/mm}^2$$

ここで、

$$l/r = 99.01 \quad 92 < l/r \text{ より}$$

$$\sigma_{caz} = \{1200000 / (6700 + (l/r)^2)\} \times 1.5 = 109.1 \text{ N/mm}^2$$

$$Lb/b = 25.00 \quad 4.5 < Lb/b \leq 30 \text{ より}$$

$$\sigma_{bagy} = \{140 - 2.4(Lb/b - 4.5)\} \times 1.5 = 136.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{bao} = 210 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{eay} = 1200000 / (l/r)^2$$

$$= 1200000 / (57.80)^2 = 359.1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{eaz} = 1200000 / (l/r)^2$$

$$= 1200000 / (99.01)^2 = 122.4 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_c$  : 軸方向圧縮応力度  
 $\sigma_{bcy}, \sigma_{bcz}$  : 強軸および弱軸まわりの曲げ圧縮応力度  
 $\sigma_{caz}$  : 弱軸まわりの許容軸方向圧縮応力度  
 $\sigma_{bagy}$  : 局部座屈を考慮しない強軸まわりの許容曲げ圧縮応力度  
 $\sigma_{bao}$  : 局部座屈を考慮しない許容曲げ圧縮応力度の上限値  
 $\sigma_{cal}$  : フランジの局部座屈に対する許容応力度  
 $\sigma_{eay}, \sigma_{eaz}$  : 強軸および弱軸まわりの許容オイラー座屈応力度

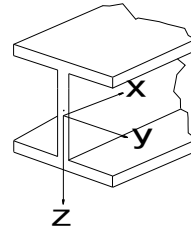
## 11 腹起しの計算 (1 段目腹起し)

## 11-1 設計条件

|            |                 |
|------------|-----------------|
| 支保工反力      | R = 125.39 kN/m |
| 軸力作用幅      | B = 2.00 m      |
| 腹起しスパン長    | L = 3.00 m      |
| フランジ固定点間距離 | Lb = 3.00 m     |
| 圧縮フランジ幅    | b = 0.35 m      |
| 温度軸力       | Pt = 0.00 kN    |

## 11-2 使用鋼材

|        |                              |
|--------|------------------------------|
| 鋼材名    | H-350x350 (リース)              |
| 断面積    | A = 154.90 cm <sup>2</sup>   |
| 断面係数   | Zy = 2000.00 cm <sup>3</sup> |
|        | Zz = 716.00 cm <sup>3</sup>  |
| 断面二次半径 | ry = 15.10 cm                |
|        | rz = 8.99 cm                 |



## 11-3 断面力

断面力は単純梁に支保工反力を等分布荷重として載荷させて算出する

$$\begin{aligned} \text{軸力} \quad N &= R \cdot B + Pt \\ &= 125.39 \times 2.00 + 0.00 = 250.79 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{曲げモーメント (Y軸)} \quad My &= \frac{1}{8} \times R \cdot L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 125.39 \cdot (3.00)^2 = 141.07 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\text{(Z軸)} \quad Mz = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad (\text{鉛直力}=0)$$

$$\begin{aligned} \text{せん断力} \quad S &= \frac{1}{2} \times R \cdot L \\ &= \frac{1}{2} \times 125.39 \cdot 3.00 = 188.09 \text{ kN} \end{aligned}$$

## 11-4 応力度

$$\text{圧縮応力度} \quad \sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{250.79 \times 10^3}{154.90 \times 10^2} = 16.2 \leq 191.1 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{曲げ応力度 (Y軸)} \quad \sigma_{bcy} = \frac{My}{Zy} = \frac{141.07 \times 10^6}{2000.00 \times 10^3} = 70.5 \leq 195.3 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{曲げ応力度 (Z軸)} \quad \sigma_{bcz} = \frac{Mz}{Zz} = \frac{0.00 \times 10^6}{716.00 \times 10^3} = 0.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{合成応力度} \quad \sigma_c + \sigma_{bcy} + \sigma_{bcz} &= 16.2 + 70.5 + 0.0 \\ &= 86.7 \leq 210.0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{せん断応力度} \quad \tau &= \frac{S}{\text{WEBG} \times (H - 2 \cdot t_2) \times t_1} = \frac{188.09 \times 10^3}{1.00 \times (350.0 - 2 \cdot 19.0) \times 12.0} \\ &= 50.2 \leq 120.0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

