

目 次

1 評価結果一覧表	1
2 設計条件	3
2-1 設計条件	3
2-2 地盤条件	3
2-3 杭基礎条件	3
3 杭基礎に塑性変形能を考慮する場合の耐荷性能の評価	5
3-1 杭体の諸元及び杭配置	5
3-2 荷重集計	6
3-2-1 橋軸方向の荷重集計	6
3-2-2 橋軸直角方向の荷重集計	10
3-3 杭の軸方向の抵抗特性	14
3-3-1 押し込み支持力及び引抜き抵抗力の上限値の計算	14
3-3-2 杭の軸方向ばね定数	23
3-4 杭の軸直角方向の抵抗特性	24
3-4-1 水平方向地盤反力係数	24
3-4-2 水平地盤反力度の上限値	27
3-5 M- ϕ 曲線	30
3-5-1 杭断面性能	30
3-5-2 杭体の曲げモーメント～曲率関係	31
3-6 評価結果	39
3-6-1 橋軸方向(タイプ I・浮力無視)	39
3-6-2 橋軸方向(タイプ I・浮力考慮)	50
3-6-3 橋軸方向(タイプ II・浮力無視)	61
3-6-4 橋軸方向(タイプ II・浮力考慮)	72
3-6-5 橋軸直角方向(タイプ I・浮力無視)	83
3-6-6 橋軸直角方向(タイプ I・浮力考慮)	94
3-6-7 橋軸直角方向(タイプ II・浮力無視)	105
3-6-8 橋軸直角方向(タイプ II・浮力考慮)	118

1 評価結果一覧表

(1) 橋軸方向

1) 液状化が生じない場合

荷重ケース		単位	タイプⅠ + 浮力なし	タイプⅠ + 浮力あり	タイプⅡ + 浮力なし	タイプⅡ + 浮力あり
照査方法		—	耐力による	耐力による	耐力による	耐力による
設計水平震度	$C_{2z} \cdot K_{H0}$	—	1.30	1.30	1.75	1.75
	k_{1p}	—	0.83	0.83	0.83	0.83
	k_{1pc}	—	0.45	0.45	0.70	0.70
耐力	$M_{max} (*1)$	kN・m/本	1438.73	1445.90	1771.94	1779.46
	(M_v)	kN・m/本	1753.62	1753.62	1753.62	1753.62
	$M_{max} (*2)$	kN・m/本	1513.25	1512.31	1894.02	1891.19
	(M_v)	kN・m/本	2230.35	2171.89	2230.35	2171.89
	P_{Nmax}	kN/本	7199.46	7009.26	7436.22	7245.82
	(P_N)	kN/本	13775.26	13775.26	13775.26	13775.26
応答塑性率	k_{1pF}	—	—	—	—	—
	k_{1pvF}	—	—	—	—	—
	状態	—	—	—	—	—
	μ_{Fr} (μ_{FL})	—	—	—	—	—
	δ_{Fr}	m	—	—	—	—
変位	α_{FD}	rad	—	—	—	—
	(制限値)	rad	—	—	—	—
せん断力	S	kN	10657.96	10657.97	11740.35	11740.35
	(ΣS_{usd})	kN	15495.79	15431.97	15555.42	15485.12
	(ΣS_{ued})	kN	28419.05	28419.05	28419.05	28419.05
判定			OK	OK	OK	OK

(*1) 最大曲げモーメント/降伏モーメントが最大になる (最も厳しい) 杭列の値を表記しています。
 (*2) " 最小になる (最も余裕のある) 杭列の値を表記しています。

(2) 橋軸直角方向

1) 液状化が生じない場合

荷重ケース		単位	タイプⅠ + 浮力なし	タイプⅠ + 浮力あり	タイプⅡ + 浮力なし	タイプⅡ + 浮力あり
照査方法		—	耐力による	耐力による	応答塑性率による	応答塑性率による
設計水平震度	$C_{2z} \cdot K_{H0}$	—	1.30	1.30	1.75	1.75
	K_{1p}	—	1.30	1.30	1.54	1.54
	K_{1st}	—	0.45	0.45	0.70	0.70
耐力	$M_{max} (*1)$	kN・m/本	1666.62	1673.43	—	—
	(M_v)	kN・m/本	1753.62	1753.62	—	—
	$M_{max} (*2)$	kN・m/本	1771.17	1767.90	—	—
	(M_v)	kN・m/本	2220.91	2165.63	—	—
	P_{Nmax}	kN/本	7727.68	7547.55	—	—
	(P_N)	kN/本	13775.26	13775.26	—	—
応答塑性率	k_{1pF}	—	—	—	1.17	1.17
	k_{1stF}	—	—	—	1.41	1.40
	状態	—	—	—	杭体降伏	杭体降伏
	μ_{Fr}	—	—	—	1.0000	1.0000
	(μ_{FL})	—	—	—	4.0000	4.0000
	δ_{Fr}	m	—	—	0.0943	0.0931
変位	α_{FO}	rad	—	—	0.00426	0.00422
	(制限値)	rad	—	—	0.02000	0.02000
せん断力	S	kN	11386.72	11386.72	12674.83	12567.51
	(ΣS_{usd})	kN	15525.05	15460.40	15594.79	15517.61
	(ΣS_{usd})	kN	28419.05	28419.05	28419.05	28419.05
判定			OK	OK	OK	OK

(*1) 最大曲げモーメント/降伏モーメントが最大になる (最も厳しい) 杭列の値を表記しています。
 (*2) " 最小になる (最も余裕のある) 杭列の値を表記しています。

2 設計条件

2-1 設計条件

- (1) タイトル P1
- (2) 構造物種類 橋脚
- (3) 適用基準 道路橋示方書(令和7年)
- (4) 基礎工形式 場所打ち杭 $\phi 1200$ (mm) L = 20.000 (m) n = 9 (本)
- (5) 設計水平震度

	タイプ I	タイプ II
地域区分	A2地域	
地盤種別	II 種地盤	
地盤面における設計水平震度 (橋軸方向)	0.450	0.700
地盤面における設計水平震度 (橋軸直角方向)	0.450	0.700

2-2 地盤条件

- (1) 地盤標高および水位
標高記号 : GL

計画地表面標高	(m)	2.700
ボーリング上端標高	(m)	0.000
フーチング下面標高	(m)	0.000
支持設定 地下水水位標高	(m)	0.000

- (2) 突出長
- 通常時 (低減なし) 0.000 (m)
- タイプ I 低減時 0.000 (m)
- タイプ II 低減時 0.000 (m)

2-3 杭基礎条件

- (1) 杭基礎条件

杭種 場所打ち杭
杭先端条件 ヒンジ
施工方法 場所打ち杭工法

- (2) 杭断面諸元

杭長 20.000 (m)
杭径 1200.0 (mm)
杭の埋込み長 0.100 (m)
ヤング係数 2.50×10^4 (N/mm²)

コンクリートの呼び強度

呼び強度 30.0 (N/mm²)
設計基準強度 24.0 (N/mm²)
コンクリートが負担できる平均せん断応力度の基本値 0.350 (N/mm²)
コンクリートが負担できる最大のせん断力と等価なせん断応力度 1.20 (N/mm²)
コンクリートが負担できる平均せん断応力度の最大値 3.20 (N/mm²)

主鉄筋

鉄筋の材質 SD345
降伏強度の特性値 345.0 (N/mm²)

主鉄筋データ

	かぶり (mm)	鉄筋径	本数	鉄筋量 (mm ²)
1層目	160.0	D32	22.0	17472.4

帯鉄筋

鉄筋の材質 SD345
降伏強度の特性値 345.0 (N/mm²)

帯鉄筋データ

鉄筋径	ピッチ (mm)	本数	鉄筋量 (mm ²)
D19	150.0	2.0	573.0

横拘束鉄筋データ

断面積 (mm ²)	ピッチ (mm)	有効長 (mm ²)
286.500	150.0	880.0

(3) ボーリングデータ

地盤反力係数の換算係数 α (地震の影響を含まない場合) 1
(地震の影響を含む場合) 2

No	層厚 (m)	層上面標高 (m)	土質名	N値	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (度)	c (kN/m ²)	E ₀ (kN/m ²)	周面摩擦力	低減係数D _E タイプ I	低減係数D _E タイプ II
1	10.500	GL 0.000	粘性土	4.000	16.00	7.00	0.0	60.00	12800.0	考慮する	低減無	低減無
2	8.000	GL -10.500	砂質土	15.000	18.00	9.00	32.0	0.00	42000.0	考慮する	低減無	低減無
3	2.000	GL -18.500	砂質土	50.000	20.00	11.00	36.0	0.00	140000.0	考慮する	低減無	低減無

水平方向地盤反力係数 (K_H) 低減しない
周面摩擦力度 (f_i) 低減しない

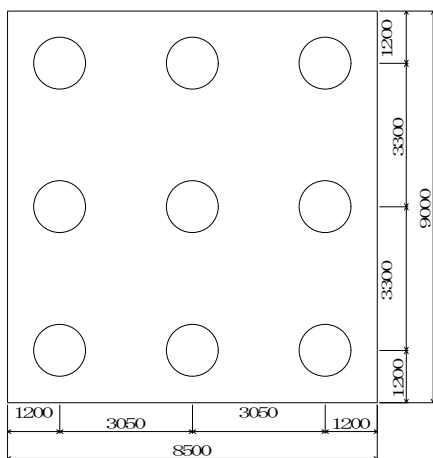
3 杭基礎に塑性変形能を考慮する場合の耐荷性能の評価

3-1 杭体の諸元及び杭配置

(1) 杭の諸元

杭種	場所打ち杭	$\phi 1200.0$ (mm)
材	コンクリートの呼び強度	: 30.0 (N/mm ²)
料	コンクリートの設計基準強度	: $\sigma_{ck} = 24.0$ (N/mm ²)
	主鉄筋材質	: SD345
	帯鉄筋材質	: SD345
配筋	かぶり	160.0 mm D32× 22.0本 $A_s = 17472.4$ (mm ²)
杭長	L =	20.000 (m)
杭の埋込み長	$L_t =$	0.100 (m)
杭先端条件	ヒンジ	
施工方法	場所打ち杭工法	
支持条件	支持杭	

(2) 杭配置



3-2 荷重集計

3-2-1 橋軸方向の荷重集計

(1) タイプ I ・浮力無視

領域① ($\alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \leq k_{hp}$)

$$\begin{aligned} \text{鉛直力} \quad V_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot (R_d + W_p + W_f + W_g) \\ &= 1.00 \times 1.05 \times (5300.00 + 2993.90 + 4123.35 + 598.50) \\ &= 13666.54 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.30 \times (7000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.45 \times 4123.35 \} \\ &= \alpha_i \times 15589.96 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.30 \times (7000.00 \times 11.300 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.45 \times 4123.35 \times 1.100 \} \\ &= \alpha_i \times 140997.60 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

領域② ($\alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} > k_{hp}$)

$$\text{鉛直力} \quad V_0 = 13666.54 \text{ (kN)}$$

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 0.83 \times (7000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.45 \times 4123.35 \} \\ &= 8709.68 + \alpha_i \times 1948.28 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 0.83 \times (7000.00 \times 11.300 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.45 \times 4123.35 \times 1.100 \} \\ &= 88653.25 + \alpha_i \times 2143.11 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

ここに、

- R_d : 上部構造からの反力 (kN)
- W_p : 橋脚躯体部の重量 (kN)
- Y_p : 橋脚躯体部の重心高さ (m)
- W_f : フーチングの重量 (kN)
- Y_f : フーチングの重心高さ (m)
- W_u : 上部構造重量 (kN)
- Y_u : 上部構造重量の作用高さ (m)
- W_g : 上載土重量 (kN)
- M_h : 偏心モーメント (kN・m)
- $c_{2z} \cdot k_{h0}$: 設計水平震度
- k_{hp} : 橋脚基礎構造の設計水平震度
- k_{hg} : 地盤面の設計水平震度
- γ_{pD} : 死荷重の荷重組合せ係数
- γ_{qD} : 死荷重の荷重係数
- γ_{pEQ} : 地震の影響の荷重組合せ係数
- γ_{qEQ} : 地震の影響の荷重係数

(2) タイプ I ・浮力考慮

領域① ($\alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \leq k_{hp}$)

$$\begin{aligned} \text{鉛直力} \quad V_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot (R_d + W_p + W_f + W_g) \\ &= 1.00 \times 1.05 \times (5300.00 + 2993.90 + 2474.01 + 598.50) \\ &= 11934.73 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.30 \times (7000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.45 \times 4123.35 \} \\ &= \alpha_i \times 15589.96 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.30 \times (7000.00 \times 11.300 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.45 \times 4123.35 \times 1.100 \} \\ &= \alpha_i \times 140997.60 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

領域② ($\alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} > k_{hp}$)

$$\text{鉛直力} \quad V_0 = 11934.73 \text{ (kN)}$$

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 0.83 \times (7000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.45 \times 4123.35 \} \\ &= 8709.68 + \alpha_i \times 1948.28 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 0.83 \times (7000.00 \times 11.300 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.45 \times 4123.35 \times 1.100 \} \\ &= 88653.25 + \alpha_i \times 2143.11 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

ここに、

- R_d : 上部構造からの反力 (kN)
- W_p : 橋脚躯体部の重量 (kN)
- Y_p : 橋脚躯体部の重心高さ (m)
- W_f : フーチングの重量 (kN)
- Y_f : フーチングの重心高さ (m)
- W_u : 上部構造重量 (kN)
- Y_u : 上部構造重量の作用高さ (m)
- W_g : 上載土重量 (kN)
- M_h : 偏心モーメント (kN・m)
- $c_{2z} \cdot k_{h0}$: 設計水平震度
- k_{hp} : 橋脚基礎構造の設計水平震度
- k_{hg} : 地盤面の設計水平震度
- γ_{pD} : 死荷重の荷重組合せ係数
- γ_{qD} : 死荷重の荷重係数
- γ_{pEQ} : 地震の影響の荷重組合せ係数
- γ_{qEQ} : 地震の影響の荷重係数

(3) タイプⅡ・浮力無視

領域①($\alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \leq k_{hp}$)

$$\begin{aligned} \text{鉛直力} \quad V_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot (R_d + W_p + W_f + W_g) \\ &= 1.00 \times 1.05 \times (5300.00 + 2993.90 + 4123.35 + 598.50) \\ &= 13666.54 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.75 \times (7000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.70 \times 4123.35 \} \\ &= \alpha_i \times 21394.45 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.75 \times (7000.00 \times 11.300 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.70 \times 4123.35 \times 1.100 \} \\ &= \alpha_i \times 190253.24 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

領域②($\alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} > k_{hp}$)

$$\text{鉛直力} \quad V_0 = 13666.54 \text{ (kN)}$$

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 0.83 \times (7000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.70 \times 4123.35 \} \\ &= 8709.68 + \alpha_i \times 3030.66 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 0.83 \times (7000.00 \times 11.300 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.70 \times 4123.35 \times 1.100 \} \\ &= 88653.25 + \alpha_i \times 3333.73 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

ここに、

- R_d : 上部構造からの反力 (kN)
- W_p : 橋脚躯体部の重量 (kN)
- Y_p : 橋脚躯体部の重心高さ (m)
- W_f : フーチングの重量 (kN)
- Y_f : フーチングの重心高さ (m)
- W_u : 上部構造重量 (kN)
- Y_u : 上部構造重量の作用高さ (m)
- W_g : 上載土重量 (kN)
- M_h : 偏心モーメント (kN・m)
- $c_{2z} \cdot k_{h0}$: 設計水平震度
- k_{hp} : 橋脚基礎構造の設計水平震度
- k_{hg} : 地盤面の設計水平震度
- γ_{pD} : 死荷重の荷重組合せ係数
- γ_{qD} : 死荷重の荷重係数
- γ_{pEQ} : 地震の影響の荷重組合せ係数
- γ_{qEQ} : 地震の影響の荷重係数

(4) タイプⅡ・浮力考慮

領域①($\alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \leq k_{hp}$)

$$\begin{aligned} \text{鉛直力} \quad V_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot (R_d + W_p + W_f + W_g) \\ &= 1.00 \times 1.05 \times (5300.00 + 2993.90 + 2474.01 + 598.50) \\ &= 11934.73 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.75 \times (7000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.70 \times 4123.35 \} \\ &= \alpha_i \times 21394.45 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.75 \times (7000.00 \times 11.300 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.70 \times 4123.35 \times 1.100 \} \\ &= \alpha_i \times 190253.24 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

領域②($\alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} > k_{hp}$)

$$\text{鉛直力} \quad V_0 = 11934.73 \text{ (kN)}$$

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 0.83 \times (7000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.70 \times 4123.35 \} \\ &= 8709.68 + \alpha_i \times 3030.66 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 0.83 \times (7000.00 \times 11.300 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.70 \times 4123.35 \times 1.100 \} \\ &= 88653.25 + \alpha_i \times 3333.73 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

ここに、

- R_d : 上部構造からの反力 (kN)
- W_p : 橋脚躯体部の重量 (kN)
- Y_p : 橋脚躯体部の重心高さ (m)
- W_f : フーチングの重量 (kN)
- Y_f : フーチングの重心高さ (m)
- W_u : 上部構造重量 (kN)
- Y_u : 上部構造重量の作用高さ (m)
- W_g : 上載土重量 (kN)
- M_h : 偏心モーメント (kN・m)
- $c_{2z} \cdot k_{h0}$: 設計水平震度
- k_{hp} : 橋脚基礎構造の設計水平震度
- k_{hg} : 地盤面の設計水平震度
- γ_{pD} : 死荷重の荷重組合せ係数
- γ_{qD} : 死荷重の荷重係数
- γ_{pEQ} : 地震の影響の荷重組合せ係数
- γ_{qEQ} : 地震の影響の荷重係数

3-2-2 橋軸直角方向の荷重集計

(1) タイプ I ・浮力無視

領域①($\alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \leq k_{hp}$)

$$\begin{aligned} \text{鉛直力} \quad V_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot (R_d + W_p + W_f + W_g) \\ &= 1.00 \times 1.05 \times (5300.00 + 2993.90 + 3894.27 + 560.25) \\ &= 13385.84 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.30 \times (4000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.45 \times 3894.27 \} \\ &= \alpha_i \times 11386.72 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.30 \times (4000.00 \times 13.800 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.45 \times 3894.27 \times 1.100 \} \\ &= \alpha_i \times 108255.04 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

領域②($\alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} > k_{hp}$)

領域②は存在しない。

ここに、

- R_d : 上部構造からの反力 (kN)
- W_p : 橋脚躯体部の重量 (kN)
- Y_p : 橋脚躯体部の重心高さ (m)
- W_f : フーチングの重量 (kN)
- Y_f : フーチングの重心高さ (m)
- W_u : 上部構造重量 (kN)
- Y_u : 上部構造重量の作用高さ (m)
- W_g : 上載土重量 (kN)
- M_h : 偏心モーメント (kN・m)
- $c_{2z} \cdot k_{h0}$: 設計水平震度
- k_{hp} : 橋脚基礎構造の設計水平震度
- k_{hg} : 地盤面の設計水平震度
- γ_{pD} : 死荷重の荷重組合せ係数
- γ_{qD} : 死荷重の荷重係数
- γ_{pEQ} : 地震の影響の荷重組合せ係数
- γ_{qEQ} : 地震の影響の荷重係数

(2) タイプ I ・浮力考慮

領域①($\alpha_i \cdot C_{2z} \cdot k_{h0} \leq k_{hp}$)

$$\begin{aligned} \text{鉛直力} \quad V_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot (R_d + W_p + W_f + W_g) \\ &= 1.00 \times 1.05 \times (5300.00 + 2993.90 + 2336.56 + 560.25) \\ &= 11750.25 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot C_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.30 \times (4000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.45 \times 3894.27 \} \\ &= \alpha_i \times 11386.72 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot C_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.30 \times (4000.00 \times 13.800 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.45 \times 3894.27 \times 1.100 \} \\ &= \alpha_i \times 108255.04 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

領域②($\alpha_i \cdot C_{2z} \cdot k_{h0} > k_{hp}$)

領域②は存在しない。

ここに、

- R_d : 上部構造からの反力 (kN)
- W_p : 橋脚躯体部の重量 (kN)
- Y_p : 橋脚躯体部の重心高さ (m)
- W_f : フーチングの重量 (kN)
- Y_f : フーチングの重心高さ (m)
- W_u : 上部構造重量 (kN)
- Y_u : 上部構造重量の作用高さ (m)
- W_g : 上載土重量 (kN)
- M_h : 偏心モーメント (kN・m)
- $C_{2z} \cdot k_{h0}$: 設計水平震度
- k_{hp} : 橋脚基礎構造の設計水平震度
- k_{hg} : 地盤面の設計水平震度
- γ_{pD} : 死荷重の荷重組合せ係数
- γ_{qD} : 死荷重の荷重係数
- γ_{pEQ} : 地震の影響の荷重組合せ係数
- γ_{qEQ} : 地震の影響の荷重係数

(3) タイプⅡ・浮力無視

領域①($\alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \leq k_{hp}$)

$$\begin{aligned} \text{鉛直力} \quad V_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot (R_d + W_p + W_f + W_g) \\ &= 1.00 \times 1.05 \times (5300.00 + 2993.90 + 3894.27 + 560.25) \\ &= 13385.84 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.75 \times (4000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.70 \times 3894.27 \} \\ &= \alpha_i \times 15713.58 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.75 \times (4000.00 \times 13.800 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.70 \times 3894.27 \times 1.100 \} \\ &= \alpha_i \times 146151.78 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

領域②($\alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} > k_{hp}$)

$$\text{鉛直力} \quad V_0 = 13385.84 \text{ (kN)}$$

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 1.54 \times (4000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.70 \times 3894.27 \} \\ &= 11309.14 + \alpha_i \times 2862.29 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 1.54 \times (4000.00 \times 13.800 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.70 \times 3894.27 \times 1.100 \} \\ &= 125842.87 + \alpha_i \times 3148.52 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

ここに、

- R_d : 上部構造からの反力 (kN)
- W_p : 橋脚躯体部の重量 (kN)
- Y_p : 橋脚躯体部の重心高さ (m)
- W_f : フーチングの重量 (kN)
- Y_f : フーチングの重心高さ (m)
- W_u : 上部構造重量 (kN)
- Y_u : 上部構造重量の作用高さ (m)
- W_g : 上載土重量 (kN)
- M_h : 偏心モーメント (kN・m)
- $c_{2z} \cdot k_{h0}$: 設計水平震度
- k_{hp} : 橋脚基礎構造の設計水平震度
- k_{hg} : 地盤面の設計水平震度
- γ_{pD} : 死荷重の荷重組合せ係数
- γ_{qD} : 死荷重の荷重係数
- γ_{pEQ} : 地震の影響の荷重組合せ係数
- γ_{qEQ} : 地震の影響の荷重係数

(4) タイプⅡ・浮力考慮

領域①($\alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \leq k_{hp}$)

$$\begin{aligned} \text{鉛直力} \quad V_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot (R_d + W_p + W_f + W_g) \\ &= 1.00 \times 1.05 \times (5300.00 + 2993.90 + 2336.56 + 560.25) \\ &= 11750.25 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.75 \times (4000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.70 \times 3894.27 \} \\ &= \alpha_i \times 15713.58 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.75 \times (4000.00 \times 13.800 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.70 \times 3894.27 \times 1.100 \} \\ &= \alpha_i \times 146151.78 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

領域②($\alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} > k_{hp}$)

$$\text{鉛直力} \quad V_0 = 11750.25 \text{ (kN)}$$

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 1.54 \times (4000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.70 \times 3894.27 \} \\ &= 11309.14 + \alpha_i \times 2862.29 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

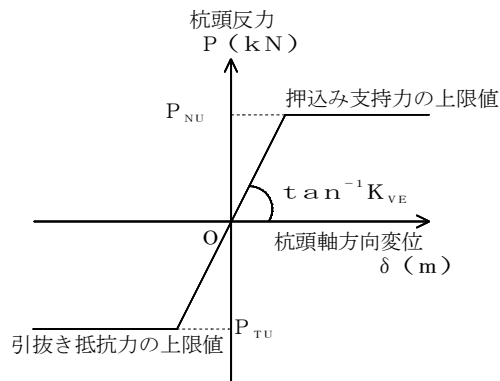
$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 1.54 \times (4000.00 \times 13.800 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.70 \times 3894.27 \times 1.100 \} \\ &= 125842.87 + \alpha_i \times 3148.52 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

ここに、

- R_d : 上部構造からの反力 (kN)
- W_p : 橋脚躯体部の重量 (kN)
- Y_p : 橋脚躯体部の重心高さ (m)
- W_f : フーチングの重量 (kN)
- Y_f : フーチングの重心高さ (m)
- W_u : 上部構造重量 (kN)
- Y_u : 上部構造重量の作用高さ (m)
- W_g : 上載土重量 (kN)
- M_h : 偏心モーメント (kN・m)
- $c_{2z} \cdot k_{h0}$: 設計水平震度
- k_{hp} : 橋脚基礎構造の設計水平震度
- k_{hg} : 地盤面の設計水平震度
- γ_{pD} : 死荷重の荷重組合せ係数
- γ_{qD} : 死荷重の荷重係数
- γ_{pEQ} : 地震の影響の荷重組合せ係数
- γ_{qEQ} : 地震の影響の荷重係数

3-3 杭の軸方向の抵抗特性

杭の軸方向の抵抗特性は以下のモデルで算出するものとする。



3-3-1 押込み支持力及び引抜き抵抗力の上限値の計算

(1) 計算式

押込み支持力の上限値 P_{NU} 及び引抜き抵抗力の上限値 P_{TU} は次式により算出するものとする。

$$P_{NU} = R_u$$

$$P_{TU} = P_u + W$$

ここに、

- P_{NU} : 押込み支持力の上限値 (kN)
- P_{TU} : 引抜き抵抗力の上限値 (kN)
- R_u : 地盤から決まる杭の極限支持力の特性値 (kN)
- P_u : 地盤から決まる杭の極限引抜き抵抗力の特性値 (kN)
- W : 杭及び杭内部の土の有効重量 (kN)

地盤から決まる杭の極限支持力の特性値は以下の式により算出するものとする。

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot \sum (L_i \cdot f_i)$$

ここに、

- R_u : 地盤から決まる杭の極限支持力の特性値 (kN)
- q_d : 杭先端の極限支持力度の特性値 (kN/m²)
- A : 杭先端面積 (m²)
- U : 杭の周長 (m)
- L_i : 周面摩擦力を考慮するi層の層厚 (m)
- f_i : 周面摩擦力を考慮するi層の最大周面摩擦力度の特性値 (kN/m²)

杭先端の極限支持力度の特性値 (kN/m²)

杭工法	地盤の種類	杭先端の極限支持力度の特性値 q_d
場所打ち杭工法	粘性土	110 N (≦ 3,300)
	砂	110 N (≦ 3,300)
	砂れき	160 N (≦ 8,000)

ここに、N：標準貫入試験のN値

最大周面摩擦力度の特性値 (kN/m²)

杭工法	地盤の種類	最大周面摩擦力度の特性値 f_i
場所打ち杭工法	粘性土	c 又は 5 N (≦100)
	砂質土	5 N (≦120)

ここに、c：粘着力 (kN/m²)、N：標準貫入試験のN値

注) $N < 5$ の軟弱粘性土層では、信頼性が乏しいので、N値による最大周面摩擦力度を推定しない。

杭体から決まる押込み支持力の特性値は以下の式により算出するものとする。

$$R_{pu} = 0.85 \cdot \sigma_{ck} \cdot A_c + \sigma_y \cdot A_s$$

ここに、

- R_{pu} : 杭体から決まる押込み支持力の特性値 (kN)
- σ_{ck} : コンクリートの設計基準強度 (kN/m²)
- A_c : コンクリートの断面積 (m²)
- σ_y : 鋼材の降伏強度の特性値 (kN/m²)
- A_s : 鋼材の断面積 (m²)

地盤から決まる杭の極限引抜き抵抗力の特性値は以下の式により算出するものとする。

$$P_u = U \cdot \sum (L_i \cdot f_i)$$

ここに、

- P_u : 地盤から決まる杭の極限引抜き抵抗力の特性値 (kN)
- U : 杭の周長 (m)
- L_i : 周面摩擦力を考慮するi層の層厚 (m)
- f_i : 周面摩擦力を考慮するi層の最大周面摩擦力度の特性値 (kN/m²)

杭体から決まる引抜き抵抗力の特性値は以下の式により算出するものとする。

$$P_{pu} = \sigma_y \cdot A_s$$

ここに、

- P_{pu} : 杭体から決まる引抜き抵抗力の特性値 (kN)
- σ_y : 鋼材の降伏強度の特性値 (kN/m²)
- A_s : 鋼材の断面積 (m²)

(2) 地盤条件

1) 低減なし

a) 極限支持力計算時

・ 周面摩擦力

層 番号	標 高 (m) ▽ GL +0.000	土質	N値 [c]	fi	Li	Li・fi
				kN/m ²	m	kN/m
1	(フーチング下面) ▽ GL -10.500	粘性土	(4.000 60.00)	60.00	10.500	630.00
2	▽ GL -18.500	砂質土	15.000	75.00	8.000	600.00
3	▽ GL -18.700	砂質土	50.000	120.00	0.200	24.00
	(考慮範囲下端)			Σ		1254.00

・ 杭先端の極限支持力度の特性値 q_d

$$q_d = 160 \cdot N$$

$$= 160 \times 50.000 = 8000.00 (\leq 8000) \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

b) 極限引抜き抵抗力計算時

・周面摩擦力

層番号	標高 (m) ▽ GL +0.000	土質	N値 [c]	fi	Li	Li・fi
				kN/m ²	m	kN/m
1	(フーチング下面) ▽ GL -10.500	粘性土	(4.000 60.00)	60.00	10.500	630.00
2	▽ GL -18.500	砂質土	15.000	75.00	8.000	600.00
3	▽ GL -19.900	砂質土	50.000	120.00	1.400	168.00
	(杭先端)			Σ		1398.00

2) タイプ I 低減時

a) 極限支持力計算時

・ 周面摩擦力

層番号	標高 (m) ▽ GL +0.000	土質	N値 [c]	fi	Li	Li・fi
				kN/m ²	m	kN/m
1	(フーチング下面) ▽ GL -10.500	粘性土	(4.000 60.00)	60.00	10.500	630.00
2	▽ GL -18.500	砂質土	15.000	75.00	8.000	600.00
3	▽ GL -18.700	砂質土	50.000	120.00	0.200	24.00
	(考慮範囲下端)			Σ		1254.00

・ 杭先端の極限支持力度の特性値 q_d

$$q_d = 160 \cdot N$$

$$= 160 \times 50.000 = 8000.00 (\leq 8000) \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

b) 極限引抜き抵抗力計算時

・周面摩擦力

層番号	標高 (m) ▽ GL +0.000	土質	N値 [c]	fi	Li	Li・fi
				kN/m ²	m	kN/m
1	(フーチング下面) ▽ GL -10.500	粘性土	(4.000 60.00)	60.00	10.500	630.00
2	▽ GL -18.500	砂質土	15.000	75.00	8.000	600.00
3	▽ GL -19.900	砂質土	50.000	120.00	1.400	168.00
	(杭先端)			Σ		1398.00

3) タイプII低減時

a) 極限支持力計算時

・周面摩擦力

層番号	標高 (m) ▽ GL +0.000	土質	N値 [c]	fi	Li	Li・fi
				kN/m ²	m	kN/m
1	(フーチング下面) ▽ GL -10.500	粘性土	(4.000 60.00)	60.00	10.500	630.00
2	▽ GL -18.500	砂質土	15.000	75.00	8.000	600.00
3	▽ GL -18.700	砂質土	50.000	120.00	0.200	24.00
	(考慮範囲下端)			Σ		1254.00

・杭先端の極限支持力度の特性値 q_d

$$q_d = 160 \cdot N$$

$$= 160 \times 50.000 = 8000.00 (\leq 8000) \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

b) 極限引抜き抵抗力計算時

・周面摩擦力

層番号	標高 (m) ▽ GL +0.000	土質	N値 [c]	fi	Li	Li・fi
				kN/m ²	m	kN/m
1	(フーチング下面) ▽ GL -10.500	粘性土	(4.000 60.00)	60.00	10.500	630.00
2	▽ GL -18.500	砂質土	15.000	75.00	8.000	600.00
3	▽ GL -19.900	砂質土	50.000	120.00	1.400	168.00
	(杭先端)			Σ		1398.00

(3) 押し込み支持力の上限値の計算

1) 地盤から決まる杭の極限支持力の特性値

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot \sum (L_i \cdot f_i)$$

低減なし

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot \sum (L_i \cdot f_i) \\ = 8000.00 \times 1.13097 + 3.7699 \times 1254.00 = 13775.26 \text{ (kN)}$$

タイプ I 低減時

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot \sum (L_i \cdot f_i) \\ = 8000.00 \times 1.13097 + 3.7699 \times 1254.00 = 13775.26 \text{ (kN)}$$

タイプ II 低減時

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot \sum (L_i \cdot f_i) \\ = 8000.00 \times 1.13097 + 3.7699 \times 1254.00 = 13775.26 \text{ (kN)}$$

2) 杭体から決まる押し込み支持力の特性値

$$R_{pu} = 0.85 \cdot \sigma_{ck} \cdot A_c + \sigma_y \cdot A_s \\ = 0.85 \times 24000.00 \times 1.13097 + 345000.00 \times 0.01747 = 29099.84 \text{ (kN)}$$

3) 押し込み支持力の上限値

低減なし

$$\begin{aligned} & \text{押し込み支持力の上限値} \\ P_{NU} &= \min(R_u, R_{pu}) \\ &= \min(13775.26, 29099.84) = 13775.26 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

タイプ I 低減時

$$\begin{aligned} & \text{押し込み支持力の上限値} \\ P_{NU} &= \min(R_u, R_{pu}) \\ &= \min(13775.26, 29099.84) = 13775.26 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

タイプ II 低減時

$$\begin{aligned} & \text{押し込み支持力の上限値} \\ P_{NU} &= \min(R_u, R_{pu}) \\ &= \min(13775.26, 29099.84) = 13775.26 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

(4) 引抜き抵抗力の上限値の計算

1) 地盤から決まる杭の極限引抜き抵抗力の特性値

$$P_u + W = U \cdot \sum (L_i \cdot f_i) + W$$

低減なし

$$P_u + W = 3.7699 \times 1398.00 + 326.34 = 5596.68 \text{ (kN)}$$

タイプ I 低減時

$$P_u + W = 3.7699 \times 1398.00 + 326.34 = 5596.68 \text{ (kN)}$$

タイプ II 低減時

$$P_u + W = 3.7699 \times 1398.00 + 326.34 = 5596.68 \text{ (kN)}$$

2) 杭体から決まる引抜き抵抗力の特性値

$$P_{pu} = \sigma_y \cdot A_s \\ = 345000.00 \times 0.01747 = 6027.98 \text{ (kN)}$$

3) 引抜き抵抗力の上限値

通常時 (低減なし)

$$\begin{aligned} P_{TU} &= \min(P_u + W, P_{pu}) \\ &= \min(5596.68, 6027.98) = 5596.68 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

タイプ I 低減時

$$\begin{aligned} P_{TU} &= \min(P_u + W, P_{pu}) \\ &= \min(5596.68, 6027.98) = 5596.68 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

タイプ II 低減時

$$\begin{aligned} P_{TU} &= \min(P_u + W, P_{pu}) \\ &= \min(5596.68, 6027.98) = 5596.68 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

3-3-2 杭の軸方向ばね定数

(1) 計算式

$$K_{VE} = \frac{1}{\frac{L}{2A_p \cdot E_p} (1 + \gamma_y - \zeta_e) + \zeta_d \frac{4\gamma_y}{\pi D_p^2 \cdot k_v}}$$

ここに、

K_{VE} : 杭の軸方向ばね定数 (kN/m)

A_p : 杭の断面積 (= 1.130973 m²)

E_p : 杭のヤング係数 (= 2.50×10⁷ kN/m²)

L : 杭長 (= 19.900 m)

D_p : 杭先端の径 (= 1.200 m)

k_v : 鉛直方向地盤反力係数 (kN/m³)

$$K_v = \lambda \cdot k_0 \cdot \left(\frac{B'}{0.3} \right)^{-3/4} = 1.0 \times 466666.7 \times \left(\frac{1.200}{0.3} \right)^{-3/4} = 164991.6 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

λ : 基礎の施行方法の影響を考慮する係数

k_0 : 直径0.3mの剛体円板による平板載荷試験の値に相当する地盤反力係数 (kN/m³)

$$k_0 = \frac{\alpha \cdot E_0}{0.3} = \frac{1 \times 140000.0}{0.3} = 466666.7 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

B' : 基礎の換算載荷幅 (m)

$$B' = D_p$$

α : 地盤反力係数の換算係数

E_0 : 地盤変形係数 (kN/m²)

γ_y : 杭の降伏支持力に達したときの杭頭部に作用する軸方向押し込み力の杭先端への伝達率の推定値 (0 ≤ γ_y ≤ 1)

$$\gamma_y = \lambda_{yu} \cdot \gamma_u$$

λ_{yu} : 先端伝達率算出のための補正係数

γ_u : 杭の極限支持力に達したときの杭頭部に作用する軸方向押し込み力の杭先端への伝達率の推定値

$$\gamma_u = R_{up}/R_u$$

R_{up} : 杭先端の極限支持力の特性値 (kN)

$$R_{up} = q_d \cdot A = 8000.00 \times 1.130973 = 9047.79 \text{ (kN)}$$

q_d : 杭先端の極限支持力度の特性値 (kN/m²)

A : 杭先端面積 (m²)

R_u : 地盤から決まる杭の極限支持力の特性値 (kN)

ζ_e : 杭体収縮量に関する補正係数

ζ_d : 杭の先端変位量に関する補正係数

補正係数 λ_{yu} , ζ_e , ζ_d

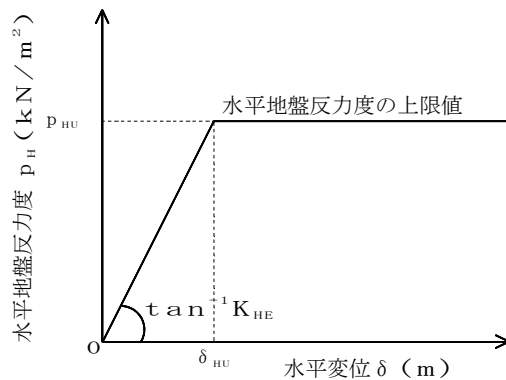
杭工法	λ_{yu}	ζ_e	ζ_d
場所打ち杭工法	0.48	0.30	0.99

(2) 杭の軸方向ばね定数 K_{VE} の計算

項目	記号	単位	低減なし
地盤から決まる杭の極限支持力の特性値	R_u	kN	13775.26
極限支持力に達したときの杭先端への伝達率	γ_u	—	0.656814
降伏支持力に達したときの杭先端への伝達率	γ_y	—	0.315271
杭の軸方向ばね定数	K_{VE}	kN/m	492627.1

3-4 杭の軸直角方向の抵抗特性

杭の軸直角方向の抵抗特性は、地震時保有水平耐力法に用いる水平方向地盤反力係数 k_{HE} を初期勾配とし、水平地盤反力度の上限値 p_{HU} を有する弾塑性型としてモデル化する。



水平地盤反力度～水平変位

3-4-1 水平方向地盤反力係数

杭の軸直角方向ばね定数の計算は多層地盤を考慮し、以下のように算出する。

(1) 水平方向地盤反力係数の計算

$$k_{HE} = \eta_k \cdot \alpha_k \cdot k_H$$

ここに、

k_{HE} : レベル2地震動を考慮する設計状況における杭前面の水平方向地盤反力係数 (kN/m³)

η_k : 群杭効果を考慮した水平方向地盤反力係数の補正係数 $\eta_k = 2/3$

α_k : 単杭における水平方向地盤反力係数の上限値の補正係数 $\alpha_k = 1.5$

k_H : 水平方向地盤反力係数 (kN/m³)

$$k_H = \lambda \cdot k_0 \left(\frac{B'}{0.3} \right)^{-3/4}$$

λ : 基礎の施行方法の影響を考慮する係数 $\lambda = 1.0$

k_0 : 換算載荷幅0.3mの剛体円板による平板載荷試験の値に相当する地盤反力係数 (kN/m³)

$$k_0 = \frac{\alpha \cdot E_0}{0.3}$$

B' : 基礎の換算載荷幅 (m)

$$B' = \sqrt{\frac{D}{\beta}}$$

α : 地盤反力係数の換算係数
地震時の影響を含まない場合 $\alpha = 1$
地震時の影響を含む場合 $\alpha = 2$

E_0 : 地盤変形係数 (kN/m²)

β : 基礎の特性値 (m⁻¹)

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_H \cdot D}{4EI}}$$

D : 杭径 (m)

EI : 基礎の曲げ剛性 (kN・m²)

1) 換算載荷幅B' の計算

B' 算出上の要点は、

- ・ B' を求める際の k_{HI} は荷重組合せに地震の影響を含まない場合の値とする。
- ・ 深さ方向に地層が変化する場合でも、B' を算出する際の k_{HI} は設計地盤面から $1/\beta$ の深さまでの平均値とする。また、各層の k_{HI} 算出時このB' を用いる。

杭径	D	1.200 (m)
ヤング係数	E	25000000 (kN/m ²)
断面二次モーメント	I	0.10178762 (m ⁴)

$1/\beta = 5.629$ (m) ($\beta = 0.17766$ (m⁻¹)) と仮定する
 →平均 $E_0 = 12800.0$ (kN/m²)

$$B' = \sqrt{\frac{1.200}{0.17766}} = 2.599 \text{ (m)}$$

$$k_{HI} = \frac{1}{0.3} \times 1.0 \times 12800.0 \times \left(\frac{2.599}{0.3} \right)^{-3/4} = 8449.5 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

となり、 β を計算すると下記となり、仮定した β に一致する。

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{8449.5 \times 1.200}{4 \times 25000000 \times 0.10178762}} = 0.17766 \text{ (m}^{-1}\text{)}$$

以上により、換算載荷幅B' は、B' = 2.599 (m) となる。

2) 各層の水平方向地盤反力係数の計算

多層地盤を考慮するため、先に計算したB'を用いて、各地層ごとに水平方向地盤反力係数を算出する。

低減なし

No	層厚 (m)	変形係数 E_0 (kN/m^2)	k_0 (kN/m^3)	k_H (kN/m^3)	$\eta_k \cdot \alpha_k$	k_{HE} (kN/m^3)
1	10.500	12800.0	85333.3	16898.9	1.000	16898.9
2	8.000	42000.0	280000.0	55449.6	1.000	55449.6
3	1.400	140000.0	933333.3	184831.9	1.000	184831.9

3-4-2 水平地盤反力度の上限値

水平地盤反力度の上限値は以下の式にて算出する。

$$p_{HU} = \eta_p \cdot \alpha_p \cdot p_U$$

ここに、

p_{HU} : 水平地盤反力度の上限値 (kN/m²)

α_p : 単杭における水平地盤反力度の上限値の補正係数

粘性土地盤 $\alpha_p = 1.5 (N > 2)$, $1.0 (N \leq 2)$

砂質地盤 $\alpha_p = 3.0$

η_p : 群杭効果を考慮した水平地盤反力度の上限値の補正係数

粘性土地盤 $\eta_p = 1.0$

砂質地盤 $\eta_p \cdot \alpha_p = \text{荷重載荷直角方向の杭の中心間隔} / \text{杭径} (\leq \alpha_p)$

p_U : 地震時の受働土圧強度 (kN/m²)

$$p_U = K_{EP} \cdot (\gamma_i \cdot h_i + q) + 2c\sqrt{K_{EP}}$$

K_{EP} : 地震時の受働土圧係数

$$K_{EP} = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta_E \cdot \left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta_E) \cdot \sin(\phi + \alpha)}{\cos \delta_E \cdot \cos \alpha}} \right\}^2}$$

γ : 土の単位体積重量 (kN/m³)

h : 着目土層の層厚 (m)

c : 土の粘着力 (kN/m²)

q : 着目土層上端までの上載荷重 (= $\sum \gamma_i \cdot h_i$) (kN/m²)

ϕ : 土のせん断抵抗角 (度)

δ_E : 地震時の壁面摩擦角 (= $-\phi/6$ 度)

α : 地表面と水平面のなす角度 (度)

ただし、砂質地盤における最前列以外の杭については、水平地盤反力度の上限値 p_{HU} を最前列の値の1/2とする。

(1) 橋軸方向

1) 低減なし

上載土

No	層厚 h (m)	標高 (m)	土質名	単位重量 γ (kN/m ³)	上載荷重 q (kN/m ²)
1	2.700	GL +2.700 GL +0.000	粘性土	16.00	0.00 43.20