但し、 $\sigma_{bcy}$ ,  $\sigma_{bcz}$ は Y軸および Z軸まわりの曲げ圧縮応力度とする。

## 11-5 座屈の照査

細長比 (Y軸)  $l_y/r_y = 300/15.10 = 19.87$   
 (Z軸)  $l_z/r_z = 300/8.99 = 33.37$   
 細長比の大きい Z軸を弱軸とし、Y軸を強軸とする

照査式-1

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{caz}} + \frac{\sigma_{bcy}}{\sigma_{bagy}(1 - \sigma_c / \sigma_{eay})} + \frac{\sigma_{bcz}}{\sigma_{bao}(1 - \sigma_c / \sigma_{eaz})} \leq 1$$

$$\frac{16}{191} + \frac{71}{195(1 - 16/3040)} + \frac{0}{210(1 - 16/1078)} = 0.45 \leq 1$$

照査式-2

$$\sigma_c + \frac{\sigma_{bcy}}{(1 - \sigma_c / \sigma_{eay})} + \frac{\sigma_{bcz}}{(1 - \sigma_c / \sigma_{eaz})} \leq \sigma_{cal}$$

$$16 + \frac{71}{(1 - 16/3040)} + \frac{0}{(1 - 16/1078)} = 87 \leq 210 \text{ N/mm}^2$$

ここで、

$$l/r = 33.37 \quad 18 < l/r \leq 92 \text{ より}$$

$$\sigma_{caz} = \{140 - 0.82(l/r - 18)\} \times 1.5 = 191.1 \text{ N/mm}^2$$

$$Lb/b = 8.57 \quad 4.5 < Lb/b \leq 30 \text{ より}$$

$$\sigma_{bagy} = \{140 - 2.4(Lb/b - 4.5)\} \times 1.5 = 195.3 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{bao} = 210 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{eay} = 1200000 / (l/r)^2$$

$$= 1200000 / (19.87)^2 = 3040.1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{eaz} = 1200000 / (l/r)^2$$

$$= 1200000 / (33.37)^2 = 1077.6 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_c$  : 軸方向圧縮応力度  
 $\sigma_{bcy}, \sigma_{bcz}$  : 強軸および弱軸まわりの曲げ圧縮応力度  
 $\sigma_{caz}$  : 弱軸まわりの許容軸方向圧縮応力度  
 $\sigma_{bagy}$  : 局部座屈を考慮しない強軸まわりの許容曲げ圧縮応力度  
 $\sigma_{bao}$  : 局部座屈を考慮しない許容曲げ圧縮応力度の上限値  
 $\sigma_{cal}$  : フランジの局部座屈に対する許容応力度  
 $\sigma_{eay}, \sigma_{eaz}$  : 強軸および弱軸まわりの許容オイラー座屈応力度

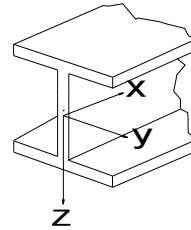
## 12 腹起しの計算（2 段目腹起し）

### 12-1 設計条件

|            |                 |
|------------|-----------------|
| 支保工反力      | R = 293.04 kN/m |
| 軸力作用幅      | B = 2.00 m      |
| 腹起しスパン長    | L = 3.00 m      |
| フランジ固定点間距離 | Lb = 3.00 m     |
| 圧縮フランジ幅    | b = 0.40 m      |
| 温度軸力       | Pt = 0.00 kN    |

### 12-2 使用鋼材

|        |                              |
|--------|------------------------------|
| 鋼材名    | H-400x400(リース)               |
| 断面積    | A = 197.70 cm <sup>2</sup>   |
| 断面係数   | Zy = 2950.00 cm <sup>3</sup> |
|        | Zz = 1010.00 cm <sup>3</sup> |
| 断面二次半径 | ry = 17.30 cm                |
|        | rz = 10.10 cm                |