No	層厚 h (m)	標高 (m)	土質名	単位重量 γ (kN/m ³)	上載荷重 q (kN/m ²)	粘着力 c (kN/m ²)	ϕ δ_E (度)	K_{EP} $\eta_p \cdot \alpha_p$	土圧強度 p _u (kN/m ²)	1列目 地盤反力度 p _{1H} (kN/m ²)	2列目以降 地盤反力度 p _{2H} (kN/m ²)
2	10.500	GL +0.000 GL -10.500	粘性土	7.00	43.20 116.70	60.00	0.0 0.000	1.000 1.500	163.20 236.70	244.80 355.05	244.80 355.05
3	8.000	GL -10.500 GL -18.500	砂質土	9.00	116.70 188.70	0.00	32.0 -5.333	3.873 2.750	451.94 730.77	1242.84 2009.63	621.42 1004.82
4	1.400	GL -18.500 GL -19.900	砂質土	11.00	188.70 204.10	0.00	36.0 -6.000	4.778 2.750	901.59 975.17	2479.38 2681.72	1239.69 1340.86

2) タイプ I 低減時

上載土

No	層厚 h (m)	標高 (m)	土質名	単位重量 γ (kN/m ³)	上載荷重 q (kN/m ²)
1	2.700	GL +2.700 GL +0.000	粘性土	16.00	0.00 43.20

No	層厚 h (m)	標高 (m)	土質名	単位重量 γ (kN/m ³)	上載荷重 q (kN/m ²)	粘着力 c (kN/m ²)	ϕ δ_E (度)	K_{EP} $\eta_p \cdot \alpha_p$	土圧強度 p _u (kN/m ²)	1列目 地盤反力度 p _{1H} (kN/m ²)	2列目以降 地盤反力度 p _{2H} (kN/m ²)
2	10.500	GL +0.000 GL -10.500	粘性土	7.00	43.20 116.70	60.00	0.0 0.000	1.000 1.500	163.20 236.70	244.80 355.05	244.80 355.05
3	8.000	GL -10.500 GL -18.500	砂質土	9.00	116.70 188.70	0.00	32.0 -5.333	3.873 2.750	451.94 730.77	1242.84 2009.63	621.42 1004.82
4	1.400	GL -18.500 GL -19.900	砂質土	11.00	188.70 204.10	0.00	36.0 -6.000	4.778 2.750	901.59 975.17	2479.38 2681.72	1239.69 1340.86

3) タイプ II 低減時

上載土

No	層厚 h (m)	標高 (m)	土質名	単位重量 γ (kN/m ³)	上載荷重 q (kN/m ²)
1	2.700	GL +2.700 GL +0.000	粘性土	16.00	0.00 43.20

No	層厚 h (m)	標高 (m)	土質名	単位重量 γ (kN/m ³)	上載荷重 q (kN/m ²)	粘着力 c (kN/m ²)	ϕ δ_E (度)	K_{EP} $\eta_p \cdot \alpha_p$	土圧強度 p _u (kN/m ²)	1列目 地盤反力度 p _{1H} (kN/m ²)	2列目以降 地盤反力度 p _{2H} (kN/m ²)
2	10.500	GL +0.000 GL -10.500	粘性土	7.00	43.20 116.70	60.00	0.0 0.000	1.000 1.500	163.20 236.70	244.80 355.05	244.80 355.05
3	8.000	GL -10.500 GL -18.500	砂質土	9.00	116.70 188.70	0.00	32.0 -5.333	3.873 2.750	451.94 730.77	1242.84 2009.63	621.42 1004.82
4	1.400	GL -18.500 GL -19.900	砂質土	11.00	188.70 204.10	0.00	36.0 -6.000	4.778 2.750	901.59 975.17	2479.38 2681.72	1239.69 1340.86

(2) 橋軸直角方向

1) 低減なし

上載土

No	層厚 h (m)	標高 (m)	土質名	単位重量 γ (kN/m ³)	上載荷重 q (kN/m ²)
1	2.700	GL +2.700 GL +0.000	粘性土	16.00	0.00 43.20

No	層厚 h (m)	標高 (m)	土質名	単位重量 γ (kN/m ³)	上載荷重 q (kN/m ²)	粘着力 c (kN/m ²)	ϕ δ_E (度)	K_{EP} $\eta_p \cdot \alpha_p$	土圧強度 p _u (kN/m ²)	1列目 地盤反力度 p _{1H} (kN/m ²)	2列目以降 地盤反力度 p _{2H} (kN/m ²)
2	10.500	GL +0.000 GL -10.500	粘性土	7.00	43.20 116.70	60.00	0.0 0.000	1.000 1.500	163.20 236.70	244.80 355.05	244.80 355.05
3	8.000	GL -10.500 GL -18.500	砂質土	9.00	116.70 188.70	0.00	32.0 -5.333	3.873 2.542	451.94 730.77	1148.69 1857.39	574.34 928.69
4	1.400	GL -18.500 GL -19.900	砂質土	11.00	188.70 204.10	0.00	36.0 -6.000	4.778 2.542	901.59 975.17	2291.54 2478.56	1145.77 1239.28

2) タイプI低減時

上載土

No	層厚 h (m)	標高 (m)	土質名	単位重量 γ (kN/m ³)	上載荷重 q (kN/m ²)
1	2.700	GL +2.700 GL +0.000	粘性土	16.00	0.00 43.20

No	層厚 h (m)	標高 (m)	土質名	単位重量 γ (kN/m ³)	上載荷重 q (kN/m ²)	粘着力 c (kN/m ²)	ϕ δ_E (度)	K_{EP} $\eta_p \cdot \alpha_p$	土圧強度 p _u (kN/m ²)	1列目 地盤反力度 p _{1H} (kN/m ²)	2列目以降 地盤反力度 p _{2H} (kN/m ²)
2	10.500	GL +0.000 GL -10.500	粘性土	7.00	43.20 116.70	60.00	0.0 0.000	1.000 1.500	163.20 236.70	244.80 355.05	244.80 355.05
3	8.000	GL -10.500 GL -18.500	砂質土	9.00	116.70 188.70	0.00	32.0 -5.333	3.873 2.542	451.94 730.77	1148.69 1857.39	574.34 928.69
4	1.400	GL -18.500 GL -19.900	砂質土	11.00	188.70 204.10	0.00	36.0 -6.000	4.778 2.542	901.59 975.17	2291.54 2478.56	1145.77 1239.28

3) タイプII低減時

上載土

No	層厚 h (m)	標高 (m)	土質名	単位重量 γ (kN/m ³)	上載荷重 q (kN/m ²)
1	2.700	GL +2.700 GL +0.000	粘性土	16.00	0.00 43.20

No	層厚 h (m)	標高 (m)	土質名	単位重量 γ (kN/m ³)	上載荷重 q (kN/m ²)	粘着力 c (kN/m ²)	ϕ δ_E (度)	K_{EP} $\eta_p \cdot \alpha_p$	土圧強度 p _u (kN/m ²)	1列目 地盤反力度 p _{1H} (kN/m ²)	2列目以降 地盤反力度 p _{2H} (kN/m ²)
2	10.500	GL +0.000 GL -10.500	粘性土	7.00	43.20 116.70	60.00	0.0 0.000	1.000 1.500	163.20 236.70	244.80 355.05	244.80 355.05
3	8.000	GL -10.500 GL -18.500	砂質土	9.00	116.70 188.70	0.00	32.0 -5.333	3.873 2.542	451.94 730.77	1148.69 1857.39	574.34 928.69
4	1.400	GL -18.500 GL -19.900	砂質土	11.00	188.70 204.10	0.00	36.0 -6.000	4.778 2.542	901.59 975.17	2291.54 2478.56	1145.77 1239.28

3-5 M-φ 曲線

3-5-1 杭断面性能

・主鉄筋の断面諸条件

杭径 1200.0 mm 鉄筋材質 SD345 降伏強度 345.0 N/mm²

No	区間長 (m)	段番号	かぶり (mm)	鉄筋径	本数	鉄筋量 (mm ²)	換算断面積 (mm ²)	換算断面二次 (mm ⁴)
1	9.580	1段目	160.0	D32	22.0	17472.4	1.2708×10 ⁶	1.15318×10 ¹¹
		2段目						
		3段目						
2	2.315	1段目	160.0	D32	11.0	8736.2	1.2009×10 ⁶	1.08553×10 ¹¹
		2段目						
		3段目						
3	8.105	1段目	160.0	D25	11.0	5573.7	1.1756×10 ⁶	1.06104×10 ¹¹
		2段目						
		3段目						

・帯鉄筋、横拘束鉄筋の断面諸条件

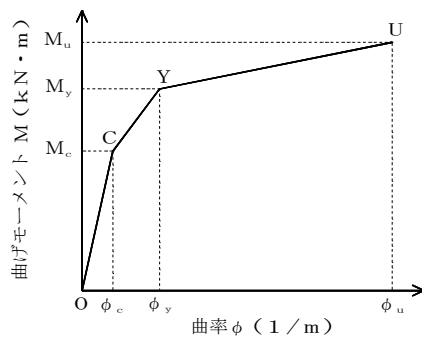
杭径 1200.0 mm 鉄筋材質 SD345 降伏強度 345.0 N/mm²

No	区間長 (m)	帯鉄筋				横拘束鉄筋		
		径 (mm)	ピッチ (mm)	本数	断面積 (mm ²)	ピッチ (mm)	有効長 (mm)	断面積 (mm ²)
1	2.400	D19	150.0	2.0	573.0	150.0	880.0	286.500
2	17.600	D19	300.0	2.0	573.0	300.0	880.0	286.500

3-5-2 杭体の曲げモーメント～曲率関係

(1) 橋軸方向

1) タイプ I ・浮力なし

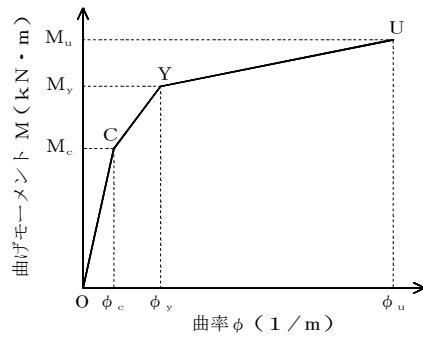
M-φ 軸力 $P_n = 0.00$ (kN)

No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN·m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN·m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN·m)
1	2.400	2.400	1.276×10^{-4}	367.80	2.617×10^{-3}	1753.62	4.143×10^{-2}	2764.38
2	7.180	9.580	1.276×10^{-4}	367.80	2.581×10^{-3}	1773.58	2.160×10^{-2}	2687.20
3	2.315	11.895	1.276×10^{-4}	346.23	2.345×10^{-3}	962.17	2.849×10^{-2}	1467.26
4	8.105	20.000	1.276×10^{-4}	338.41	2.223×10^{-3}	643.59	3.518×10^{-2}	991.69

M-φ 軸力 $P_n = 1518.50$ (kN)

No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN·m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN·m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN·m)
1	2.400	2.400	2.072×10^{-4}	597.47	2.902×10^{-3}	2230.35	3.523×10^{-2}	3338.69
2	7.180	9.580	2.072×10^{-4}	597.47	2.852×10^{-3}	2257.85	1.840×10^{-2}	3224.97
3	2.315	11.895	2.119×10^{-4}	575.00	2.685×10^{-3}	1505.24	2.262×10^{-2}	2084.61
4	8.105	20.000	2.137×10^{-4}	566.84	2.608×10^{-3}	1220.43	2.532×10^{-2}	1645.12

2) タイプ I ・浮力あり

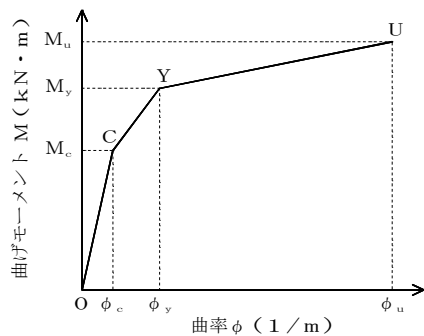
M-φ 軸力 $P_n = 0.00$ (kN)

No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN・m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN・m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN・m)
1	2.400	2.400	1.276×10^{-4}	367.80	2.617×10^{-3}	1753.62	4.143×10^{-2}	2764.38
2	7.180	9.580	1.276×10^{-4}	367.80	2.581×10^{-3}	1773.58	2.160×10^{-2}	2687.20
3	2.315	11.895	1.276×10^{-4}	346.23	2.345×10^{-3}	962.17	2.849×10^{-2}	1467.26
4	8.105	20.000	1.276×10^{-4}	338.41	2.223×10^{-3}	643.59	3.518×10^{-2}	991.69

M-φ 軸力 $P_n = 1326.08$ (kN)

No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN・m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN・m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN・m)
1	2.400	2.400	1.971×10^{-4}	568.37	2.867×10^{-3}	2171.89	3.577×10^{-2}	3271.17
2	7.180	9.580	1.971×10^{-4}	568.37	2.818×10^{-3}	2198.53	1.878×10^{-2}	3158.85
3	2.315	11.895	2.012×10^{-4}	546.01	2.644×10^{-3}	1439.73	2.330×10^{-2}	2008.93
4	8.105	20.000	2.028×10^{-4}	537.90	2.564×10^{-3}	1151.57	2.620×10^{-2}	1565.74

3) タイプII・浮力なし

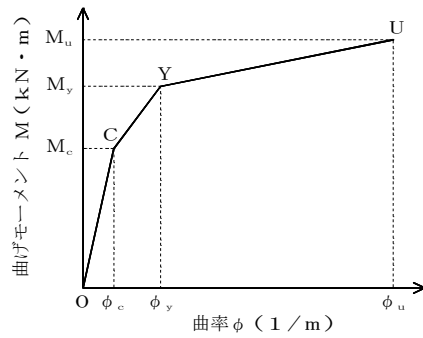
M-phi 軸力 $P_n = 0.00$ (kN)

No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN·m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN·m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN·m)
1	2.400	2.400	1.276×10^{-4}	367.80	2.617×10^{-3}	1753.62	4.143×10^{-2}	2764.38
2	7.180	9.580	1.276×10^{-4}	367.80	2.581×10^{-3}	1773.58	2.160×10^{-2}	2687.20
3	2.315	11.895	1.276×10^{-4}	346.23	2.345×10^{-3}	962.17	2.849×10^{-2}	1467.26
4	8.105	20.000	1.276×10^{-4}	338.41	2.223×10^{-3}	643.59	3.518×10^{-2}	991.69

M-phi 軸力 $P_n = 1518.50$ (kN)

No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN·m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN·m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN·m)
1	2.400	2.400	2.072×10^{-4}	597.47	2.902×10^{-3}	2230.35	3.523×10^{-2}	3338.69
2	7.180	9.580	2.072×10^{-4}	597.47	2.852×10^{-3}	2257.85	1.840×10^{-2}	3224.97
3	2.315	11.895	2.119×10^{-4}	575.00	2.685×10^{-3}	1505.24	2.262×10^{-2}	2084.61
4	8.105	20.000	2.137×10^{-4}	566.84	2.608×10^{-3}	1220.43	2.532×10^{-2}	1645.12

4) タイプII・浮力あり

M- ϕ 軸力 $P_n = 0.00$ (kN)

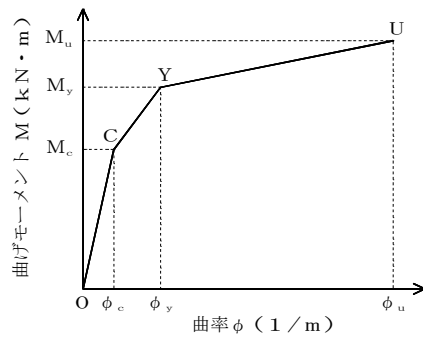
No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN·m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN·m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN·m)
1	2.400	2.400	1.276×10^{-4}	367.80	2.617×10^{-3}	1753.62	4.143×10^{-2}	2764.38
2	7.180	9.580	1.276×10^{-4}	367.80	2.581×10^{-3}	1773.58	2.160×10^{-2}	2687.20
3	2.315	11.895	1.276×10^{-4}	346.23	2.345×10^{-3}	962.17	2.849×10^{-2}	1467.26
4	8.105	20.000	1.276×10^{-4}	338.41	2.223×10^{-3}	643.59	3.518×10^{-2}	991.69

M- ϕ 軸力 $P_n = 1326.08$ (kN)

No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN·m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN·m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN·m)
1	2.400	2.400	1.971×10^{-4}	568.37	2.867×10^{-3}	2171.89	3.577×10^{-2}	3271.17
2	7.180	9.580	1.971×10^{-4}	568.37	2.818×10^{-3}	2198.53	1.878×10^{-2}	3158.85
3	2.315	11.895	2.012×10^{-4}	546.01	2.644×10^{-3}	1439.73	2.330×10^{-2}	2008.93
4	8.105	20.000	2.028×10^{-4}	537.90	2.564×10^{-3}	1151.57	2.620×10^{-2}	1565.74

(2) 橋軸直角方向

1) タイプ I ・ 浮力なし

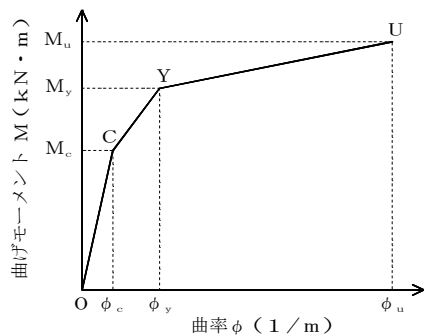
M-φ 軸力 $P_n = 0.00$ (kN)

No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN·m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN·m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN·m)
1	2.400	2.400	1.276×10^{-4}	367.80	2.617×10^{-3}	1753.62	4.143×10^{-2}	2764.38
2	7.180	9.580	1.276×10^{-4}	367.80	2.581×10^{-3}	1773.58	2.160×10^{-2}	2687.20
3	2.315	11.895	1.276×10^{-4}	346.23	2.345×10^{-3}	962.17	2.849×10^{-2}	1467.26
4	8.105	20.000	1.276×10^{-4}	338.41	2.223×10^{-3}	643.59	3.518×10^{-2}	991.69

M-φ 軸力 $P_n = 1487.32$ (kN)

No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN·m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN·m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN·m)
1	2.400	2.400	2.056×10^{-4}	592.75	2.896×10^{-3}	2220.91	3.531×10^{-2}	3327.84
2	7.180	9.580	2.056×10^{-4}	592.75	2.846×10^{-3}	2248.27	1.846×10^{-2}	3214.29
3	2.315	11.895	2.101×10^{-4}	570.30	2.678×10^{-3}	1494.68	2.273×10^{-2}	2072.41
4	8.105	20.000	2.119×10^{-4}	562.15	2.601×10^{-3}	1209.34	2.546×10^{-2}	1632.30

2) タイプ I ・ 浮力あり

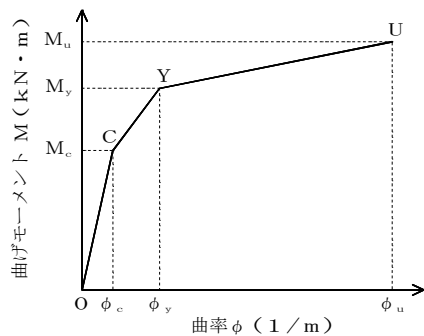
M-phi 軸力 $P_n = 0.00$ (kN)

No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN・m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN・m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN・m)
1	2.400	2.400	1.276×10^{-4}	367.80	2.617×10^{-3}	1753.62	4.143×10^{-2}	2764.38
2	7.180	9.580	1.276×10^{-4}	367.80	2.581×10^{-3}	1773.58	2.160×10^{-2}	2687.20
3	2.315	11.895	1.276×10^{-4}	346.23	2.345×10^{-3}	962.17	2.849×10^{-2}	1467.26
4	8.105	20.000	1.276×10^{-4}	338.41	2.223×10^{-3}	643.59	3.518×10^{-2}	991.69

M-phi 軸力 $P_n = 1305.58$ (kN)

No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN・m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN・m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN・m)
1	2.400	2.400	1.961×10^{-4}	565.27	2.863×10^{-3}	2165.63	3.585×10^{-2}	3263.55
2	7.180	9.580	1.961×10^{-4}	565.27	2.815×10^{-3}	2192.18	1.882×10^{-2}	3151.77
3	2.315	11.895	2.001×10^{-4}	542.92	2.640×10^{-3}	1432.70	2.337×10^{-2}	2000.76
4	8.105	20.000	2.016×10^{-4}	534.81	2.559×10^{-3}	1144.17	2.629×10^{-2}	1557.24

3) タイプII・浮力なし

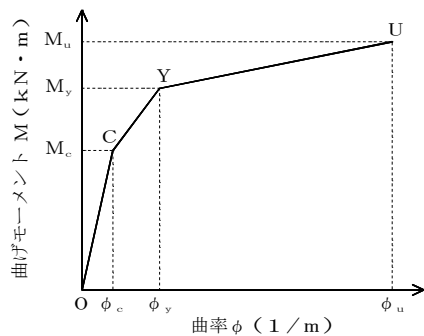
M-φ 軸力 $P_n = 0.00$ (kN)

No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN·m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN·m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN·m)
1	2.400	2.400	1.276×10^{-4}	367.80	2.617×10^{-3}	1753.62	4.143×10^{-2}	2764.38
2	7.180	9.580	1.276×10^{-4}	367.80	2.581×10^{-3}	1773.58	2.160×10^{-2}	2687.20
3	2.315	11.895	1.276×10^{-4}	346.23	2.345×10^{-3}	962.17	2.849×10^{-2}	1467.26
4	8.105	20.000	1.276×10^{-4}	338.41	2.223×10^{-3}	643.59	3.518×10^{-2}	991.69

M-φ 軸力 $P_n = 1487.32$ (kN)

No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN·m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN·m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN·m)
1	2.400	2.400	2.056×10^{-4}	592.75	2.896×10^{-3}	2220.91	3.531×10^{-2}	3327.84
2	7.180	9.580	2.056×10^{-4}	592.75	2.846×10^{-3}	2248.27	1.846×10^{-2}	3214.29
3	2.315	11.895	2.101×10^{-4}	570.30	2.678×10^{-3}	1494.68	2.273×10^{-2}	2072.41
4	8.105	20.000	2.119×10^{-4}	562.15	2.601×10^{-3}	1209.34	2.546×10^{-2}	1632.30

4) タイプⅡ・浮力あり

M- ϕ 軸力 $P_n = 0.00$ (kN)

No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN·m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN·m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN·m)
1	2.400	2.400	1.276×10^{-4}	367.80	2.617×10^{-3}	1753.62	4.143×10^{-2}	2764.38
2	7.180	9.580	1.276×10^{-4}	367.80	2.581×10^{-3}	1773.58	2.160×10^{-2}	2687.20
3	2.315	11.895	1.276×10^{-4}	346.23	2.345×10^{-3}	962.17	2.849×10^{-2}	1467.26
4	8.105	20.000	1.276×10^{-4}	338.41	2.223×10^{-3}	643.59	3.518×10^{-2}	991.69

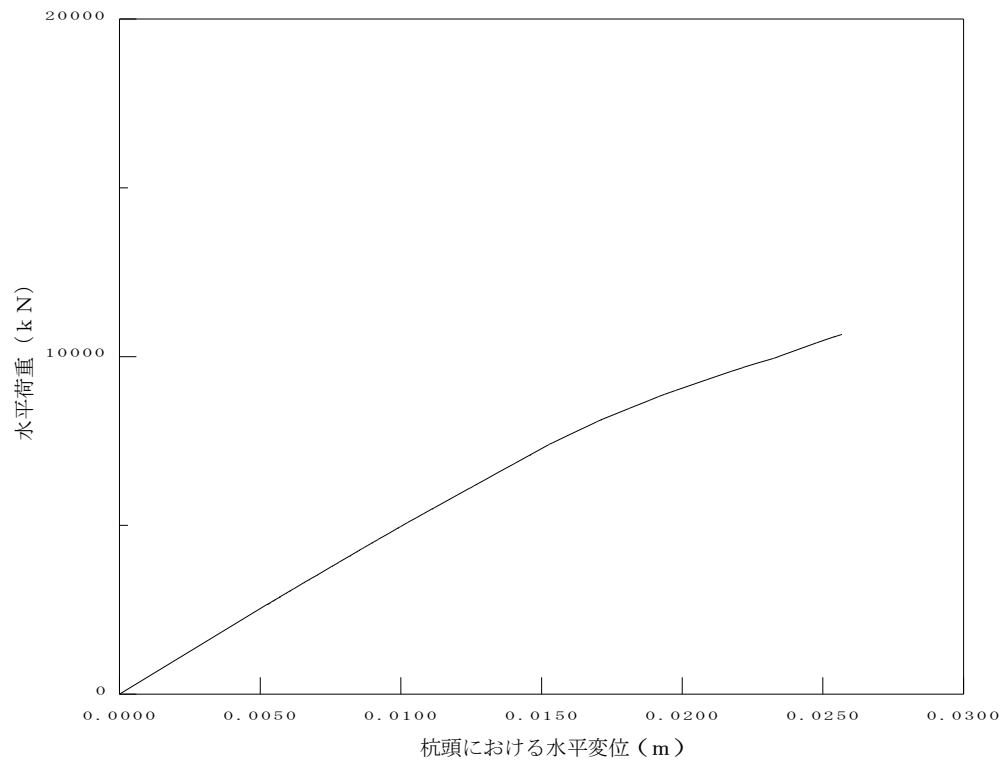
M- ϕ 軸力 $P_n = 1305.58$ (kN)

No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN·m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN·m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN·m)
1	2.400	2.400	1.961×10^{-4}	565.27	2.863×10^{-3}	2165.63	3.585×10^{-2}	3263.55
2	7.180	9.580	1.961×10^{-4}	565.27	2.815×10^{-3}	2192.18	1.882×10^{-2}	3151.77
3	2.315	11.895	2.001×10^{-4}	542.92	2.640×10^{-3}	1432.70	2.337×10^{-2}	2000.76
4	8.105	20.000	2.016×10^{-4}	534.81	2.559×10^{-3}	1144.17	2.629×10^{-2}	1557.24

3-6 評価結果

3-6-1 橋軸方向(タイプ I ・浮力無視)

(1) 荷重-変位曲線



(2) 荷重—変位曲線詳細

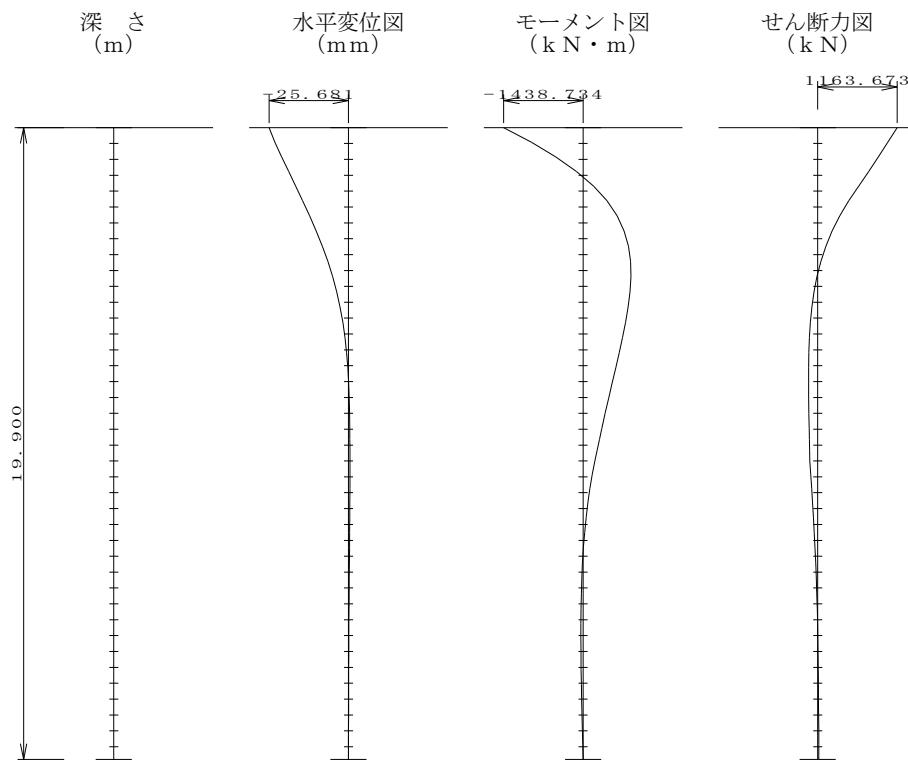
No	α_i	水平 震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状 態
1	0.1704	0.222	2656.62	0.0052	0.9283	0.0157		1列目の杭がひび割れた
2	0.1704	0.222	2656.81	0.0052	0.9284	0.0157		2列目の杭がひび割れた
3	0.1705	0.222	2658.27	0.0052	0.9289	0.0157		1列目の杭がひび割れた
4	0.1705	0.222	2658.50	0.0052	0.9289	0.0157		2列目の杭がひび割れた
5	0.1706	0.222	2660.28	0.0052	0.9296	0.0158		1列目の杭がひび割れた
6	0.1707	0.222	2660.56	0.0052	0.9297	0.0158		2列目の杭がひび割れた
7	0.1721	0.224	2682.89	0.0053	0.9376	0.0159		1列目の杭がひび割れた
8	0.1721	0.224	2683.01	0.0053	0.9376	0.0159		2列目の杭がひび割れた
9	0.1732	0.225	2699.85	0.0053	0.9436	0.0160		1列目の杭がひび割れた
10	0.1732	0.225	2700.20	0.0053	0.9438	0.0160		2列目の杭がひび割れた
11	0.1742	0.227	2716.40	0.0054	0.9496	0.0161		1列目の杭がひび割れた
12	0.1742	0.227	2716.41	0.0054	0.9496	0.0161		2列目の杭がひび割れた
13	0.1765	0.229	2752.10	0.0054	0.9625	0.0163		1列目の杭がひび割れた
14	0.1766	0.230	2752.50	0.0054	0.9626	0.0163		2列目の杭がひび割れた
15	0.1786	0.232	2784.82	0.0055	0.9742	0.0165		2列目の杭がひび割れた
16	0.1786	0.232	2784.87	0.0055	0.9742	0.0165		1列目の杭がひび割れた
17	0.1837	0.239	2863.98	0.0057	1.0028	0.0170		2列目の杭がひび割れた
18	0.1837	0.239	2864.10	0.0057	1.0029	0.0170		1列目の杭がひび割れた
19	0.1847	0.240	2879.82	0.0057	1.0085	0.0171		1列目の杭がひび割れた
20	0.1848	0.240	2880.26	0.0057	1.0087	0.0171		2列目の杭がひび割れた
21	0.1914	0.249	2984.47	0.0059	1.0466	0.0177		2列目の杭がひび割れた
22	0.1914	0.249	2984.68	0.0059	1.0466	0.0177		1列目の杭がひび割れた
23	0.1956	0.254	3050.15	0.0060	1.0705	0.0181		1列目の杭がひび割れた
24	0.1957	0.254	3050.54	0.0060	1.0706	0.0181		2列目の杭がひび割れた
25	0.2005	0.261	3125.18	0.0062	1.0978	0.0186		2列目の杭がひび割れた
26	0.2005	0.261	3125.42	0.0062	1.0978	0.0186		1列目の杭がひび割れた
27	0.2120	0.276	3304.74	0.0066	1.1631	0.0197		2列目の杭がひび割れた
28	0.2120	0.276	3304.98	0.0066	1.1632	0.0197		1列目の杭がひび割れた
29	0.2175	0.283	3390.54	0.0067	1.1943	0.0202		2列目の杭がひび割れた
30	0.2175	0.283	3390.60	0.0067	1.1944	0.0202		1列目の杭がひび割れた
31	0.2258	0.294	3520.23	0.0070	1.2417	0.0210		2列目の杭がひび割れた
32	0.2258	0.294	3520.46	0.0070	1.2418	0.0210		1列目の杭がひび割れた
33	0.2428	0.316	3784.57	0.0075	1.3383	0.0227		2列目の杭がひび割れた
34	0.2428	0.316	3784.71	0.0075	1.3384	0.0227		1列目の杭がひび割れた
35	0.2500	0.325	3896.79	0.0078	1.3794	0.0234		2列目の杭がひび割れた
36	0.2500	0.325	3898.03	0.0078	1.3798	0.0234		1列目の杭がひび割れた
37	0.2630	0.342	4100.15	0.0082	1.4537	0.0246		2列目の杭がひび割れた
38	0.2630	0.342	4100.17	0.0082	1.4537	0.0246		1列目の杭がひび割れた
39	0.2709	0.352	4223.99	0.0084	1.4990	0.0254		1列目の杭がひび割れた
40	0.2710	0.352	4224.91	0.0084	1.4993	0.0254		2列目の杭がひび割れた
41	0.2730	0.355	4256.04	0.0085	1.5107	0.0256		3列目の杭がひび割れた
42	0.2731	0.355	4258.25	0.0085	1.5115	0.0256		3列目の杭がひび割れた
43	0.2733	0.355	4260.90	0.0085	1.5125	0.0256		3列目の杭がひび割れた
44	0.2756	0.358	4296.82	0.0086	1.5257	0.0258		3列目の杭がひび割れた
45	0.2771	0.360	4320.40	0.0086	1.5344	0.0260		3列目の杭がひび割れた
46	0.2789	0.363	4348.42	0.0087	1.5448	0.0262		3列目の杭がひび割れた
47	0.2821	0.367	4398.10	0.0088	1.5632	0.0265		3列目の杭がひび割れた
48	0.2856	0.371	4452.46	0.0089	1.5834	0.0268		3列目の杭がひび割れた
49	0.2868	0.373	4471.47	0.0090	1.5904	0.0269		1列目の杭がひび割れた
50	0.2868	0.373	4471.65	0.0090	1.5905	0.0269		2列目の杭がひび割れた
51	0.2933	0.381	4572.08	0.0092	1.6278	0.0276		3列目の杭がひび割れた
52	0.2942	0.382	4586.79	0.0092	1.6333	0.0277		3列目の杭がひび割れた
53	0.3049	0.396	4753.98	0.0095	1.6956	0.0287		3列目の杭がひび割れた
54	0.3101	0.403	4835.05	0.0097	1.7258	0.0292		3列目の杭がひび割れた
55	0.3158	0.411	4922.98	0.0099	1.7586	0.0298		1列目の杭がひび割れた
56	0.3158	0.411	4923.46	0.0099	1.7588	0.0298		2列目の杭がひび割れた
57	0.3176	0.413	4951.04	0.0100	1.7691	0.0299		2列目の杭がひび割れた
58	0.3179	0.413	4956.17	0.0100	1.7710	0.0300		1列目の杭がひび割れた
59	0.3184	0.414	4964.57	0.0100	1.7741	0.0300		3列目の杭がひび割れた
60	0.3264	0.424	5088.67	0.0102	1.8205	0.0308		1列目の杭がひび割れた
61	0.3265	0.425	5090.75	0.0102	1.8213	0.0308		2列目の杭がひび割れた
62	0.3353	0.436	5227.53	0.0105	1.8719	0.0317		3列目の杭がひび割れた
63	0.3428	0.446	5344.62	0.0108	1.9152	0.0324		3列目の杭がひび割れた
64	0.3514	0.457	5478.64	0.0111	1.9649	0.0333		1列目の杭がひび割れた
65	0.3515	0.457	5479.21	0.0111	1.9651	0.0333		2列目の杭がひび割れた
66	0.3549	0.461	5532.31	0.0112	1.9848	0.0336		3列目の杭がひび割れた
67	0.3786	0.492	5901.83	0.0120	2.1219	0.0360		3列目の杭がひび割れた
68	0.3919	0.510	6110.30	0.0125	2.1992	0.0373		2列目の杭がひび割れた
69	0.3923	0.510	6115.41	0.0125	2.2011	0.0373		1列目の杭がひび割れた

No	α_i	水平震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状態
70	0.3954	0.514	6164.29	0.0126	2.2192	0.0377		3列目の杭がひび割れた
71	0.3982	0.518	6207.23	0.0127	2.2351	0.0379		1列目の杭がひび割れた
72	0.3982	0.518	6208.27	0.0127	2.2355	0.0379		2列目の杭がひび割れた
73	0.4065	0.528	6336.81	0.0130	2.2832	0.0388		3列目の杭がひび割れた
74	0.4222	0.549	6581.90	0.0135	2.3741	0.0403		3列目の杭がひび割れた
75	0.4374	0.569	6819.11	0.0140	2.4621	0.0418		1列目の杭がひび割れた
76	0.4378	0.569	6824.56	0.0140	2.4641	0.0419		2列目の杭がひび割れた
77	0.4392	0.571	6847.42	0.0141	2.4725	0.0420		3列目の杭がひび割れた
78	0.4545	0.591	7085.40	0.0146	2.5608	0.0435		1列目の杭がひび割れた
79	0.4546	0.591	7087.09	0.0146	2.5614	0.0435		2列目の杭がひび割れた
80	0.4742	0.616	7392.59	0.0153	2.6747	0.0455		3列目の杭の地盤が塑性化した
81	0.4747	0.617	7400.55	0.0153	2.6777	0.0455		2列目の杭の地盤が塑性化した
82	0.4747	0.617	7400.89	0.0153	2.6778	0.0455		1列目の杭の地盤が塑性化した
83	0.4779	0.621	7450.80	0.0154	2.6970	0.0459		3列目の杭がひび割れた
84	0.4929	0.641	7684.09	0.0160	2.7865	0.0475		3列目の杭がひび割れた
85	0.5133	0.667	8002.41	0.0168	2.9077	0.0496		3列目の杭がひび割れた
86	0.5173	0.673	8064.87	0.0170	2.9316	0.0501		3列目の杭がひび割れた
87	0.5178	0.673	8073.19	0.0170	2.9347	0.0501		1列目の杭がひび割れた
88	0.5180	0.673	8075.18	0.0170	2.9355	0.0501		2列目の杭がひび割れた
89	0.5189	0.675	8090.05	0.0170	2.9412	0.0503		3列目の杭の地盤が塑性化した
90	0.5212	0.678	8124.80	0.0171	2.9545	0.0505		2列目の杭の地盤が塑性化した
91	0.5212	0.678	8124.96	0.0171	2.9546	0.0505		1列目の杭の地盤が塑性化した
92	0.5433	0.706	8469.86	0.0181	3.0903	0.0530		1列目の杭がひび割れた
93	0.5436	0.707	8474.19	0.0181	3.0920	0.0531		2列目の杭がひび割れた
94	0.5586	0.726	8708.14	0.0188	3.1834	0.0548		3列目の杭がひび割れた
95	0.5654	0.735	8814.56	0.0192	3.2249	0.0556		3列目の杭の地盤が塑性化した
96	0.5697	0.741	8882.09	0.0194	3.2515	0.0561		2列目の杭の地盤が塑性化した
97	0.5697	0.741	8882.10	0.0194	3.2515	0.0561		1列目の杭の地盤が塑性化した
98	0.5733	0.745	8937.55	0.0196	3.2738	0.0566		1列目の杭がひび割れた
99	0.5734	0.745	8938.95	0.0196	3.2744	0.0566		2列目の杭がひび割れた
100	0.5770	0.750	8995.09	0.0198	3.2970	0.0570		3列目の杭がひび割れた
101	0.5973	0.777	9312.20	0.0209	3.4245	0.0596		3列目の杭がひび割れた
102	0.6136	0.798	9565.31	0.0217	3.5263	0.0616		3列目の杭の地盤が塑性化した
103	0.6207	0.807	9676.77	0.0222	3.5715	0.0625		1列目の杭の地盤が塑性化した
104	0.6207	0.807	9676.90	0.0222	3.5715	0.0625		2列目の杭の地盤が塑性化した
105	0.6309	0.820	9836.02	0.0228	3.6373	0.0639		1列目の杭がひび割れた
106	0.6310	0.820	9837.49	0.0228	3.6379	0.0639		2列目の杭がひび割れた
107	0.6381	0.830	9947.93	0.0232	3.6836	0.0649		3列目の杭がひび割れた
108	0.6385	0.830	9953.58	0.0233	3.6859	0.0649	L	荷重変化点に達した
109	0.6593	0.830	9994.14	0.0234	3.6915	0.0651		1列目の杭がひび割れた
110	0.6608	0.830	9997.03	0.0234	3.6919	0.0651		2列目の杭がひび割れた
111	0.6609	0.830	9997.22	0.0234	3.6919	0.0651		3列目の杭がひび割れた
112	0.8704	0.830	10405.43	0.0248	3.7473	0.0671		3列目の杭の地盤が塑性化した
113	0.9638	0.830	10587.40	0.0254	3.7725	0.0680		1列目の杭の地盤が塑性化した
114	0.9639	0.830	10587.65	0.0254	3.7725	0.0680		2列目の杭の地盤が塑性化した
115	0.9775	0.830	10614.12	0.0255	3.7763	0.0682		3列目の杭がひび割れた
116	0.9912	0.830	10640.80	0.0256	3.7802	0.0683		1列目の杭がひび割れた
117	0.9918	0.830	10642.05	0.0256	3.7804	0.0683		2列目の杭がひび割れた
118	1.0000	0.830	10657.97	0.0257	3.7827	0.0684	F	作用荷重が全載荷された

(3) 断面力及び変位

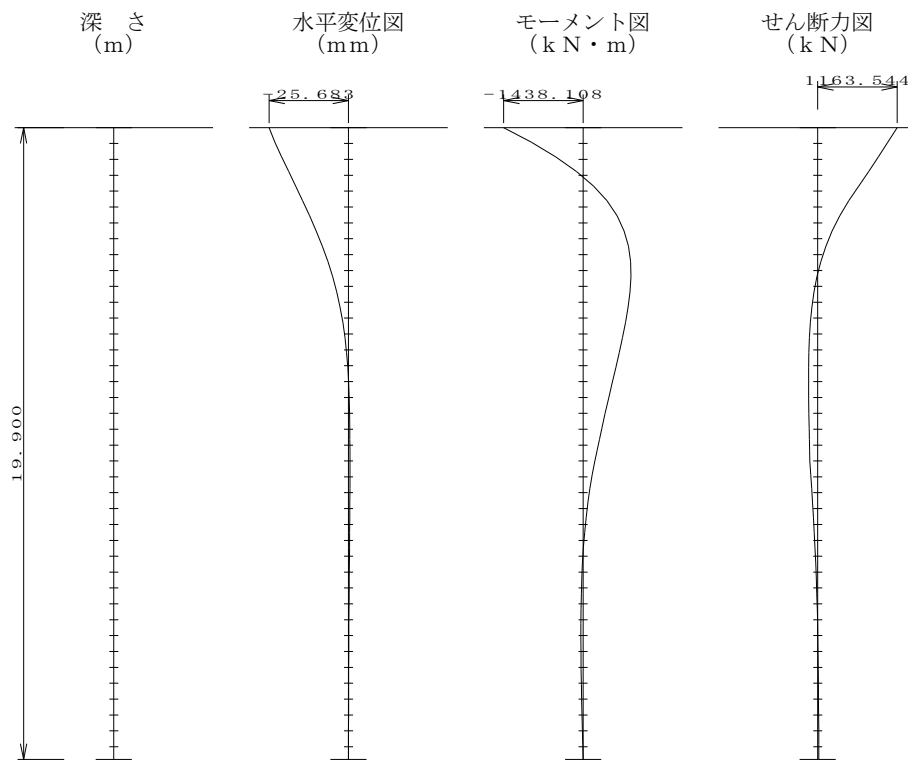
1) 1列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	-8.450	-25.681	3.781	-1438.734	1163.673
0.460	-8.450	-23.763	4.515	-935.310	1027.128
0.920	-8.450	-21.602	4.860	-495.376	887.981
1.380	-8.450	-19.353	4.908	-120.138	746.181
1.840	-8.450	-17.095	4.901	189.174	601.728
2.300	-8.450	-14.850	4.851	431.339	454.619
2.779	-8.450	-12.571	4.657	616.244	321.602
3.257	-8.450	-10.416	4.332	742.666	210.180
3.736	-8.450	-8.438	3.923	820.647	118.825
4.215	-8.450	-6.669	3.465	859.335	45.678
4.693	-8.450	-5.124	2.989	866.949	-11.363
5.172	-8.450	-3.806	2.517	850.668	-54.525
5.651	-8.450	-2.710	2.066	816.614	-85.981
6.129	-8.450	-1.823	1.649	769.895	-107.817
6.608	-8.450	-1.124	1.275	714.624	-121.976
7.087	-8.450	-0.593	0.949	654.063	-130.187
7.565	-8.450	-0.206	0.675	590.703	-133.961
8.044	-8.450	0.063	0.455	526.326	-134.570
8.523	-8.450	0.240	0.288	462.206	-133.035
9.001	-8.450	0.350	0.174	399.188	-130.130
9.480	-8.450	0.418	0.113	337.767	-126.378
9.920	-8.450	0.450	0.073	295.302	-123.378
10.160	-8.450	0.469	0.039	253.889	-120.206
10.500	-8.450	0.477	0.010	213.572	-116.941
10.932	-8.450	0.474	-0.021	166.046	-103.254
11.363	-8.450	0.460	-0.044	124.396	-89.818
11.795	-8.450	0.437	-0.060	88.430	-76.913
12.274	-8.450	0.405	-0.073	54.856	-63.474
12.753	-8.450	0.368	-0.081	27.452	-51.144
13.232	-8.450	0.329	-0.084	5.668	-40.040
13.711	-8.450	0.289	-0.083	-11.102	-30.207
14.190	-8.450	0.250	-0.080	-23.466	-21.636
14.669	-8.450	0.213	-0.075	-32.020	-14.278
15.148	-8.450	0.178	-0.068	-37.326	-8.061
15.626	-8.450	0.147	-0.061	-39.907	-2.886
16.105	-8.450	0.119	-0.054	-40.239	1.353
16.584	-8.450	0.095	-0.047	-38.743	4.766
17.063	-8.450	0.074	-0.040	-35.789	7.461
17.542	-8.450	0.057	-0.034	-31.696	9.541
18.021	-8.450	0.042	-0.029	-26.733	11.100
18.500	-8.450	0.029	-0.024	-21.133	12.218
18.967	-8.450	0.018	-0.021	-14.822	14.645
19.433	-8.450	0.009	-0.019	-7.626	16.037
19.900	-8.450	0.000	-0.019	0.000	16.490



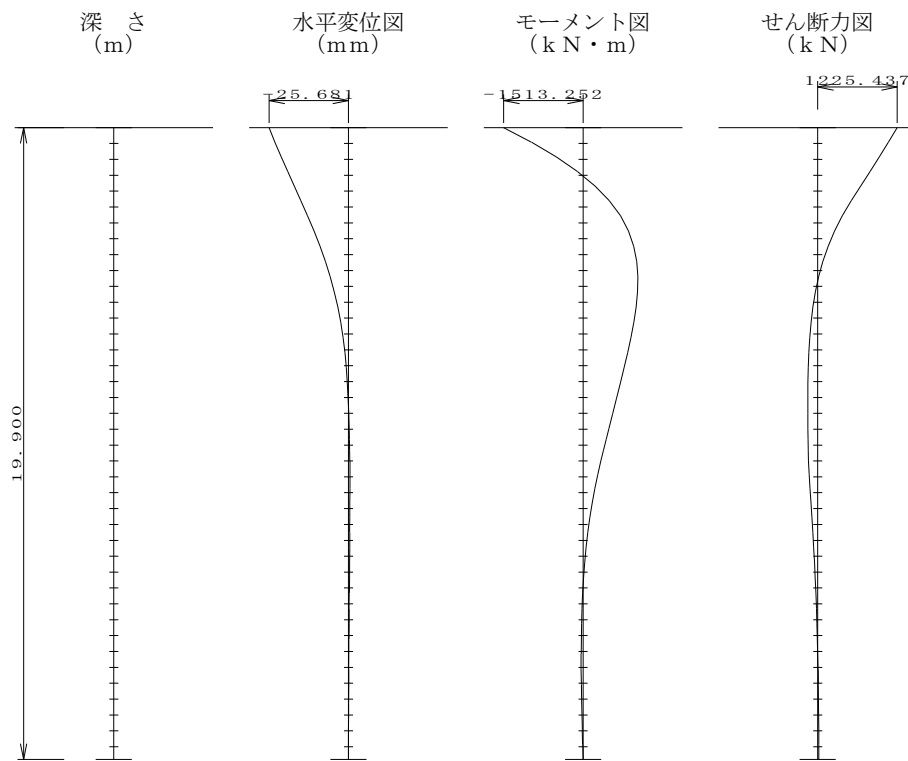
2) 2列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	3.083	-25.683	3.783	-1438.108	1163.544
0.460	3.083	-23.764	4.516	-934.744	1026.999
0.920	3.083	-21.602	4.860	-494.870	887.852
1.380	3.083	-19.353	4.909	-119.691	746.053
1.840	3.083	-17.094	4.902	189.562	601.600
2.300	3.083	-14.850	4.852	431.667	454.491
2.779	3.083	-12.569	4.657	616.513	321.483
3.257	3.083	-10.415	4.333	742.880	210.072
3.736	3.083	-8.437	3.923	820.813	118.730
4.215	3.083	-6.667	3.465	859.459	45.595
4.693	3.083	-5.123	2.989	867.036	-11.433
5.172	3.083	-3.805	2.517	850.725	-54.584
5.651	3.083	-2.709	2.065	816.644	-86.029
6.129	3.083	-1.822	1.648	769.904	-107.856
6.608	3.083	-1.123	1.274	714.616	-122.007
7.087	3.083	-0.593	0.949	654.043	-130.211
7.565	3.083	-0.206	0.675	590.672	-133.979
8.044	3.083	0.064	0.455	526.288	-134.584
8.523	3.083	0.240	0.288	462.162	-133.045
9.001	3.083	0.350	0.174	399.141	-130.136
9.480	3.083	0.418	0.113	337.716	-126.382
9.820	3.083	0.450	0.073	295.250	-123.381
10.160	3.083	0.469	0.039	253.837	-120.207
10.500	3.083	0.477	0.010	213.520	-116.942
10.932	3.083	0.474	-0.021	165.994	-103.252
11.363	3.083	0.460	-0.044	124.345	-89.813
11.795	3.083	0.437	-0.060	88.382	-76.906
12.274	3.083	0.405	-0.073	54.811	-63.466
12.753	3.083	0.368	-0.081	27.411	-51.135
13.232	3.083	0.329	-0.084	5.632	-40.031
13.711	3.083	0.289	-0.083	-11.134	-30.198
14.190	3.083	0.250	-0.080	-23.494	-21.627
14.669	3.083	0.213	-0.075	-32.044	-14.270
15.148	3.083	0.178	-0.068	-37.345	-8.053
15.626	3.083	0.147	-0.061	-39.924	-2.879
16.105	3.083	0.119	-0.054	-40.252	1.359
16.584	3.083	0.095	-0.047	-38.754	4.771
17.063	3.083	0.074	-0.040	-35.797	7.465
17.542	3.083	0.057	-0.034	-31.701	9.545
18.021	3.083	0.042	-0.029	-26.737	11.104
18.500	3.083	0.029	-0.024	-21.135	12.221
18.967	3.083	0.018	-0.021	-14.823	14.647
19.433	3.083	0.009	-0.019	-7.626	16.038
19.900	3.083	0.000	-0.019	0.000	16.491



3) 3列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	14.613	-25.681	3.779	-1513.252	1225.437
0.460	14.613	-23.801	4.367	-981.392	1088.944
0.920	14.613	-21.740	4.575	-512.991	949.799
1.380	14.613	-19.622	4.624	-109.276	808.003
1.840	14.613	-17.495	4.614	228.528	663.552
2.300	14.613	-15.385	4.555	499.197	516.447
2.779	14.613	-13.227	4.447	712.355	377.615
3.257	14.613	-11.155	4.200	863.989	259.393
3.736	14.613	-9.224	3.857	963.770	160.615
4.215	14.613	-7.472	3.455	1020.619	79.733
4.693	14.613	-5.921	3.024	1042.667	14.908
5.172	14.613	-4.578	2.586	1037.126	-35.882
5.651	14.613	-3.442	2.161	1010.232	-74.645
6.129	14.613	-2.504	1.763	967.276	-103.343
6.608	14.613	-1.747	1.403	912.608	-123.833
7.087	14.613	-1.152	1.087	849.762	-137.778
7.565	14.613	-0.696	0.821	781.524	-146.641
8.044	14.613	-0.354	0.609	709.994	-151.657
8.523	14.613	-0.101	0.452	636.784	-153.807
9.001	14.613	0.090	0.351	563.094	-153.820
9.480	14.613	0.237	0.263	489.793	-152.196
9.820	14.613	0.317	0.205	438.357	-150.277
10.160	14.613	0.377	0.154	387.659	-147.875
10.500	14.613	0.422	0.108	337.843	-145.111
10.932	14.613	0.457	0.059	277.898	-132.434
11.363	14.613	0.474	0.019	223.618	-119.016
11.795	14.613	0.475	-0.012	175.189	-105.345
12.274	14.613	0.463	-0.039	128.343	-90.363
12.753	14.613	0.439	-0.059	88.536	-75.971
13.232	14.613	0.407	-0.072	55.426	-62.473
13.711	14.613	0.371	-0.079	28.525	-50.065
14.190	14.613	0.332	-0.083	7.281	-38.863
14.669	14.613	0.292	-0.082	-8.901	-28.913
15.148	14.613	0.254	-0.080	-20.616	-20.218
15.626	14.613	0.216	-0.075	-28.460	-12.736
16.105	14.613	0.182	-0.069	-32.998	-6.396
16.584	14.613	0.150	-0.063	-34.756	-1.117
17.063	14.613	0.121	-0.057	-34.222	3.196
17.542	14.613	0.095	-0.051	-31.834	6.637
18.021	14.613	0.072	-0.046	-27.989	9.298
18.500	14.613	0.051	-0.041	-23.039	11.261
18.967	14.613	0.033	-0.038	-16.692	15.624
19.433	14.613	0.016	-0.035	-8.740	18.169
19.900	14.613	0.000	-0.034	0.000	19.005



(4) せん断力の制限値の算出
・杭基礎のせん断力の制限値

項目		記号	単位	
断面寸法	杭径	D	mm	1200.0
	部材幅	b	mm	1063.472
	部材高	h	mm	1063.472
	有効高	d	mm	927.875
軸方向鉄筋	軸方向鉄筋量	A_s	mm ²	17472.4
	軸方向引張鉄筋比	ρ_t	%	0.885
コンクリートが負担できる平均せん断応力度	基本値	τ_c	N/mm ²	0.350
	部材高dに関する補正係数	C_{de}	—	1.04121
	鉄筋比 ρ_t に関する補正係数	C_{pt}	—	1.43120
	せん断スパン比による割増係数	C_{dc}	—	1.00000
	補正係数(荷重の正負交替作用)	C_c	—	1.00000
	$\tau_c \cdot C_c \cdot C_{pt} \cdot C_{dc} \cdot C_c$	τ_{cr}	N/mm ²	0.52156
コンクリートが負担できるせん断力	補正係数	k	—	1.30
	$k \cdot \tau_{cr} \cdot b \cdot d$	—	kN/本	669.06
	発生せん断力	S_d	kN/本	1184.22
	発生軸力(死荷重作用時)	N	kN/本	1518.50
	発生曲げモーメント	M_d	kN・m/本	3338.69
	断面積	A_c	m ²	1.13097
	断面二次モーメント	I_c	m ⁴	0.10179
	図心より引張縁までの距離	y	m	0.600
	軸方向力によるコンクリートの応力度が部材引張縁で0となる曲げモーメント	M_0	kN・m/本	227.78
	$S_d \cdot M_0 / M_d$	—	kN/本	80.79
	最大のせん断力と等価なせん断応力度	τ_{cmax}	N/mm ²	1.20
	$\tau_{cmax} \cdot b \cdot d$	—	kN/本	1184.12
	特性値	S_c	kN/本	749.85
	せん断補強鉄筋	鉄筋の断面積	A_w	mm ²
鉄筋の間隔		s	mm	150
鉄筋の降伏強度の特性値		σ_{sy}	N/mm ²	345.00
せん断補強鉄筋が負担できるせん断力	せん断スパン比による低減係数	C_{ds}	—	1.00
	補正係数	k	—	1.30
	特性値	S_s	kN/本	1382.35
斜引張破壊に対するせん断力の制限値	調査・解析係数	ξ_1	—	1.00
	部材・構造係数	ξ_2	—	0.85
	抵抗係数(コンクリート)	Φ_{uc}	—	0.95
	抵抗係数(せん断補強鉄筋)	Φ_{us}	—	0.95
杭一本あたりの制限値	S_{usd}	kN/本	1721.75	
コンクリートの圧壊に対するせん断力の制限値	コンクリートが負担できる平均せん断応力度の最大値	τ_{rmax}	N/mm ²	3.20
	せん断耐力の特性値	S_{ucw}	kN/本	3157.67
	調査・解析係数	ξ_1	—	1.00
	部材・構造係数と抵抗係数の積	$\xi_2 \Phi_{ucw}$	—	1.00
	杭一本あたりの制限値	S_{ucd}	kN/本	3157.67

なお、杭基礎のせん断力の制限値は、第1断面の杭本数分とする。

$$\sum S_{usd} = S_{usd} \cdot n = 1721.75 \times 9 = 15495.79 \text{ (kN)}$$

$$\sum S_{ucd} = S_{ucd} \cdot n = 3157.67 \times 9 = 28419.05 \text{ (kN)}$$

(5) 杭基礎評価結果

設計荷重時 $\alpha_i=1.0$ の状態において杭基礎に対する評価を行う。

・杭頭断面力

杭 列 No	本数	杭頭 反力 P_N (kN)	支持力 上限値 P_{Nl} (kN)	杭頭 せん断力 S (kN)	杭頭 モーメント M_t (kN・m)	杭頭降伏 モーメント M_{vt} (kN・m)	最大 モーメント M_{max} (kN・m)	最大曲げ位置 降伏モーメント M_r (kN・m)
1	3	-4163.01	13775.26	1163.67	-1438.73	1753.62	-1438.73	1753.62
2	3	1519.06	13775.26	1163.54	-1438.11	1753.62	-1438.11	1753.62
3	3	7199.46	13775.26	1225.44	-1513.25	2230.35	-1513.25	2230.35

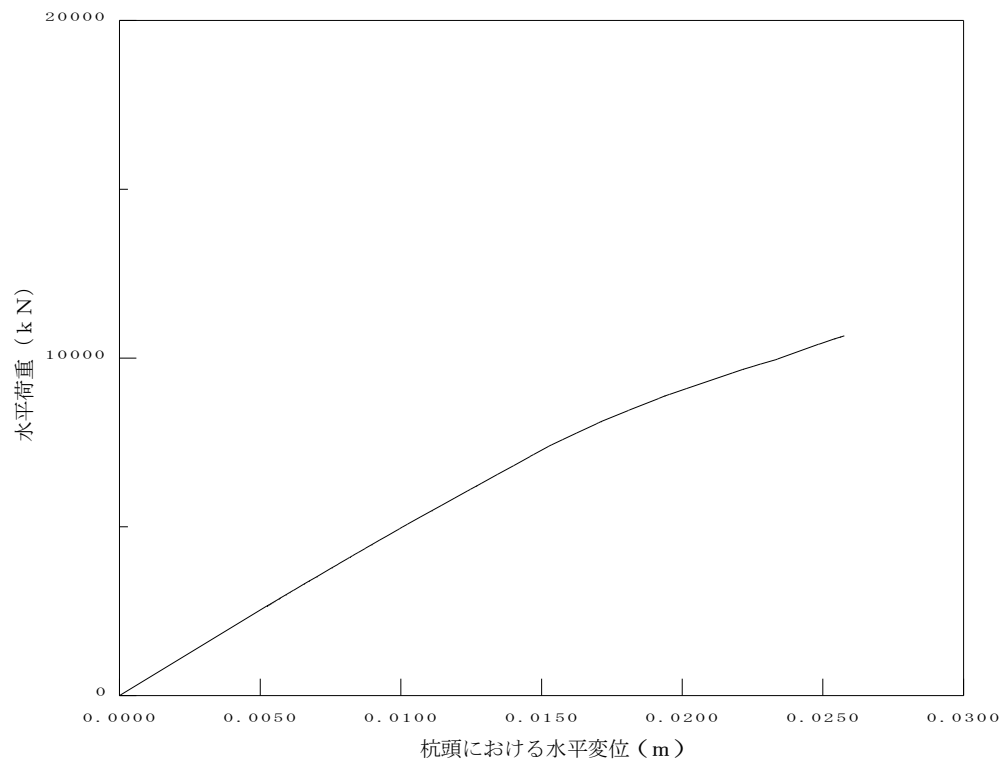
・せん断力の評価

$$\begin{aligned} \Sigma S &= 10657.96 \text{ (kN)} & \leq \Sigma S_{usd} &= 15495.79 \text{ (kN)} & \text{----- OK} \\ & & \leq \Sigma S_{ucd} &= 28419.05 \text{ (kN)} & \text{----- OK} \end{aligned}$$

ゆえに、基礎は耐力を有する。

3-6-2 橋軸方向(タイプ I ・浮力考慮)

(1) 荷重-変位曲線



(2) 荷重—変位曲線詳細

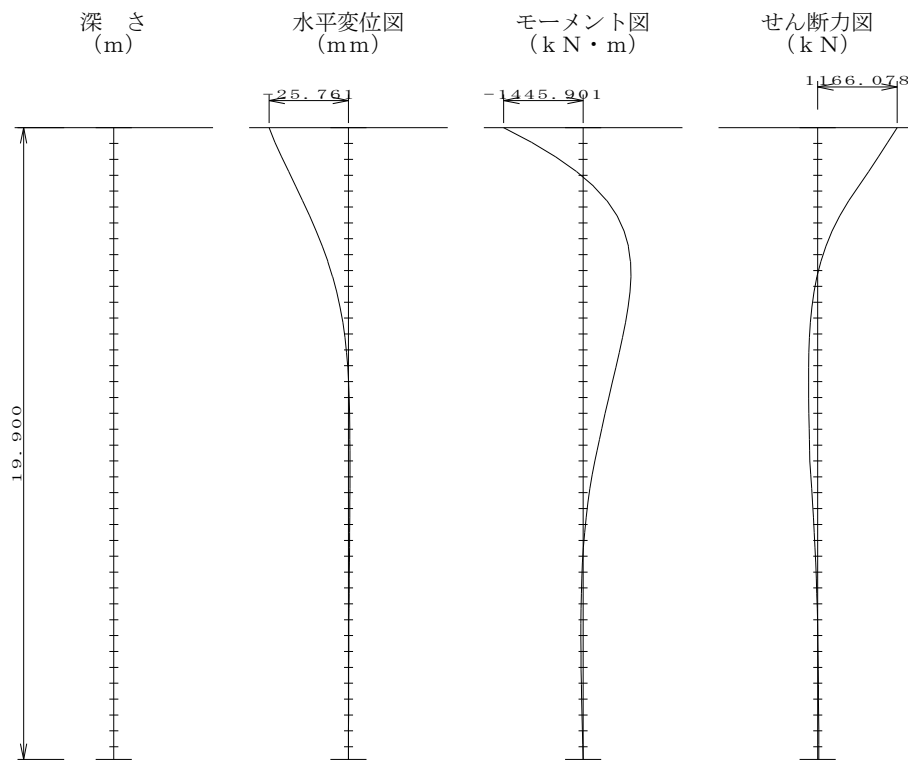
No	α_i	水平 震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状 態
1	0.1704	0.222	2656.81	0.0052	0.9284	0.0157		2列目の杭がひび割れた
2	0.1704	0.222	2656.83	0.0052	0.9284	0.0157		1列目の杭がひび割れた
3	0.1705	0.222	2658.50	0.0052	0.9289	0.0157		1列目の杭がひび割れた
4	0.1705	0.222	2658.50	0.0052	0.9289	0.0157		2列目の杭がひび割れた
5	0.1707	0.222	2660.54	0.0052	0.9297	0.0158		1列目の杭がひび割れた
6	0.1707	0.222	2660.56	0.0052	0.9297	0.0158		2列目の杭がひび割れた
7	0.1721	0.224	2683.01	0.0053	0.9376	0.0159		2列目の杭がひび割れた
8	0.1721	0.224	2683.06	0.0053	0.9376	0.0159		1列目の杭がひび割れた
9	0.1732	0.225	2700.17	0.0053	0.9438	0.0160		1列目の杭がひび割れた
10	0.1732	0.225	2700.21	0.0053	0.9438	0.0160		2列目の杭がひび割れた
11	0.1742	0.227	2716.41	0.0054	0.9496	0.0161		2列目の杭がひび割れた
12	0.1742	0.227	2716.52	0.0054	0.9496	0.0161		1列目の杭がひび割れた
13	0.1766	0.230	2752.48	0.0054	0.9626	0.0163		1列目の杭がひび割れた
14	0.1766	0.230	2752.51	0.0054	0.9626	0.0163		2列目の杭がひび割れた
15	0.1786	0.232	2784.82	0.0055	0.9742	0.0165		2列目の杭がひび割れた
16	0.1786	0.232	2784.96	0.0055	0.9743	0.0165		1列目の杭がひび割れた
17	0.1837	0.239	2863.99	0.0057	1.0028	0.0170		2列目の杭がひび割れた
18	0.1837	0.239	2864.16	0.0057	1.0029	0.0170		1列目の杭がひび割れた
19	0.1848	0.240	2880.26	0.0057	1.0087	0.0171		2列目の杭がひび割れた
20	0.1848	0.240	2880.31	0.0057	1.0087	0.0171		1列目の杭がひび割れた
21	0.1914	0.249	2984.47	0.0059	1.0466	0.0177		2列目の杭がひび割れた
22	0.1914	0.249	2984.67	0.0059	1.0466	0.0177		1列目の杭がひび割れた
23	0.1957	0.254	3050.54	0.0060	1.0706	0.0181		2列目の杭がひび割れた
24	0.1957	0.254	3050.79	0.0060	1.0707	0.0181		1列目の杭がひび割れた
25	0.2005	0.261	3125.18	0.0062	1.0978	0.0186		2列目の杭がひび割れた
26	0.2005	0.261	3125.38	0.0062	1.0978	0.0186		1列目の杭がひび割れた
27	0.2120	0.276	3304.74	0.0066	1.1631	0.0197		2列目の杭がひび割れた
28	0.2120	0.276	3304.92	0.0066	1.1632	0.0197		1列目の杭がひび割れた
29	0.2175	0.283	3390.54	0.0067	1.1943	0.0202		2列目の杭がひび割れた
30	0.2175	0.283	3391.43	0.0067	1.1947	0.0202		1列目の杭がひび割れた
31	0.2258	0.294	3520.23	0.0070	1.2417	0.0210		2列目の杭がひび割れた
32	0.2258	0.294	3520.32	0.0070	1.2418	0.0210		1列目の杭がひび割れた
33	0.2428	0.316	3784.55	0.0075	1.3383	0.0227		1列目の杭がひび割れた
34	0.2428	0.316	3784.57	0.0075	1.3383	0.0227		2列目の杭がひび割れた
35	0.2500	0.325	3896.81	0.0078	1.3794	0.0234		2列目の杭がひび割れた
36	0.2501	0.325	3899.14	0.0078	1.3802	0.0234		1列目の杭がひび割れた
37	0.2601	0.338	4054.44	0.0081	1.4370	0.0243		3列目の杭がひび割れた
38	0.2602	0.338	4056.57	0.0081	1.4378	0.0243		3列目の杭がひび割れた
39	0.2604	0.338	4059.13	0.0081	1.4387	0.0244		3列目の杭がひび割れた
40	0.2626	0.341	4093.26	0.0082	1.4513	0.0246		3列目の杭がひび割れた
41	0.2630	0.342	4099.77	0.0082	1.4537	0.0246		1列目の杭がひび割れた
42	0.2630	0.342	4099.94	0.0082	1.4537	0.0246		2列目の杭がひび割れた
43	0.2640	0.343	4115.97	0.0082	1.4597	0.0247		3列目の杭がひび割れた
44	0.2657	0.345	4142.46	0.0083	1.4695	0.0249		3列目の杭がひび割れた
45	0.2688	0.349	4190.31	0.0084	1.4872	0.0252		3列目の杭がひび割れた
46	0.2709	0.352	4222.80	0.0084	1.4993	0.0254		1列目の杭がひび割れた
47	0.2710	0.352	4224.46	0.0084	1.4999	0.0254		2列目の杭がひび割れた
48	0.2721	0.354	4241.82	0.0085	1.5063	0.0255		3列目の杭がひび割れた
49	0.2794	0.363	4356.34	0.0087	1.5489	0.0262		3列目の杭がひび割れた
50	0.2804	0.364	4370.81	0.0088	1.5543	0.0263		3列目の杭がひび割れた
51	0.2867	0.373	4468.88	0.0090	1.5908	0.0269		1列目の杭がひび割れた
52	0.2867	0.373	4469.27	0.0090	1.5910	0.0269		2列目の杭がひび割れた
53	0.2906	0.378	4530.56	0.0091	1.6138	0.0273		3列目の杭がひび割れた
54	0.2956	0.384	4608.57	0.0092	1.6429	0.0278		3列目の杭がひび割れた
55	0.3035	0.395	4732.09	0.0095	1.6889	0.0286		3列目の杭がひび割れた
56	0.3156	0.410	4919.78	0.0099	1.7589	0.0298		1列目の杭がひび割れた
57	0.3156	0.410	4920.50	0.0099	1.7592	0.0298		2列目の杭がひび割れた
58	0.3171	0.412	4944.18	0.0100	1.7681	0.0299		2列目の杭がひび割れた
59	0.3176	0.413	4950.80	0.0100	1.7705	0.0300		1列目の杭がひび割れた
60	0.3200	0.416	4989.10	0.0100	1.7848	0.0302		3列目の杭がひび割れた
61	0.3258	0.423	5078.58	0.0102	1.8183	0.0308		3列目の杭がひび割れた
62	0.3262	0.424	5085.49	0.0102	1.8209	0.0308		1列目の杭がひび割れた
63	0.3264	0.424	5088.25	0.0103	1.8219	0.0308		2列目の杭がひび割れた
64	0.3391	0.441	5287.14	0.0107	1.8957	0.0321		3列目の杭がひび割れた
65	0.3512	0.457	5475.38	0.0111	1.9655	0.0333		1列目の杭がひび割れた
66	0.3513	0.457	5476.15	0.0111	1.9658	0.0333		2列目の杭がひび割れた
67	0.3619	0.470	5642.21	0.0115	2.0274	0.0344		3列目の杭がひび割れた
68	0.3756	0.488	5856.05	0.0119	2.1067	0.0357		3列目の杭がひび割れた
69	0.3887	0.505	6060.01	0.0124	2.1823	0.0370		3列目の杭がひび割れた

No	α_i	水平震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状態
70	0.3916	0.509	6104.46	0.0125	2.1988	0.0373		2列目の杭がひび割れた
71	0.3919	0.510	6110.37	0.0125	2.2010	0.0373		1列目の杭がひび割れた
72	0.3979	0.517	6203.06	0.0127	2.2354	0.0379		1列目の杭がひび割れた
73	0.3980	0.517	6204.33	0.0127	2.2359	0.0379		2列目の杭がひび割れた
74	0.4038	0.525	6294.99	0.0129	2.2695	0.0385		3列目の杭がひび割れた
75	0.4202	0.546	6550.25	0.0134	2.3642	0.0401		3列目の杭がひび割れた
76	0.4371	0.568	6813.80	0.0140	2.4619	0.0418		1列目の杭がひび割れた
77	0.4375	0.569	6819.99	0.0140	2.4642	0.0419		2列目の杭がひび割れた
78	0.4542	0.590	7080.28	0.0146	2.5608	0.0435		1列目の杭がひび割れた
79	0.4543	0.591	7082.23	0.0146	2.5615	0.0435		2列目の杭がひび割れた
80	0.4581	0.596	7141.45	0.0147	2.5834	0.0439		3列目の杭がひび割れた
81	0.4739	0.616	7387.79	0.0153	2.6748	0.0455		3列目の杭の地盤が塑性化した
82	0.4744	0.617	7395.61	0.0153	2.6777	0.0455		2列目の杭の地盤が塑性化した
83	0.4744	0.617	7395.94	0.0153	2.6779	0.0455		1列目の杭の地盤が塑性化した
84	0.4768	0.620	7433.01	0.0154	2.6921	0.0458		3列目の杭がひび割れた
85	0.4865	0.632	7583.80	0.0158	2.7495	0.0468		3列目の杭がひび割れた
86	0.4989	0.649	7777.57	0.0162	2.8234	0.0482		3列目の杭がひび割れた
87	0.5166	0.672	8054.03	0.0170	2.9288	0.0500		1列目の杭がひび割れた
88	0.5168	0.672	8056.23	0.0170	2.9296	0.0501		2列目の杭がひび割れた
89	0.5184	0.674	8081.49	0.0170	2.9393	0.0502		3列目の杭の地盤が塑性化した
90	0.5203	0.676	8112.17	0.0171	2.9511	0.0505		2列目の杭の地盤が塑性化した
91	0.5204	0.676	8112.31	0.0171	2.9511	0.0505		1列目の杭の地盤が塑性化した
92	0.5417	0.704	8444.50	0.0181	3.0818	0.0529		1列目の杭がひび割れた
93	0.5420	0.705	8449.19	0.0181	3.0837	0.0529		2列目の杭がひび割れた
94	0.5426	0.705	8459.49	0.0181	3.0877	0.0530		3列目の杭がひび割れた
95	0.5645	0.734	8800.05	0.0192	3.2207	0.0555		3列目の杭がひび割れた
96	0.5650	0.735	8808.96	0.0192	3.2242	0.0556		3列目の杭の地盤が塑性化した
97	0.5689	0.740	8868.73	0.0194	3.2477	0.0561		1列目の杭の地盤が塑性化した
98	0.5689	0.740	8868.75	0.0194	3.2477	0.0561		2列目の杭の地盤が塑性化した
99	0.5722	0.744	8920.53	0.0195	3.2686	0.0565		1列目の杭がひび割れた
100	0.5723	0.744	8922.06	0.0196	3.2692	0.0565		2列目の杭がひび割れた
101	0.5832	0.758	9092.39	0.0201	3.3377	0.0579		3列目の杭がひび割れた
102	0.6134	0.797	9562.78	0.0218	3.5268	0.0616		3列目の杭の地盤が塑性化した
103	0.6198	0.806	9662.82	0.0222	3.5674	0.0625		1列目の杭の地盤が塑性化した
104	0.6198	0.806	9662.99	0.0222	3.5675	0.0625		2列目の杭の地盤が塑性化した
105	0.6256	0.813	9753.80	0.0225	3.6050	0.0633		3列目の杭がひび割れた
106	0.6298	0.819	9818.80	0.0228	3.6319	0.0638		1列目の杭がひび割れた
107	0.6299	0.819	9820.40	0.0228	3.6325	0.0638		2列目の杭がひび割れた
108	0.6307	0.820	9831.96	0.0228	3.6373	0.0639		3列目の杭がひび割れた
109	0.6385	0.830	9953.59	0.0233	3.6873	0.0650	L	荷重変化点に達した
110	0.6474	0.830	9970.95	0.0234	3.6897	0.0651		1列目の杭がひび割れた
111	0.6489	0.830	9973.90	0.0234	3.6901	0.0651		2列目の杭がひび割れた
112	0.8707	0.830	10406.09	0.0248	3.7487	0.0672		3列目の杭の地盤が塑性化した
113	0.8786	0.830	10421.38	0.0249	3.7508	0.0673		3列目の杭がひび割れた
114	0.9530	0.830	10566.48	0.0254	3.7709	0.0680		1列目の杭の地盤が塑性化した
115	0.9532	0.830	10566.77	0.0254	3.7709	0.0680		2列目の杭の地盤が塑性化した
116	0.9799	0.830	10618.84	0.0256	3.7785	0.0683		1列目の杭がひび割れた
117	0.9806	0.830	10620.18	0.0256	3.7787	0.0683		2列目の杭がひび割れた
118	1.0000	0.830	10657.97	0.0258	3.7842	0.0685	F	作用荷重が全載荷された

(3) 断面力及び変位

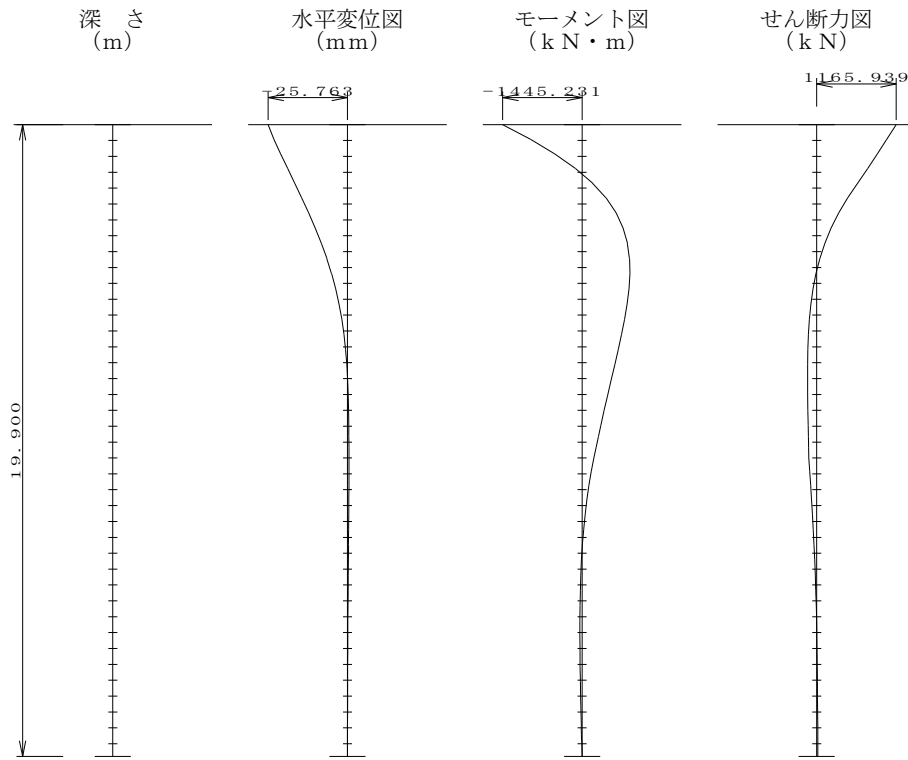
1) 1列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	-8.845	-25.761	3.782	-1445.901	1166.078
0.460	-8.845	-23.842	4.521	-941.371	1029.533
0.920	-8.845	-21.676	4.871	-500.331	890.386
1.380	-8.845	-19.422	4.920	-123.986	748.586
1.840	-8.845	-17.158	4.914	186.433	604.133
2.300	-8.845	-14.907	4.864	429.704	457.024
2.779	-8.845	-12.621	4.670	615.633	323.484
3.257	-8.845	-10.460	4.346	742.843	211.604
3.736	-8.845	-8.475	3.937	821.408	119.855
4.215	-8.845	-6.700	3.478	860.508	46.377
4.693	-8.845	-5.149	3.001	868.390	-10.935
5.172	-8.845	-3.826	2.527	852.260	-54.314
5.651	-8.845	-2.725	2.075	818.264	-85.938
6.129	-8.845	-1.834	1.656	771.534	-107.901
6.608	-8.845	-1.132	1.281	716.200	-122.150
7.087	-8.845	-0.598	0.954	655.540	-130.422
7.565	-8.845	-0.209	0.679	592.057	-134.234
8.044	-8.845	0.062	0.458	527.544	-134.862
8.523	-8.845	0.240	0.290	463.283	-133.333
9.001	-8.845	0.350	0.176	400.122	-130.425
9.480	-8.845	0.419	0.113	338.561	-126.666
9.920	-8.845	0.451	0.073	295.999	-123.660
10.160	-8.845	0.470	0.039	254.492	-120.481
10.500	-8.845	0.478	0.010	214.083	-117.209
10.932	-8.845	0.475	-0.021	166.448	-103.492
11.363	-8.845	0.461	-0.044	124.701	-90.026
11.795	-8.845	0.438	-0.061	88.652	-77.092
12.274	-8.845	0.406	-0.073	54.999	-63.623
12.753	-8.845	0.369	-0.081	27.530	-51.265
13.232	-8.845	0.329	-0.084	5.695	-40.136
13.711	-8.845	0.289	-0.083	-11.115	-30.280
14.190	-8.845	0.250	-0.080	-23.509	-21.689
14.669	-8.845	0.213	-0.075	-32.085	-14.314
15.148	-8.845	0.179	-0.069	-37.404	-8.082
15.626	-8.845	0.147	-0.062	-39.993	-2.895
16.105	-8.845	0.120	-0.054	-40.327	1.354
16.584	-8.845	0.095	-0.047	-38.828	4.774
17.063	-8.845	0.075	-0.040	-35.868	7.476
17.542	-8.845	0.057	-0.034	-31.766	9.562
18.021	-8.845	0.042	-0.029	-26.792	11.125
18.500	-8.845	0.029	-0.025	-21.180	12.245
18.967	-8.845	0.018	-0.021	-14.855	14.678
19.433	-8.845	0.009	-0.019	-7.643	16.073
19.900	-8.845	0.000	-0.019	0.000	16.528



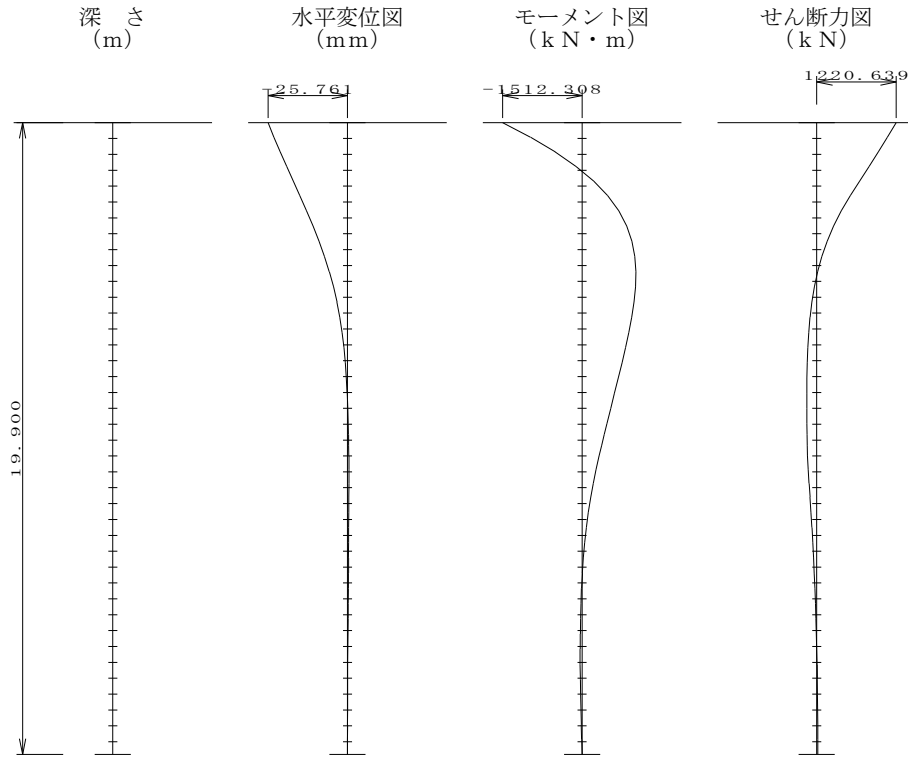
2) 2列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	2.693	-25.763	3.784	-1445.231	1165.939
0.460	2.693	-23.842	4.523	-940.766	1029.394
0.920	2.693	-21.676	4.872	-499.789	890.247
1.380	2.693	-19.421	4.921	-123.508	748.447
1.840	2.693	-17.157	4.915	186.847	603.994
2.300	2.693	-14.907	4.865	430.054	456.886
2.779	2.693	-12.620	4.671	615.919	323.356
3.257	2.693	-10.459	4.347	743.070	211.488
3.736	2.693	-8.474	3.937	821.584	119.753
4.215	2.693	-6.698	3.478	860.638	46.289
4.693	2.693	-5.148	3.001	868.480	-11.010
5.172	2.693	-3.825	2.527	852.317	-54.377
5.651	2.693	-2.724	2.074	818.295	-85.990
6.129	2.693	-1.833	1.656	771.542	-107.942
6.608	2.693	-1.131	1.281	716.190	-122.182
7.087	2.693	-0.598	0.954	655.516	-130.447
7.565	2.693	-0.208	0.679	592.023	-134.253
8.044	2.693	0.062	0.457	527.502	-134.876
8.523	2.693	0.240	0.290	463.235	-133.343
9.001	2.693	0.351	0.175	400.071	-130.432
9.480	2.693	0.419	0.113	338.507	-126.671
9.820	2.693	0.451	0.073	295.944	-123.663
10.160	2.693	0.470	0.039	254.436	-120.482
10.500	2.693	0.478	0.010	214.026	-117.210
10.932	2.693	0.475	-0.021	166.391	-103.490
11.363	2.693	0.461	-0.044	124.646	-90.021
11.795	2.693	0.438	-0.061	88.600	-77.085
12.274	2.693	0.406	-0.073	54.951	-63.614
12.753	2.693	0.369	-0.081	27.487	-51.255
13.232	2.693	0.329	-0.084	5.656	-40.126
13.711	2.693	0.289	-0.083	-11.149	-30.270
14.190	2.693	0.250	-0.080	-23.538	-21.680
14.669	2.693	0.213	-0.075	-32.110	-14.305
15.148	2.693	0.179	-0.069	-37.425	-8.074
15.626	2.693	0.147	-0.062	-40.010	-2.888
16.105	2.693	0.120	-0.054	-40.340	1.361
16.584	2.693	0.095	-0.047	-38.839	4.780
17.063	2.693	0.075	-0.040	-35.877	7.481
17.542	2.693	0.057	-0.034	-31.772	9.566
18.021	2.693	0.042	-0.029	-26.797	11.128
18.500	2.693	0.029	-0.025	-21.183	12.248
18.967	2.693	0.018	-0.021	-14.857	14.680
19.433	2.693	0.009	-0.019	-7.644	16.075
19.900	2.693	0.000	-0.019	0.000	16.529



3) 3列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	14.227	-25.761	3.781	-1512.308	1220.639
0.460	14.227	-23.875	4.391	-982.655	1084.144
0.920	14.227	-21.799	4.619	-516.465	944.999
1.380	14.227	-19.660	4.669	-114.962	803.202
1.840	14.227	-17.512	4.659	220.628	658.751
2.300	14.227	-15.380	4.602	489.082	511.645
2.779	14.227	-13.202	4.485	699.968	372.961
3.257	14.227	-11.113	4.230	849.447	255.067
3.736	14.227	-9.170	3.879	947.264	156.755
4.215	14.227	-7.410	3.470	1002.397	76.440
4.693	14.227	-5.853	3.032	1023.018	12.250
5.172	14.227	-4.508	2.589	1016.366	-37.866
5.651	14.227	-3.371	2.160	988.687	-75.940
6.129	14.227	-2.434	1.758	945.275	-103.956
6.608	14.227	-1.680	1.395	890.473	-123.786
7.087	14.227	-1.090	1.076	827.800	-137.109
7.565	14.227	-0.640	0.808	760.021	-145.399
8.044	14.227	-0.305	0.594	689.211	-149.904
8.523	14.227	-0.060	0.434	616.947	-151.616
9.001	14.227	0.122	0.330	544.394	-151.275
9.480	14.227	0.260	0.246	472.377	-149.389
9.820	14.227	0.333	0.190	421.920	-147.334
10.160	14.227	0.389	0.140	372.241	-144.833
10.500	14.227	0.429	0.096	323.471	-142.003
10.932	14.227	0.460	0.050	264.905	-129.175
11.363	14.227	0.473	0.012	212.042	-115.725
11.795	14.227	0.472	-0.018	165.022	-102.118
12.274	14.227	0.457	-0.044	119.688	-87.291
12.753	14.227	0.431	-0.062	81.303	-73.118
13.232	14.227	0.399	-0.073	49.497	-59.882
13.711	14.227	0.362	-0.080	23.769	-47.760
14.190	14.227	0.323	-0.082	3.558	-36.853
14.669	14.227	0.283	-0.082	-11.731	-27.197
15.148	14.227	0.245	-0.078	-22.693	-18.784
15.626	14.227	0.209	-0.074	-29.914	-11.566
16.105	14.227	0.175	-0.068	-33.950	-5.468
16.584	14.227	0.144	-0.061	-35.317	-0.404
17.063	14.227	0.116	-0.055	-34.487	3.721
17.542	14.227	0.091	-0.049	-31.887	7.004
18.021	14.227	0.069	-0.044	-27.897	9.538
18.500	14.227	0.049	-0.039	-22.858	11.402
18.967	14.227	0.031	-0.036	-16.501	15.539
19.433	14.227	0.015	-0.033	-8.623	17.949
19.900	14.227	0.000	-0.033	0.000	18.741