### 12-3 断面力

断面力は単純梁に支保工反力を等分布荷重として載荷させて算出する

$$\begin{aligned} \text{軸力} \quad N &= R \cdot B + Pt \\ &= 293.04 \times 2.00 + 0.00 = 586.07 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{曲げモーメント (Y軸)} \quad My &= \frac{1}{8} \times R \cdot L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 293.04 \cdot (3.00)^2 = 329.66 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\text{(Z軸)} \quad Mz = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad (\text{鉛直力}=0)$$

$$\begin{aligned} \text{せん断力} \quad S &= \frac{1}{2} \times R \cdot L \\ &= \frac{1}{2} \times 293.04 \cdot 3.00 = 439.55 \text{ kN} \end{aligned}$$

### 12-4 応力度

$$\text{圧縮応力度} \quad \sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{586.07 \times 10^3}{197.70 \times 10^2} = 29.6 \leq 195.6 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{曲げ応力度 (Y軸)} \quad \sigma_{bcy} = \frac{My}{Zy} = \frac{329.66 \times 10^6}{2950.00 \times 10^3} = 111.8 \leq 199.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{曲げ応力度 (Z軸)} \quad \sigma_{bcz} = \frac{Mz}{Zz} = \frac{0.00 \times 10^6}{1010.00 \times 10^3} = 0.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{合成応力度} \quad \sigma_c + \sigma_{bcy} + \sigma_{bcz} &= 29.6 + 111.8 + 0.0 \\ &= 141.4 \leq 210.0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{せん断応力度} \quad \tau &= \frac{S}{\text{WEBG} \times (H - 2 \cdot t_2) \times t_1} = \frac{439.55 \times 10^3}{1.00 \times (400.0 - 2 \cdot 21.0) \times 13.0} \\ &= 94.4 \leq 120.0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

但し、 $\sigma_{bcy}$ ,  $\sigma_{bcz}$ は Y軸および Z軸まわりの曲げ圧縮応力度とする。

## 12-5 座屈の照査

細長比 (Y軸)  $l_y/r_y = 300/17.30 = 17.34$   
 (Z軸)  $l_z/r_z = 300/10.10 = 29.70$   
 細長比の大きい Z軸を弱軸とし、Y軸を強軸とする

照査式-1

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{caz}} + \frac{\sigma_{bcy}}{\sigma_{bagy}(1 - \sigma_c / \sigma_{eay})} + \frac{\sigma_{bcz}}{\sigma_{bao}(1 - \sigma_c / \sigma_{eaz})} \leq 1$$

$$\frac{30}{196} + \frac{112}{199(1 - 30/3991)} + \frac{0}{210(1 - 30/1360)} = 0.72 \leq 1$$

照査式-2

$$\sigma_c + \frac{\sigma_{bcy}}{(1 - \sigma_c / \sigma_{eay})} + \frac{\sigma_{bcz}}{(1 - \sigma_c / \sigma_{eaz})} \leq \sigma_{cal}$$

$$30 + \frac{112}{(1 - 30/3991)} + \frac{0}{(1 - 30/1360)} = 142 \leq 210 \text{ N/mm}^2$$

ここで、

$$l/r = 29.70 \quad 18 < l/r \leq 92 \text{ より}$$

$$\sigma_{caz} = \{140 - 0.82(l/r - 18)\} \times 1.5 = 195.6 \text{ N/mm}^2$$

$$Lb/b = 7.50 \quad 4.5 < Lb/b \leq 30 \text{ より}$$

$$\sigma_{bagy} = \{140 - 2.4(Lb/b - 4.5)\} \times 1.5 = 199.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{bao} = 210 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{eay} = 1200000 / (l/r)^2$$

$$= 1200000 / (17.34)^2 = 3990.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{eaz} = 1200000 / (l/r)^2$$

$$= 1200000 / (29.70)^2 = 1360.1 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_c$  : 軸方向圧縮応力度  
 $\sigma_{bcy}, \sigma_{bcz}$  : 強軸および弱軸まわりの曲げ圧縮応力度  
 $\sigma_{caz}$  : 弱軸まわりの許容軸方向圧縮応力度  
 $\sigma_{bagy}$  : 局部座屈を考慮しない強軸まわりの許容曲げ圧縮応力度  
 $\sigma_{bao}$  : 局部座屈を考慮しない許容曲げ圧縮応力度の上限値  
 $\sigma_{cal}$  : フランジの局部座屈に対する許容応力度  
 $\sigma_{eay}, \sigma_{eaz}$  : 強軸および弱軸まわりの許容オイラー座屈応力度