(4) せん断力の制限値の算出
・杭基礎のせん断力の制限値

項目		記号	単位	
断面寸法	杭径	D	mm	1200.0
	部材幅	b	mm	1063.472
	部材高	h	mm	1063.472
	有効高	d	mm	927.875
軸方向鉄筋	軸方向鉄筋量	A_s	mm ²	17472.4
	軸方向引張鉄筋比	ρ_t	%	0.885
コンクリートが負担できる平均せん断応力度	基本値	τ_c	N/mm ²	0.350
	部材高dに関する補正係数	C_{cd}	—	1.04121
	鉄筋比 ρ_t に関する補正係数	C_{prt}	—	1.43120
	せん断スパン比による割増係数	C_{dc}	—	1.00000
	補正係数(荷重の正負交替作用)	C_c	—	1.00000
	$\tau_c \cdot C_c \cdot C_{prt} \cdot C_{dc} \cdot C_c$	τ_{rt}	N/mm ²	0.52156
コンクリートが負担できるせん断力	補正係数	k	—	1.30
	$k \cdot \tau_{rt} \cdot b \cdot d$	—	kN/本	669.06
	発生せん断力	S_d	kN/本	1184.22
	発生軸力(死荷重作用時)	N	kN/本	1326.08
	発生曲げモーメント	M_d	kN・m/本	3271.17
	断面積	A_c	m ²	1.13097
	断面二次モーメント	I_c	m ⁴	0.10179
	図心より引張縁までの距離	y	m	0.600
	軸方向力によるコンクリートの応力度が部材引張縁で0となる曲げモーメント	M_0	kN・m/本	198.91
	$S_d \cdot M_0 / M_d$	—	kN/本	72.01
	最大のせん断力と等価なせん断応力度	τ_{cmax}	N/mm ²	1.20
	$\tau_{cmax} \cdot b \cdot d$	—	kN/本	1184.12
	特性値	S_c	kN/本	741.07
せん断補強鉄筋	鉄筋の断面積	A_w	mm ²	573.0
	鉄筋の間隔	s	mm	150
	鉄筋の降伏強度の特性値	σ_{sy}	N/mm ²	345.00
せん断補強鉄筋が負担できるせん断力	せん断スパン比による低減係数	C_{ds}	—	1.00
	補正係数	k	—	1.30
	特性値	S_s	kN/本	1382.35
斜引張破壊に対するせん断力の制限値	調査・解析係数	ξ_1	—	1.00
	部材・構造係数	ξ_2	—	0.85
	抵抗係数(コンクリート)	Φ_{uc}	—	0.95
	抵抗係数(せん断補強鉄筋)	Φ_{us}	—	0.95
	杭一本あたりの制限値	S_{usd}	kN/本	1714.66
コンクリートの圧壊に対するせん断力の制限値	コンクリートが負担できる平均せん断応力度の最大値	τ_{rmax}	N/mm ²	3.20
	せん断耐力の特性値	S_{ucw}	kN/本	3157.67
	調査・解析係数	ξ_1	—	1.00
	部材・構造係数と抵抗係数の積	$\xi_2 \Phi_{ucw}$	—	1.00
	杭一本あたりの制限値	S_{ucd}	kN/本	3157.67

なお、杭基礎のせん断力の制限値は、第 1 断面の杭本数分とする。

$$\sum S_{usd} = S_{usd} \cdot n = 1714.66 \times 9 = 15431.97 \text{ (kN)}$$

$$\sum S_{ucd} = S_{ucd} \cdot n = 3157.67 \times 9 = 28419.05 \text{ (kN)}$$

(5) 杭基礎評価結果

設計荷重時 $\alpha_i=1.0$ の状態において杭基礎に対する評価を行う。

・杭頭断面力

杭 列 No	本数	杭頭 反力 P_N (kN)	支持力 上限値 P_{Nl} (kN)	杭頭 せん断力 S (kN)	杭頭 モーメント M_t (kN・m)	杭頭降伏 モーメント M_{vt} (kN・m)	最大 モーメント M_{max} (kN・m)	最大曲げ位置 降伏モーメント M_r (kN・m)
1	3	-4357.59	13775.26	1166.08	-1445.90	1753.62	-1445.90	1753.62
2	3	1326.57	13775.26	1165.94	-1445.23	1753.62	-1445.23	1753.62
3	3	7009.26	13775.26	1220.64	-1512.31	2171.89	-1512.31	2171.89

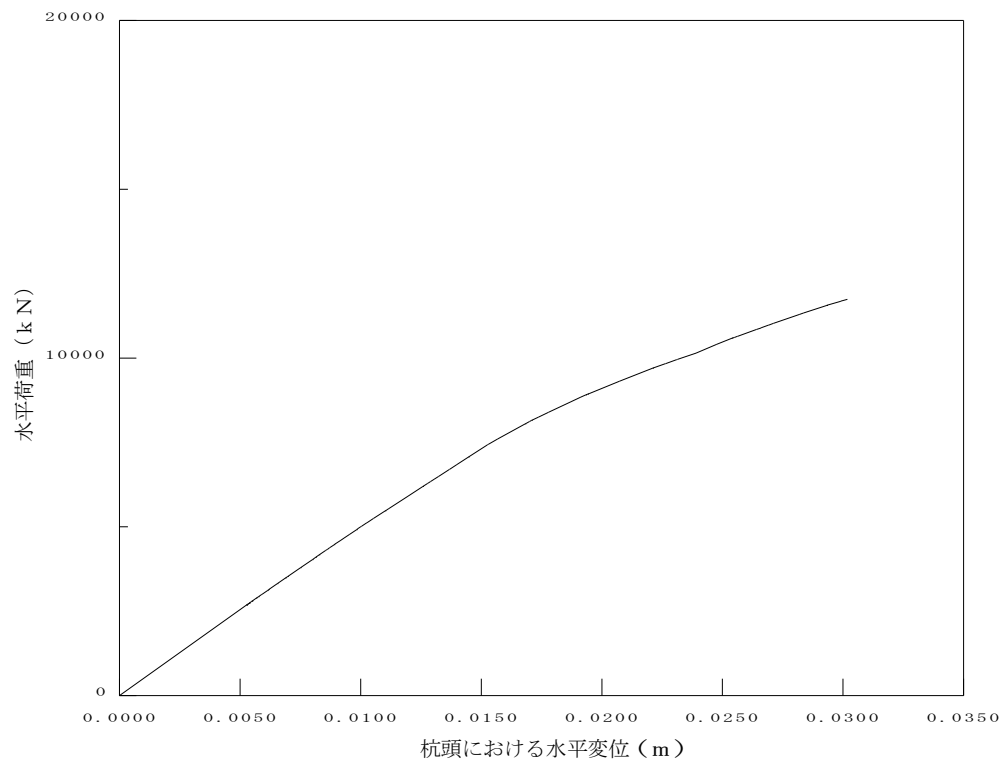
・せん断力の評価

$$\begin{aligned} \Sigma S &= 10657.97 \text{ (kN)} \\ &\leq \Sigma S_{usd} = 15431.97 \text{ (kN)} \quad \text{----- OK} \\ &\leq \Sigma S_{ucd} = 28419.05 \text{ (kN)} \quad \text{----- OK} \end{aligned}$$

ゆえに、基礎は耐力を有する。

3-6-3 橋軸方向(タイプII・浮力無視)

(1) 荷重-変位曲線



(2) 荷重—変位曲線詳細

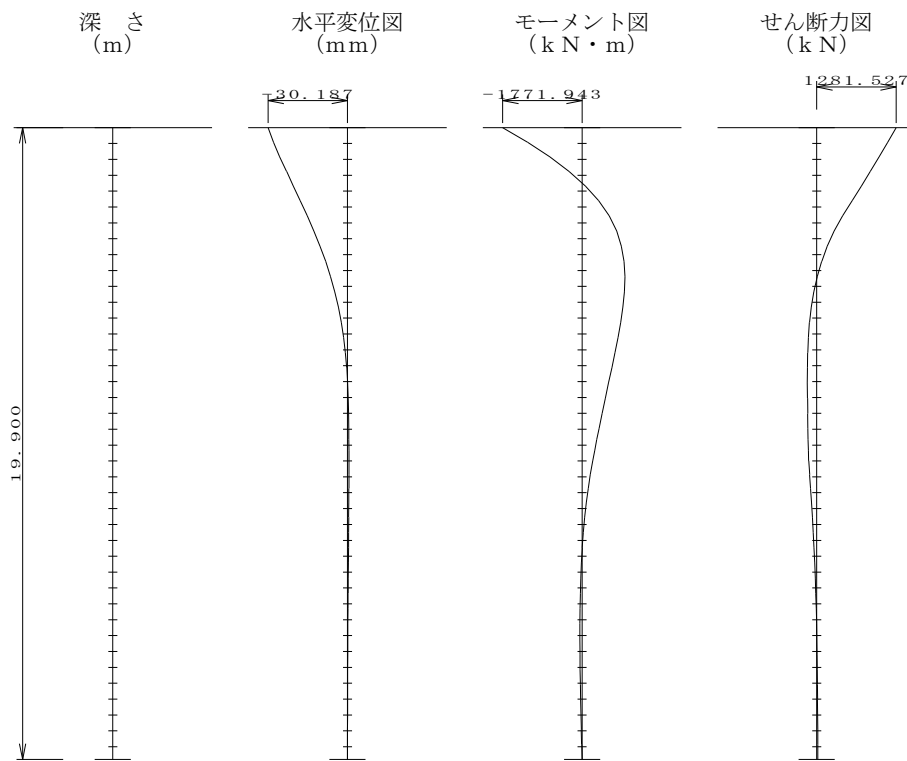
No	α_i	水平 震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状 態
1	0.1255	0.220	2685.37	0.0053	0.9260	0.0157		1列目の杭がひび割れた
2	0.1255	0.220	2685.57	0.0053	0.9260	0.0157		2列目の杭がひび割れた
3	0.1257	0.220	2688.73	0.0053	0.9271	0.0158		1列目の杭がひび割れた
4	0.1257	0.220	2688.98	0.0053	0.9272	0.0158		2列目の杭がひび割れた
5	0.1259	0.220	2692.83	0.0053	0.9285	0.0158		1列目の杭がひび割れた
6	0.1259	0.220	2693.13	0.0053	0.9287	0.0158		2列目の杭がひび割れた
7	0.1267	0.222	2709.85	0.0053	0.9345	0.0159		1列目の杭がひび割れた
8	0.1267	0.222	2709.98	0.0053	0.9345	0.0159		2列目の杭がひび割れた
9	0.1279	0.224	2736.94	0.0054	0.9440	0.0160		1列目の杭がひび割れた
10	0.1279	0.224	2737.32	0.0054	0.9442	0.0160		2列目の杭がひび割れた
11	0.1281	0.224	2740.02	0.0054	0.9451	0.0161		1列目の杭がひび割れた
12	0.1281	0.224	2740.04	0.0054	0.9451	0.0161		2列目の杭がひび割れた
13	0.1306	0.229	2793.68	0.0055	0.9642	0.0164		1列目の杭がひび割れた
14	0.1306	0.229	2794.10	0.0055	0.9643	0.0164		2列目の杭がひび割れた
15	0.1312	0.230	2807.09	0.0055	0.9690	0.0165		2列目の杭がひび割れた
16	0.1312	0.230	2807.14	0.0055	0.9690	0.0165		1列目の杭がひび割れた
17	0.1348	0.236	2884.56	0.0057	0.9966	0.0169		2列目の杭がひび割れた
18	0.1348	0.236	2884.68	0.0057	0.9966	0.0169		1列目の杭がひび割れた
19	0.1370	0.240	2931.54	0.0058	1.0133	0.0172		1列目の杭がひび割れた
20	0.1370	0.240	2931.99	0.0058	1.0135	0.0172		2列目の杭がひび割れた
21	0.1403	0.245	3001.18	0.0059	1.0383	0.0176		2列目の杭がひび割れた
22	0.1403	0.246	3001.39	0.0059	1.0384	0.0176		1列目の杭がひび割れた
23	0.1457	0.255	3116.43	0.0061	1.0797	0.0183		1列目の杭がひび割れた
24	0.1457	0.255	3116.82	0.0061	1.0798	0.0183		2列目の杭がひび割れた
25	0.1468	0.257	3140.13	0.0062	1.0882	0.0185		2列目の杭がひび割れた
26	0.1468	0.257	3140.38	0.0062	1.0883	0.0185		1列目の杭がひび割れた
27	0.1551	0.271	3318.21	0.0065	1.1521	0.0196		2列目の杭がひび割れた
28	0.1551	0.271	3318.47	0.0065	1.1522	0.0196		1列目の杭がひび割れた
29	0.1628	0.285	3482.27	0.0069	1.2111	0.0206		2列目の杭がひび割れた
30	0.1628	0.285	3482.38	0.0069	1.2111	0.0206		1列目の杭がひび割れた
31	0.1649	0.289	3528.90	0.0070	1.2279	0.0209		2列目の杭がひび割れた
32	0.1650	0.289	3529.15	0.0070	1.2280	0.0209		1列目の杭がひび割れた
33	0.1772	0.310	3791.27	0.0075	1.3225	0.0225		2列目の杭がひび割れた
34	0.1772	0.310	3791.44	0.0075	1.3226	0.0225		1列目の杭がひび割れた
35	0.1884	0.330	4030.58	0.0080	1.4089	0.0239		2列目の杭がひび割れた
36	0.1885	0.330	4032.00	0.0080	1.4094	0.0239		1列目の杭がひび割れた
37	0.1918	0.336	4104.02	0.0081	1.4354	0.0244		2列目の杭がひび割れた
38	0.1918	0.336	4104.07	0.0081	1.4354	0.0244		1列目の杭がひび割れた
39	0.1949	0.341	4170.06	0.0083	1.4592	0.0248		1列目の杭がひび割れた
40	0.1949	0.341	4170.75	0.0083	1.4594	0.0248		2列目の杭がひび割れた
41	0.2011	0.352	4302.16	0.0086	1.5068	0.0256		3列目の杭がひび割れた
42	0.2013	0.352	4307.08	0.0086	1.5086	0.0256		3列目の杭がひび割れた
43	0.2016	0.353	4312.98	0.0086	1.5108	0.0256		3列目の杭がひび割れた
44	0.2029	0.355	4340.19	0.0086	1.5206	0.0258		3列目の杭がひび割れた
45	0.2047	0.358	4379.38	0.0087	1.5349	0.0261		3列目の杭がひび割れた
46	0.2050	0.359	4386.77	0.0087	1.5376	0.0261		3列目の杭がひび割れた
47	0.2086	0.365	4463.85	0.0089	1.5658	0.0266		3列目の杭がひび割れた
48	0.2091	0.366	4472.83	0.0089	1.5691	0.0266		1列目の杭がひび割れた
49	0.2091	0.366	4472.96	0.0089	1.5692	0.0266		2列目の杭がひび割れた
50	0.2098	0.367	4488.69	0.0089	1.5749	0.0267		3列目の杭がひび割れた
51	0.2153	0.377	4605.69	0.0092	1.6178	0.0275		3列目の杭がひび割れた
52	0.2182	0.382	4667.60	0.0093	1.6405	0.0278		3列目の杭がひび割れた
53	0.2235	0.391	4781.90	0.0095	1.6825	0.0286		3列目の杭がひび割れた
54	0.2300	0.402	4919.95	0.0098	1.7333	0.0294		1列目の杭がひび割れた
55	0.2300	0.402	4920.37	0.0098	1.7335	0.0294		2列目の杭がひび割れた
56	0.2308	0.404	4937.00	0.0099	1.7396	0.0295		3列目の杭がひび割れた
57	0.2332	0.408	4989.84	0.0100	1.7591	0.0299		3列目の杭がひび割れた
58	0.2345	0.410	5016.48	0.0100	1.7689	0.0300		1列目の杭がひび割れた
59	0.2346	0.411	5018.59	0.0100	1.7696	0.0300		2列目の杭がひび割れた
60	0.2393	0.419	5119.68	0.0103	1.8064	0.0307		2列目の杭がひび割れた
61	0.2394	0.419	5122.15	0.0103	1.8073	0.0307		1列目の杭がひび割れた
62	0.2452	0.429	5246.03	0.0105	1.8526	0.0315		3列目の杭がひび割れた
63	0.2558	0.448	5473.62	0.0110	1.9357	0.0329		1列目の杭がひび割れた
64	0.2559	0.448	5474.13	0.0110	1.9359	0.0329		2列目の杭がひび割れた
65	0.2573	0.450	5504.72	0.0111	1.9470	0.0331		3列目の杭がひび割れた
66	0.2591	0.453	5542.92	0.0112	1.9610	0.0333		3列目の杭がひび割れた
67	0.2762	0.483	5909.05	0.0120	2.0949	0.0356		3列目の杭がひび割れた
68	0.2896	0.507	6196.13	0.0126	2.2000	0.0374		1列目の杭がひび割れた
69	0.2897	0.507	6197.09	0.0126	2.2003	0.0374		2列目の杭がひび割れた

No	α_i	水平震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状態
70	0.2940	0.514	6288.98	0.0128	2.2339	0.0380		2列目の杭がひび割れた
71	0.2942	0.515	6294.37	0.0128	2.2359	0.0381		1列目の杭がひび割れた
72	0.2963	0.519	6339.36	0.0129	2.2524	0.0383		3列目の杭がひび割れた
73	0.2995	0.524	6407.85	0.0130	2.2774	0.0388		3列目の杭がひび割れた
74	0.3034	0.531	6490.16	0.0132	2.3076	0.0393		3列目の杭がひび割れた
75	0.3132	0.548	6700.46	0.0137	2.3845	0.0406		1列目の杭がひび割れた
76	0.3134	0.548	6705.40	0.0137	2.3863	0.0407		2列目の杭がひび割れた
77	0.3199	0.560	6845.11	0.0140	2.4374	0.0415		3列目の杭がひび割れた
78	0.3303	0.578	7066.60	0.0145	2.5185	0.0429		1列目の杭がひび割れた
79	0.3304	0.578	7068.19	0.0145	2.5190	0.0429		2列目の杭がひび割れた
80	0.3472	0.608	7427.30	0.0153	2.6504	0.0452		3列目の杭の地盤が塑性化した
81	0.3476	0.608	7435.68	0.0153	2.6535	0.0453		2列目の杭の地盤が塑性化した
82	0.3476	0.608	7436.03	0.0153	2.6536	0.0453		1列目の杭の地盤が塑性化した
83	0.3482	0.609	7449.43	0.0153	2.6587	0.0453		3列目の杭がひび割れた
84	0.3554	0.622	7602.82	0.0157	2.7168	0.0464		3列目の杭がひび割れた
85	0.3764	0.659	8051.97	0.0168	2.8855	0.0494		1列目の杭がひび割れた
86	0.3764	0.659	8053.86	0.0168	2.8863	0.0494		2列目の杭がひび割れた
87	0.3769	0.660	8064.56	0.0169	2.8903	0.0495		3列目の杭がひび割れた
88	0.3796	0.664	8120.90	0.0170	2.9114	0.0499		3列目の杭の地盤が塑性化した
89	0.3812	0.667	8155.71	0.0171	2.9247	0.0501		2列目の杭の地盤が塑性化した
90	0.3812	0.667	8155.88	0.0171	2.9247	0.0501		1列目の杭の地盤が塑性化した
91	0.3857	0.675	8252.22	0.0174	2.9621	0.0508		3列目の杭がひび割れた
92	0.3924	0.687	8395.39	0.0178	3.0177	0.0519		1列目の杭がひび割れた
93	0.3926	0.687	8399.47	0.0178	3.0193	0.0519		2列目の杭がひび割れた
94	0.4069	0.712	8705.68	0.0187	3.1373	0.0542		3列目の杭がひび割れた
95	0.4133	0.723	8841.32	0.0191	3.1896	0.0552		3列目の杭の地盤が塑性化した
96	0.4164	0.729	8909.43	0.0193	3.2160	0.0557		2列目の杭の地盤が塑性化した
97	0.4164	0.729	8909.45	0.0193	3.2160	0.0557		1列目の杭の地盤が塑性化した
98	0.4175	0.731	8931.97	0.0194	3.2250	0.0559		1列目の杭がひび割れた
99	0.4176	0.731	8933.31	0.0194	3.2255	0.0559		2列目の杭がひび割れた
100	0.4182	0.732	8946.73	0.0195	3.2308	0.0560		3列目の杭がひび割れた
101	0.4353	0.762	9312.29	0.0207	3.3759	0.0589		3列目の杭がひび割れた
102	0.4483	0.784	9590.54	0.0217	3.4864	0.0611		3列目の杭の地盤が塑性化した
103	0.4535	0.794	9703.36	0.0221	3.5315	0.0620		1列目の杭の地盤が塑性化した
104	0.4536	0.794	9703.48	0.0221	3.5316	0.0620		2列目の杭の地盤が塑性化した
105	0.4596	0.804	9832.68	0.0226	3.5843	0.0631		1列目の杭がひび割れた
106	0.4597	0.804	9834.11	0.0226	3.5849	0.0631		2列目の杭がひび割れた
107	0.4651	0.814	9949.96	0.0231	3.6322	0.0641		3列目の杭がひび割れた
108	0.4653	0.814	9953.91	0.0231	3.6338	0.0642		1列目の杭がひび割れた
109	0.4654	0.814	9957.46	0.0231	3.6352	0.0642		2列目の杭がひび割れた
110	0.4657	0.815	9962.63	0.0232	3.6373	0.0643		3列目の杭がひび割れた
111	0.4743	0.830	10147.08	0.0239	3.7122	0.0659	L	荷重変化点に達した
112	0.5596	0.830	10405.51	0.0248	3.7473	0.0671		3列目の杭の地盤が塑性化した
113	0.6196	0.830	10587.47	0.0254	3.7725	0.0680		1列目の杭の地盤が塑性化した
114	0.6197	0.830	10587.72	0.0254	3.7725	0.0680		2列目の杭の地盤が塑性化した
115	0.6283	0.830	10614.00	0.0255	3.7763	0.0682		3列目の杭がひび割れた
116	0.6372	0.830	10640.71	0.0256	3.7802	0.0683		1列目の杭がひび割れた
117	0.6376	0.830	10641.96	0.0256	3.7804	0.0683		2列目の杭がひび割れた
118	0.7040	0.830	10843.13	0.0264	3.8096	0.0695		3列目の杭が弾性硬化した
119	0.7207	0.830	10893.99	0.0266	3.8170	0.0697		1列目の杭がひび割れた
120	0.7212	0.830	10895.39	0.0266	3.8172	0.0697		2列目の杭がひび割れた
121	0.7474	0.830	10974.80	0.0269	3.8287	0.0702		1列目の杭がひび割れた
122	0.7482	0.830	10977.25	0.0269	3.8291	0.0702		2列目の杭がひび割れた
123	0.7638	0.830	11024.45	0.0271	3.8358	0.0705		3列目の杭がひび割れた
124	0.8529	0.830	11294.46	0.0282	3.8743	0.0720		3列目の杭がひび割れた
125	0.8659	0.830	11333.91	0.0284	3.8799	0.0722		3列目の杭の地盤が塑性化した
126	0.9397	0.830	11557.63	0.0293	3.9125	0.0735		1列目の杭がひび割れた
127	0.9401	0.830	11558.91	0.0293	3.9126	0.0735		2列目の杭がひび割れた
128	0.9402	0.830	11559.26	0.0293	3.9127	0.0735		1列目の杭の地盤が塑性化した
129	0.9403	0.830	11559.53	0.0293	3.9127	0.0735		2列目の杭の地盤が塑性化した
130	0.9811	0.830	11682.92	0.0299	3.9315	0.0743	Y-1	1列目の杭が降伏した
131	0.9816	0.830	11684.55	0.0299	3.9318	0.0744	Y-2	2列目の杭が降伏した
132	1.0000	0.830	11740.35	0.0302	3.9403	0.0747	F	作用荷重が全載荷された

(3) 断面力及び変位

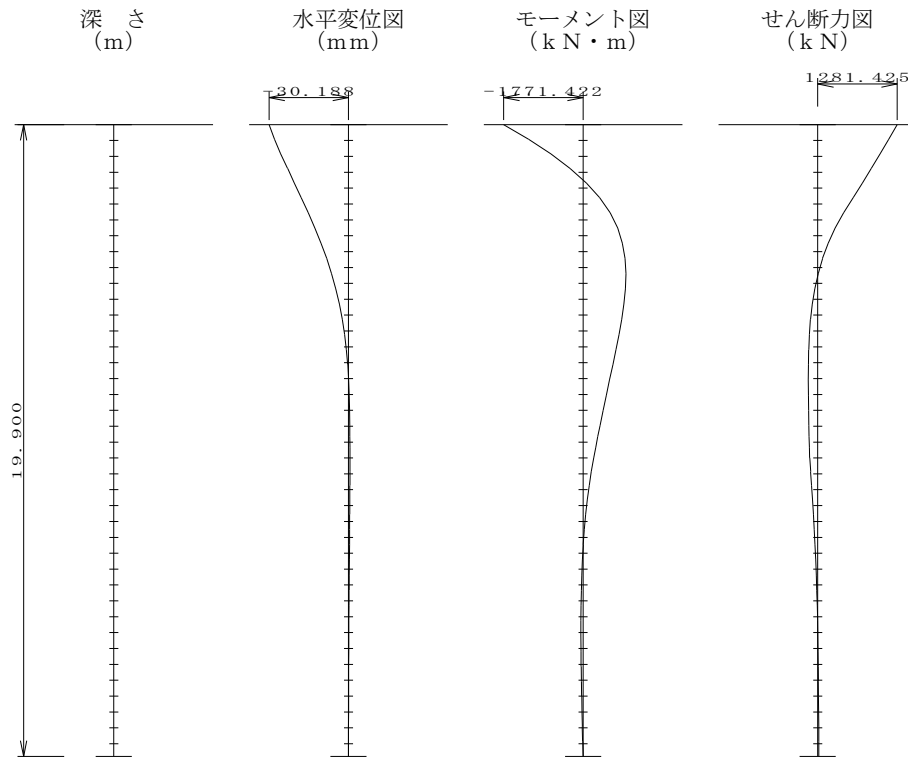
1) 1列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	-8.930	-30.187	3.938	-1771.943	1281.527
0.460	-8.930	-28.136	4.925	-1214.305	1144.979
0.920	-8.930	-25.736	5.478	-720.157	1005.831
1.380	-8.930	-23.173	5.650	-290.705	864.031
1.840	-8.930	-20.568	5.666	72.821	719.577
2.300	-8.930	-17.968	5.630	369.196	572.468
2.779	-8.930	-15.307	5.466	604.925	416.596
3.257	-8.930	-12.766	5.134	770.755	280.497
3.736	-8.930	-10.412	4.688	877.232	168.171
4.215	-8.930	-8.289	4.175	935.235	77.601
4.693	-8.930	-6.421	3.630	954.621	6.431
5.172	-8.930	-4.815	3.081	944.076	-47.891
5.651	-8.930	-3.467	2.551	911.056	-87.884
6.129	-8.930	-2.366	2.056	861.841	-116.000
6.608	-8.930	-1.490	1.607	801.534	-134.544
7.087	-8.930	-0.817	1.212	734.223	-145.592
7.565	-8.930	-0.320	0.874	663.061	-150.979
8.044	-8.930	0.031	0.597	590.342	-152.273
8.523	-8.930	0.264	0.380	517.721	-150.761
9.001	-8.930	0.407	0.224	446.305	-147.446
9.480	-8.930	0.490	0.126	376.741	-143.053
9.920	-8.930	0.524	0.075	328.693	-139.546
10.160	-8.930	0.543	0.037	281.871	-135.859
10.500	-8.930	0.550	0.004	236.319	-132.085
10.932	-8.930	0.544	-0.029	182.703	-116.335
11.363	-8.930	0.526	-0.054	135.834	-100.940
11.795	-8.930	0.499	-0.072	95.468	-86.205
12.274	-8.930	0.460	-0.086	57.895	-70.912
12.753	-8.930	0.417	-0.094	27.333	-56.923
13.232	-8.930	0.371	-0.096	3.138	-44.363
13.711	-8.930	0.325	-0.095	-15.392	-33.270
14.190	-8.930	0.280	-0.091	-28.960	-23.628
14.669	-8.930	0.238	-0.085	-38.246	-15.372
15.148	-8.930	0.199	-0.078	-43.893	-8.416
15.626	-8.930	0.164	-0.069	-46.496	-2.642
16.105	-8.930	0.133	-0.061	-46.592	2.073
16.584	-8.930	0.105	-0.053	-44.659	5.857
17.063	-8.930	0.082	-0.045	-41.111	8.836
17.542	-8.930	0.062	-0.038	-36.306	11.128
18.021	-8.930	0.046	-0.032	-30.544	12.840
18.500	-8.930	0.032	-0.027	-24.084	14.063
18.967	-8.930	0.020	-0.023	-16.856	16.713
19.433	-8.930	0.010	-0.021	-8.662	18.230
19.900	-8.930	0.000	-0.020	0.000	18.724



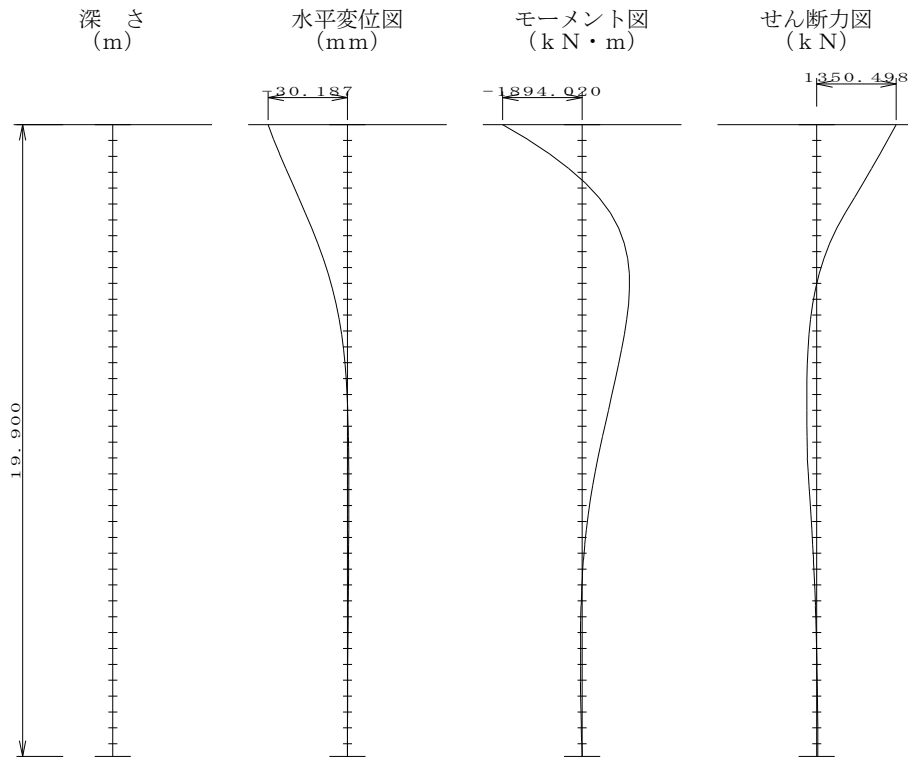
2) 2列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	3.083	-30.188	3.940	-1771.422	1281.425
0.460	3.083	-28.137	4.926	-1213.831	1144.876
0.920	3.083	-25.737	5.479	-719.731	1005.728
1.380	3.083	-23.173	5.650	-290.326	863.928
1.840	3.083	-20.568	5.667	73.152	719.474
2.300	3.083	-17.968	5.631	369.480	572.365
2.779	3.083	-15.306	5.466	605.159	416.493
3.257	3.083	-12.765	5.134	770.943	280.404
3.736	3.083	-10.411	4.688	877.378	168.089
4.215	3.083	-8.288	4.175	935.344	77.530
4.693	3.083	-6.420	3.630	954.698	6.370
5.172	3.083	-4.814	3.081	944.127	-47.941
5.651	3.083	-3.466	2.551	911.085	-87.926
6.129	3.083	-2.365	2.056	861.852	-116.033
6.608	3.083	-1.490	1.607	801.531	-134.570
7.087	3.083	-0.817	1.212	734.209	-145.612
7.565	3.083	-0.319	0.874	663.039	-150.994
8.044	3.083	0.031	0.597	590.314	-152.284
8.523	3.083	0.264	0.380	517.689	-150.768
9.001	3.083	0.407	0.224	446.269	-147.451
9.480	3.083	0.490	0.126	376.705	-143.056
9.820	3.083	0.524	0.075	328.655	-139.548
10.160	3.083	0.543	0.037	281.833	-135.860
10.500	3.083	0.550	0.004	236.281	-132.085
10.932	3.083	0.544	-0.029	182.665	-116.333
11.363	3.083	0.526	-0.054	135.797	-100.936
11.795	3.083	0.499	-0.073	95.433	-86.200
12.274	3.083	0.460	-0.086	57.862	-70.906
12.753	3.083	0.417	-0.094	27.304	-56.917
13.232	3.083	0.371	-0.096	3.112	-44.357
13.711	3.083	0.325	-0.095	-15.415	-33.264
14.190	3.083	0.280	-0.091	-28.979	-23.621
14.669	3.083	0.238	-0.085	-38.263	-15.366
15.148	3.083	0.199	-0.078	-43.907	-8.410
15.626	3.083	0.164	-0.069	-46.507	-2.637
16.105	3.083	0.133	-0.061	-46.601	2.078
16.584	3.083	0.105	-0.053	-44.666	5.861
17.063	3.083	0.082	-0.045	-41.117	8.839
17.542	3.083	0.062	-0.038	-36.310	11.130
18.021	3.083	0.046	-0.032	-30.547	12.842
18.500	3.083	0.032	-0.027	-24.086	14.066
18.967	3.083	0.020	-0.023	-16.857	16.715
19.433	3.083	0.010	-0.021	-8.662	18.231
19.900	3.083	0.000	-0.020	0.000	18.725



3) 3列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	15.094	-30.187	3.937	-1894.020	1350.498
0.460	15.094	-28.170	4.792	-1304.629	1214.004
0.920	15.094	-25.862	5.223	-778.698	1074.858
1.380	15.094	-23.436	5.310	-317.453	933.060
1.840	15.094	-20.987	5.328	77.881	788.609
2.300	15.094	-18.543	5.289	406.077	641.505
2.779	15.094	-16.029	5.197	674.931	485.603
3.257	15.094	-13.594	4.960	872.019	341.942
3.736	15.094	-11.303	4.598	1005.930	221.238
4.215	15.094	-9.206	4.154	1087.238	121.864
4.693	15.094	-7.334	3.665	1125.676	41.788
5.172	15.094	-5.700	3.160	1129.951	-21.281
5.651	15.094	-4.307	2.662	1107.644	-69.660
6.129	15.094	-3.147	2.189	1065.245	-105.646
6.608	15.094	-2.203	1.755	1008.132	-131.445
7.087	15.094	-1.457	1.368	940.703	-149.063
7.565	15.094	-0.883	1.035	866.453	-160.290
8.044	15.094	-0.454	0.761	788.028	-166.675
8.523	15.094	-0.142	0.547	707.447	-169.487
9.001	15.094	0.082	0.395	626.188	-169.718
9.480	15.094	0.248	0.298	545.273	-168.078
9.820	15.094	0.338	0.233	488.454	-166.047
10.160	15.094	0.407	0.175	432.423	-163.469
10.500	15.094	0.458	0.125	377.342	-160.479
10.932	15.094	0.499	0.070	310.999	-146.679
11.363	15.094	0.519	0.025	250.838	-132.006
11.795	15.094	0.522	-0.010	197.086	-117.007
12.274	15.094	0.510	-0.041	145.014	-100.525
12.753	15.094	0.484	-0.063	100.696	-84.655
13.232	15.094	0.450	-0.078	63.768	-69.742
13.711	15.094	0.411	-0.087	33.707	-56.010
14.190	15.094	0.368	-0.090	9.912	-43.592
14.669	15.094	0.325	-0.090	-8.268	-32.547
15.148	15.094	0.282	-0.088	-21.486	-22.882
15.626	15.094	0.241	-0.083	-30.398	-14.552
16.105	15.094	0.203	-0.077	-35.627	-7.486
16.584	15.094	0.168	-0.070	-37.756	-1.594
17.063	15.094	0.135	-0.063	-37.325	3.224
17.542	15.094	0.107	-0.057	-34.823	7.074
18.021	15.094	0.081	-0.051	-30.688	10.054
18.500	15.094	0.058	-0.046	-25.316	12.255
18.967	15.094	0.037	-0.042	-18.373	17.149
19.433	15.094	0.018	-0.040	-9.628	20.005
19.900	15.094	0.000	-0.039	0.000	20.943



(4) せん断力の制限値の算出
・杭基礎のせん断力の制限値

項目		記号	単位	
断面寸法	杭径	D	mm	1200.0
	部材幅	b	mm	1063.472
	部材高	h	mm	1063.472
	有効高	d	mm	927.875
軸方向鉄筋	軸方向鉄筋量	A_s	mm ²	17472.4
	軸方向引張鉄筋比	ρ_t	%	0.885
コンクリートが負担できる平均せん断応力度	基本値	τ_c	N/mm ²	0.350
	部材高dに関する補正係数	C_{cd}	—	1.04121
	鉄筋比 ρ_t に関する補正係数	C_{pt}	—	1.43120
	せん断スパン比による割増係数	C_{dc}	—	1.00000
	補正係数(荷重の正負交替作用)	C_c	—	1.00000
	$\tau_c \cdot C_c \cdot C_{pt} \cdot C_{dc} \cdot C_c$	τ_{cr}	N/mm ²	0.52156
コンクリートが負担できるせん断力	補正係数	k	—	1.30
	$k \cdot \tau_{cr} \cdot b \cdot d$	—	kN/本	669.06
	発生せん断力	S_d	kN/本	1304.48
	発生軸力(死荷重作用時)	N	kN/本	1518.50
	発生曲げモーメント	M_d	kN・m/本	3338.69
	断面積	A_c	m ²	1.13097
	断面二次モーメント	I_c	m ⁴	0.10179
	図心より引張縁までの距離	y	m	0.600
	軸方向力によるコンクリートの応力度が部材引張縁で0となる曲げモーメント	M_0	kN・m/本	227.78
	$S_d \cdot M_0 / M_d$	—	kN/本	89.00
	最大のせん断力と等価なせん断応力度	τ_{cmax}	N/mm ²	1.20
	$\tau_{cmax} \cdot b \cdot d$	—	kN/本	1184.12
	特性値	S_c	kN/本	758.06
	せん断補強鉄筋	鉄筋の断面積	A_w	mm ²
鉄筋の間隔		s	mm	150
鉄筋の降伏強度の特性値		σ_{sy}	N/mm ²	345.00
せん断補強鉄筋が負担できるせん断力	せん断スパン比による低減係数	C_{ds}	—	1.00
	補正係数	k	—	1.30
	特性値	S_s	kN/本	1382.35
斜引張破壊に対するせん断力の制限値	調査・解析係数	ξ_1	—	1.00
	部材・構造係数	ξ_2	—	0.85
	抵抗係数(コンクリート)	Φ_{uc}	—	0.95
	抵抗係数(せん断補強鉄筋)	Φ_{us}	—	0.95
杭一本あたりの制限値	S_{usd}	kN/本	1728.38	
コンクリートの圧壊に対するせん断力の制限値	コンクリートが負担できる平均せん断応力度の最大値	τ_{rmax}	N/mm ²	3.20
	せん断耐力の特性値	S_{ucw}	kN/本	3157.67
	調査・解析係数	ξ_1	—	1.00
	部材・構造係数と抵抗係数の積	$\xi_2 \Phi_{ucw}$	—	1.00
	杭一本あたりの制限値	S_{ucd}	kN/本	3157.67

なお、杭基礎のせん断力の制限値は、第1断面の杭本数分とする。

$$\sum S_{usd} = S_{usd} \cdot n = 1728.38 \times 9 = 15555.42 \text{ (kN)}$$

$$\sum S_{ucd} = S_{ucd} \cdot n = 3157.67 \times 9 = 28419.05 \text{ (kN)}$$

(5) 杭基礎評価結果

設計荷重時 $\alpha_i=1.0$ の状態において杭基礎に対する評価を行う。

・杭頭断面力

杭 列 No	本数	杭頭 反力 P_N (kN)	支持力 上限値 P_{Nl} (kN)	杭頭 せん断力 S (kN)	杭頭 モーメント M_t (kN・m)	杭頭降伏 モーメント M_{vt} (kN・m)	最大 モーメント M_{max} (kN・m)	最大曲げ位置 降伏モーメント M_r (kN・m)
1	3	-4399.76	13775.26	1281.53	-1771.94	1753.62	-1771.94	1753.62
2	3	1519.06	13775.26	1281.42	-1771.42	1753.62	-1771.42	1753.62
3	3	7436.22	13775.26	1350.50	-1894.02	2230.35	-1894.02	2230.35

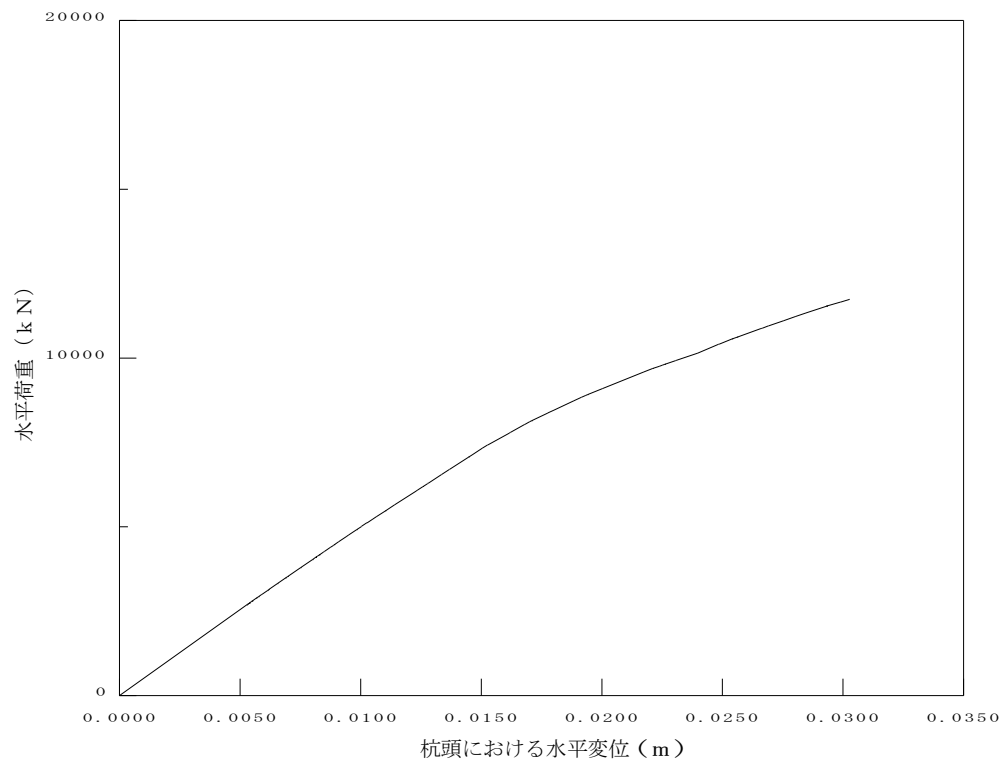
・せん断力の評価

$$\begin{aligned} \Sigma S &= 11740.35 \text{ (kN)} & \leq \Sigma S_{usd} &= 15555.42 \text{ (kN)} & \text{----- OK} \\ & & \leq \Sigma S_{ucd} &= 28419.05 \text{ (kN)} & \text{----- OK} \end{aligned}$$

ゆえに、基礎は耐力を有する。

3-6-4 橋軸方向(タイプII・浮力考慮)