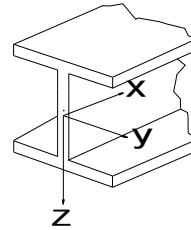
## 13 腹起しの計算 (3 段目腹起し)

### 13-1 設計条件

|            |                 |
|------------|-----------------|
| 支保工反力      | R = 334.72 kN/m |
| 軸力作用幅      | B = 2.00 m      |
| 腹起しスパン長    | L = 3.00 m      |
| フランジ固定点間距離 | Lb = 3.00 m     |
| 圧縮フランジ幅    | b = 0.40 m      |
| 温度軸力       | Pt = 0.00 kN    |

### 13-2 使用鋼材

|        |                              |
|--------|------------------------------|
| 鋼材名    | H-400x400 (リース)              |
| 断面積    | A = 197.70 cm <sup>2</sup>   |
| 断面係数   | Zy = 2950.00 cm <sup>3</sup> |
|        | Zz = 1010.00 cm <sup>3</sup> |
| 断面二次半径 | ry = 17.30 cm                |
|        | rz = 10.10 cm                |



### 13-3 断面力

断面力は単純梁に支保工反力を等分布荷重として載荷させて算出する

$$\begin{aligned} \text{軸力} \quad N &= R \cdot B + Pt \\ &= 334.72 \times 2.00 + 0.00 = 669.43 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{曲げモーメント (Y軸)} \quad My &= \frac{1}{8} \times R \cdot L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 334.72 \cdot (3.00)^2 = 376.55 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\text{(Z軸)} \quad Mz = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad (\text{鉛直力}=0)$$

$$\begin{aligned} \text{せん断力} \quad S &= \frac{1}{2} \times R \cdot L \\ &= \frac{1}{2} \times 334.72 \cdot 3.00 = 502.07 \text{ kN} \end{aligned}$$

### 13-4 応力度

$$\text{圧縮応力度} \quad \sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{669.43 \times 10^3}{197.70 \times 10^2} = 33.9 \leq 195.6 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{曲げ応力度 (Y軸)} \quad \sigma_{bcy} = \frac{My}{Zy} = \frac{376.55 \times 10^6}{2950.00 \times 10^3} = 127.6 \leq 199.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{曲げ応力度 (Z軸)} \quad \sigma_{bcz} = \frac{Mz}{Zz} = \frac{0.00 \times 10^6}{1010.00 \times 10^3} = 0.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{合成応力度} \quad \sigma_c + \sigma_{bcy} + \sigma_{bcz} &= 33.9 + 127.6 + 0.0 \\ &= 161.5 \leq 210.0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{せん断応力度} \quad \tau &= \frac{S}{\text{WEBG} \times (H - 2 \cdot t_2) \times t_1} = \frac{502.07 \times 10^3}{1.00 \times (400.0 - 2 \cdot 21.0) \times 13.0} \\ &= 107.9 \leq 120.0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

但し、 $\sigma_{bcy}$ ,  $\sigma_{bcz}$ は Y軸および Z軸まわりの曲げ圧縮応力度とする。

## 13-5 座屈の照査

細長比 (Y軸)  $l_y/r_y = 300/17.30 = 17.34$   
 (Z軸)  $l_z/r_z = 300/10.10 = 29.70$   
 細長比の大きい Z軸を弱軸とし、Y軸を強軸とする

照査式-1

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{caz}} + \frac{\sigma_{bcy}}{\sigma_{bagy}(1 - \sigma_c / \sigma_{eay})} + \frac{\sigma_{bcz}}{\sigma_{bao}(1 - \sigma_c / \sigma_{eaz})} \leq 1$$

$$\frac{34}{196} + \frac{128}{199(1 - 34/3991)} + \frac{0}{210(1 - 34/1360)} = 0.82 \leq 1$$

照査式-2

$$\sigma_c + \frac{\sigma_{bcy}}{(1 - \sigma_c / \sigma_{eay})} + \frac{\sigma_{bcz}}{(1 - \sigma_c / \sigma_{eaz})} \leq \sigma_{cal}$$

$$34 + \frac{128}{(1 - 34/3991)} + \frac{0}{(1 - 34/1360)} = 163 \leq 210 \text{ N/mm}^2$$