(1) 荷重-変位曲線



(2) 荷重一変位曲線詳細

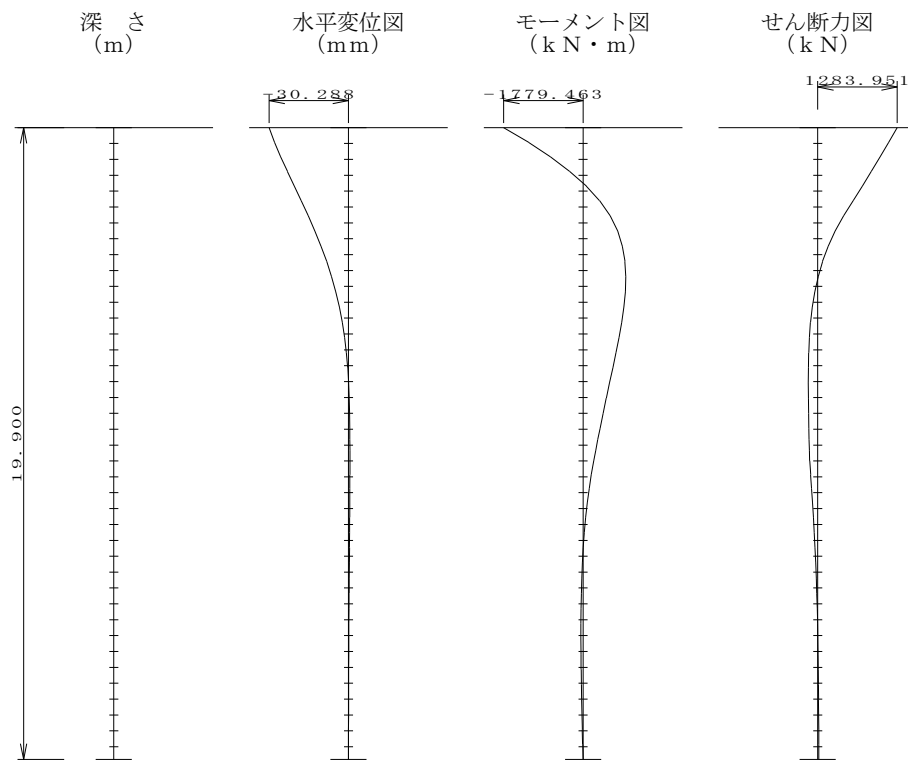
No	α_i	水平 震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状 態
1	0.1255	0.220	2685.57	0.0053	0.9260	0.0157		2列目の杭がひび割れた
2	0.1255	0.220	2685.58	0.0053	0.9260	0.0157		1列目の杭がひび割れた
3	0.1257	0.220	2688.97	0.0053	0.9272	0.0158		1列目の杭がひび割れた
4	0.1257	0.220	2688.98	0.0053	0.9272	0.0158		2列目の杭がひび割れた
5	0.1259	0.220	2693.09	0.0053	0.9286	0.0158		1列目の杭がひび割れた
6	0.1259	0.220	2693.13	0.0053	0.9287	0.0158		2列目の杭がひび割れた
7	0.1267	0.222	2709.98	0.0053	0.9345	0.0159		2列目の杭がひび割れた
8	0.1267	0.222	2710.03	0.0053	0.9346	0.0159		1列目の杭がひび割れた
9	0.1279	0.224	2737.27	0.0054	0.9442	0.0160		1列目の杭がひび割れた
10	0.1279	0.224	2737.32	0.0054	0.9442	0.0160		2列目の杭がひび割れた
11	0.1281	0.224	2740.04	0.0054	0.9451	0.0161		2列目の杭がひび割れた
12	0.1281	0.224	2740.14	0.0054	0.9452	0.0161		1列目の杭がひび割れた
13	0.1306	0.229	2794.06	0.0055	0.9643	0.0164		1列目の杭がひび割れた
14	0.1306	0.229	2794.10	0.0055	0.9643	0.0164		2列目の杭がひび割れた
15	0.1312	0.230	2807.09	0.0055	0.9690	0.0165		2列目の杭がひび割れた
16	0.1312	0.230	2807.23	0.0055	0.9690	0.0165		1列目の杭がひび割れた
17	0.1348	0.236	2884.57	0.0057	0.9966	0.0169		2列目の杭がひび割れた
18	0.1348	0.236	2884.74	0.0057	0.9966	0.0169		1列目の杭がひび割れた
19	0.1370	0.240	2932.00	0.0058	1.0135	0.0172		2列目の杭がひび割れた
20	0.1370	0.240	2932.04	0.0058	1.0135	0.0172		1列目の杭がひび割れた
21	0.1403	0.245	3001.18	0.0059	1.0383	0.0176		2列目の杭がひび割れた
22	0.1403	0.246	3001.38	0.0059	1.0384	0.0176		1列目の杭がひび割れた
23	0.1457	0.255	3116.82	0.0061	1.0798	0.0183		2列目の杭がひび割れた
24	0.1457	0.255	3117.08	0.0061	1.0799	0.0183		1列目の杭がひび割れた
25	0.1468	0.257	3140.13	0.0062	1.0882	0.0185		2列目の杭がひび割れた
26	0.1468	0.257	3140.34	0.0062	1.0883	0.0185		1列目の杭がひび割れた
27	0.1551	0.271	3318.21	0.0065	1.1521	0.0196		2列目の杭がひび割れた
28	0.1551	0.271	3318.40	0.0065	1.1522	0.0196		1列目の杭がひび割れた
29	0.1628	0.285	3482.27	0.0069	1.2111	0.0206		2列目の杭がひび割れた
30	0.1628	0.285	3483.23	0.0069	1.2114	0.0206		1列目の杭がひび割れた
31	0.1649	0.289	3528.90	0.0070	1.2279	0.0209		2列目の杭がひび割れた
32	0.1649	0.289	3529.01	0.0070	1.2279	0.0209		1列目の杭がひび割れた
33	0.1772	0.310	3791.26	0.0075	1.3225	0.0225		2列目の杭がひび割れた
34	0.1772	0.310	3791.28	0.0075	1.3225	0.0225		1列目の杭がひび割れた
35	0.1884	0.330	4030.60	0.0080	1.4089	0.0239		2列目の杭がひび割れた
36	0.1885	0.330	4033.15	0.0080	1.4098	0.0239		1列目の杭がひび割れた
37	0.1916	0.335	4098.38	0.0081	1.4333	0.0243		3列目の杭がひび割れた
38	0.1918	0.336	4103.09	0.0081	1.4350	0.0244		3列目の杭がひび割れた
39	0.1918	0.336	4103.88	0.0081	1.4353	0.0244		1列目の杭がひび割れた
40	0.1918	0.336	4104.02	0.0081	1.4354	0.0244		2列目の杭がひび割れた
41	0.1920	0.336	4108.76	0.0082	1.4371	0.0244		3列目の杭がひび割れた
42	0.1933	0.338	4134.57	0.0082	1.4464	0.0246		3列目の杭がひび割れた
43	0.1949	0.341	4169.05	0.0083	1.4590	0.0248		1列目の杭がひび割れた
44	0.1949	0.341	4170.46	0.0083	1.4595	0.0248		2列目の杭がひび割れた
45	0.1950	0.341	4172.19	0.0083	1.4602	0.0248		3列目の杭がひび割れた
46	0.1953	0.342	4178.95	0.0083	1.4626	0.0248		3列目の杭がひび割れた
47	0.1988	0.348	4253.02	0.0085	1.4897	0.0253		3列目の杭がひび割れた
48	0.1999	0.350	4276.30	0.0085	1.4983	0.0254		3列目の杭がひび割れた
49	0.2051	0.359	4388.36	0.0087	1.5394	0.0261		3列目の杭がひび割れた
50	0.2079	0.364	4447.85	0.0089	1.5612	0.0265		3列目の杭がひび割れた
51	0.2089	0.366	4470.12	0.0089	1.5694	0.0266		1列目の杭がひび割れた
52	0.2090	0.366	4470.47	0.0089	1.5695	0.0266		2列目の杭がひび割れた
53	0.2130	0.373	4557.04	0.0091	1.6013	0.0272		3列目の杭がひび割れた
54	0.2200	0.385	4706.05	0.0094	1.6562	0.0281		3列目の杭がひび割れた
55	0.2223	0.389	4756.04	0.0095	1.6746	0.0284		3列目の杭がひび割れた
56	0.2298	0.402	4916.75	0.0098	1.7337	0.0294		1列目の杭がひび割れた
57	0.2298	0.402	4917.42	0.0098	1.7340	0.0294		2列目の杭がひび割れた
58	0.2342	0.410	5010.85	0.0100	1.7683	0.0300		3列目の杭がひび割れた
59	0.2344	0.410	5014.00	0.0100	1.7695	0.0300		1列目の杭がひび割れた
60	0.2345	0.410	5016.85	0.0100	1.7706	0.0300		2列目の杭がひび割れた
61	0.2391	0.418	5114.78	0.0103	1.8062	0.0307		2列目の杭がひび割れた
62	0.2392	0.419	5117.89	0.0103	1.8074	0.0307		1列目の杭がひび割れた
63	0.2445	0.428	5230.61	0.0105	1.8485	0.0314		3列目の杭がひび割れた
64	0.2476	0.433	5297.07	0.0106	1.8728	0.0318		3列目の杭がひび割れた
65	0.2557	0.447	5470.25	0.0110	1.9362	0.0329		1列目の杭がひび割れた
66	0.2557	0.448	5470.97	0.0110	1.9365	0.0329		2列目の杭がひび割れた
67	0.2640	0.462	5648.82	0.0114	2.0015	0.0340		3列目の杭がひび割れた
68	0.2834	0.496	6062.13	0.0123	2.1528	0.0366		3列目の杭がひび割れた
69	0.2846	0.498	6089.15	0.0124	2.1627	0.0368		3列目の杭がひび割れた

No	α_i	水平震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状態
70	0.2894	0.506	6191.96	0.0126	2.2003	0.0374		1列目の杭がひび割れた
71	0.2895	0.507	6193.15	0.0126	2.2007	0.0375		2列目の杭がひび割れた
72	0.2902	0.508	6207.67	0.0126	2.2060	0.0375		3列目の杭がひび割れた
73	0.2937	0.514	6282.97	0.0128	2.2336	0.0380		2列目の杭がひび割れた
74	0.2940	0.514	6289.18	0.0128	2.2358	0.0381		1列目の杭がひび割れた
75	0.3060	0.536	6547.67	0.0134	2.3304	0.0397		3列目の杭がひび割れた
76	0.3130	0.548	6695.89	0.0137	2.3847	0.0406		1列目の杭がひび割れた
77	0.3132	0.548	6701.56	0.0137	2.3867	0.0407		2列目の杭がひび割れた
78	0.3301	0.578	7061.48	0.0145	2.5184	0.0429		1列目の杭がひび割れた
79	0.3301	0.578	7063.34	0.0145	2.5191	0.0429		2列目の杭がひび割れた
80	0.3334	0.583	7132.22	0.0146	2.5443	0.0434		3列目の杭がひび割れた
81	0.3425	0.599	7327.13	0.0150	2.6156	0.0446		3列目の杭がひび割れた
82	0.3469	0.607	7420.69	0.0153	2.6496	0.0452		3列目の杭の地盤が塑性化した
83	0.3472	0.608	7428.48	0.0153	2.6525	0.0452		2列目の杭の地盤が塑性化した
84	0.3472	0.608	7428.81	0.0153	2.6526	0.0452		1列目の杭の地盤が塑性化した
85	0.3635	0.636	7776.15	0.0162	2.7831	0.0476		3列目の杭がひび割れた
86	0.3644	0.638	7796.70	0.0162	2.7908	0.0477		3列目の杭がひび割れた
87	0.3754	0.657	8032.54	0.0168	2.8795	0.0493		1列目の杭がひび割れた
88	0.3755	0.657	8034.65	0.0168	2.8803	0.0494		2列目の杭がひび割れた
89	0.3792	0.664	8112.14	0.0170	2.9095	0.0499		3列目の杭の地盤が塑性化した
90	0.3806	0.666	8142.97	0.0171	2.9212	0.0501		2列目の杭の地盤が塑性化した
91	0.3806	0.666	8143.12	0.0171	2.9212	0.0501		1列目の杭の地盤が塑性化した
92	0.3912	0.685	8370.32	0.0178	3.0094	0.0518		1列目の杭がひび割れた
93	0.3914	0.685	8374.77	0.0178	3.0112	0.0518		2列目の杭がひび割れた
94	0.3953	0.692	8456.83	0.0180	3.0428	0.0524		3列目の杭がひび割れた
95	0.4082	0.714	8733.28	0.0188	3.1493	0.0544		3列目の杭がひび割れた
96	0.4130	0.723	8835.70	0.0192	3.1888	0.0552		3列目の杭の地盤が塑性化した
97	0.4158	0.728	8896.03	0.0193	3.2123	0.0556		1列目の杭の地盤が塑性化した
98	0.4158	0.728	8896.04	0.0193	3.2123	0.0556		2列目の杭の地盤が塑性化した
99	0.4167	0.729	8914.97	0.0194	3.2198	0.0558		1列目の杭がひび割れた
100	0.4168	0.729	8916.44	0.0194	3.2204	0.0558		2列目の杭がひび割れた
101	0.4250	0.744	9092.25	0.0200	3.2902	0.0572		3列目の杭がひび割れた
102	0.4482	0.784	9587.99	0.0217	3.4869	0.0611		3列目の杭の地盤が塑性化した
103	0.4529	0.793	9689.35	0.0221	3.5275	0.0620		1列目の杭の地盤が塑性化した
104	0.4529	0.793	9689.50	0.0221	3.5275	0.0620		2列目の杭の地盤が塑性化した
105	0.4560	0.798	9755.59	0.0224	3.5545	0.0625		3列目の杭がひび割れた
106	0.4575	0.801	9787.98	0.0225	3.5677	0.0628		3列目の杭がひび割れた
107	0.4587	0.803	9814.56	0.0226	3.5785	0.0631		1列目の杭がひび割れた
108	0.4588	0.803	9816.05	0.0226	3.5791	0.0631		2列目の杭がひび割れた
109	0.4639	0.812	9924.96	0.0231	3.6234	0.0640		1列目の杭がひび割れた
110	0.4641	0.812	9928.56	0.0231	3.6248	0.0640		2列目の杭がひび割れた
111	0.4743	0.830	10147.08	0.0240	3.7136	0.0659	L	荷重変化点に達した
112	0.5598	0.830	10406.18	0.0248	3.7487	0.0672		3列目の杭の地盤が塑性化した
113	0.5647	0.830	10421.25	0.0249	3.7508	0.0673		3列目の杭がひび割れた
114	0.6127	0.830	10566.57	0.0254	3.7709	0.0680		1列目の杭の地盤が塑性化した
115	0.6128	0.830	10566.86	0.0254	3.7709	0.0680		2列目の杭の地盤が塑性化した
116	0.6299	0.830	10618.77	0.0256	3.7785	0.0683		1列目の杭がひび割れた
117	0.6304	0.830	10620.11	0.0256	3.7787	0.0683		2列目の杭がひび割れた
118	0.7133	0.830	10871.46	0.0266	3.8151	0.0697		1列目の杭がひび割れた
119	0.7138	0.830	10872.96	0.0266	3.8153	0.0697		2列目の杭がひび割れた
120	0.7187	0.830	10887.71	0.0267	3.8175	0.0698		3列目の杭がひび割れた
121	0.7395	0.830	10950.90	0.0269	3.8267	0.0701		1列目の杭がひび割れた
122	0.7404	0.830	10953.51	0.0269	3.8270	0.0702		2列目の杭がひび割れた
123	0.7919	0.830	11109.80	0.0276	3.8492	0.0710		3列目の杭がひび割れた
124	0.8302	0.830	11225.82	0.0280	3.8657	0.0717		3列目の杭が弾性硬化した
125	0.8665	0.830	11335.68	0.0285	3.8814	0.0723		3列目の杭の地盤が塑性化した
126	0.9322	0.830	11534.84	0.0293	3.9103	0.0735		1列目の杭がひび割れた
127	0.9326	0.830	11536.21	0.0293	3.9105	0.0735		2列目の杭がひび割れた
128	0.9331	0.830	11537.56	0.0293	3.9107	0.0735		1列目の杭の地盤が塑性化した
129	0.9332	0.830	11537.88	0.0293	3.9108	0.0735		2列目の杭の地盤が塑性化した
130	0.9733	0.830	11659.48	0.0299	3.9293	0.0743	Y-1	1列目の杭が降伏した
131	0.9739	0.830	11661.23	0.0299	3.9296	0.0743	Y-2	2列目の杭が降伏した
132	0.9976	0.830	11732.95	0.0303	3.9405	0.0748		1列目の杭が弾性硬化した
133	0.9989	0.830	11736.99	0.0303	3.9411	0.0748		2列目の杭が弾性硬化した
134	1.0000	0.830	11740.35	0.0303	3.9416	0.0748	F	作用荷重が全載荷された

(3) 断面力及び変位

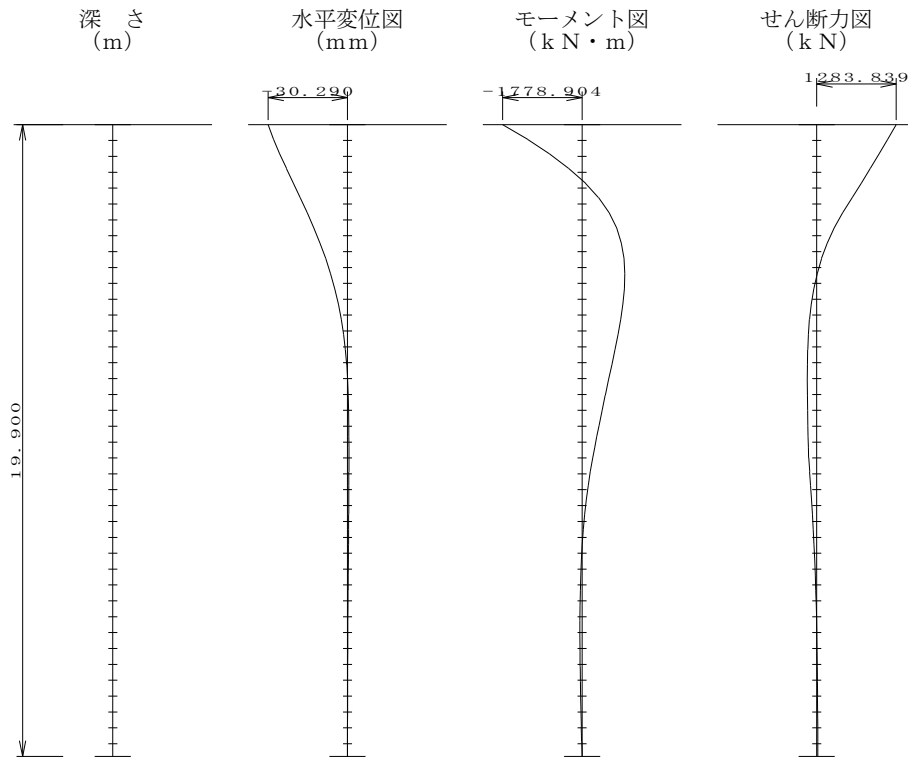
1) 1列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	-9.325	-30.288	3.940	-1779.463	1283.951
0.460	-9.325	-28.236	4.932	-1220.710	1147.402
0.920	-9.325	-25.831	5.490	-725.447	1008.254
1.380	-9.325	-23.262	5.666	-294.881	866.453
1.840	-9.325	-20.650	5.683	69.760	722.000
2.300	-9.325	-18.042	5.647	367.250	574.891
2.779	-9.325	-15.372	5.483	604.139	419.018
3.257	-9.325	-12.823	5.152	770.983	282.325
3.736	-9.325	-10.460	4.706	878.210	169.489
4.215	-9.325	-8.329	4.191	936.738	78.490
4.693	-9.325	-6.453	3.645	956.461	6.967
5.172	-9.325	-4.841	3.095	946.103	-47.637
5.651	-9.325	-3.487	2.563	913.150	-87.851
6.129	-9.325	-2.381	2.066	863.909	-116.132
6.608	-9.325	-1.501	1.616	803.509	-134.796
7.087	-9.325	-0.824	1.218	736.056	-145.925
7.565	-9.325	-0.324	0.879	664.722	-151.362
8.044	-9.325	0.029	0.601	591.812	-152.682
8.523	-9.325	0.264	0.383	518.993	-151.176
9.001	-9.325	0.408	0.226	447.379	-147.856
9.480	-9.325	0.492	0.127	377.623	-143.449
9.920	-9.325	0.526	0.075	329.442	-139.929
10.160	-9.325	0.545	0.037	282.491	-136.229
10.500	-9.325	0.552	0.004	236.816	-132.442
10.932	-9.325	0.546	-0.029	183.057	-116.642
11.363	-9.325	0.528	-0.054	136.066	-101.198
11.795	-9.325	0.500	-0.073	95.597	-86.419
12.274	-9.325	0.462	-0.087	57.933	-71.081
12.753	-9.325	0.418	-0.094	27.300	-57.053
13.232	-9.325	0.372	-0.097	3.052	-44.458
13.711	-9.325	0.326	-0.096	-15.517	-33.336
14.190	-9.325	0.281	-0.091	-29.110	-23.668
14.669	-9.325	0.239	-0.085	-38.411	-15.392
15.148	-9.325	0.200	-0.078	-44.062	-8.418
15.626	-9.325	0.164	-0.070	-46.663	-2.631
16.105	-9.325	0.133	-0.061	-46.752	2.095
16.584	-9.325	0.106	-0.053	-44.806	5.887
17.063	-9.325	0.082	-0.045	-41.242	8.871
17.542	-9.325	0.062	-0.038	-36.419	11.168
18.021	-9.325	0.046	-0.032	-30.637	12.883
18.500	-9.325	0.032	-0.027	-24.156	14.109
18.967	-9.325	0.020	-0.023	-16.905	16.764
19.433	-9.325	0.010	-0.021	-8.687	18.283
19.900	-9.325	0.000	-0.020	0.000	18.778



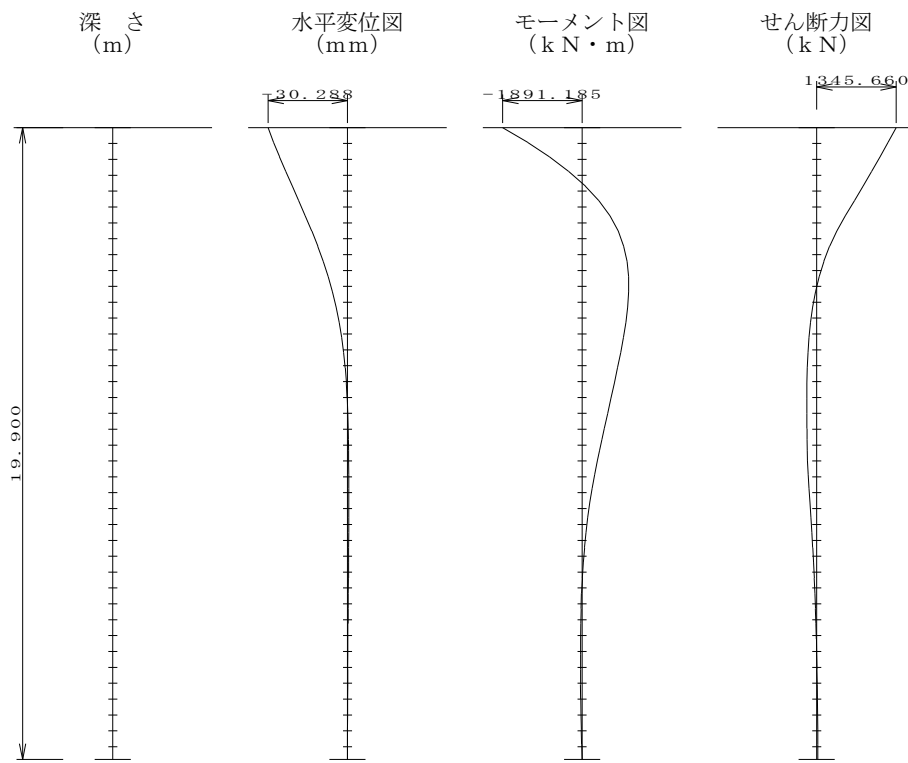
2) 2列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	2.693	-30.290	3.942	-1778.904	1283.839
0.460	2.693	-28.237	4.934	-1220.203	1147.291
0.920	2.693	-25.832	5.491	-724.991	1008.143
1.380	2.693	-23.262	5.666	-294.476	866.342
1.840	2.693	-20.649	5.683	70.114	721.889
2.300	2.693	-18.041	5.647	367.552	574.780
2.779	2.693	-15.371	5.484	604.388	418.907
3.257	2.693	-12.822	5.152	771.181	282.225
3.736	2.693	-10.459	4.706	878.363	169.401
4.215	2.693	-8.328	4.191	936.852	78.414
4.693	2.693	-6.452	3.645	956.542	6.902
5.172	2.693	-4.839	3.094	946.155	-47.691
5.651	2.693	-3.486	2.563	913.179	-87.895
6.129	2.693	-2.380	2.066	863.918	-116.167
6.608	2.693	-1.500	1.615	803.504	-134.823
7.087	2.693	-0.823	1.218	736.040	-145.946
7.565	2.693	-0.323	0.879	664.697	-151.377
8.044	2.693	0.030	0.601	591.781	-152.693
8.523	2.693	0.264	0.383	518.958	-151.184
9.001	2.693	0.408	0.226	447.341	-147.861
9.480	2.693	0.492	0.127	377.583	-143.452
9.820	2.693	0.526	0.075	329.401	-139.931
10.160	2.693	0.545	0.037	282.450	-136.230
10.500	2.693	0.552	0.004	236.774	-132.442
10.932	2.693	0.546	-0.029	183.016	-116.640
11.363	2.693	0.528	-0.054	136.027	-101.194
11.795	2.693	0.500	-0.073	95.560	-86.414
12.274	2.693	0.462	-0.087	57.899	-71.074
12.753	2.693	0.418	-0.094	27.269	-57.046
13.232	2.693	0.372	-0.097	3.024	-44.451
13.711	2.693	0.326	-0.096	-15.541	-33.328
14.190	2.693	0.281	-0.091	-29.130	-23.661
14.669	2.693	0.239	-0.085	-38.428	-15.386
15.148	2.693	0.200	-0.078	-44.077	-8.412
15.626	2.693	0.164	-0.070	-46.675	-2.626
16.105	2.693	0.133	-0.061	-46.761	2.099
16.584	2.693	0.106	-0.053	-44.814	5.891
17.063	2.693	0.082	-0.045	-41.248	8.875
17.542	2.693	0.062	-0.038	-36.423	11.171
18.021	2.693	0.046	-0.032	-30.640	12.886
18.500	2.693	0.032	-0.027	-24.158	14.111
18.967	2.693	0.020	-0.023	-16.906	16.765
19.433	2.693	0.010	-0.021	-8.687	18.284
19.900	2.693	0.000	-0.020	0.000	18.778



3) 3列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	14.707	-30.288	3.938	-1891.185	1345.660
0.460	14.707	-28.266	4.816	-1304.021	1209.163
0.920	14.707	-25.940	5.269	-780.320	1070.017
1.380	14.707	-23.494	5.356	-321.306	928.218
1.840	14.707	-21.023	5.375	71.796	783.767
2.300	14.707	-18.558	5.337	397.757	636.662
2.779	14.707	-16.020	5.246	664.283	480.760
3.257	14.707	-13.564	4.999	859.092	337.292
3.736	14.707	-11.256	4.628	990.860	216.965
4.215	14.707	-9.147	4.175	1070.242	118.107
4.693	14.707	-7.267	3.679	1107.025	38.646
5.172	14.707	-5.628	3.167	1109.957	-23.744
5.651	14.707	-4.233	2.664	1086.641	-71.411
6.129	14.707	-3.073	2.186	1043.575	-106.679
6.608	14.707	-2.132	1.748	986.137	-131.773
7.087	14.707	-1.390	1.357	918.714	-148.720
7.565	14.707	-0.822	1.022	844.779	-159.326
8.044	14.707	-0.400	0.744	766.952	-165.152
8.523	14.707	-0.097	0.528	687.218	-167.483
9.001	14.707	0.118	0.373	607.017	-167.321
9.480	14.707	0.273	0.279	527.324	-165.385
9.820	14.707	0.357	0.216	471.448	-163.199
10.160	14.707	0.421	0.161	416.406	-160.505
10.500	14.707	0.467	0.112	362.347	-157.433
10.932	14.707	0.504	0.059	297.368	-143.432
11.363	14.707	0.520	0.017	238.628	-128.687
11.795	14.707	0.520	-0.017	186.304	-113.721
12.274	14.707	0.504	-0.046	135.778	-97.370
12.753	14.707	0.477	-0.066	92.925	-81.703
13.232	14.707	0.442	-0.080	57.353	-67.043
13.711	14.707	0.402	-0.087	28.517	-53.594
14.190	14.707	0.359	-0.090	5.808	-41.473
14.669	14.707	0.316	-0.090	-11.428	-30.725
15.148	14.707	0.273	-0.087	-23.843	-21.348
15.626	14.707	0.233	-0.082	-32.086	-13.291
16.105	14.707	0.195	-0.075	-36.772	-6.475
16.584	14.707	0.161	-0.068	-38.473	-0.808
17.063	14.707	0.130	-0.062	-37.713	3.815
17.542	14.707	0.102	-0.055	-34.968	7.499
18.021	14.707	0.077	-0.049	-30.663	10.345
18.500	14.707	0.055	-0.044	-25.178	12.442
18.967	14.707	0.035	-0.040	-18.207	17.097
19.433	14.707	0.017	-0.038	-9.523	19.811
19.900	14.707	0.000	-0.037	0.000	20.703



(4) せん断力の制限値の算出
 ・杭基礎のせん断力の制限値

項目		記号	単位	
断面寸法	杭径	D	mm	1200.0
	部材幅	b	mm	1063.472
	部材高	h	mm	1063.472
	有効高	d	mm	927.875
軸方向鉄筋	軸方向鉄筋量	A_s	mm ²	17472.4
	軸方向引張鉄筋比	ρ_t	%	0.885
コンクリートが負担できる平均せん断応力度	基本値	τ_c	N/mm ²	0.350
	部材高dに関する補正係数	C_{cd}	—	1.04121
	鉄筋比 ρ_t に関する補正係数	C_{pt}	—	1.43120
	せん断スパン比による割増係数	C_{dc}	—	1.00000
	補正係数(荷重の正負交替作用)	C_c	—	1.00000
	$\tau_c \cdot C_c \cdot C_{pt} \cdot C_{dc} \cdot C_c$	τ_{cr}	N/mm ²	0.52156
コンクリートが負担できるせん断力	補正係数	k	—	1.30
	$k \cdot \tau_{cr} \cdot b \cdot d$	—	kN/本	669.06
	発生せん断力	S_d	kN/本	1304.48
	発生軸力(死荷重作用時)	N	kN/本	1326.08
	発生曲げモーメント	M_d	kN・m/本	3271.17
	断面積	A_c	m ²	1.13097
	断面二次モーメント	I_c	m ⁴	0.10179
	図心より引張縁までの距離	y	m	0.600
	軸方向力によるコンクリートの応力度が部材引張縁で0となる曲げモーメント	M_0	kN・m/本	198.91
	$S_d \cdot M_0 / M_d$	—	kN/本	79.32
	最大のせん断力と等価なせん断応力度	τ_{cmax}	N/mm ²	1.20
	$\tau_{cmax} \cdot b \cdot d$	—	kN/本	1184.12
	特性値	S_c	kN/本	748.39
	せん断補強鉄筋	鉄筋の断面積	A_w	mm ²
鉄筋の間隔		s	mm	150
鉄筋の降伏強度の特性値		σ_{sy}	N/mm ²	345.00
せん断補強鉄筋が負担できるせん断力	せん断スパン比による低減係数	C_{ds}	—	1.00
	補正係数	k	—	1.30
	特性値	S_s	kN/本	1382.35
斜引張破壊に対するせん断力の制限値	調査・解析係数	ξ_1	—	1.00
	部材・構造係数	ξ_2	—	0.85
	抵抗係数(コンクリート)	Φ_{uc}	—	0.95
	抵抗係数(せん断補強鉄筋)	Φ_{us}	—	0.95
杭一本あたりの制限値	S_{usd}	kN/本	1720.57	
コンクリートの圧壊に対するせん断力の制限値	コンクリートが負担できる平均せん断応力度の最大値	τ_{rmax}	N/mm ²	3.20
	せん断耐力の特性値	S_{ucw}	kN/本	3157.67
	調査・解析係数	ξ_1	—	1.00
	部材・構造係数と抵抗係数の積	$\xi_2 \Phi_{ucw}$	—	1.00
	杭一本あたりの制限値	S_{ucd}	kN/本	3157.67

なお、杭基礎のせん断力の制限値は、第1断面の杭本数分とする。

$$\sum S_{usd} = S_{usd} \cdot n = 1720.57 \times 9 = 15485.12 \text{ (kN)}$$

$$\sum S_{ucd} = S_{ucd} \cdot n = 3157.67 \times 9 = 28419.05 \text{ (kN)}$$

(5) 杭基礎評価結果

設計荷重時 $\alpha_i=1.0$ の状態において杭基礎に対する評価を行う。

・杭頭断面力

杭 列 No	本数	杭頭 反力 P_N (kN)	支持力 上限値 P_{Nl} (kN)	杭頭 せん断力 S (kN)	杭頭 モーメント M_t (kN・m)	杭頭降伏 モーメント M_{rt} (kN・m)	最大 モーメント M_{max} (kN・m)	最大曲げ位置 降伏モーメント M_r (kN・m)
1	3	-4594.14	13775.26	1283.95	-1779.46	1753.62	-1779.46	1753.62
2	3	1326.57	13775.26	1283.84	-1778.90	1753.62	-1778.90	1753.62
3	3	7245.82	13775.26	1345.66	-1891.19	2171.89	-1891.19	2171.89

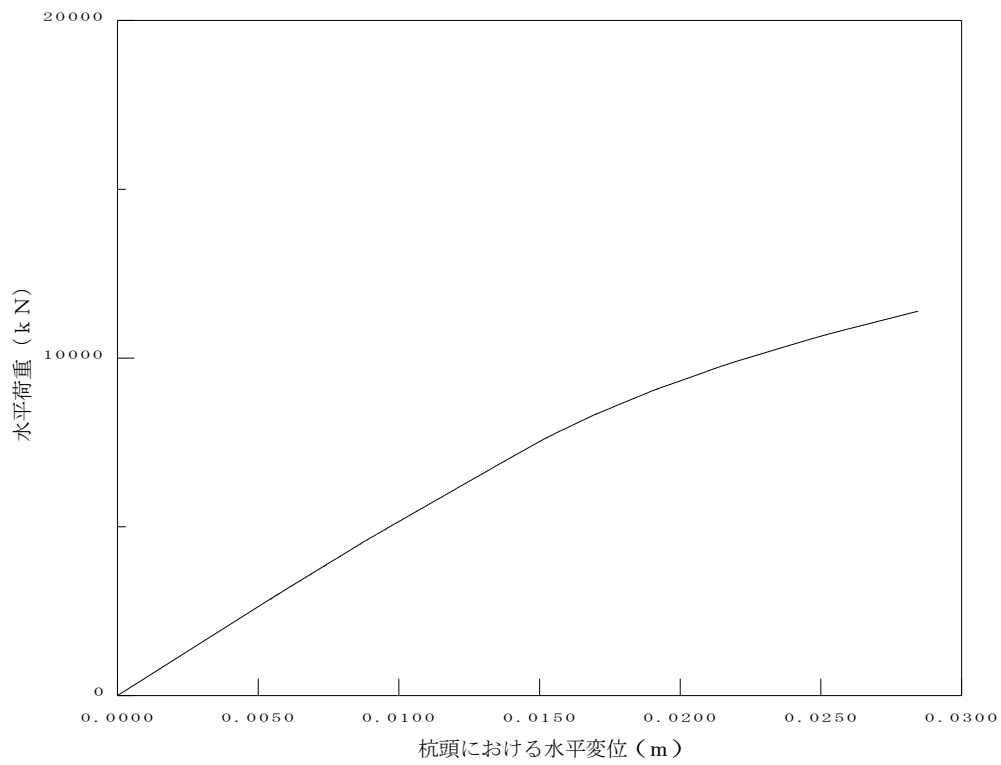
・せん断力の評価

$$\begin{aligned} \Sigma S &= 11740.35 \text{ (kN)} & \leq \Sigma S_{usd} &= 15485.12 \text{ (kN)} & \text{----- OK} \\ & & \leq \Sigma S_{ucd} &= 28419.05 \text{ (kN)} & \text{----- OK} \end{aligned}$$

ゆえに、基礎は耐力を有する。

3-6-5 橋軸直角方向(タイプ I ・浮力無視)

(1) 荷重-変位曲線



(2) 荷重一変位曲線詳細

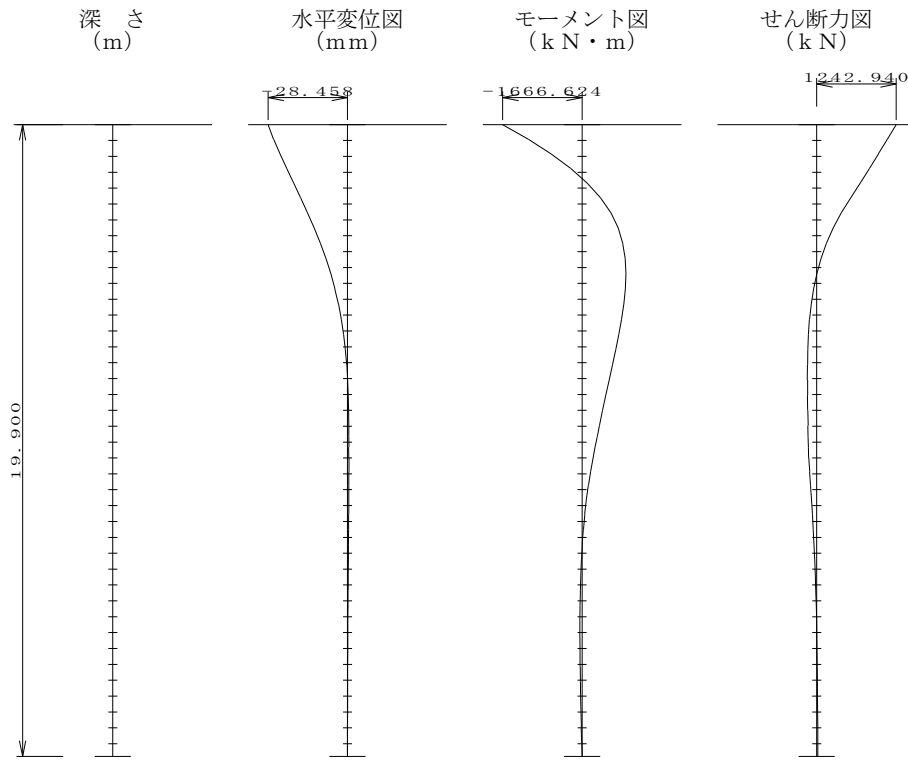
No	α_i	水平 震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状 態
1	0.2516	0.327	2864.82	0.0054	0.9115	0.0180		1列目の杭がひび割れた
2	0.2516	0.327	2864.94	0.0054	0.9115	0.0180		2列目の杭がひび割れた
3	0.2527	0.329	2877.69	0.0055	0.9156	0.0181		1列目の杭がひび割れた
4	0.2527	0.329	2877.76	0.0055	0.9156	0.0181		2列目の杭がひび割れた
5	0.2529	0.329	2880.20	0.0055	0.9164	0.0181		1列目の杭がひび割れた
6	0.2530	0.329	2880.36	0.0055	0.9164	0.0181		2列目の杭がひび割れた
7	0.2543	0.331	2895.53	0.0055	0.9213	0.0182		2列目の杭がひび割れた
8	0.2543	0.331	2895.53	0.0055	0.9213	0.0182		1列目の杭がひび割れた
9	0.2548	0.331	2901.78	0.0055	0.9234	0.0182		1列目の杭がひび割れた
10	0.2549	0.331	2902.00	0.0055	0.9234	0.0182		2列目の杭がひび割れた
11	0.2588	0.336	2946.85	0.0056	0.9380	0.0185		2列目の杭がひび割れた
12	0.2588	0.336	2946.91	0.0056	0.9380	0.0185		1列目の杭がひび割れた
13	0.2615	0.340	2977.46	0.0057	0.9480	0.0187		1列目の杭がひび割れた
14	0.2615	0.340	2977.72	0.0057	0.9480	0.0187		2列目の杭がひび割れた
15	0.2643	0.344	3009.98	0.0057	0.9586	0.0189		2列目の杭がひび割れた
16	0.2644	0.344	3010.14	0.0057	0.9587	0.0189		1列目の杭がひび割れた
17	0.2702	0.351	3076.85	0.0058	0.9805	0.0194		1列目の杭がひび割れた
18	0.2702	0.351	3077.07	0.0058	0.9806	0.0194		2列目の杭がひび割れた
19	0.2734	0.355	3113.64	0.0059	0.9926	0.0196		2列目の杭がひび割れた
20	0.2735	0.356	3113.85	0.0059	0.9927	0.0196		1列目の杭がひび割れた
21	0.2840	0.369	3233.58	0.0062	1.0320	0.0204		2列目の杭がひび割れた
22	0.2840	0.369	3233.82	0.0062	1.0321	0.0204		1列目の杭がひび割れた
23	0.2889	0.376	3289.26	0.0063	1.0503	0.0208		1列目の杭がひび割れた
24	0.2889	0.376	3289.29	0.0063	1.0503	0.0208		2列目の杭がひび割れた
25	0.2985	0.388	3399.17	0.0065	1.0865	0.0215		2列目の杭がひび割れた
26	0.2985	0.388	3399.44	0.0065	1.0866	0.0215		1列目の杭がひび割れた
27	0.3145	0.409	3580.83	0.0068	1.1464	0.0227		2列目の杭がひび割れた
28	0.3145	0.409	3581.30	0.0068	1.1466	0.0227		1列目の杭がひび割れた
29	0.3158	0.411	3595.87	0.0069	1.1514	0.0228		2列目の杭がひび割れた
30	0.3158	0.411	3596.11	0.0069	1.1515	0.0228		1列目の杭がひび割れた
31	0.3371	0.438	3838.93	0.0073	1.2316	0.0243		2列目の杭がひび割れた
32	0.3372	0.438	3839.09	0.0073	1.2317	0.0243		1列目の杭がひび割れた
33	0.3397	0.442	3868.26	0.0074	1.2413	0.0245		1列目の杭がひび割れた
34	0.3398	0.442	3868.72	0.0074	1.2414	0.0245		2列目の杭がひび割れた
35	0.3625	0.471	4127.76	0.0079	1.3270	0.0262		2列目の杭がひび割れた
36	0.3625	0.471	4127.79	0.0079	1.3270	0.0262		1列目の杭がひび割れた
37	0.3648	0.474	4154.14	0.0080	1.3357	0.0264		2列目の杭がひび割れた
38	0.3650	0.475	4156.26	0.0080	1.3364	0.0264		1列目の杭がひび割れた
39	0.3934	0.511	4479.29	0.0086	1.4433	0.0285		1列目の杭がひび割れた
40	0.3934	0.511	4479.51	0.0086	1.4433	0.0285		2列目の杭がひび割れた
41	0.4007	0.521	4562.38	0.0088	1.4708	0.0291		3列目の杭がひび割れた
42	0.4024	0.523	4581.88	0.0088	1.4772	0.0292		3列目の杭がひび割れた
43	0.4028	0.524	4586.83	0.0088	1.4789	0.0292		3列目の杭がひび割れた
44	0.4043	0.526	4603.23	0.0088	1.4844	0.0293		1列目の杭がひび割れた
45	0.4044	0.526	4604.89	0.0088	1.4849	0.0293		2列目の杭がひび割れた
46	0.4047	0.526	4608.09	0.0089	1.4860	0.0294		3列目の杭がひび割れた
47	0.4058	0.527	4620.27	0.0089	1.4900	0.0294		3列目の杭がひび割れた
48	0.4113	0.535	4683.72	0.0090	1.5109	0.0299		3列目の杭がひび割れた
49	0.4161	0.541	4738.00	0.0091	1.5289	0.0302		3列目の杭がひび割れた
50	0.4193	0.545	4773.91	0.0092	1.5408	0.0305		3列目の杭がひび割れた
51	0.4295	0.558	4890.58	0.0094	1.5796	0.0312		2列目の杭がひび割れた
52	0.4297	0.559	4892.97	0.0094	1.5804	0.0313		1列目の杭がひび割れた
53	0.4297	0.559	4893.01	0.0094	1.5804	0.0313		3列目の杭がひび割れた
54	0.4319	0.561	4918.09	0.0095	1.5887	0.0314		1列目の杭がひび割れた
55	0.4319	0.562	4918.39	0.0095	1.5888	0.0314		2列目の杭がひび割れた
56	0.4323	0.562	4922.49	0.0095	1.5902	0.0315		3列目の杭がひび割れた
57	0.4472	0.581	5091.95	0.0099	1.6465	0.0326		3列目の杭がひび割れた
58	0.4595	0.597	5232.56	0.0102	1.6932	0.0335		3列目の杭がひび割れた
59	0.4673	0.607	5320.79	0.0103	1.7226	0.0341		3列目の杭がひび割れた
60	0.4786	0.622	5449.63	0.0106	1.7655	0.0350		1列目の杭がひび割れた
61	0.4787	0.622	5450.26	0.0106	1.7657	0.0350		2列目の杭がひび割れた
62	0.4911	0.638	5591.82	0.0109	1.8129	0.0359		3列目の杭がひび割れた
63	0.5021	0.653	5717.19	0.0112	1.8547	0.0368		3列目の杭がひび割れた
64	0.5199	0.676	5920.17	0.0116	1.9223	0.0381		3列目の杭がひび割れた
65	0.5203	0.676	5924.94	0.0116	1.9239	0.0382		3列目の杭がひび割れた
66	0.5225	0.679	5949.28	0.0117	1.9320	0.0383		2列目の杭がひび割れた
67	0.5229	0.680	5954.45	0.0117	1.9337	0.0384		1列目の杭がひび割れた
68	0.5331	0.693	6070.45	0.0119	1.9724	0.0391		1列目の杭がひび割れた
69	0.5335	0.694	6074.65	0.0119	1.9739	0.0392		2列目の杭がひび割れた