ここで、

$$l/r = 29.70 \quad 18 < l/r \leq 92 \text{ より}$$

$$\sigma_{caz} = \{140 - 0.82(l/r - 18)\} \times 1.5 = 195.6 \text{ N/mm}^2$$

$$Lb/b = 7.50 \quad 4.5 < Lb/b \leq 30 \text{ より}$$

$$\sigma_{bagy} = \{140 - 2.4(Lb/b - 4.5)\} \times 1.5 = 199.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{bao} = 210 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{eay} = 1200000 / (l/r)^2$$

$$= 1200000 / (17.34)^2 = 3990.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{eaz} = 1200000 / (l/r)^2$$

$$= 1200000 / (29.70)^2 = 1360.1 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_c$  : 軸方向圧縮応力度  
 $\sigma_{bcy}, \sigma_{bcz}$  : 強軸および弱軸まわりの曲げ圧縮応力度  
 $\sigma_{caz}$  : 弱軸まわりの許容軸方向圧縮応力度  
 $\sigma_{bagy}$  : 局部座屈を考慮しない強軸まわりの許容曲げ圧縮応力度  
 $\sigma_{bao}$  : 局部座屈を考慮しない許容曲げ圧縮応力度の上限値  
 $\sigma_{cal}$  : フランジの局部座屈に対する許容応力度  
 $\sigma_{eay}, \sigma_{eaz}$  : 強軸および弱軸まわりの許容オイラー座屈応力度



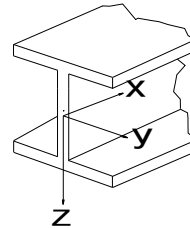
## 14 火打ちの計算 (1 段目火打ち)

## 14-1 設計条件

|              |   |
|--------------|---|
| 支保工反力        | R = 125.39 kN/m                                     |
| 温度軸力         | Pt = 0.00 kN  |
| 火打ちの設置角      | $\theta = 45$ 度 (切ばりと火打ちがなす角)                       |
| 軸力作用幅        | L1 = 1.00 m   |
|              | L2 = 1.00 m   |
| 座屈長          | l = 1.42 m  |
| 高力ボルト (M22)  | Ar = $\pi/4 \times (22)^2 = 380.13$ mm <sup>2</sup> |
| ボルトの許容せん断応力度 | $\tau_a = 135.0$ N/mm <sup>2</sup>                  |
| ボルトの許容支圧応力度  | $\sigma_{oa} = 315.0$ N/mm <sup>2</sup>             |
| 鋼材の許容支圧応力度   | $\sigma_a = 315.0$ N/mm <sup>2</sup>                |

## 14-2 使用鋼材

|        |                              |
|--------|------------------------------|
| 鋼材名    | H-350x350(リース)               |
| 断面積    | A = 154.90 cm <sup>2</sup>   |
| 断面係数   | Zy = 2000.00 cm <sup>3</sup> |
|        | Zz = 716.00 cm <sup>3</sup>  |
| 断面二次半径 | ry = 15.10 cm                |
|        | rz = 8.99 cm                 |



## 14-3 断面力

$$\begin{aligned} \text{軸力} \quad N &= 1/2 \times (L1+L2) \times R / \cos \theta + Pt \\ &= 1/2 \times (1.00+1.00) \times 125.39 / \cos 45^\circ + 0.00 = 177.33 \text{ kN} \\ \text{せん断力} \quad S &= N \times \cos \theta = 177.33 \times \cos 45^\circ = 125.39 \text{ kN} \end{aligned}$$

## 14-4 応力度

$$\text{圧縮応力度} \quad \sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{177.33 \times 10^3}{154.90 \times 10^2} = 11.4 \leq \sigma_{ca} = 210.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{ここで、} \quad l/r = 15.80 \quad l/r \leq 18 \text{ より} \\ \sigma_{ca} = 210 \text{ N/mm}^2$$

## 14-5 必要ボルト本数 (高力ボルト M22)

$$n1 = \frac{S}{Ar \times \tau_a} = \frac{125.39 \times 10^3}{380.13 \times 135.0} = 2.5 \rightarrow 3 \text{ 本以上必要}$$

$$n2 = \frac{N}{Ar \times \tau_a} = \frac{177.33 \times 10^3}{380.13 \times 135.0} = 3.5 \rightarrow 4 \text{ 本以上必要}$$