No	α_i	水平震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状態
70	0.5385	0.700	6131.24	0.0120	1.9928	0.0395		1列目の杭がひび割れた
71	0.5386	0.700	6132.39	0.0120	1.9931	0.0395		2列目の杭がひび割れた
72	0.5546	0.721	6315.57	0.0124	2.0543	0.0408		3列目の杭がひび割れた
73	0.5890	0.766	6706.36	0.0132	2.1848	0.0434		3列目の杭がひび割れた
74	0.5956	0.774	6782.01	0.0134	2.2101	0.0439		3列目の杭がひび割れた
75	0.6084	0.791	6927.28	0.0137	2.2587	0.0449		3列目の杭がひび割れた
76	0.6106	0.794	6953.10	0.0138	2.2673	0.0451		1列目の杭がひび割れた
77	0.6108	0.794	6954.85	0.0138	2.2678	0.0451		2列目の杭がひび割れた
78	0.6477	0.842	7375.53	0.0147	2.4075	0.0479		3列目の杭がひび割れた
79	0.6700	0.871	7628.87	0.0152	2.4916	0.0496		3列目の杭の地盤が塑性化した
80	0.6707	0.872	7637.54	0.0152	2.4945	0.0497		2列目の杭の地盤が塑性化した
81	0.6708	0.872	7637.92	0.0152	2.4946	0.0497		1列目の杭の地盤が塑性化した
82	0.6779	0.881	7719.01	0.0154	2.5224	0.0503		2列目の杭がひび割れた
83	0.6794	0.883	7735.95	0.0155	2.5282	0.0504		1列目の杭がひび割れた
84	0.6825	0.887	7770.99	0.0156	2.5402	0.0506		3列目の杭がひび割れた
85	0.6885	0.895	7839.41	0.0157	2.5636	0.0511		1列目の杭がひび割れた
86	0.6890	0.896	7844.93	0.0158	2.5655	0.0512		2列目の杭がひび割れた
87	0.6962	0.905	7927.24	0.0160	2.5935	0.0518		1列目の杭がひび割れた
88	0.6963	0.905	7929.02	0.0160	2.5941	0.0518		2列目の杭がひび割れた
89	0.7036	0.915	8011.78	0.0162	2.6223	0.0524		3列目の杭がひび割れた
90	0.7292	0.948	8303.45	0.0169	2.7215	0.0545		3列目の杭の地盤が塑性化した
91	0.7321	0.952	8336.45	0.0170	2.7329	0.0547		2列目の杭の地盤が塑性化した
92	0.7321	0.952	8336.60	0.0170	2.7329	0.0547		1列目の杭の地盤が塑性化した
93	0.7458	0.970	8491.96	0.0174	2.7873	0.0559		3列目の杭がひび割れた
94	0.7599	0.988	8653.14	0.0179	2.8437	0.0572		3列目の杭がひび割れた
95	0.7775	1.011	8852.97	0.0185	2.9137	0.0587		1列目の杭がひび割れた
96	0.7777	1.011	8854.97	0.0185	2.9144	0.0587		2列目の杭がひび割れた
97	0.7914	1.029	9010.89	0.0190	2.9690	0.0599		3列目の杭の地盤が塑性化した
98	0.7974	1.037	9080.04	0.0192	2.9934	0.0605		1列目の杭の地盤が塑性化した
99	0.7974	1.037	9080.06	0.0192	2.9934	0.0605		2列目の杭の地盤が塑性化した
100	0.8148	1.059	9277.66	0.0198	3.0645	0.0621		3列目の杭がひび割れた
101	0.8428	1.096	9596.75	0.0209	3.1793	0.0648		1列目の杭がひび割れた
102	0.8432	1.096	9601.60	0.0209	3.1811	0.0648		2列目の杭がひび割れた
103	0.8433	1.096	9602.54	0.0209	3.1814	0.0648		3列目の杭がひび割れた
104	0.8564	1.113	9751.31	0.0214	3.2347	0.0661		3列目の杭の地盤が塑性化した
105	0.8600	1.118	9792.77	0.0216	3.2496	0.0664		1列目の杭がひび割れた
106	0.8602	1.118	9794.73	0.0216	3.2503	0.0665		2列目の杭がひび割れた
107	0.8664	1.126	9865.18	0.0219	3.2758	0.0671		1列目の杭の地盤が塑性化した
108	0.8664	1.126	9865.36	0.0219	3.2758	0.0671		2列目の杭の地盤が塑性化した
109	0.8733	1.135	9944.41	0.0222	3.3049	0.0678		3列目の杭がひび割れた
110	0.9245	1.202	10527.04	0.0245	3.5190	0.0731		3列目の杭の地盤が塑性化した
111	0.9309	1.210	10600.02	0.0248	3.5461	0.0737		3列目の杭がひび割れた
112	0.9325	1.212	10617.55	0.0249	3.5526	0.0739		1列目の杭がひび割れた
113	0.9326	1.212	10619.51	0.0249	3.5533	0.0739		2列目の杭がひび割れた
114	0.9385	1.220	10686.07	0.0252	3.5779	0.0745		1列目の杭の地盤が塑性化した
115	0.9385	1.220	10686.41	0.0252	3.5781	0.0745		2列目の杭の地盤が塑性化した
116	0.9534	1.239	10856.61	0.0259	3.6422	0.0762		1列目の杭がひび割れた
117	0.9538	1.240	10860.42	0.0260	3.6436	0.0762		2列目の杭がひび割れた
118	0.9548	1.241	10872.30	0.0260	3.6481	0.0764		1列目の杭がひび割れた
119	0.9550	1.241	10874.02	0.0260	3.6487	0.0764		2列目の杭がひび割れた
120	0.9570	1.244	10897.21	0.0261	3.6574	0.0766		3列目の杭がひび割れた
121	0.9893	1.286	11265.13	0.0279	3.7953	0.0803		3列目の杭がひび割れた
122	0.9973	1.296	11355.74	0.0283	3.8292	0.0811		3列目の杭の地盤が塑性化した
123	1.0000	1.300	11386.71	0.0285	3.8409	0.0815	F	作用荷重が全載荷された

(3) 断面力及び変位

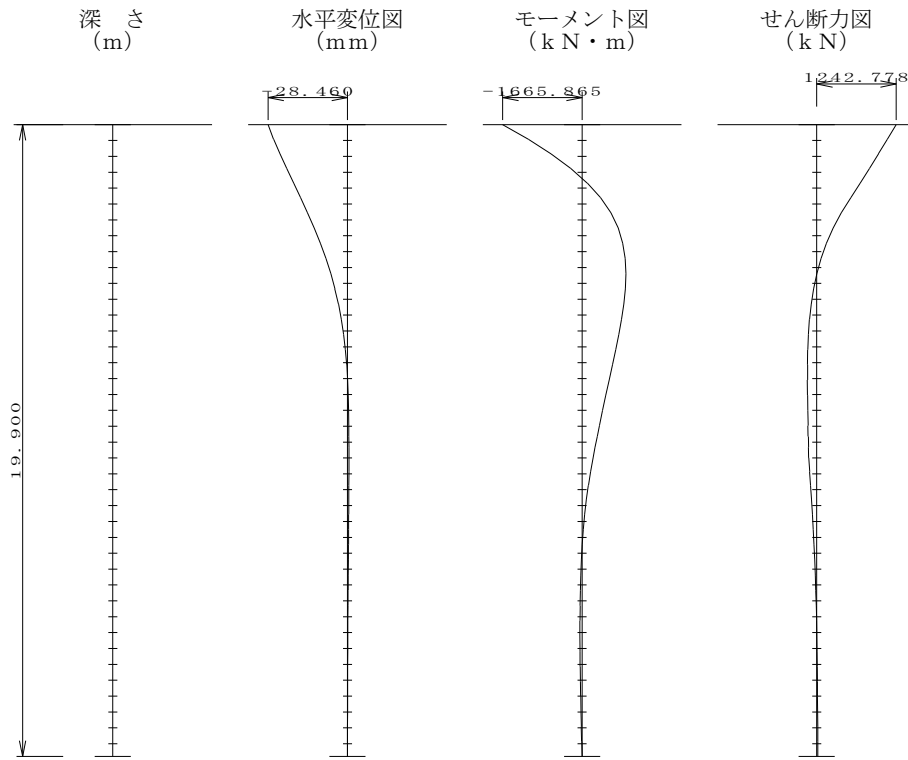
1) 1列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	-9.649	-28.458	3.838	-1666.624	1242.940
0.460	-9.649	-26.472	4.745	-1126.722	1106.368
0.920	-9.649	-24.170	5.233	-650.320	967.207
1.380	-9.649	-21.732	5.354	-238.620	825.403
1.840	-9.649	-19.265	5.364	107.155	680.946
2.300	-9.649	-16.805	5.324	385.774	533.835
2.779	-9.649	-14.292	5.153	604.237	382.964
3.257	-9.649	-11.900	4.828	756.211	255.985
3.736	-9.649	-9.690	4.399	852.853	151.360
4.215	-9.649	-7.700	3.909	904.382	67.148
4.693	-9.649	-5.953	3.391	920.037	1.097
5.172	-9.649	-4.454	2.872	907.940	-49.211
5.651	-9.649	-3.199	2.373	875.053	-86.162
6.129	-9.649	-2.176	1.907	827.221	-112.067
6.608	-9.649	-1.365	1.486	769.185	-129.094
7.087	-9.649	-0.744	1.117	704.731	-139.188
7.565	-9.649	-0.286	0.802	636.772	-144.065
8.044	-9.649	0.035	0.546	567.415	-145.184
8.523	-9.649	0.248	0.347	498.181	-143.735
9.001	-9.649	0.379	0.205	430.078	-140.641
9.480	-9.649	0.456	0.120	363.701	-136.557
9.920	-9.649	0.489	0.077	317.821	-133.290
10.160	-9.649	0.509	0.040	273.085	-129.840
10.500	-9.649	0.517	0.009	229.541	-126.294
10.932	-9.649	0.514	-0.023	178.228	-111.447
11.363	-9.649	0.498	-0.048	133.285	-96.887
11.795	-9.649	0.473	-0.066	94.501	-82.913
12.274	-9.649	0.438	-0.080	58.321	-68.374
12.753	-9.649	0.398	-0.088	28.814	-55.043
13.232	-9.649	0.355	-0.091	5.381	-43.047
13.711	-9.649	0.312	-0.090	-12.637	-32.431
14.190	-9.649	0.269	-0.086	-25.900	-23.183
14.669	-9.649	0.229	-0.081	-35.053	-15.249
15.148	-9.649	0.192	-0.074	-40.705	-8.549
15.626	-9.649	0.158	-0.066	-43.422	-2.977
16.105	-9.649	0.129	-0.058	-43.717	1.585
16.584	-9.649	0.102	-0.051	-42.046	5.254
17.063	-9.649	0.080	-0.043	-38.808	8.150
17.542	-9.649	0.061	-0.037	-34.345	10.384
18.021	-9.649	0.045	-0.031	-28.950	12.057
18.500	-9.649	0.031	-0.026	-22.872	13.255
18.967	-9.649	0.020	-0.023	-16.033	15.855
19.433	-9.649	0.009	-0.021	-8.247	17.346
19.900	-9.649	0.000	-0.020	0.000	17.831



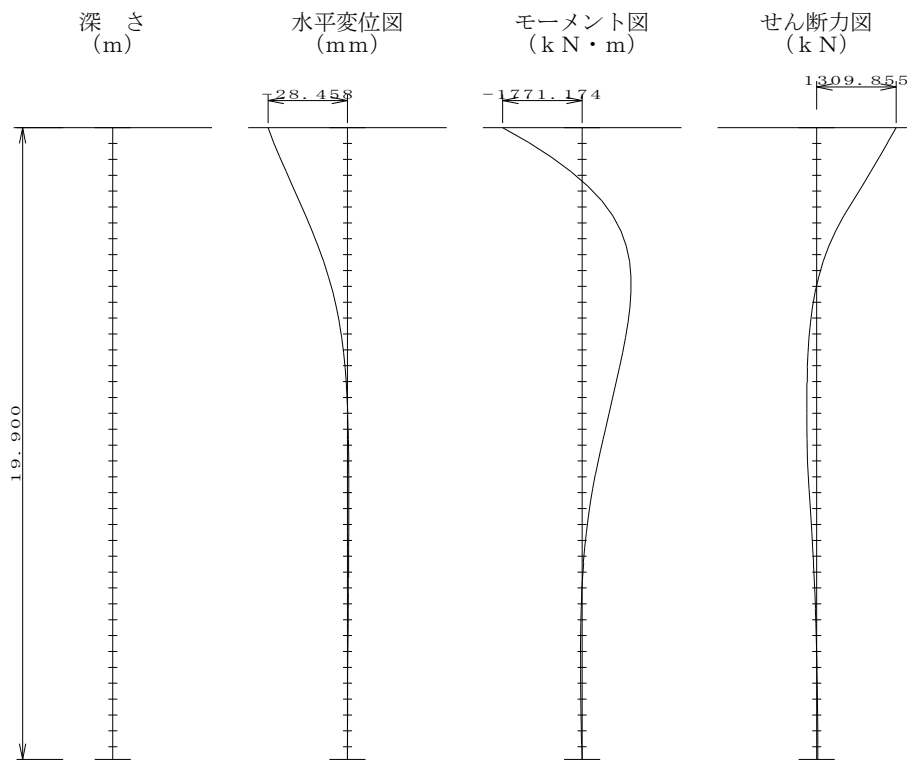
2) 2列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	3.020	-28.460	3.841	-1665.865	1242.778
0.460	3.020	-26.473	4.747	-1126.036	1106.206
0.920	3.020	-24.170	5.234	-649.709	967.045
1.380	3.020	-21.731	5.355	-238.083	825.242
1.840	3.020	-19.264	5.365	107.617	680.785
2.300	3.020	-16.804	5.324	386.162	533.674
2.779	3.020	-14.291	5.153	604.551	382.817
3.257	3.020	-11.899	4.828	756.458	255.853
3.736	3.020	-9.688	4.399	853.041	151.244
4.215	3.020	-7.698	3.908	904.518	67.048
4.693	3.020	-5.951	3.391	920.129	1.014
5.172	3.020	-4.452	2.872	907.996	-49.280
5.651	3.020	-3.198	2.372	875.079	-86.219
6.129	3.020	-2.175	1.907	827.223	-112.112
6.608	3.020	-1.364	1.486	769.168	-129.129
7.087	3.020	-0.743	1.116	704.699	-139.215
7.565	3.020	-0.286	0.802	636.729	-144.085
8.044	3.020	0.036	0.545	567.365	-145.198
8.523	3.020	0.248	0.347	498.124	-143.745
9.001	3.020	0.379	0.205	430.019	-140.648
9.480	3.020	0.456	0.120	363.639	-136.561
9.820	3.020	0.490	0.077	317.758	-133.292
10.160	3.020	0.509	0.040	273.021	-129.841
10.500	3.020	0.518	0.009	229.477	-126.294
10.932	3.020	0.514	-0.024	178.165	-111.443
11.363	3.020	0.498	-0.048	133.225	-96.880
11.795	3.020	0.473	-0.066	94.444	-82.904
12.274	3.020	0.438	-0.080	58.268	-68.363
12.753	3.020	0.398	-0.088	28.766	-55.032
13.232	3.020	0.355	-0.091	5.339	-43.036
13.711	3.020	0.312	-0.090	-12.674	-32.420
14.190	3.020	0.269	-0.086	-25.932	-23.172
14.669	3.020	0.229	-0.081	-35.080	-15.239
15.148	3.020	0.192	-0.074	-40.727	-8.540
15.626	3.020	0.158	-0.066	-43.440	-2.969
16.105	3.020	0.128	-0.058	-43.732	1.592
16.584	3.020	0.102	-0.051	-42.057	5.260
17.063	3.020	0.080	-0.043	-38.816	8.155
17.542	3.020	0.061	-0.037	-34.352	10.388
18.021	3.020	0.045	-0.031	-28.955	12.061
18.500	3.020	0.031	-0.026	-22.875	13.259
18.967	3.020	0.020	-0.023	-16.035	15.857
19.433	3.020	0.009	-0.021	-8.247	17.348
19.900	3.020	0.000	-0.020	0.000	17.833



3) 3列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	15.685	-28.458	3.837	-1771.174	1309.855
0.460	15.685	-26.507	4.609	-1200.462	1173.339
0.920	15.685	-24.298	4.972	-693.221	1034.189
1.380	15.685	-21.991	5.046	-250.666	892.386
1.840	15.685	-19.666	5.055	125.977	747.931
2.300	15.685	-17.349	5.010	435.475	600.823
2.779	15.685	-14.972	4.915	684.858	444.920
3.257	15.685	-12.673	4.675	864.827	310.862
3.736	15.685	-10.517	4.321	985.894	198.442
4.215	15.685	-8.550	3.892	1058.015	106.063
4.693	15.685	-6.798	3.425	1090.320	31.769
5.172	15.685	-5.273	2.945	1090.959	-26.633
5.651	15.685	-3.976	2.474	1067.006	-71.343
6.129	15.685	-2.899	2.030	1024.502	-104.534
6.608	15.685	-2.026	1.622	968.439	-128.282
7.087	15.685	-1.337	1.262	902.890	-144.464
7.565	15.685	-0.808	0.954	831.084	-154.751
8.044	15.685	-0.412	0.702	755.457	-160.574
8.523	15.685	-0.123	0.509	677.875	-163.097
9.001	15.685	0.088	0.376	599.707	-163.214
9.480	15.685	0.245	0.283	521.912	-161.560
9.820	15.685	0.331	0.221	467.304	-159.563
10.160	15.685	0.396	0.166	413.467	-157.047
10.500	15.685	0.444	0.117	360.556	-154.142
10.932	15.685	0.483	0.065	296.858	-140.775
11.363	15.685	0.501	0.022	239.140	-126.597
11.795	15.685	0.503	-0.011	187.609	-112.130
12.274	15.685	0.491	-0.041	137.727	-96.255
12.753	15.685	0.466	-0.062	95.309	-80.988
13.232	15.685	0.433	-0.076	59.997	-66.657
13.711	15.685	0.394	-0.084	31.281	-53.473
14.190	15.685	0.353	-0.087	8.578	-41.560
14.669	15.685	0.311	-0.087	-8.740	-30.972
15.148	15.685	0.270	-0.084	-21.303	-21.714
15.626	15.685	0.231	-0.080	-29.743	-13.740
16.105	15.685	0.194	-0.074	-34.659	-6.981
16.584	15.685	0.160	-0.067	-36.610	-1.349
17.063	15.685	0.129	-0.061	-36.115	3.254
17.542	15.685	0.102	-0.054	-33.642	6.929
18.021	15.685	0.077	-0.049	-29.610	9.773
18.500	15.685	0.055	-0.044	-24.399	11.872
18.967	15.685	0.035	-0.040	-17.691	16.537
19.433	15.685	0.017	-0.038	-9.267	19.259
19.900	15.685	0.000	-0.037	0.000	20.154



(4) せん断力の制限値の算出
・杭基礎のせん断力の制限値

項目		記号	単位	
断面寸法	杭径	D	mm	1200.0
	部材幅	b	mm	1063.472
	部材高	h	mm	1063.472
	有効高	d	mm	927.875
軸方向鉄筋	軸方向鉄筋量	A_s	mm ²	17472.4
	軸方向引張鉄筋比	ρ_t	%	0.885
コンクリートが負担できる平均せん断応力度	基本値	τ_c	N/mm ²	0.350
	部材高dに関する補正係数	C_{de}	—	1.04121
	鉄筋比 ρ_t に関する補正係数	C_{pt}	—	1.43120
	せん断スパン比による割増係数	C_{dc}	—	1.00000
	補正係数(荷重の正負交替作用)	C_c	—	1.00000
	$\tau_c \cdot C_c \cdot C_{pt} \cdot C_{dc} \cdot C_c$	τ_{rt}	N/mm ²	0.52156
コンクリートが負担できるせん断力	補正係数	k	—	1.30
	$k \cdot \tau_{rt} \cdot b \cdot d$	—	kN/本	669.06
	発生せん断力	S_d	kN/本	1265.19
	発生軸力(死荷重作用時)	N	kN/本	1487.32
	発生曲げモーメント	M_d	kN・m/本	3327.84
	断面積	A_c	m ²	1.13097
	断面二次モーメント	I_c	m ⁴	0.10179
	図心より引張縁までの距離	y	m	0.600
	軸方向力によるコンクリートの応力度が部材引張縁で0となる曲げモーメント	M_0	kN・m/本	223.10
	$S_d \cdot M_0 / M_d$	—	kN/本	84.82
	最大のせん断力と等価なせん断応力度	τ_{cmax}	N/mm ²	1.20
	$\tau_{cmax} \cdot b \cdot d$	—	kN/本	1184.12
	特性値	S_c	kN/本	753.88
	せん断補強鉄筋	鉄筋の断面積	A_w	mm ²
鉄筋の間隔		s	mm	150
鉄筋の降伏強度の特性値		σ_{sy}	N/mm ²	345.00
せん断補強鉄筋が負担できるせん断力	せん断スパン比による低減係数	C_{ds}	—	1.00
	補正係数	k	—	1.30
	特性値	S_s	kN/本	1382.35
斜引張破壊に対するせん断力の制限値	調査・解析係数	ξ_1	—	1.00
	部材・構造係数	ξ_2	—	0.85
	抵抗係数(コンクリート)	Φ_{uc}	—	0.95
	抵抗係数(せん断補強鉄筋)	Φ_{us}	—	0.95
杭一本あたりの制限値	S_{usd}	kN/本	1725.01	
コンクリートの圧壊に対するせん断力の制限値	コンクリートが負担できる平均せん断応力度の最大値	τ_{rmax}	N/mm ²	3.20
	せん断耐力の特性値	S_{ucw}	kN/本	3157.67
	調査・解析係数	ξ_1	—	1.00
	部材・構造係数と抵抗係数の積	$\xi_2 \Phi_{ucw}$	—	1.00
	杭一本あたりの制限値	S_{ucd}	kN/本	3157.67

なお、杭基礎のせん断力の制限値は、第1断面の杭本数分とする。

$$\sum S_{usd} = S_{usd} \cdot n = 1725.01 \times 9 = 15525.05 \text{ (kN)}$$

$$\sum S_{ucd} = S_{ucd} \cdot n = 3157.67 \times 9 = 28419.05 \text{ (kN)}$$

(5) 杭基礎評価結果

設計荷重時 $\alpha_i=1.0$ の状態において杭基礎に対する評価を行う。

・杭頭断面力

杭 列 No	本数	杭頭 反力 P_N (kN)	支持力 上限値 P_{Nl} (kN)	杭頭 せん断力 S (kN)	杭頭 モーメント M_t (kN・m)	杭頭降伏 モーメント M_{rt} (kN・m)	最大 モーメント M_{max} (kN・m)	最大曲げ位置 降伏モーメント M_r (kN・m)
1	3	-4753.74	13775.26	1242.94	-1666.62	1753.62	-1666.62	1753.62
2	3	1488.01	13775.26	1242.78	-1665.87	1753.62	-1665.87	1753.62
3	3	7727.68	13775.26	1309.86	-1771.17	2220.91	-1771.17	2220.91

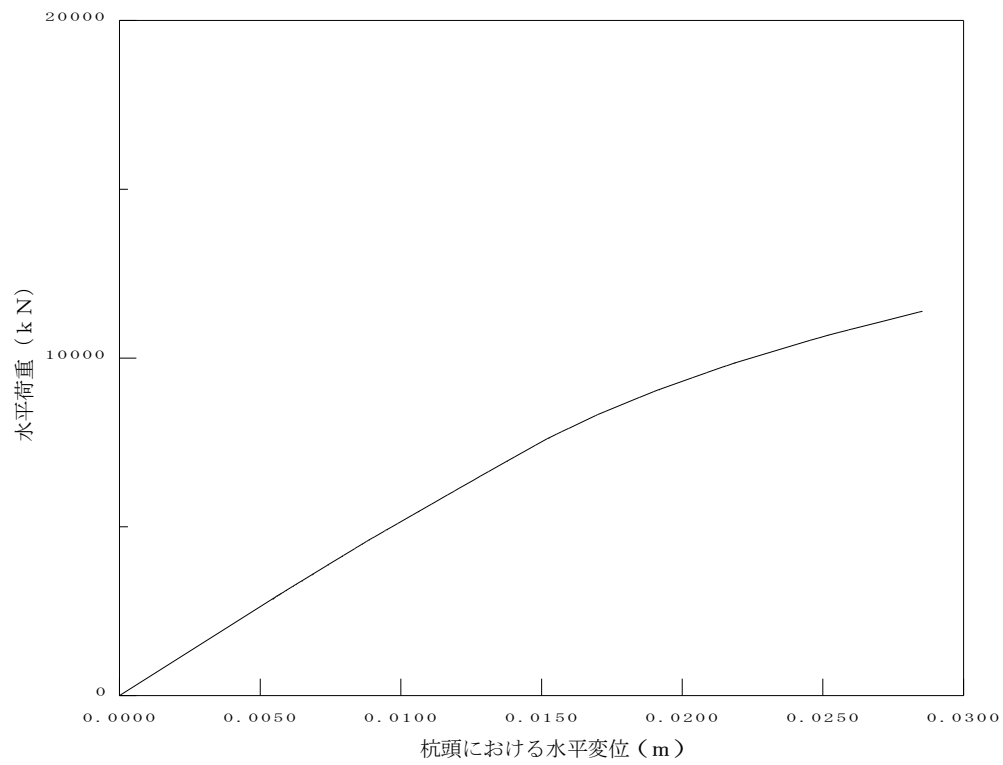
・せん断力の評価

$$\begin{aligned} \Sigma S &= 11386.72 \text{ (kN)} \\ &\leq \Sigma S_{usd} = 15525.05 \text{ (kN)} \quad \text{----- OK} \\ &\leq \Sigma S_{ucd} = 28419.05 \text{ (kN)} \quad \text{----- OK} \end{aligned}$$

ゆえに、基礎は耐力を有する。

3-6-6 橋軸直角方向(タイプ I ・浮力考慮)

(1) 荷重-変位曲線



(2) 荷重一変位曲線詳細

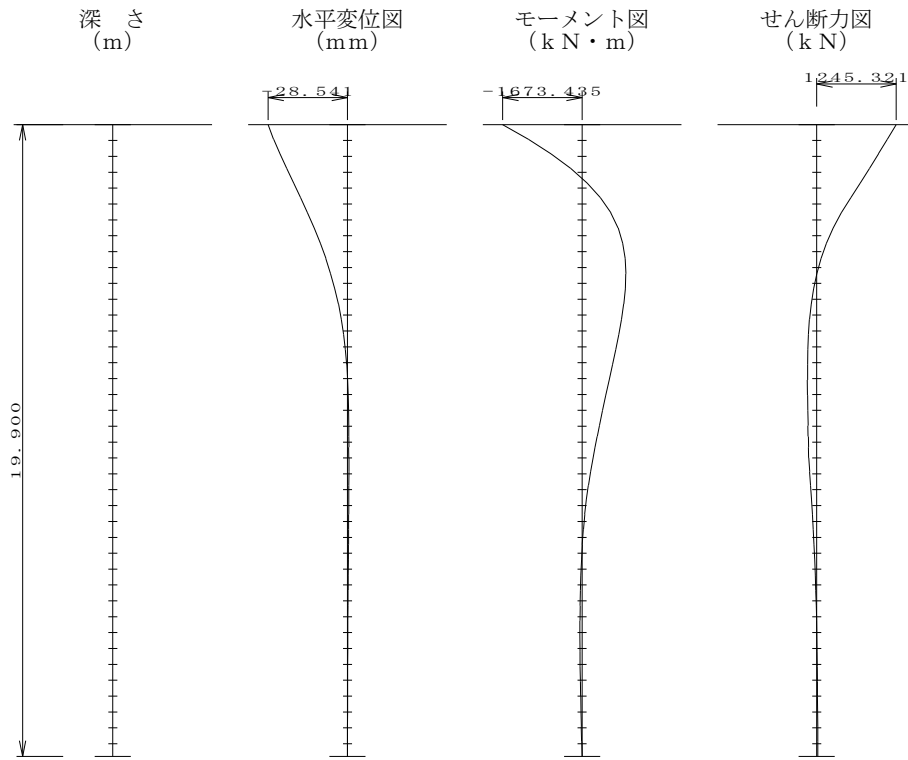
No	α_i	水平 震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状 態
1	0.2516	0.327	2864.94	0.0054	0.9115	0.0180		2列目の杭がひび割れた
2	0.2516	0.327	2865.07	0.0054	0.9115	0.0180		1列目の杭がひび割れた
3	0.2527	0.329	2877.76	0.0055	0.9156	0.0181		2列目の杭がひび割れた
4	0.2527	0.329	2877.90	0.0055	0.9156	0.0181		1列目の杭がひび割れた
5	0.2530	0.329	2880.37	0.0055	0.9164	0.0181		2列目の杭がひび割れた
6	0.2530	0.329	2880.48	0.0055	0.9165	0.0181		1列目の杭がひび割れた
7	0.2543	0.331	2895.53	0.0055	0.9213	0.0182		2列目の杭がひび割れた
8	0.2543	0.331	2895.70	0.0055	0.9214	0.0182		1列目の杭がひび割れた
9	0.2549	0.331	2902.00	0.0055	0.9234	0.0182		2列目の杭がひび割れた
10	0.2549	0.331	2902.12	0.0055	0.9235	0.0182		1列目の杭がひび割れた
11	0.2588	0.336	2946.85	0.0056	0.9380	0.0185		2列目の杭がひび割れた
12	0.2588	0.336	2947.04	0.0056	0.9380	0.0185		1列目の杭がひび割れた
13	0.2615	0.340	2977.72	0.0057	0.9480	0.0187		2列目の杭がひび割れた
14	0.2615	0.340	2977.89	0.0057	0.9481	0.0187		1列目の杭がひび割れた
15	0.2643	0.344	3009.98	0.0057	0.9586	0.0189		2列目の杭がひび割れた
16	0.2644	0.344	3010.21	0.0057	0.9587	0.0189		1列目の杭がひび割れた
17	0.2702	0.351	3077.08	0.0058	0.9806	0.0194		2列目の杭がひび割れた
18	0.2703	0.351	3077.35	0.0058	0.9807	0.0194		1列目の杭がひび割れた
19	0.2734	0.355	3113.64	0.0059	0.9926	0.0196		2列目の杭がひび割れた
20	0.2735	0.356	3113.88	0.0059	0.9927	0.0196		1列目の杭がひび割れた
21	0.2840	0.369	3233.58	0.0062	1.0320	0.0204		2列目の杭がひび割れた
22	0.2840	0.369	3233.82	0.0062	1.0320	0.0204		1列目の杭がひび割れた
23	0.2889	0.376	3289.29	0.0063	1.0503	0.0208		2列目の杭がひび割れた
24	0.2889	0.376	3289.92	0.0063	1.0505	0.0208		1列目の杭がひび割れた
25	0.2985	0.388	3399.17	0.0065	1.0865	0.0215		2列目の杭がひび割れた
26	0.2985	0.388	3399.36	0.0065	1.0866	0.0215		1列目の杭がひび割れた
27	0.3145	0.409	3580.84	0.0068	1.1464	0.0227		2列目の杭がひび割れた
28	0.3146	0.409	3582.18	0.0068	1.1469	0.0227		1列目の杭がひび割れた
29	0.3158	0.411	3595.87	0.0069	1.1514	0.0228		2列目の杭がひび割れた
30	0.3158	0.411	3595.99	0.0069	1.1514	0.0228		1列目の杭がひび割れた
31	0.3371	0.438	3838.93	0.0073	1.2316	0.0243		2列目の杭がひび割れた
32	0.3371	0.438	3838.94	0.0073	1.2316	0.0243		1列目の杭がひび割れた
33	0.3396	0.442	3867.41	0.0074	1.2410	0.0245		1列目の杭がひび割れた
34	0.3398	0.442	3868.72	0.0074	1.2414	0.0245		2列目の杭がひび割れた
35	0.3625	0.471	4127.60	0.0079	1.3269	0.0262		1列目の杭がひび割れた
36	0.3625	0.471	4127.76	0.0079	1.3269	0.0262		2列目の杭がひび割れた
37	0.3648	0.474	4154.15	0.0080	1.3357	0.0264		2列目の杭がひび割れた
38	0.3651	0.475	4157.45	0.0080	1.3367	0.0264		1列目の杭がひび割れた
39	0.3826	0.497	4356.11	0.0084	1.4025	0.0277		3列目の杭がひび割れた
40	0.3842	0.499	4374.72	0.0084	1.4087	0.0278		3列目の杭がひび割れた
41	0.3846	0.500	4379.45	0.0084	1.4102	0.0279		3列目の杭がひび割れた
42	0.3864	0.502	4399.90	0.0084	1.4171	0.0280		3列目の杭がひび割れた
43	0.3874	0.504	4411.36	0.0085	1.4209	0.0281		3列目の杭がひび割れた
44	0.3929	0.511	4473.98	0.0086	1.4418	0.0285		3列目の杭がひび割れた
45	0.3933	0.511	4478.21	0.0086	1.4432	0.0285		1列目の杭がひび割れた
46	0.3933	0.511	4478.67	0.0086	1.4434	0.0285		2列目の杭がひび割れた
47	0.3971	0.516	4521.73	0.0087	1.4578	0.0288		3列目の杭がひび割れた
48	0.4008	0.521	4563.89	0.0088	1.4720	0.0291		3列目の杭がひび割れた
49	0.4040	0.525	4600.50	0.0088	1.4843	0.0293		1列目の杭がひび割れた
50	0.4042	0.526	4602.93	0.0088	1.4851	0.0293		2列目の杭がひび割れた
51	0.4098	0.533	4666.42	0.0090	1.5061	0.0298		3列目の杭がひび割れた
52	0.4135	0.538	4708.29	0.0091	1.5201	0.0300		3列目の杭がひび割れた
53	0.4278	0.556	4871.76	0.0094	1.5744	0.0311		3列目の杭がひび割れた
54	0.4292	0.558	4887.39	0.0094	1.5796	0.0312		2列目の杭がひび割れた
55	0.4295	0.558	4890.40	0.0094	1.5806	0.0313		1列目の杭がひび割れた
56	0.4316	0.561	4914.56	0.0095	1.5886	0.0314		1列目の杭がひび割れた
57	0.4316	0.561	4915.05	0.0095	1.5888	0.0314		2列目の杭がひび割れた
58	0.4380	0.569	4987.35	0.0097	1.6128	0.0319		3列目の杭がひび割れた
59	0.4473	0.581	5093.05	0.0099	1.6480	0.0326		3列目の杭がひび割れた
60	0.4702	0.611	5354.31	0.0104	1.7351	0.0344		3列目の杭がひび割れた
61	0.4782	0.622	5445.69	0.0106	1.7655	0.0350		1列目の杭がひび割れた
62	0.4783	0.622	5446.24	0.0106	1.7657	0.0350		3列目の杭がひび割れた
63	0.4783	0.622	5446.53	0.0106	1.7658	0.0350		2列目の杭がひび割れた
64	0.4984	0.648	5674.95	0.0111	1.8419	0.0365		3列目の杭がひび割れた
65	0.4989	0.649	5680.74	0.0111	1.8438	0.0365		3列目の杭がひび割れた
66	0.5222	0.679	5945.80	0.0117	1.9321	0.0383		2列目の杭がひび割れた
67	0.5227	0.680	5951.79	0.0117	1.9341	0.0384		1列目の杭がひび割れた
68	0.5314	0.691	6050.38	0.0119	1.9671	0.0390		3列目の杭がひび割れた
69	0.5326	0.692	6064.52	0.0119	1.9718	0.0391		1列目の杭がひび割れた

No	α_i	水平震度	水平力(kN)	杭頭変位(m)	回転変位($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位(m)	TYPE	状態
70	0.5330	0.693	6069.48	0.0119	1.9735	0.0392		2列目の杭がひび割れた
71	0.5380	0.699	6126.36	0.0120	1.9924	0.0395		1列目の杭がひび割れた
72	0.5381	0.700	6127.76	0.0120	1.9929	0.0395		2列目の杭がひび割れた
73	0.5614	0.730	6392.09	0.0126	2.0812	0.0413		3列目の杭がひび割れた
74	0.5708	0.742	6499.59	0.0128	2.1171	0.0420		3列目の杭がひび割れた
75	0.5830	0.758	6638.09	0.0131	2.1635	0.0430		3列目の杭がひび割れた
76	0.6090	0.792	6934.85	0.0138	2.2620	0.0450		1列目の杭がひび割れた
77	0.6092	0.792	6936.86	0.0138	2.2627	0.0450		2列目の杭がひび割れた
78	0.6211	0.807	7072.13	0.0140	2.3076	0.0459		3列目の杭がひび割れた
79	0.6510	0.846	7412.29	0.0148	2.4205	0.0482		3列目の杭がひび割れた
80	0.6690	0.870	7618.11	0.0152	2.4888	0.0496		3列目の杭の地盤が塑性化した
81	0.6697	0.871	7625.79	0.0152	2.4914	0.0496		2列目の杭の地盤が塑性化した
82	0.6697	0.871	7626.15	0.0152	2.4915	0.0496		1列目の杭の地盤が塑性化した
83	0.6800	0.884	7743.05	0.0155	2.5316	0.0505		3列目の杭がひび割れた
84	0.6805	0.885	7748.63	0.0155	2.5335	0.0505		2列目の杭がひび割れた
85	0.6821	0.887	7767.41	0.0156	2.5399	0.0506		1列目の杭がひび割れた
86	0.6861	0.892	7812.00	0.0157	2.5552	0.0510		1列目の杭がひび割れた
87	0.6866	0.893	7818.03	0.0157	2.5572	0.0510		2列目の杭がひび割れた
88	0.6946	0.903	7909.14	0.0159	2.5882	0.0517		1列目の杭がひび割れた
89	0.6948	0.903	7911.13	0.0159	2.5889	0.0517		2列目の杭がひび割れた
90	0.7282	0.947	8292.22	0.0169	2.7186	0.0544		3列目の杭がひび割れた
91	0.7284	0.947	8294.06	0.0169	2.7192	0.0544		3列目の杭の地盤が塑性化した
92	0.7310	0.950	8323.45	0.0170	2.7293	0.0547		2列目の杭の地盤が塑性化した
93	0.7310	0.950	8323.58	0.0170	2.7293	0.0547		1列目の杭の地盤が塑性化した
94	0.7391	0.961	8416.11	0.0173	2.7617	0.0554		3列目の杭がひび割れた
95	0.7759	1.009	8834.76	0.0185	2.9083	0.0586		1列目の杭がひび割れた
96	0.7761	1.009	8836.94	0.0185	2.9091	0.0586		2列目の杭がひび割れた
97	0.7908	1.028	9004.38	0.0190	2.9677	0.0599		3列目の杭の地盤が塑性化した
98	0.7962	1.035	9066.59	0.0192	2.9896	0.0604		1列目の杭の地盤が塑性化した
99	0.7962	1.035	9066.64	0.0192	2.9897	0.0604		2列目の杭の地盤が塑性化した
100	0.7964	1.035	9067.96	0.0192	2.9901	0.0604		3列目の杭がひび割れた
101	0.8273	1.076	9420.36	0.0204	3.1170	0.0634		3列目の杭がひび割れた
102	0.8401	1.092	9565.82	0.0209	3.1690	0.0646		1列目の杭がひび割れた
103	0.8405	1.093	9570.75	0.0209	3.1708	0.0646		2列目の杭がひび割れた
104	0.8558	1.113	9745.23	0.0215	3.2333	0.0661		3列目の杭の地盤が塑性化した
105	0.8559	1.113	9745.64	0.0215	3.2334	0.0661		3列目の杭がひび割れた
106	0.8580	1.115	9770.10	0.0216	3.2422	0.0663		1列目の杭がひび割れた
107	0.8582	1.116	9772.20	0.0216	3.2430	0.0663		2列目の杭がひび割れた
108	0.8648	1.124	9847.41	0.0219	3.2701	0.0670		1列目の杭の地盤が塑性化した
109	0.8648	1.124	9847.62	0.0219	3.2702	0.0670		2列目の杭の地盤が塑性化した
110	0.9138	1.188	10404.76	0.0241	3.4750	0.0720		3列目の杭がひび割れた
111	0.9243	1.202	10524.92	0.0246	3.5192	0.0731		3列目の杭の地盤が塑性化した
112	0.9305	1.210	10595.19	0.0248	3.5452	0.0738		1列目の杭がひび割れた
113	0.9307	1.210	10597.27	0.0249	3.5460	0.0738		2列目の杭がひび割れた
114	0.9369	1.218	10667.72	0.0252	3.5721	0.0744		1列目の杭の地盤が塑性化した
115	0.9369	1.218	10668.09	0.0252	3.5722	0.0744		2列目の杭の地盤が塑性化した
116	0.9443	1.228	10752.36	0.0255	3.6040	0.0753		3列目の杭がひび割れた
117	0.9510	1.236	10829.13	0.0259	3.6329	0.0760		1列目の杭がひび割れた
118	0.9514	1.237	10833.14	0.0259	3.6344	0.0761		2列目の杭がひび割れた
119	0.9529	1.239	10849.94	0.0260	3.6407	0.0762		1列目の杭がひび割れた
120	0.9530	1.239	10851.76	0.0260	3.6414	0.0763		2列目の杭がひび割れた
121	0.9741	1.266	11091.54	0.0271	3.7312	0.0786		3列目の杭がひび割れた
122	0.9974	1.297	11357.25	0.0284	3.8308	0.0813		3列目の杭の地盤が塑性化した
123	1.0000	1.300	11386.72	0.0285	3.8419	0.0816	F	作用荷重が全載荷された

(3) 断面力及び変位

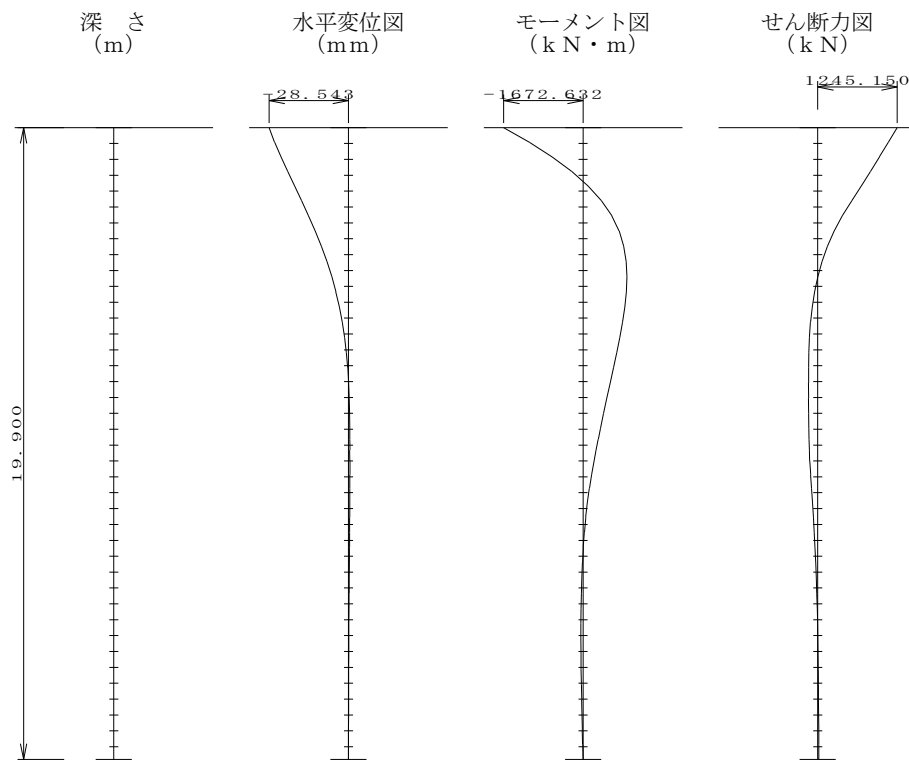
1) 1列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	-10.021	-28.541	3.839	-1673.435	1245.321
0.460	-10.021	-26.554	4.751	-1132.436	1108.749
0.920	-10.021	-24.248	5.243	-654.939	969.587
1.380	-10.021	-21.804	5.368	-242.143	827.783
1.840	-10.021	-19.330	5.378	104.728	683.326
2.300	-10.021	-16.864	5.338	384.442	536.215
2.779	-10.021	-14.344	5.168	603.912	384.805
3.257	-10.021	-11.945	4.843	756.652	257.356
3.736	-10.021	-9.727	4.413	853.852	152.331
4.215	-10.021	-7.731	3.922	905.764	67.785
4.693	-10.021	-5.977	3.403	921.657	1.464
5.172	-10.021	-4.473	2.883	909.683	-49.059
5.651	-10.021	-3.214	2.382	876.827	-86.175
6.129	-10.021	-2.187	1.915	828.957	-112.202
6.608	-10.021	-1.373	1.493	770.835	-129.314
7.087	-10.021	-0.748	1.122	706.262	-139.464
7.565	-10.021	-0.288	0.806	638.161	-144.374
8.044	-10.021	0.034	0.548	568.653	-145.507
8.523	-10.021	0.248	0.349	499.263	-144.060
9.001	-10.021	0.380	0.206	431.006	-140.961
9.480	-10.021	0.457	0.120	364.479	-136.866
9.920	-10.021	0.491	0.077	318.495	-133.590
10.160	-10.021	0.510	0.040	273.658	-130.132
10.500	-10.021	0.519	0.009	230.016	-126.578
10.932	-10.021	0.515	-0.024	178.588	-111.695
11.363	-10.021	0.499	-0.048	133.547	-97.100
11.795	-10.021	0.474	-0.066	94.678	-83.094
12.274	-10.021	0.439	-0.080	58.419	-68.521
12.753	-10.021	0.399	-0.088	28.849	-55.160
13.232	-10.021	0.356	-0.091	5.366	-43.137
13.711	-10.021	0.312	-0.090	-12.689	-32.496
14.190	-10.021	0.270	-0.087	-25.978	-23.228
14.669	-10.021	0.230	-0.081	-35.149	-15.277
15.148	-10.021	0.192	-0.074	-40.810	-8.563
15.626	-10.021	0.159	-0.066	-43.531	-2.978
16.105	-10.021	0.129	-0.059	-43.824	1.593
16.584	-10.021	0.103	-0.051	-42.148	5.270
17.063	-10.021	0.080	-0.043	-38.900	8.172
17.542	-10.021	0.061	-0.037	-34.427	10.410
18.021	-10.021	0.045	-0.031	-29.018	12.086
18.500	-10.021	0.031	-0.026	-22.925	13.287
18.967	-10.021	0.020	-0.023	-16.070	15.892
19.433	-10.021	0.009	-0.021	-8.266	17.386
19.900	-10.021	0.000	-0.020	0.000	17.872



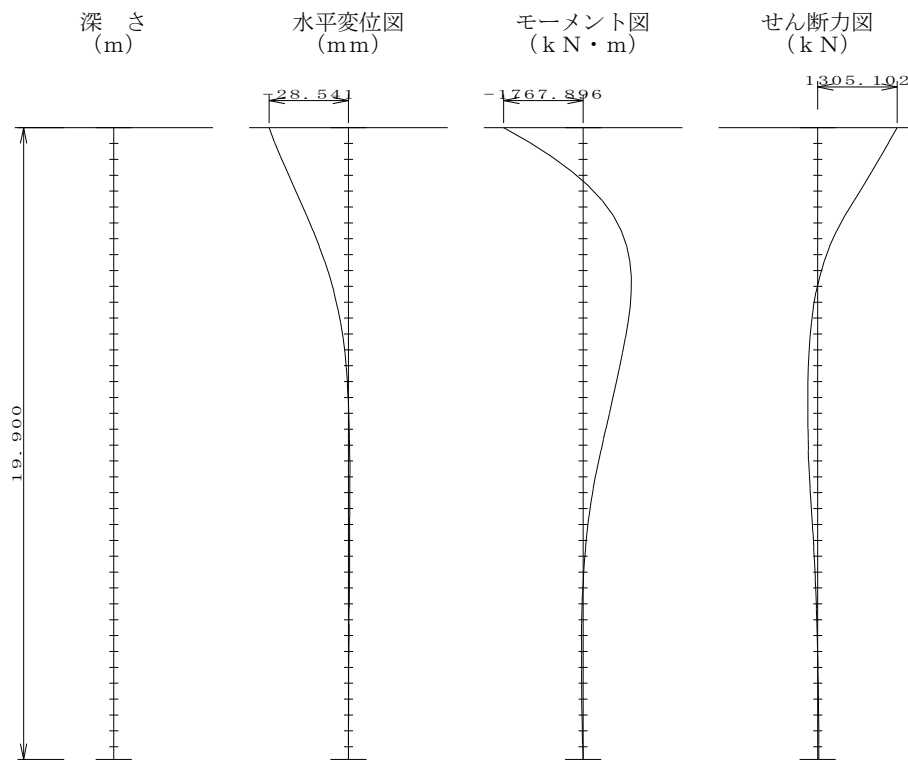
2) 2列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	2.651	-28.543	3.842	-1672.632	1245.150
0.460	2.651	-26.554	4.753	-1131.712	1108.577
0.920	2.651	-24.248	5.245	-654.294	969.416
1.380	2.651	-21.803	5.369	-241.578	827.612
1.840	2.651	-19.329	5.379	105.214	683.155
2.300	2.651	-16.863	5.339	384.850	536.044
2.779	2.651	-14.343	5.168	604.241	384.649
3.257	2.651	-11.943	4.843	756.911	257.217
3.736	2.651	-9.725	4.413	854.048	152.209
4.215	2.651	-7.729	3.922	905.905	67.681
4.693	2.651	-5.976	3.403	921.752	1.376
5.172	2.651	-4.472	2.883	909.739	-49.131
5.651	2.651	-3.213	2.382	876.852	-86.234
6.129	2.651	-2.186	1.915	828.958	-112.249
6.608	2.651	-1.372	1.492	770.816	-129.350
7.087	2.651	-0.748	1.121	706.227	-139.492
7.565	2.651	-0.288	0.806	638.115	-144.394
8.044	2.651	0.035	0.548	568.599	-145.522
8.523	2.651	0.248	0.348	499.203	-144.070
9.001	2.651	0.380	0.206	430.943	-140.967
9.480	2.651	0.457	0.120	364.412	-136.869
9.820	2.651	0.491	0.077	318.427	-133.592
10.160	2.651	0.511	0.040	273.590	-130.132
10.500	2.651	0.519	0.009	229.948	-126.577
10.932	2.651	0.515	-0.024	178.522	-111.690
11.363	2.651	0.500	-0.048	133.483	-97.093
11.795	2.651	0.475	-0.066	94.618	-83.084
12.274	2.651	0.439	-0.080	58.363	-68.510
12.753	2.651	0.399	-0.088	28.799	-55.148
13.232	2.651	0.356	-0.091	5.322	-43.125
13.711	2.651	0.312	-0.090	-12.727	-32.485
14.190	2.651	0.270	-0.087	-26.011	-23.217
14.669	2.651	0.230	-0.081	-35.177	-15.267
15.148	2.651	0.192	-0.074	-40.833	-8.553
15.626	2.651	0.159	-0.066	-43.550	-2.970
16.105	2.651	0.129	-0.059	-43.839	1.601
16.584	2.651	0.103	-0.051	-42.160	5.276
17.063	2.651	0.080	-0.043	-38.909	8.177
17.542	2.651	0.061	-0.037	-34.433	10.415
18.021	2.651	0.045	-0.031	-29.023	12.090
18.500	2.651	0.031	-0.026	-22.928	13.291
18.967	2.651	0.020	-0.023	-16.071	15.894
19.433	2.651	0.009	-0.021	-8.266	17.387
19.900	2.651	0.000	-0.020	0.000	17.873



3) 3列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	15.320	-28.541	3.838	-1767.896	1305.102
0.460	15.320	-26.584	4.631	-1199.374	1168.579
0.920	15.320	-24.361	5.012	-694.325	1029.428
1.380	15.320	-22.035	5.087	-253.963	887.625
1.840	15.320	-19.691	5.097	120.484	743.170
2.300	15.320	-17.355	5.052	427.787	596.062
2.779	15.320	-14.957	4.960	674.882	440.159
3.257	15.320	-12.639	4.710	852.622	306.343
3.736	15.320	-10.469	4.347	971.617	194.327
4.215	15.320	-8.490	3.911	1041.890	102.475
4.693	15.320	-6.732	3.436	1072.621	28.790
5.172	15.320	-5.203	2.950	1071.991	-28.949
5.651	15.320	-3.905	2.475	1047.094	-72.972
6.129	15.320	-2.829	2.025	1003.975	-105.476
6.608	15.320	-1.959	1.615	947.623	-128.554
7.087	15.320	-1.274	1.251	882.097	-144.102
7.565	15.320	-0.750	0.941	810.606	-153.804
8.044	15.320	-0.362	0.687	735.561	-159.104
8.523	15.320	-0.081	0.491	658.793	-161.176
9.001	15.320	0.121	0.355	581.636	-160.927
9.480	15.320	0.269	0.265	505.004	-158.998
9.820	15.320	0.349	0.205	451.293	-156.857
10.160	15.320	0.409	0.152	398.396	-154.233
10.500	15.320	0.453	0.105	346.455	-151.252
10.932	15.320	0.487	0.055	284.049	-137.702
11.363	15.320	0.502	0.015	227.674	-123.462
11.795	15.320	0.501	-0.018	177.492	-109.030
12.274	15.320	0.485	-0.045	129.068	-93.282
12.753	15.320	0.459	-0.065	88.030	-78.209
13.232	15.320	0.425	-0.077	53.993	-64.119
13.711	15.320	0.386	-0.085	26.430	-51.202
14.190	15.320	0.344	-0.087	4.747	-39.569
14.669	15.320	0.303	-0.087	-11.685	-29.263
15.148	15.320	0.262	-0.083	-23.495	-20.276
15.626	15.320	0.223	-0.078	-31.309	-12.560
16.105	15.320	0.187	-0.072	-35.716	-6.036
16.584	15.320	0.154	-0.066	-37.267	-0.615
17.063	15.320	0.124	-0.059	-36.466	3.804
17.542	15.320	0.097	-0.053	-33.767	7.324
18.021	15.320	0.074	-0.047	-29.578	10.041
18.500	15.320	0.052	-0.042	-24.263	12.043
18.967	15.320	0.034	-0.038	-17.531	16.484
19.433	15.320	0.016	-0.036	-9.166	19.073
19.900	15.320	0.000	-0.035	0.000	19.923



(4) せん断力の制限値の算出
・杭基礎のせん断力の制限値

項目		記号	単位	
断面寸法	杭径	D	mm	1200.0
	部材幅	b	mm	1063.472
	部材高	h	mm	1063.472
	有効高	d	mm	927.875
軸方向鉄筋	軸方向鉄筋量	A_s	mm ²	17472.4
	軸方向引張鉄筋比	ρ_t	%	0.885
コンクリートが負担できる平均せん断応力度	基本値	τ_c	N/mm ²	0.350
	部材高dに関する補正係数	C_{de}	—	1.04121
	鉄筋比 ρ_t に関する補正係数	C_{pt}	—	1.43120
	せん断スパン比による割増係数	C_{dc}	—	1.00000
	補正係数(荷重の正負交替作用)	C_c	—	1.00000
	$\tau_c \cdot C_c \cdot C_{pt} \cdot C_{dc} \cdot C_c$	τ_{rt}	N/mm ²	0.52156
コンクリートが負担できるせん断力	補正係数	k	—	1.30
	$k \cdot \tau_{rt} \cdot b \cdot d$	—	kN/本	669.06
	発生せん断力	S_d	kN/本	1265.19
	発生軸力(死荷重作用時)	N	kN/本	1305.58
	発生曲げモーメント	M_d	kN・m/本	3263.55
	断面積	A_c	m ²	1.13097
	断面二次モーメント	I_c	m ⁴	0.10179
	図心より引張縁までの距離	y	m	0.600
	軸方向力によるコンクリートの応力度が部材引張縁で0となる曲げモーメント	M_0	kN・m/本	195.84
	$S_d \cdot M_0 / M_d$	—	kN/本	75.92
	最大のせん断力と等価なせん断応力度	τ_{cmax}	N/mm ²	1.20
	$\tau_{cmax} \cdot b \cdot d$	—	kN/本	1184.12
	特性値	S_c	kN/本	744.98
せん断補強鉄筋	鉄筋の断面積	A_w	mm ²	573.0
	鉄筋の間隔	s	mm	150
	鉄筋の降伏強度の特性値	σ_{sy}	N/mm ²	345.00
せん断補強鉄筋が負担できるせん断力	せん断スパン比による低減係数	C_{ds}	—	1.00
	補正係数	k	—	1.30
	特性値	S_s	kN/本	1382.35
斜引張破壊に対するせん断力の制限値	調査・解析係数	ξ_1	—	1.00
	部材・構造係数	ξ_2	—	0.85
	抵抗係数(コンクリート)	Φ_{uc}	—	0.95
	抵抗係数(せん断補強鉄筋)	Φ_{us}	—	0.95
	杭一本あたりの制限値	S_{usd}	kN/本	1717.82
コンクリートの圧壊に対するせん断力の制限値	コンクリートが負担できる平均せん断応力度の最大値	τ_{rmax}	N/mm ²	3.20
	せん断耐力の特性値	S_{ucw}	kN/本	3157.67
	調査・解析係数	ξ_1	—	1.00
	部材・構造係数と抵抗係数の積	$\xi_2 \Phi_{ucw}$	—	1.00
	杭一本あたりの制限値	S_{ucd}	kN/本	3157.67

なお、杭基礎のせん断力の制限値は、第1断面の杭本数分とする。

$$\sum S_{usd} = S_{usd} \cdot n = 1717.82 \times 9 = 15460.40 \text{ (kN)}$$

$$\sum S_{ucd} = S_{ucd} \cdot n = 3157.67 \times 9 = 28419.05 \text{ (kN)}$$

(5) 杭基礎評価結果

設計荷重時 $\alpha_i=1.0$ の状態において杭基礎に対する評価を行う。

・杭頭断面力

杭 列 No	本数	杭頭 反力 P_N (kN)	支持力 上限値 P_{Nl} (kN)	杭頭 せん断力 S (kN)	杭頭 モーメント M_t (kN・m)	杭頭降伏 モーメント M_{vt} (kN・m)	最大 モーメント M_{max} (kN・m)	最大曲げ位置 降伏モーメント M_r (kN・m)
1	3	-4936.99	13775.26	1245.32	-1673.43	1753.62	-1673.43	1753.62
2	3	1306.19	13775.26	1245.15	-1672.63	1753.62	-1672.63	1753.62
3	3	7547.55	13775.26	1305.10	-1767.90	2165.63	-1767.90	2165.63

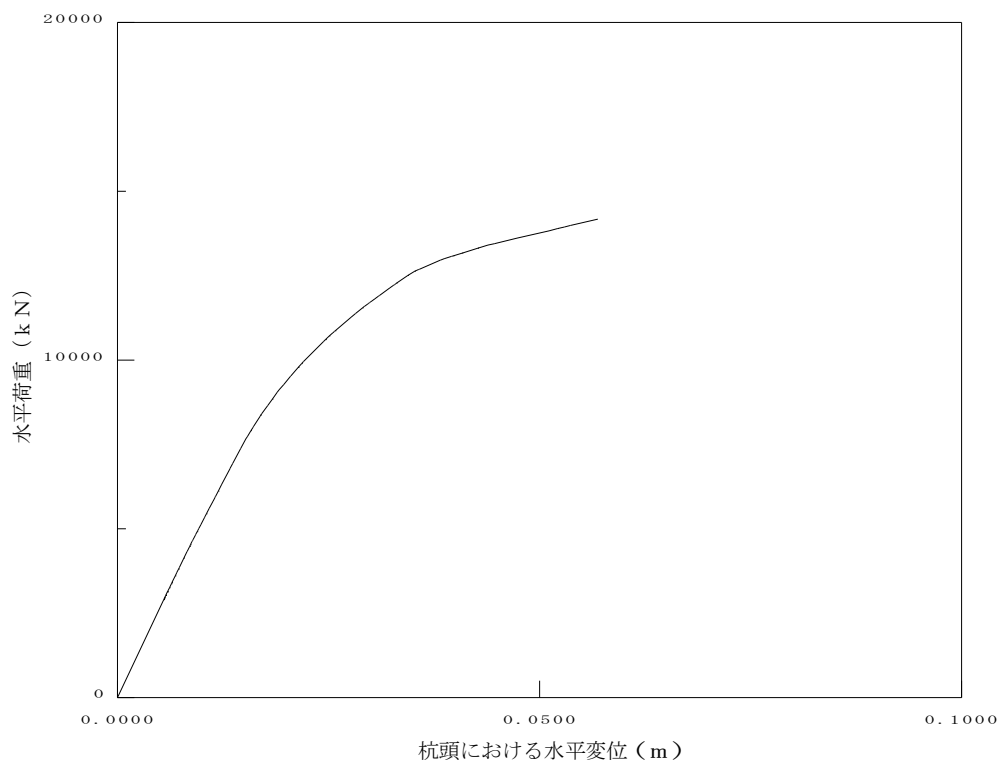
・せん断力の評価

$$\begin{aligned} \Sigma S &= 11386.72 \text{ (kN)} \\ &\leq \Sigma S_{usd} = 15460.40 \text{ (kN)} \quad \text{----- OK} \\ &\leq \Sigma S_{ucd} = 28419.05 \text{ (kN)} \quad \text{----- OK} \end{aligned}$$

ゆえに、基礎は耐力を有する。

3-6-7 橋軸直角方向(タイプII・浮力無視)

(1) 荷重-変位曲線



基礎構造の降伏水平震度 $k_{lyF} = 1.41$
 降伏時の杭頭変位 $\delta_{Fy} = 0.0356$ (m)
 降伏時の杭頭回転角 $\phi_{Fy} = 4.2556 \times 10^{-3}$ (rad)

$$P = 8099.00 \text{ (kN)}$$

$$k_{hc} = 0.767$$

ただし、 $k_{hc} \geq 0.40 \cdot c_{2z}$

$$1.5 \cdot k_{hc} \cdot W = 1.5 \times 0.767 \times 5772.00 = 6640.69 \text{ (kN)}$$

以上より、 $P \geq 1.5 \cdot k_{hc} \cdot W$ となり、橋脚躯体部が設計水平震度に対して十分大きな地震時保有水平耐力を有しているため、応答塑性率を照査する。

ここに、

- P : 橋脚躯体部の地震時保有水平耐力 (kN)
- k_{hc} : 設計上必要とされる最低限の地震時保有水平耐力に相当する水平震度
- c_{2z} : 地域別補正係数(A2地域 : $c_{11z} = 1.00$)
- W : 等価重量 (kN)

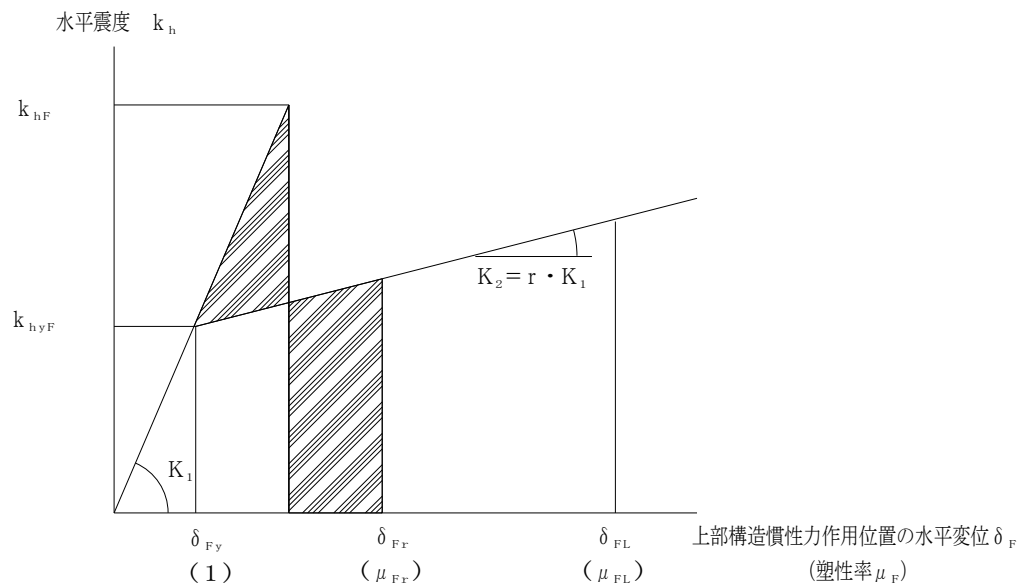
(2) 荷重—変位曲線詳細

No	α_i	水平 震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状 態
1	0.1849	0.323	2904.75	0.0055	0.9082	0.0180		1列目の杭がひび割れた
2	0.1849	0.324	2904.89	0.0055	0.9083	0.0180		2列目の杭がひび割れた
3	0.1856	0.325	2915.68	0.0055	0.9116	0.0181		1列目の杭がひび割れた
4	0.1856	0.325	2915.77	0.0055	0.9117	0.0181		2列目の杭がひび割れた
5	0.1861	0.326	2923.90	0.0055	0.9142	0.0181		1列目の杭がひび割れた
6	0.1861	0.326	2924.08	0.0055	0.9143	0.0181		2列目の杭がひび割れた
7	0.1864	0.326	2929.79	0.0055	0.9161	0.0182		1列目の杭がひび割れた
8	0.1865	0.326	2929.81	0.0055	0.9161	0.0182		2列目の杭がひび割れた
9	0.1877	0.328	2949.58	0.0056	0.9224	0.0183		1列目の杭がひび割れた
10	0.1877	0.329	2949.81	0.0056	0.9225	0.0183		2列目の杭がひび割れた
11	0.1896	0.332	2979.20	0.0056	0.9319	0.0185		2列目の杭がひび割れた
12	0.1896	0.332	2979.25	0.0056	0.9319	0.0185		1列目の杭がひび割れた
13	0.1931	0.338	3034.37	0.0057	0.9495	0.0188		1列目の杭がひび割れた
14	0.1931	0.338	3034.65	0.0057	0.9496	0.0188		2列目の杭がひび割れた
15	0.1933	0.338	3037.06	0.0057	0.9504	0.0188		2列目の杭がひび割れた
16	0.1933	0.338	3037.21	0.0057	0.9504	0.0188		1列目の杭がひび割れた
17	0.1998	0.350	3138.81	0.0059	0.9832	0.0195		2列目の杭がひび割れた
18	0.1998	0.350	3139.02	0.0059	0.9832	0.0195		1列目の杭がひび割れた
19	0.2000	0.350	3143.05	0.0059	0.9845	0.0195		1列目の杭がひび割れた
20	0.2000	0.350	3143.33	0.0059	0.9846	0.0195		2列目の杭がひび割れた
21	0.2072	0.363	3256.33	0.0061	1.0211	0.0202		2列目の杭がひび割れた
22	0.2072	0.363	3256.58	0.0062	1.0212	0.0202		1列目の杭がひび割れた
23	0.2148	0.376	3375.19	0.0064	1.0595	0.0210		1列目の杭がひび割れた
24	0.2148	0.376	3375.22	0.0064	1.0595	0.0210		2列目の杭がひび割れた
25	0.2174	0.380	3416.08	0.0065	1.0727	0.0213		2列目の杭がひび割れた
26	0.2174	0.380	3416.37	0.0065	1.0728	0.0213		1列目の杭がひび割れた
27	0.2297	0.402	3610.02	0.0068	1.1356	0.0225		2列目の杭がひび割れた
28	0.2298	0.402	3610.28	0.0068	1.1357	0.0225		1列目の杭がひび割れた
29	0.2352	0.412	3696.59	0.0070	1.1637	0.0231		2列目の杭がひび割れた
30	0.2353	0.412	3697.13	0.0070	1.1639	0.0231		1列目の杭がひび割れた
31	0.2423	0.424	3806.79	0.0072	1.1994	0.0238		1列目の杭がひび割れた
32	0.2423	0.424	3806.95	0.0072	1.1995	0.0238		2列目の杭がひび割れた
33	0.2450	0.429	3850.51	0.0073	1.2136	0.0241		2列目の杭がひび割れた
34	0.2451	0.429	3850.71	0.0073	1.2137	0.0241		1列目の杭がひび割れた
35	0.2632	0.461	4135.73	0.0079	1.3061	0.0259		2列目の杭がひび割れた
36	0.2632	0.461	4135.81	0.0079	1.3062	0.0259		1列目の杭がひび割れた
37	0.2754	0.482	4327.09	0.0082	1.3682	0.0271		2列目の杭がひび割れた
38	0.2755	0.482	4329.48	0.0082	1.3690	0.0271		1列目の杭がひび割れた
39	0.2851	0.499	4480.29	0.0085	1.4181	0.0281		1列目の杭がひび割れた
40	0.2851	0.499	4480.44	0.0085	1.4181	0.0281		2列目の杭がひび割れた
41	0.2882	0.504	4528.52	0.0086	1.4337	0.0284		1列目の杭がひび割れた
42	0.2883	0.504	4529.84	0.0086	1.4342	0.0284		2列目の杭がひび割れた
43	0.2943	0.515	4625.27	0.0088	1.4648	0.0290		3列目の杭がひび割れた
44	0.2954	0.517	4641.15	0.0089	1.4700	0.0292		3列目の杭がひび割れた
45	0.2963	0.519	4656.14	0.0089	1.4748	0.0292		3列目の杭がひび割れた
46	0.2966	0.519	4660.62	0.0089	1.4762	0.0293		3列目の杭がひび割れた
47	0.2989	0.523	4696.89	0.0090	1.4880	0.0295		3列目の杭がひび割れた
48	0.3012	0.527	4732.72	0.0091	1.4996	0.0297		3列目の杭がひび割れた
49	0.3065	0.536	4815.49	0.0092	1.5266	0.0303		3列目の杭がひび割れた
50	0.3074	0.538	4830.73	0.0093	1.5315	0.0304		3列目の杭がひび割れた
51	0.3130	0.548	4918.67	0.0094	1.5602	0.0310		1列目の杭がひび割れた
52	0.3130	0.548	4918.92	0.0094	1.5603	0.0310		2列目の杭がひび割れた
53	0.3156	0.552	4959.15	0.0095	1.5734	0.0312		3列目の杭がひび割れた
54	0.3186	0.558	5006.02	0.0096	1.5887	0.0315		3列目の杭がひび割れた
55	0.3195	0.559	5020.82	0.0096	1.5935	0.0316		2列目の杭がひび割れた
56	0.3197	0.559	5023.30	0.0097	1.5943	0.0317		1列目の杭がひび割れた
57	0.3261	0.571	5124.35	0.0099	1.6273	0.0323		3列目の杭がひび割れた
58	0.3402	0.595	5345.37	0.0103	1.6995	0.0338		3列目の杭がひび割れた
59	0.3424	0.599	5380.61	0.0104	1.7110	0.0340		3列目の杭がひび割れた
60	0.3466	0.606	5445.59	0.0105	1.7323	0.0344		1列目の杭がひび割れた
61	0.3466	0.607	5446.15	0.0105	1.7325	0.0344		2列目の杭がひび割れた
62	0.3570	0.625	5610.05	0.0109	1.7861	0.0355		3列目の杭がひび割れた
63	0.3706	0.648	5822.69	0.0113	1.8557	0.0369		3列目の杭がひび割れた
64	0.3768	0.659	5920.76	0.0115	1.8878	0.0376		3列目の杭がひび割れた
65	0.3779	0.661	5938.89	0.0116	1.8937	0.0377		3列目の杭がひび割れた
66	0.3787	0.663	5951.35	0.0116	1.8978	0.0378		1列目の杭がひび割れた
67	0.3790	0.663	5955.59	0.0116	1.8992	0.0378		2列目の杭がひび割れた
68	0.3894	0.682	6119.33	0.0119	1.9528	0.0389		1列目の杭がひび割れた
69	0.3895	0.682	6120.39	0.0119	1.9532	0.0389		2列目の杭がひび割れた

No	α_i	水平震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状態
70	0.3913	0.685	6148.08	0.0120	1.9622	0.0391		2列目の杭がひび割れた
71	0.3916	0.685	6153.54	0.0120	1.9640	0.0391		1列目の杭がひび割れた
72	0.4024	0.704	6323.29	0.0124	2.0197	0.0402		3列目の杭がひび割れた
73	0.4316	0.755	6782.66	0.0133	2.1704	0.0433		3列目の杭がひび割れた
74	0.4327	0.757	6799.99	0.0134	2.1761	0.0434		3列目の杭がひび割れた
75	0.4408	0.771	6927.14	0.0136	2.2175	0.0442		1列目の杭がひび割れた
76	0.4409	0.772	6928.77	0.0136	2.2180	0.0442		2列目の杭がひび割れた
77	0.4422	0.774	6949.11	0.0137	2.2246	0.0444		3列目の杭がひび割れた
78	0.4692	0.821	7373.34	0.0146	2.3630	0.0472		3列目の杭がひび割れた
79	0.4880	0.854	7668.81	0.0152	2.4593	0.0492		3列目の杭の地盤が塑性化した
80	0.4886	0.855	7677.48	0.0152	2.4622	0.0492		2列目の杭の地盤が塑性化した
81	0.4886	0.855	7677.87	0.0152	2.4623	0.0492		1列目の杭の地盤が塑性化した
82	0.4916	0.860	7725.45	0.0154	2.4783	0.0496		1列目の杭がひび割れた
83	0.4920	0.861	7730.49	0.0154	2.4800	0.0496		2列目の杭がひび割れた
84	0.5032	0.881	7907.69	0.0158	2.5392	0.0508		1列目の杭がひび割れた
85	0.5033	0.881	7909.38	0.0158	2.5398	0.0509		2列目の杭がひび割れた
86	0.5096	0.892	8008.02	0.0161	2.5728	0.0516		3列目の杭がひび割れた
87	0.5103	0.893	8019.02	0.0161	2.5764	0.0516		3列目の杭がひび割れた
88	0.5116	0.895	8038.75	0.0161	2.5830	0.0518		2列目の杭がひび割れた
89	0.5122	0.896	8048.04	0.0162	2.5861	0.0518		1列目の杭がひび割れた
90	0.5307	0.929	8338.51	0.0169	2.6832	0.0539		3列目の杭の地盤が塑性化した
91	0.5327	0.932	8371.30	0.0170	2.6943	0.0542		2列目の杭の地盤が塑性化した
92	0.5328	0.932	8371.46	0.0170	2.6943	0.0542		1列目の杭の地盤が塑性化した
93	0.5353	0.937	8411.60	0.0171	2.7081	0.0545		3列目の杭がひび割れた
94	0.5505	0.963	8651.09	0.0178	2.7905	0.0563		3列目の杭がひび割れた
95	0.5624	0.984	8836.70	0.0183	2.8544	0.0577		1列目の杭がひび割れた
96	0.5625	0.984	8838.59	0.0183	2.8550	0.0577		2列目の杭がひび割れた
97	0.5756	1.007	9044.54	0.0189	2.9259	0.0593		3列目の杭の地盤が塑性化した
98	0.5800	1.015	9113.94	0.0191	2.9499	0.0598		1列目の杭の地盤が塑性化した
99	0.5800	1.015	9113.95	0.0191	2.9499	0.0598		2列目の杭の地盤が塑性化した
100	0.5905	1.033	9278.12	0.0197	3.0080	0.0612		3列目の杭がひび割れた
101	0.6058	1.060	9519.57	0.0205	3.0934	0.0632		1列目の杭がひび割れた
102	0.6061	1.061	9524.13	0.0205	3.0951	0.0632		2列目の杭がひび割れた
103	0.6064	1.061	9528.46	0.0205	3.0966	0.0633		3列目の杭がひび割れた
104	0.6224	1.089	9780.20	0.0214	3.1852	0.0653		1列目の杭がひび割れた
105	0.6225	1.089	9782.06	0.0214	3.1858	0.0654		3列目の杭の地盤が塑性化した
106	0.6225	1.089	9782.18	0.0214	3.1859	0.0654		2列目の杭がひび割れた
107	0.6298	1.102	9895.72	0.0218	3.2262	0.0663		1列目の杭の地盤が塑性化した
108	0.6298	1.102	9895.88	0.0218	3.2262	0.0663		2列目の杭の地盤が塑性化した
109	0.6332	1.108	9949.71	0.0220	3.2457	0.0668		3列目の杭がひび割れた
110	0.6718	1.176	10556.60	0.0244	3.4650	0.0722		3列目の杭の地盤が塑性化した
111	0.6749	1.181	10604.47	0.0246	3.4824	0.0727		3列目の杭がひび割れた
112	0.6751	1.181	10608.83	0.0246	3.4840	0.0727		1列目の杭がひび割れた
113	0.6753	1.182	10610.71	0.0247	3.4847	0.0727		2列目の杭がひび割れた
114	0.6819	1.193	10715.02	0.0251	3.5227	0.0737		1列目の杭の地盤が塑性化した
115	0.6819	1.193	10715.34	0.0251	3.5228	0.0737		2列目の杭の地盤が塑性化した
116	0.6875	1.203	10803.55	0.0255	3.5555	0.0746		1列目の杭がひび割れた
117	0.6878	1.204	10807.18	0.0255	3.5569	0.0746		2列目の杭がひび割れた
118	0.6901	1.208	10844.65	0.0257	3.5707	0.0750		3列目の杭がひび割れた
119	0.6915	1.210	10866.19	0.0258	3.5786	0.0752		1列目の杭がひび割れた
120	0.6916	1.210	10867.84	0.0258	3.5792	0.0752		2列目の杭がひび割れた
121	0.7170	1.255	11266.75	0.0277	3.7262	0.0791		3列目の杭がひび割れた
122	0.7243	1.268	11381.17	0.0282	3.7684	0.0802		3列目の杭の地盤が塑性化した
123	0.7346	1.286	11543.75	0.0290	3.8287	0.0819		1列目の杭がひび割れた
124	0.7348	1.286	11545.61	0.0290	3.8294	0.0819		2列目の杭がひび割れた
125	0.7372	1.290	11584.68	0.0292	3.8439	0.0823		1列目の杭の地盤が塑性化した
126	0.7373	1.290	11585.11	0.0292	3.8441	0.0823		2列目の杭の地盤が塑性化した
127	0.7421	1.299	11661.43	0.0296	3.8729	0.0831	Y-1	1列目の杭が降伏した
128	0.7423	1.299	11663.93	0.0297	3.8739	0.0831	Y-2	2列目の杭が降伏した
129	0.7434	1.301	11682.17	0.0298	3.8807	0.0833		1列目の杭が弾性硬化した
130	0.7439	1.302	11689.95	0.0298	3.8837	0.0834		2列目の杭が弾性硬化した
131	0.7444	1.303	11697.73	0.0298	3.8866	0.0835		1列目の杭が弾性硬化した
132	0.7449	1.304	11705.51	0.0299	3.8896	0.0836		2列目の杭が弾性硬化した
133	0.7459	1.305	11721.08	0.0300	3.8954	0.0837		2列目の杭が弾性硬化した
134	0.7479	1.309	11752.21	0.0301	3.9072	0.0841		2列目の杭が弾性硬化した
135	0.7519	1.316	11814.46	0.0305	3.9307	0.0847		2列目の杭が弾性硬化した
136	0.7568	1.324	11892.25	0.0309	3.9601	0.0856		3列目の杭がひび割れた
137	0.7584	1.327	11917.30	0.0310	3.9695	0.0858		3列目の杭がひび割れた
138	0.7722	1.351	12134.69	0.0323	4.0513	0.0882		2列目の杭が弾性硬化した
139	0.7775	1.361	12217.34	0.0327	4.0824	0.0891		1列目の杭がひび割れた
140	0.7777	1.361	12221.03	0.0327	4.0838	0.0891		2列目の杭がひび割れた
141	0.7787	1.363	12236.60	0.0328	4.0896	0.0893		3列目の杭がひび割れた

No	α_i	水平震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状態
142	0.7802	1.365	12260.03	0.0330	4.0984	0.0895		3列目の杭の地盤が塑性化した
143	0.7810	1.367	12272.18	0.0330	4.1030	0.0897		1列目の杭がひび割れた
144	0.7811	1.367	12273.86	0.0330	4.1037	0.0897		2列目の杭がひび割れた
145	0.7958	1.393	12505.15	0.0344	4.1913	0.0922		1列目の杭の地盤が塑性化した
146	0.7959	1.393	12505.68	0.0344	4.1915	0.0922		2列目の杭の地盤が塑性化した
147	0.8038	1.407	12630.02	0.0352	4.2394	0.0937		1列目の杭が降伏した
148	0.8039	1.407	12632.04	0.0352	4.2401	0.0937		2列目の杭が降伏した
149	0.8066	1.412	12674.83	0.0356	4.2556	0.0943	Y-3	3列目の杭が降伏した
150	0.8077	1.413	12691.64	0.0358	4.2617	0.0946		3列目の杭がひび割れた
151	0.8249	1.444	12961.94	0.0383	4.3593	0.0984		3列目の杭がひび割れた
152	0.8250	1.444	12962.93	0.0383	4.3597	0.0984	P-1	1列目の杭が引抜き極限值に達した
153	0.8273	1.448	12999.66	0.0387	4.4096	0.0996		3列目の杭の地盤が塑性化した
154	0.8316	1.455	13067.75	0.0396	4.5026	0.1017		3列目の杭がひび割れた
155	0.8327	1.457	13085.35	0.0398	4.5266	0.1023		1列目の杭がひび割れた
156	0.8328	1.457	13085.60	0.0398	4.5269	0.1023		2列目の杭がひび割れた
157	0.8380	1.467	13167.98	0.0408	4.6394	0.1049		2列目の杭がひび割れた
158	0.8380	1.467	13168.64	0.0408	4.6403	0.1049		1列目の杭がひび割れた
159	0.8474	1.483	13316.32	0.0427	4.8420	0.1095		2列目の杭の地盤が塑性化した
160	0.8474	1.483	13316.33	0.0427	4.8420	0.1095		1列目の杭の地盤が塑性化した
161	0.8530	1.493	13403.45	0.0439	4.9633	0.1124		3列目の杭が降伏した
162	0.8558	1.498	13447.69	0.0446	5.0209	0.1139		3列目の杭がひび割れた
163	0.8662	1.516	13610.44	0.0473	5.2329	0.1195		3列目の杭の地盤が塑性化した
164	0.8800	1.540	13827.95	0.0511	5.5176	0.1273	L	荷重変化点に達した
165	0.9027	1.540	13892.83	0.0521	5.5391	0.1286		1列目の杭がひび割れた
166	0.9027	1.540	13892.98	0.0522	5.5392	0.1286		2列目の杭がひび割れた
167	0.9202	1.540	13942.95	0.0529	5.5558	0.1296		3列目の杭がひび割れた
168	0.9357	1.540	13987.38	0.0536	5.5705	0.1305		2列目の杭の地盤が塑性化した
169	0.9357	1.540	13987.39	0.0536	5.5705	0.1305		1列目の杭の地盤が塑性化した
170	1.0000	1.540	14171.42	0.0569	5.6343	0.1347	F	作用荷重が全載荷された

(3) 応答塑性率



設計水平震度 $c_{2z} \cdot k_{h0} = 1.75$
 減衰定数別補正係数 $c_D = 0.666$
 基礎の降伏変位 $\delta_{Fy} = 0.094349 \text{ (m)}$
 基礎の塑性率の制限値 $\mu_{FL} = 4.0000$

基礎構造の降伏水平震度 $k_{hyF} = 1.41$

基礎構造の設計水平震度 $k_{hF} = c_D \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} = 0.666 \times 1.75 = 1.17$

基礎構造の降伏剛性 $K_1 = 14.94447$

基礎構造の降伏剛性に対する二次剛性の比
 $r = 0.00000$

基礎構造の応答塑性率

$$\begin{aligned} \mu_{Fr} &= \frac{1}{2} \left\{ 1 + \left(\frac{k_{hF}}{k_{hyF}} \right)^2 \right\} \\ &= \frac{1}{2} \left\{ 1 + \left(\frac{1.17}{1.41} \right)^2 \right\} = 0.8443 \end{aligned}$$

$k_{hF} < k_{hyF} < k_h$ より
 基礎構造の応答塑性率

$$\mu_{Fr} = 1.0000$$

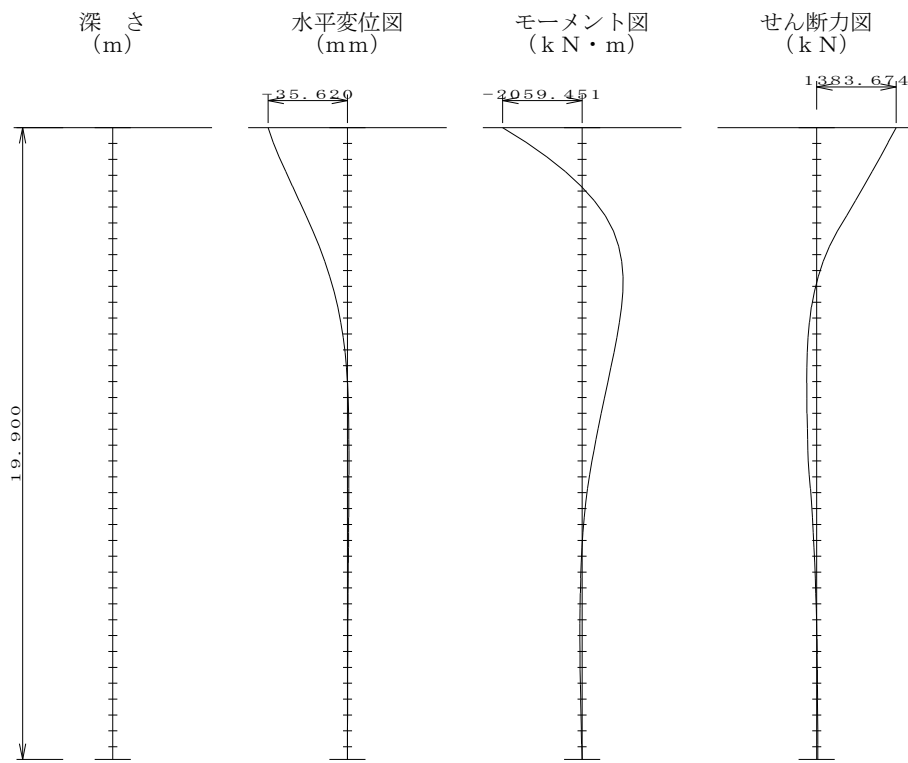
基礎構造の応答変位 $\delta_{Fr} = \mu_{Fr} \cdot \delta_{Fy} = 1.0000 \times 0.094349 = 0.0943 \text{ (m)}$

基礎構造の塑性率の制限値に達した時の変位
 $\delta_{FL} = \mu_{FL} \cdot \delta_{Fy} = 4.0000 \times 0.094349 = 0.3774 \text{ (m)}$