## 14-6 必要プレート厚

$$t1 = \frac{S}{n1 \times d \times \sigma_a} = \frac{125.39 \times 10^3}{3 \times 22 \times 315.0} = 6.1 \text{ mm} = 0.61 \text{ cm}$$

$$t2 = \frac{N}{n2 \times d \times \sigma_a} = \frac{177.33 \times 10^3}{4 \times 22 \times 315.0} = 6.4 \text{ mm} = 0.64 \text{ cm}$$

ここで、  
n1 : 火打ち取付部のボルト必要本数  
n2 : 火打ち連結部 (二段重ね) のボルト必要本数  
t1 : 支圧応力度より決まる火打ちピースプレート及び、  
腹起しH鋼材のフランジ必要厚さ  
t2 : 支圧応力度より決まる火打ちH鋼のフランジ必要厚さ

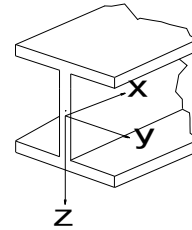
## 15 火打ちの計算 (2 段目火打ち)

## 15-1 設計条件

|              |   |
|--------------|---|
| 支保工反力        | R = 293.04 kN/m                                     |
| 温度軸力         | Pt = 0.00 kN  |
| 火打ちの設置角      | $\theta = 45$ 度 (切ばりと火打ちがなす角)                       |
| 軸力作用幅        | L1 = 1.00 m   |
|              | L2 = 1.00 m   |
| 座屈長          | l = 1.42 m  |
| 高力ボルト (M22)  | Ar = $\pi/4 \times (22)^2 = 380.13$ mm <sup>2</sup> |
| ボルトの許容せん断応力度 | $\tau_a = 135.0$ N/mm <sup>2</sup>                  |
| ボルトの許容支圧応力度  | $\sigma_{oa} = 315.0$ N/mm <sup>2</sup>             |
| 鋼材の許容支圧応力度   | $\sigma_a = 315.0$ N/mm <sup>2</sup>                |

## 15-2 使用鋼材

|        |                              |
|--------|------------------------------|
| 鋼材名    | H-400x400 (リース)              |
| 断面積    | A = 197.70 cm <sup>2</sup>   |
| 断面係数   | Zy = 2950.00 cm <sup>3</sup> |
|        | Zz = 1010.00 cm <sup>3</sup> |
| 断面二次半径 | ry = 17.30 cm                |
|        | rz = 10.10 cm                |



## 15-3 断面力

$$\begin{aligned} \text{軸力} \quad N &= 1/2 \times (L1+L2) \times R / \cos \theta + Pt \\ &= 1/2 \times (1.00+1.00) \times 293.04 / \cos 45^\circ + 0.00 = 414.41 \text{ kN} \\ \text{せん断力} \quad S &= N \times \cos \theta = 414.41 \times \cos 45^\circ = 293.04 \text{ kN} \end{aligned}$$

## 15-4 応力度

$$\text{圧縮応力度} \quad \sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{414.41 \times 10^3}{197.70 \times 10^2} = 21.0 \leq \sigma_{ca} = 210.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{ここで、} \quad l/r = 14.06 \quad l/r \leq 18 \text{ より} \\ \sigma_{ca} = 210 \text{ N/mm}^2$$

## 15-5 必要ボルト本数 (高力ボルト M22)

$$n1 = \frac{S}{Ar \times \tau_a} = \frac{293.04 \times 10^3}{380.13 \times 135.0} = 5.8 \rightarrow 6 \text{ 本以上必要}$$

$$n2 = \frac{N}{Ar \times \tau_a} = \frac{414.41 \times 10^3}{380.13 \times 135.0} = 8.1 \rightarrow 9 \text{ 本以上必要}$$

## 15-6 必要プレート厚

$$t1 = \frac{S}{n1 \times d \times \sigma_a} = \frac{293.04 \times 10^3}{6 \times 22 \times 315.0} = 7.1 \text{ mm} = 0.71 \text{ cm}$$

$$t2 = \frac{N}{n2 \times d \times \sigma_a} = \frac{414.41 \times 10^3}{9 \times 22 \times 315.0} = 6.7 \text{ mm} = 0.67 \text{ cm}$$

ここで、  
n1 : 火打ち取付部のボルト必要本数  
n2 : 火打ち連結部 (二段重ね) のボルト必要本数  
t1 : 支圧応力度より決まる火打ちピースプレート及び、  
腹起しH鋼材のフランジ必要厚さ  
t2 : 支圧応力度より決まる火打ちH鋼のフランジ必要厚さ

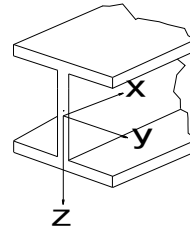
## 16 火打ちの計算 (3 段目火打ち)

## 16-1 設計条件

|              |  |
|--------------|--|
| 支保工反力        | R = 334.72 kN/m                                  |
| 温度軸力         | Pt = 0.00 kN                                     |
| 火打ちの設置角      | $\theta = 45$ 度 (切ばりと火打ちがなす角)                    |
| 軸力作用幅        | L1 = 1.00 m                                      |
|              | L2 = 1.00 m                                      |
| 座屈長          | l = 1.42 m                                       |
| 高力ボルト (M22)  | $Ar = \pi/4 \times (22)^2 = 380.13 \text{ mm}^2$ |
| ボルトの許容せん断応力度 | $\tau_a = 135.0 \text{ N/mm}^2$                  |
| ボルトの許容支圧応力度  | $\sigma_{oa} = 315.0 \text{ N/mm}^2$             |
| 鋼材の許容支圧応力度   | $\sigma_a = 315.0 \text{ N/mm}^2$                |

## 16-2 使用鋼材

|        |                              |
|--------|------------------------------|
| 鋼材名    | H-400x400(リース)               |
| 断面積    | A = 197.70 cm <sup>2</sup>   |
| 断面係数   | Zy = 2950.00 cm <sup>3</sup> |
|        | Zz = 1010.00 cm <sup>3</sup> |
| 断面二次半径 | ry = 17.30 cm                |
|        | rz = 10.10 cm                |



## 16-3 断面力

$$\begin{aligned} \text{軸力} \quad N &= 1/2 \times (L1+L2) \times R / \cos \theta + Pt \\ &= 1/2 \times (1.00+1.00) \times 334.72 / \cos 45^\circ + 0.00 = 473.36 \text{ kN} \\ \text{せん断力} \quad S &= N \times \cos \theta = 473.36 \times \cos 45^\circ = 334.72 \text{ kN} \end{aligned}$$

## 16-4 応力度

$$\text{圧縮応力度} \quad \sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{473.36 \times 10^3}{197.70 \times 10^2} = 23.9 \leq \sigma_{ca} = 210.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{ここで、} \quad l/r = 14.06 \quad l/r \leq 18 \text{ より} \\ \sigma_{ca} = 210 \text{ N/mm}^2$$

## 16-5 必要ボルト本数 (高力ボルト M22)

$$n1 = \frac{S}{Ar \times \tau_a} = \frac{334.72 \times 10^3}{380.13 \times 135.0} = 6.6 \rightarrow 7 \text{ 本以上必要}$$

$$n2 = \frac{N}{Ar \times \tau_a} = \frac{473.36 \times 10^3}{380.13 \times 135.0} = 9.3 \rightarrow 10 \text{ 本以上必要}$$

## 16-6 必要プレート厚

$$t1 = \frac{S}{n1 \times d \times \sigma_a} = \frac{334.72 \times 10^3}{7 \times 22 \times 315.0} = 6.9 \text{ mm} = 0.69 \text{ cm}$$

$$t2 = \frac{N}{n2 \times d \times \sigma_a} = \frac{473.36 \times 10^3}{10 \times 22 \times 315.0} = 6.9 \text{ mm} = 0.69 \text{ cm}$$

ここで、  
n1 : 火打ち取付部のボルト必要本数  
n2 : 火打ち連結部 (二段重ね) のボルト必要本数  
t1 : 支圧応力度より決まる火打ちピースプレート及び、  
腹起しH鋼材のフランジ必要厚さ  
t2 : 支圧応力度より決まる火打ちH鋼のフランジ必要厚さ