(4) 断面力及び変位

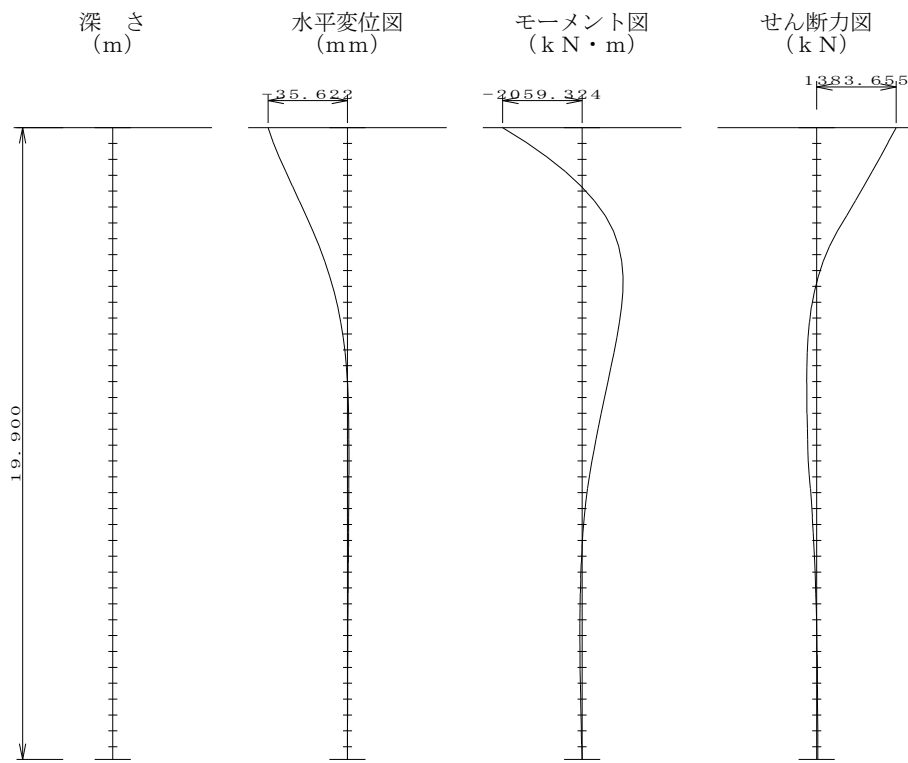
1) 1列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	-11.017	-35.620	4.253	-2059.451	1383.674
0.460	-11.017	-33.359	5.516	-1454.807	1247.097
0.920	-11.017	-30.643	6.249	-913.668	1107.932
1.380	-11.017	-27.692	6.561	-437.231	966.127
1.840	-11.017	-24.663	6.597	-26.719	821.670
2.300	-11.017	-21.632	6.573	316.637	674.558
2.779	-11.017	-18.512	6.432	601.241	518.683
3.257	-11.017	-15.511	6.084	810.393	360.023
3.736	-11.017	-12.713	5.592	948.908	223.222
4.215	-11.017	-10.173	5.009	1028.248	112.365
4.693	-11.017	-7.926	4.380	1060.197	24.781
5.172	-11.017	-5.982	3.741	1055.208	-42.474
5.651	-11.017	-4.341	3.118	1022.307	-92.337
6.129	-11.017	-2.991	2.531	969.132	-127.688
6.608	-11.017	-1.909	1.995	901.948	-151.260
7.087	-11.017	-1.069	1.520	825.798	-165.532
7.565	-11.017	-0.442	1.110	744.615	-172.709
8.044	-11.017	0.005	0.769	661.290	-174.697
8.523	-11.017	0.307	0.497	577.934	-173.076
9.001	-11.017	0.495	0.295	495.977	-169.107
9.480	-11.017	0.603	0.160	416.271	-163.727
9.920	-11.017	0.641	0.065	361.328	-159.422
10.160	-11.017	0.655	0.023	307.883	-154.947
10.500	-11.017	0.657	-0.012	255.971	-150.416
10.932	-11.017	0.643	-0.048	195.089	-131.704
11.363	-11.017	0.617	-0.075	142.184	-113.584
11.795	-11.017	0.580	-0.094	96.901	-96.381
12.274	-11.017	0.531	-0.107	55.049	-78.660
12.753	-11.017	0.478	-0.114	21.294	-62.566
13.232	-11.017	0.423	-0.116	-5.162	-48.212
13.711	-11.017	0.368	-0.113	-25.165	-35.617
14.190	-11.017	0.315	-0.107	-39.550	-24.738
14.669	-11.017	0.266	-0.099	-49.120	-15.485
15.148	-11.017	0.221	-0.089	-54.624	-7.739
15.626	-11.017	0.181	-0.079	-56.751	-1.356
16.105	-11.017	0.145	-0.069	-56.116	3.819
16.584	-11.017	0.114	-0.059	-53.261	7.939
17.063	-11.017	0.088	-0.050	-48.656	11.156
17.542	-11.017	0.066	-0.042	-42.698	13.611
18.021	-11.017	0.048	-0.035	-35.719	15.430
18.500	-11.017	0.033	-0.029	-28.002	16.719
18.967	-11.017	0.021	-0.025	-19.502	19.493
19.433	-11.017	0.010	-0.022	-9.995	21.073
19.900	-11.017	0.000	-0.021	0.000	21.586



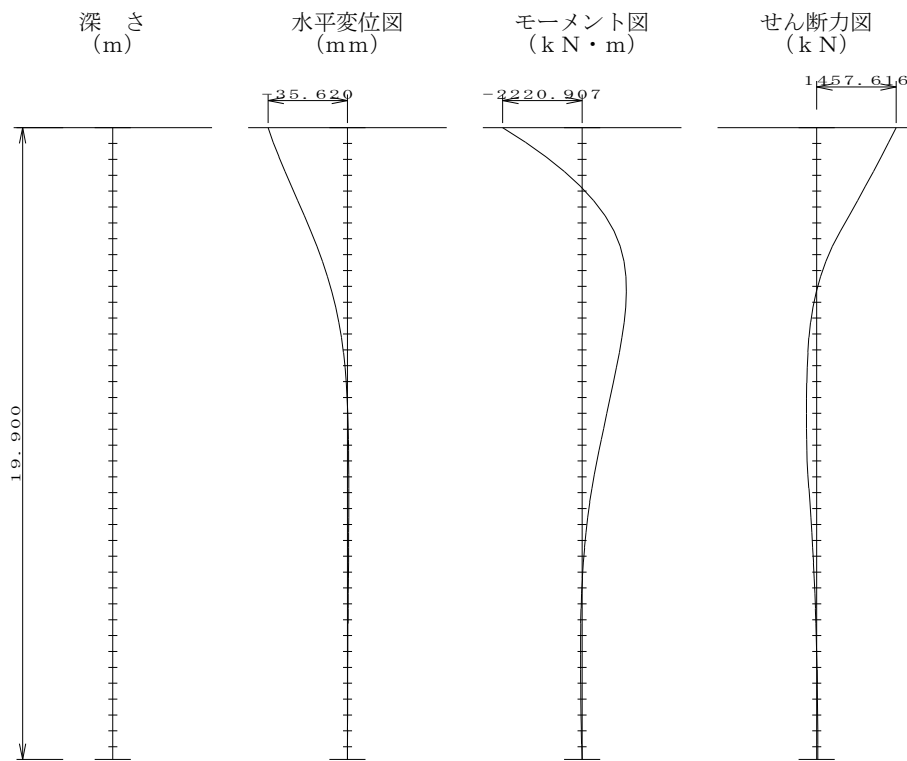
2) 2列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	3.020	-35.622	4.256	-2059.324	1383.655
0.460	3.020	-33.360	5.517	-1454.688	1247.078
0.920	3.020	-30.644	6.249	-913.557	1107.913
1.380	3.020	-27.692	6.561	-437.129	966.109
1.840	3.020	-24.663	6.597	-26.625	821.651
2.300	3.020	-21.632	6.573	316.723	674.540
2.779	3.020	-18.512	6.432	601.318	518.665
3.257	3.020	-15.511	6.085	810.461	360.005
3.736	3.020	-12.713	5.592	948.967	223.204
4.215	3.020	-10.173	5.009	1028.298	112.347
4.693	3.020	-7.925	4.380	1060.239	24.764
5.172	3.020	-5.982	3.741	1055.244	-42.490
5.651	3.020	-4.341	3.118	1022.334	-92.351
6.129	3.020	-2.990	2.531	969.153	-127.700
6.608	3.020	-1.909	1.995	901.962	-151.272
7.087	3.020	-1.069	1.520	825.808	-165.541
7.565	3.020	-0.442	1.110	744.621	-172.717
8.044	3.020	0.006	0.769	661.292	-174.704
8.523	3.020	0.307	0.497	577.933	-173.082
9.001	3.020	0.495	0.295	495.973	-169.112
9.480	3.020	0.603	0.160	416.265	-163.732
9.820	3.020	0.641	0.065	361.321	-159.426
10.160	3.020	0.655	0.023	307.875	-154.950
10.500	3.020	0.657	-0.012	255.961	-150.419
10.932	3.020	0.643	-0.048	195.079	-131.706
11.363	3.020	0.617	-0.075	142.173	-113.585
11.795	3.020	0.580	-0.094	96.890	-96.381
12.274	3.020	0.531	-0.107	55.038	-78.659
12.753	3.020	0.478	-0.114	21.283	-62.565
13.232	3.020	0.423	-0.116	-5.172	-48.210
13.711	3.020	0.368	-0.113	-25.174	-35.615
14.190	3.020	0.315	-0.107	-39.558	-24.736
14.669	3.020	0.266	-0.099	-49.128	-15.483
15.148	3.020	0.221	-0.089	-54.630	-7.737
15.626	3.020	0.181	-0.079	-56.756	-1.354
16.105	3.020	0.145	-0.069	-56.120	3.820
16.584	3.020	0.114	-0.059	-53.265	7.940
17.063	3.020	0.088	-0.050	-48.659	11.158
17.542	3.020	0.066	-0.042	-42.700	13.612
18.021	3.020	0.048	-0.035	-35.721	15.431
18.500	3.020	0.033	-0.029	-28.003	16.720
18.967	3.020	0.021	-0.025	-19.503	19.494
19.433	3.020	0.010	-0.022	-9.995	21.074
19.900	3.020	0.000	-0.021	0.000	21.586



3) 3列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	17.053	-35.620	4.251	-2220.907	1457.616
0.460	17.053	-33.403	5.339	-1582.222	1321.095
0.920	17.053	-30.796	5.966	-1007.010	1181.943
1.380	17.053	-27.998	6.181	-496.484	1040.140
1.840	17.053	-25.142	6.224	-51.871	895.684
2.300	17.053	-22.282	6.201	325.597	748.576
2.779	17.053	-19.331	6.119	645.714	592.672
3.257	17.053	-16.453	5.884	890.358	433.972
3.736	17.053	-13.727	5.489	1062.020	287.641
4.215	17.053	-11.216	4.989	1169.810	166.769
4.693	17.053	-8.962	4.426	1225.374	69.069
5.172	17.053	-6.983	3.837	1239.201	-8.096
5.651	17.053	-5.287	3.251	1220.469	-67.426
6.129	17.053	-3.866	2.689	1177.072	-111.626
6.608	17.053	-2.705	2.167	1115.601	-143.319
7.087	17.053	-1.781	1.698	1041.468	-164.912
7.565	17.053	-1.068	1.288	958.994	-178.582
8.044	17.053	-0.536	0.943	871.470	-186.234
8.523	17.053	-0.152	0.666	781.398	-189.464
9.001	17.053	0.116	0.458	690.595	-189.557
9.480	17.053	0.302	0.320	600.281	-187.474
9.820	17.053	0.398	0.249	536.933	-185.048
10.160	17.053	0.472	0.185	474.514	-182.037
10.500	17.053	0.525	0.130	413.197	-178.590
10.932	17.053	0.568	0.070	339.457	-162.835
11.363	17.053	0.587	0.021	272.746	-146.205
11.795	17.053	0.588	-0.017	213.279	-129.297
12.274	17.053	0.571	-0.050	155.809	-110.798
12.753	17.053	0.541	-0.074	107.025	-93.053
13.232	17.053	0.501	-0.090	66.493	-76.431
13.711	17.053	0.456	-0.098	33.602	-61.168
14.190	17.053	0.408	-0.102	7.666	-47.402
14.669	17.053	0.359	-0.102	-12.051	-35.186
15.148	17.053	0.311	-0.098	-26.287	-24.520
15.626	17.053	0.265	-0.092	-35.775	-15.348
16.105	17.053	0.223	-0.085	-41.213	-7.584
16.584	17.053	0.183	-0.078	-43.249	-1.125
17.063	17.053	0.148	-0.070	-42.479	4.148
17.542	17.053	0.116	-0.063	-39.446	8.353
18.021	17.053	0.088	-0.056	-34.630	11.603
18.500	17.053	0.063	-0.050	-28.468	13.998
18.967	17.053	0.040	-0.046	-20.603	19.319
19.433	17.053	0.020	-0.043	-10.782	22.422
19.900	17.053	0.000	-0.042	0.000	23.442



(5) せん断力の制限値の算出
・杭基礎のせん断力の制限値

項目		記号	単位	
断面寸法	杭径	D	mm	1200.0
	部材幅	b	mm	1063.472
	部材高	h	mm	1063.472
	有効高	d	mm	927.875
軸方向鉄筋	軸方向鉄筋量	A_s	mm ²	17472.4
	軸方向引張鉄筋比	ρ_t	%	0.885
コンクリートが負担できる平均せん断応力度	基本値	τ_c	N/mm ²	0.350
	部材高dに関する補正係数	C_{cd}	—	1.04121
	鉄筋比 ρ_t に関する補正係数	C_{pt}	—	1.43120
	せん断スパン比による割増係数	C_{dc}	—	1.00000
	補正係数(荷重の正負交替作用)	C_c	—	1.00000
	$\tau_c \cdot C_c \cdot C_{pt} \cdot C_{dc} \cdot C_c$	τ_{rt}	N/mm ²	0.52156
コンクリートが負担できるせん断力	補正係数	k	—	1.30
	$k \cdot \tau_{rt} \cdot b \cdot d$	—	kN/本	669.06
	発生せん断力	S_d	kN/本	1408.31
	発生軸力(死荷重作用時)	N	kN/本	1487.32
	発生曲げモーメント	M_d	kN・m/本	3327.84
	断面積	A_c	m ²	1.13097
	断面二次モーメント	I_c	m ⁴	0.10179
	図心より引張縁までの距離	y	m	0.600
	軸方向力によるコンクリートの応力度が部材引張縁で0となる曲げモーメント	M_0	kN・m/本	223.10
	$S_d \cdot M_0 / M_d$	—	kN/本	94.41
	最大のせん断力と等価なせん断応力度	τ_{cmax}	N/mm ²	1.20
	$\tau_{cmax} \cdot b \cdot d$	—	kN/本	1184.12
	特性値	S_c	kN/本	763.48
	せん断補強鉄筋	鉄筋の断面積	A_w	mm ²
鉄筋の間隔		s	mm	150
鉄筋の降伏強度の特性値		σ_{sy}	N/mm ²	345.00
せん断補強鉄筋が負担できるせん断力	せん断スパン比による低減係数	C_{ds}	—	1.00
	補正係数	k	—	1.30
	特性値	S_s	kN/本	1382.35
斜引張破壊に対するせん断力の制限値	調査・解析係数	ξ_1	—	1.00
	部材・構造係数	ξ_2	—	0.85
	抵抗係数(コンクリート)	Φ_{uc}	—	0.95
	抵抗係数(せん断補強鉄筋)	Φ_{us}	—	0.95
杭一本あたりの制限値	S_{usd}	kN/本	1732.75	
コンクリートの圧壊に対するせん断力の制限値	コンクリートが負担できる平均せん断応力度の最大値	τ_{rmax}	N/mm ²	3.20
	せん断耐力の特性値	S_{ucw}	kN/本	3157.67
	調査・解析係数	ξ_1	—	1.00
	部材・構造係数と抵抗係数の積	$\xi_2 \Phi_{ucw}$	—	1.00
	杭一本あたりの制限値	S_{ucd}	kN/本	3157.67

なお、杭基礎のせん断力の制限値は、第1断面の杭本数分とする。

$$\sum S_{usd} = S_{usd} \cdot n = 1732.75 \times 9 = 15594.79 \text{ (kN)}$$

$$\sum S_{ucd} = S_{ucd} \cdot n = 3157.67 \times 9 = 28419.05 \text{ (kN)}$$

(6) 杭基礎評価結果

$\alpha_i=1.0$ に達するまでに基礎が降伏しているため、応答塑性率の評価を行い、算定された応答変位の状態において杭基礎に対する評価を行う。

・杭頭断面力

杭 列 No	本数	杭頭 反力 P_N (kN)	支持力 上限値 P_{N0} (kN)	杭頭 せん断力 S (kN)	杭頭 モーメント M_t (kN・m)	杭頭降伏 モーメント M_{vt} (kN・m)	最大 モーメント M_{max} (kN・m)	最大曲げ位置 降伏モーメント M_v (kN・m)
1	3	-5427.54	13775.26	1383.67	-2059.45	1753.62	-2059.45	1753.62
2	3	1488.00	13775.26	1383.65	-2059.32	1753.62	-2059.32	1753.62
3	3	8401.50	13775.26	1457.62	-2220.91	2220.91	-2220.91	2220.91

・せん断力の評価

$$\Sigma S = 12674.83 \text{ (kN)} \quad \leq \quad \Sigma S_{usd} = 15594.79 \text{ (kN)} \quad \text{----- OK}$$

$$\leq \quad \Sigma S_{ucd} = 28419.05 \text{ (kN)} \quad \text{----- OK}$$

・応答塑性率の評価

$$\mu_{Fr} = 1.0000 \quad \leq \quad \mu_{FL} = 4.0000 \quad \text{----- OK}$$

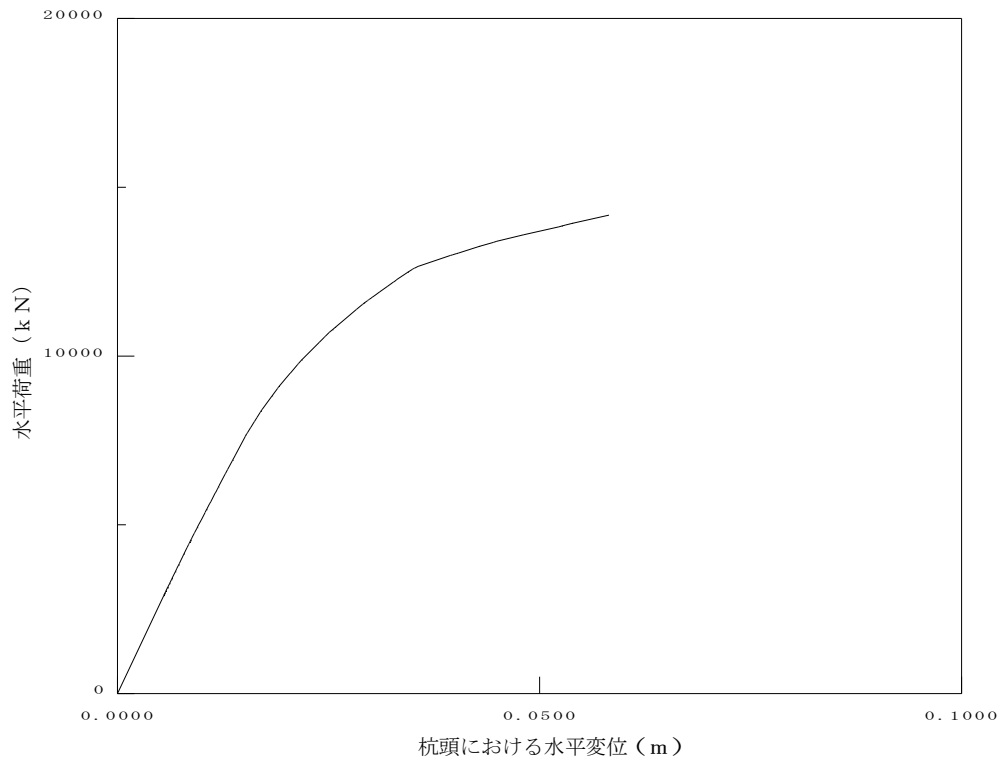
・変位の評価

$$\alpha_{F0} = 4.256 \times 10^{-3} \text{ (rad)} \leq 0.020 \text{ (rad)} \quad \text{----- OK}$$

ゆえに、基礎は耐力を有する。

3-6-8 橋軸直角方向(タイプII・浮力考慮)

(1) 荷重-変位曲線



基礎構造の降伏水平震度 $k_{lyF} = 1.40$
 降伏時の杭頭変位 $\delta_{Fy} = 0.0349$ (m)
 降伏時の杭頭回転角 $\phi_{Fy} = 4.2163 \times 10^{-3}$ (rad)

$P = 8099.00$ (kN)

$k_{hc} = 0.767$

ただし、 $k_{hc} \geq 0.40 \cdot c_{2z}$

$1.5 \cdot k_{hc} \cdot W = 1.5 \times 0.767 \times 5772.00 = 6640.69$ (kN)

以上より、 $P \geq 1.5 \cdot k_{hc} \cdot W$ となり、橋脚躯体部が設計水平震度に対して十分大きな地震時保有水平耐力を有しているため、応答塑性率を照査する。

ここに、

P : 橋脚躯体部の地震時保有水平耐力 (kN)
 k_{hc} : 設計上必要とされる最低限の地震時保有水平耐力に相当する水平震度
 c_{2z} : 地域別補正係数(A2地域 : $c_{11z} = 1.00$)
 W : 等価重量 (kN)

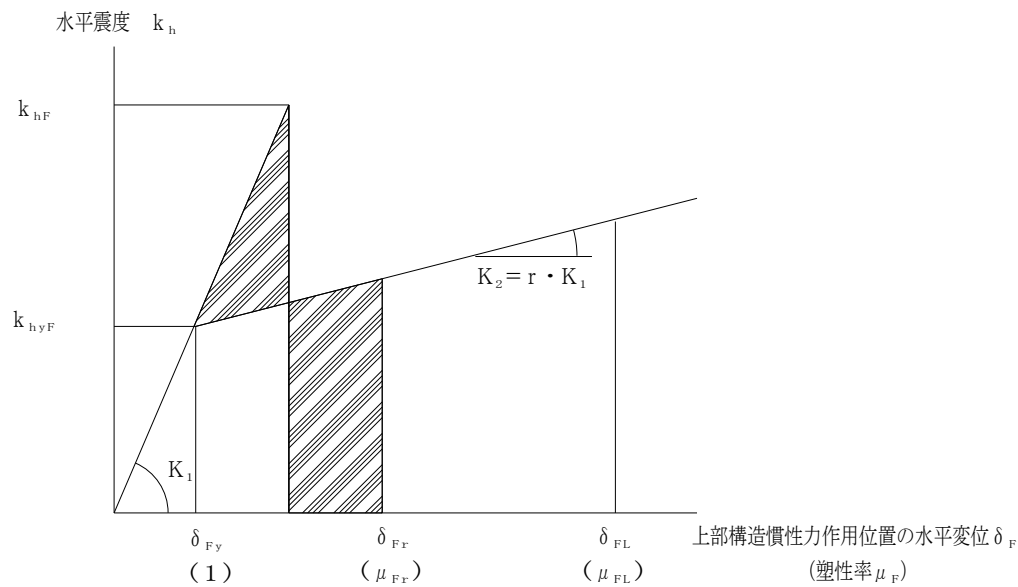
(2) 荷重—変位曲線詳細

No	α_i	水平 震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状 態
1	0.1849	0.324	2904.89	0.0055	0.9083	0.0180		2列目の杭がひび割れた
2	0.1849	0.324	2905.00	0.0055	0.9083	0.0180		1列目の杭がひび割れた
3	0.1856	0.325	2915.78	0.0055	0.9117	0.0181		2列目の杭がひび割れた
4	0.1856	0.325	2915.90	0.0055	0.9117	0.0181		1列目の杭がひび割れた
5	0.1861	0.326	2924.09	0.0055	0.9143	0.0181		2列目の杭がひび割れた
6	0.1861	0.326	2924.19	0.0055	0.9143	0.0181		1列目の杭がひび割れた
7	0.1865	0.326	2929.81	0.0055	0.9161	0.0182		2列目の杭がひび割れた
8	0.1865	0.326	2929.96	0.0055	0.9162	0.0182		1列目の杭がひび割れた
9	0.1877	0.329	2949.81	0.0056	0.9225	0.0183		2列目の杭がひび割れた
10	0.1877	0.329	2949.92	0.0056	0.9225	0.0183		1列目の杭がひび割れた
11	0.1896	0.332	2979.20	0.0056	0.9319	0.0185		2列目の杭がひび割れた
12	0.1896	0.332	2979.38	0.0056	0.9319	0.0185		1列目の杭がひび割れた
13	0.1931	0.338	3034.65	0.0057	0.9496	0.0188		2列目の杭がひび割れた
14	0.1931	0.338	3034.80	0.0057	0.9497	0.0188		1列目の杭がひび割れた
15	0.1933	0.338	3037.06	0.0057	0.9504	0.0188		2列目の杭がひび割れた
16	0.1933	0.338	3037.28	0.0057	0.9505	0.0188		1列目の杭がひび割れた
17	0.1998	0.350	3138.82	0.0059	0.9832	0.0195		2列目の杭がひび割れた
18	0.1998	0.350	3139.06	0.0059	0.9832	0.0195		1列目の杭がひび割れた
19	0.2000	0.350	3143.34	0.0059	0.9846	0.0195		2列目の杭がひび割れた
20	0.2001	0.350	3143.61	0.0059	0.9847	0.0195		1列目の杭がひび割れた
21	0.2072	0.363	3256.33	0.0061	1.0211	0.0202		2列目の杭がひび割れた
22	0.2072	0.363	3256.58	0.0062	1.0212	0.0202		1列目の杭がひび割れた
23	0.2148	0.376	3375.22	0.0064	1.0595	0.0210		2列目の杭がひび割れた
24	0.2148	0.376	3375.87	0.0064	1.0597	0.0210		1列目の杭がひび割れた
25	0.2174	0.380	3416.09	0.0065	1.0727	0.0213		2列目の杭がひび割れた
26	0.2174	0.380	3416.29	0.0065	1.0728	0.0213		1列目の杭がひび割れた
27	0.2297	0.402	3610.02	0.0068	1.1356	0.0225		2列目の杭がひび割れた
28	0.2297	0.402	3610.16	0.0068	1.1356	0.0225		1列目の杭がひび割れた
29	0.2352	0.412	3696.60	0.0070	1.1637	0.0231		2列目の杭がひび割れた
30	0.2353	0.412	3698.04	0.0070	1.1641	0.0231		1列目の杭がひび割れた
31	0.2422	0.424	3805.96	0.0072	1.1992	0.0238		1列目の杭がひび割れた
32	0.2423	0.424	3806.95	0.0072	1.1995	0.0238		2列目の杭がひび割れた
33	0.2450	0.429	3850.51	0.0073	1.2136	0.0241		2列目の杭がひび割れた
34	0.2450	0.429	3850.56	0.0073	1.2136	0.0241		1列目の杭がひび割れた
35	0.2632	0.461	4135.62	0.0079	1.3061	0.0259		1列目の杭がひび割れた
36	0.2632	0.461	4135.74	0.0079	1.3061	0.0259		2列目の杭がひび割れた
37	0.2754	0.482	4327.10	0.0082	1.3682	0.0271		2列目の杭がひび割れた
38	0.2756	0.482	4330.72	0.0082	1.3694	0.0271		1列目の杭がひび割れた
39	0.2811	0.492	4416.87	0.0084	1.3974	0.0277		3列目の杭がひび割れた
40	0.2821	0.494	4432.56	0.0084	1.4025	0.0278		3列目の杭がひび割れた
41	0.2829	0.495	4445.79	0.0085	1.4068	0.0279		3列目の杭がひび割れた
42	0.2833	0.496	4452.29	0.0085	1.4090	0.0279		3列目の杭がひび割れた
43	0.2851	0.499	4479.70	0.0085	1.4180	0.0281		1列目の杭がひび割れた
44	0.2851	0.499	4480.10	0.0085	1.4181	0.0281		2列目の杭がひび割れた
45	0.2853	0.499	4483.74	0.0085	1.4193	0.0281		3列目の杭がひび割れた
46	0.2879	0.504	4523.42	0.0086	1.4323	0.0284		3列目の杭がひび割れた
47	0.2881	0.504	4527.06	0.0086	1.4335	0.0284		1列目の杭がひび割れた
48	0.2882	0.504	4529.12	0.0086	1.4342	0.0284		2列目の杭がひび割れた
49	0.2930	0.513	4603.79	0.0088	1.4585	0.0289		3列目の杭がひび割れた
50	0.2933	0.513	4608.83	0.0088	1.4601	0.0290		3列目の杭がひび割れた
51	0.3019	0.528	4743.24	0.0091	1.5040	0.0298		3列目の杭がひび割れた
52	0.3038	0.532	4773.12	0.0091	1.5137	0.0300		3列目の杭がひび割れた
53	0.3120	0.546	4902.61	0.0094	1.5560	0.0309		3列目の杭がひび割れた
54	0.3128	0.547	4915.29	0.0094	1.5602	0.0310		1列目の杭がひび割れた
55	0.3128	0.547	4915.72	0.0094	1.5603	0.0310		2列目の杭がひび割れた
56	0.3193	0.559	5017.55	0.0097	1.5936	0.0316		2列目の杭がひび割れた
57	0.3195	0.559	5020.66	0.0097	1.5946	0.0317		1列目の杭がひび割れた
58	0.3255	0.570	5115.35	0.0099	1.6255	0.0323		3列目の杭がひび割れた
59	0.3263	0.571	5127.48	0.0099	1.6294	0.0324		3列目の杭がひび割れた
60	0.3418	0.598	5371.57	0.0104	1.7093	0.0340		3列目の杭がひび割れた
61	0.3463	0.606	5441.65	0.0105	1.7323	0.0344		1列目の杭がひび割れた
62	0.3464	0.606	5442.42	0.0105	1.7325	0.0344		2列目の杭がひび割れた
63	0.3556	0.622	5587.53	0.0108	1.7800	0.0354		3列目の杭がひび割れた
64	0.3590	0.628	5641.12	0.0109	1.7976	0.0358		3列目の杭がひび割れた
65	0.3620	0.633	5688.03	0.0110	1.8129	0.0361		3列目の杭がひび割れた
66	0.3784	0.662	5945.36	0.0116	1.8972	0.0378		1列目の杭がひび割れた
67	0.3787	0.663	5950.43	0.0116	1.8988	0.0378		2列目の杭がひび割れた
68	0.3855	0.675	6057.65	0.0118	1.9339	0.0385		3列目の杭がひび割れた
69	0.3891	0.681	6114.47	0.0119	1.9525	0.0389		1列目の杭がひび割れた

No	α_i	水平震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状態
70	0.3892	0.681	6115.76	0.0119	1.9530	0.0389		2列目の杭がひび割れた
71	0.3910	0.684	6144.49	0.0120	1.9624	0.0391		2列目の杭がひび割れた
72	0.3914	0.685	6150.80	0.0120	1.9644	0.0391		1列目の杭がひび割れた
73	0.4136	0.724	6499.29	0.0127	2.0788	0.0414		3列目の杭がひび割れた
74	0.4148	0.726	6517.94	0.0128	2.0849	0.0415		3列目の杭がひび割れた
75	0.4224	0.739	6636.74	0.0130	2.1236	0.0423		3列目の杭がひび割れた
76	0.4397	0.769	6908.91	0.0136	2.2123	0.0441		1列目の杭がひび割れた
77	0.4398	0.770	6910.79	0.0136	2.2129	0.0442		2列目の杭がひび割れた
78	0.4499	0.787	7069.68	0.0140	2.2648	0.0452		3列目の杭がひび割れた
79	0.4853	0.849	7625.58	0.0151	2.4460	0.0489		3列目の杭がひび割れた
80	0.4873	0.853	7657.96	0.0152	2.4566	0.0491		3列目の杭の地盤が塑性化した
81	0.4878	0.854	7665.64	0.0152	2.4591	0.0492		2列目の杭の地盤が塑性化した
82	0.4879	0.854	7666.01	0.0152	2.4592	0.0492		1列目の杭の地盤が塑性化した
83	0.4899	0.857	7698.71	0.0153	2.4702	0.0494		1列目の杭がひび割れた
84	0.4903	0.858	7704.27	0.0153	2.4721	0.0494		2列目の杭がひび割れた
85	0.4927	0.862	7741.33	0.0154	2.4845	0.0497		3列目の杭がひび割れた
86	0.5021	0.879	7889.65	0.0158	2.5341	0.0508		1列目の杭がひび割れた
87	0.5022	0.879	7891.53	0.0158	2.5347	0.0508		2列目の杭がひび割れた
88	0.5123	0.896	8049.43	0.0162	2.5875	0.0519		2列目の杭がひび割れた
89	0.5129	0.898	8059.57	0.0162	2.5908	0.0520		1列目の杭がひび割れた
90	0.5203	0.911	8175.77	0.0165	2.6297	0.0528		3列目の杭がひび割れた
91	0.5301	0.928	8329.05	0.0169	2.6809	0.0539		3列目の杭の地盤が塑性化した
92	0.5319	0.931	8358.21	0.0170	2.6907	0.0541		2列目の杭の地盤が塑性化した
93	0.5319	0.931	8358.35	0.0170	2.6908	0.0541		1列目の杭の地盤が塑性化した
94	0.5354	0.937	8413.82	0.0171	2.7099	0.0545		3列目の杭がひび割れた
95	0.5612	0.982	8818.50	0.0183	2.8491	0.0576		1列目の杭がひび割れた
96	0.5613	0.982	8820.57	0.0183	2.8498	0.0576		2列目の杭がひび割れた
97	0.5752	1.007	9037.97	0.0189	2.9246	0.0593		3列目の杭の地盤が塑性化した
98	0.5768	1.009	9063.63	0.0190	2.9335	0.0595		3列目の杭がひび割れた
99	0.5791	1.013	9100.35	0.0191	2.9462	0.0598		1列目の杭の地盤が塑性化した
100	0.5791	1.013	9100.38	0.0191	2.9462	0.0598		2列目の杭の地盤が塑性化した
101	0.5949	1.041	9347.98	0.0200	3.0338	0.0618		3列目の杭がひび割れた
102	0.6039	1.057	9489.08	0.0205	3.0835	0.0630		1列目の杭がひび割れた
103	0.6042	1.057	9493.73	0.0205	3.0851	0.0630		2列目の杭がひび割れた
104	0.6201	1.085	9744.30	0.0213	3.1733	0.0651		3列目の杭がひび割れた
105	0.6209	1.087	9756.45	0.0214	3.1776	0.0652		1列目の杭がひび割れた
106	0.6210	1.087	9758.59	0.0214	3.1783	0.0652		2列目の杭がひび割れた
107	0.6221	1.089	9775.94	0.0214	3.1844	0.0654		3列目の杭の地盤が塑性化した
108	0.6286	1.100	9877.84	0.0218	3.2206	0.0662		1列目の杭の地盤が塑性化した
109	0.6286	1.100	9878.03	0.0218	3.2207	0.0662		2列目の杭の地盤が塑性化した
110	0.6622	1.159	10406.07	0.0239	3.4115	0.0710		3列目の杭がひび割れた
111	0.6717	1.175	10554.39	0.0245	3.4651	0.0723		3列目の杭の地盤が塑性化した
112	0.6737	1.179	10586.48	0.0246	3.4768	0.0726		1列目の杭がひび割れた
113	0.6738	1.179	10588.47	0.0246	3.4775	0.0726		2列目の杭がひび割れた
114	0.6807	1.191	10696.57	0.0251	3.5169	0.0736		1列目の杭の地盤が塑性化した
115	0.6807	1.191	10696.92	0.0251	3.5170	0.0736		2列目の杭の地盤が塑性化した
116	0.6810	1.192	10700.75	0.0251	3.5184	0.0737		3列目の杭がひび割れた
117	0.6858	1.200	10776.26	0.0254	3.5464	0.0744		1列目の杭がひび割れた
118	0.6860	1.201	10780.09	0.0255	3.5478	0.0744		2列目の杭がひび割れた
119	0.6901	1.208	10843.82	0.0258	3.5713	0.0751		1列目の杭がひび割れた
120	0.6902	1.208	10845.57	0.0258	3.5720	0.0751		2列目の杭がひび割れた
121	0.7059	1.235	11092.90	0.0269	3.6631	0.0775		3列目の杭がひび割れた
122	0.7244	1.268	11382.66	0.0283	3.7699	0.0803		3列目の杭の地盤が塑性化した
123	0.7332	1.283	11521.58	0.0290	3.8215	0.0817		1列目の杭がひび割れた
124	0.7333	1.283	11523.54	0.0290	3.8222	0.0818		2列目の杭がひび割れた
125	0.7360	1.288	11565.82	0.0292	3.8379	0.0822		1列目の杭の地盤が塑性化した
126	0.7361	1.288	11566.29	0.0292	3.8381	0.0822		2列目の杭の地盤が塑性化した
127	0.7406	1.296	11637.51	0.0296	3.8650	0.0829	Y-1	1列目の杭が降伏した
128	0.7408	1.296	11640.14	0.0296	3.8659	0.0830	Y-2	2列目の杭が降伏した
129	0.7411	1.297	11645.69	0.0297	3.8680	0.0830		1列目の杭が弾性硬化した
130	0.7416	1.298	11653.82	0.0297	3.8711	0.0831		2列目の杭が弾性硬化した
131	0.7422	1.299	11661.95	0.0297	3.8742	0.0832		1列目の杭が弾性硬化した
132	0.7427	1.300	11670.09	0.0298	3.8773	0.0833		2列目の杭が弾性硬化した
133	0.7437	1.301	11686.35	0.0299	3.8834	0.0835		2列目の杭が弾性硬化した
134	0.7458	1.305	11718.89	0.0301	3.8957	0.0838		2列目の杭が弾性硬化した
135	0.7473	1.308	11742.81	0.0302	3.9047	0.0841		3列目の杭がひび割れた
136	0.7497	1.312	11780.48	0.0304	3.9189	0.0845		3列目の杭がひび割れた
137	0.7574	1.325	11901.66	0.0311	3.9645	0.0858		2列目の杭が弾性硬化した
138	0.7681	1.344	12068.96	0.0320	4.0274	0.0876		3列目の杭がひび割れた
139	0.7755	1.357	12186.50	0.0327	4.0717	0.0889		1列目の杭がひび割れた
140	0.7758	1.358	12190.36	0.0327	4.0731	0.0889		2列目の杭がひび割れた
141	0.7794	1.364	12247.21	0.0330	4.0945	0.0895		1列目の杭がひび割れた

No	α_i	水平震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状態
142	0.7795	1.364	12249.09	0.0330	4.0952	0.0895		2列目の杭がひび割れた
143	0.7805	1.366	12264.99	0.0331	4.1012	0.0897		3列目の杭の地盤が塑性化した
144	0.7945	1.390	12483.85	0.0344	4.1841	0.0921		1列目の杭の地盤が塑性化した
145	0.7945	1.390	12484.41	0.0344	4.1843	0.0921		2列目の杭の地盤が塑性化した
146	0.7998	1.400	12567.51	0.0349	4.2163	0.0931	Y-3	3列目の杭が降伏した
147	0.8009	1.402	12584.98	0.0350	4.2230	0.0933		3列目の杭がひび割れた
148	0.8021	1.404	12603.48	0.0352	4.2301	0.0935		1列目の杭が降伏した
149	0.8022	1.404	12605.58	0.0352	4.2309	0.0936		2列目の杭が降伏した
150	0.8052	1.409	12652.49	0.0356	4.2479	0.0942	P-1	1列目の杭が引抜き極限值に達した
151	0.8258	1.445	12976.05	0.0394	4.6875	0.1041		3列目の杭の地盤が塑性化した
152	0.8270	1.447	12995.57	0.0397	4.7141	0.1047		3列目の杭がひび割れた
153	0.8295	1.452	13034.88	0.0402	4.7678	0.1060		1列目の杭がひび割れた
154	0.8295	1.452	13035.14	0.0402	4.7682	0.1060		2列目の杭がひび割れた
155	0.8304	1.453	13048.35	0.0403	4.7862	0.1064		2列目の杭がひび割れた
156	0.8304	1.453	13049.00	0.0404	4.7871	0.1064		1列目の杭がひび割れた
157	0.8308	1.454	13054.11	0.0404	4.7940	0.1066		3列目の杭がひび割れた
158	0.8429	1.475	13245.74	0.0428	5.0557	0.1126		2列目の杭の地盤が塑性化した
159	0.8429	1.475	13245.75	0.0428	5.0557	0.1126		1列目の杭の地盤が塑性化した
160	0.8507	1.489	13367.99	0.0445	5.2259	0.1166		3列目の杭がひび割れた
161	0.8526	1.492	13397.00	0.0449	5.2663	0.1176		3列目の杭が降伏した
162	0.8650	1.514	13591.99	0.0482	5.5201	0.1243		3列目の杭の地盤が塑性化した
163	0.8800	1.540	13827.95	0.0523	5.8289	0.1327	L	荷重変化点に達した
164	0.8873	1.540	13848.88	0.0526	5.8359	0.1332		1列目の杭がひび割れた
165	0.8874	1.540	13849.04	0.0526	5.8359	0.1332		2列目の杭がひび割れた
166	0.8964	1.540	13874.93	0.0530	5.8445	0.1337		3列目の杭がひび割れた
167	0.9145	1.540	13926.72	0.0539	5.8617	0.1347		2列目の杭の地盤が塑性化した
168	0.9145	1.540	13926.72	0.0539	5.8617	0.1347		1列目の杭の地盤が塑性化した
169	1.0000	1.540	14171.42	0.0582	5.9463	0.1403	F	作用荷重が全載荷された

(3) 応答塑性率



設計水平震度 $c_{2z} \cdot k_{h0} = 1.75$
 減衰定数別補正係数 $c_D = 0.666$
 基礎の降伏変位 $\delta_{Fy} = 0.093118 \text{ (m)}$
 基礎の塑性率の制限値 $\mu_{FL} = 4.0000$

基礎構造の降伏水平震度 $k_{hyF} = 1.40$

基礎構造の設計水平震度 $k_{hF} = c_D \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} = 0.666 \times 1.75 = 1.17$

基礎構造の降伏剛性 $K_1 = 15.03473$

基礎構造の降伏剛性に対する二次剛性の比
 $r = 0.00000$

基礎構造の応答塑性率

$$\mu_{Fr} = \frac{1}{2} \left\{ 1 + \left(\frac{k_{hF}}{k_{hyF}} \right)^2 \right\}$$

$$= \frac{1}{2} \left\{ 1 + \left(\frac{1.17}{1.40} \right)^2 \right\} = 0.8492$$

$k_{hF} < k_{hyF} < k_h$ より

基礎構造の応答塑性率 $\mu_{Fr} = 1.0000$

基礎構造の応答変位 $\delta_{Fr} = \mu_{Fr} \cdot \delta_{Fy}$
 $= 1.0000 \times 0.093118 = 0.0931 \text{ (m)}$

基礎構造の塑性率の制限値に達した時の変位

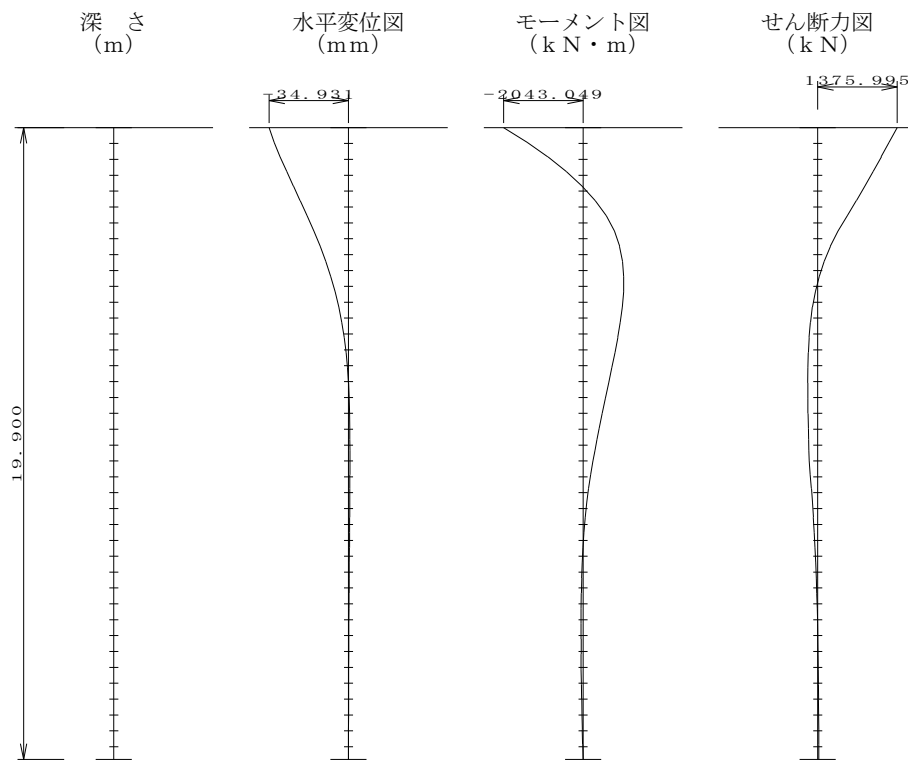
$$\delta_{FL} = \mu_{FL} \cdot \delta_{Fy}$$

$$= 4.0000 \times 0.093118 = 0.3725 \text{ (m)}$$

(4) 断面力及び変位

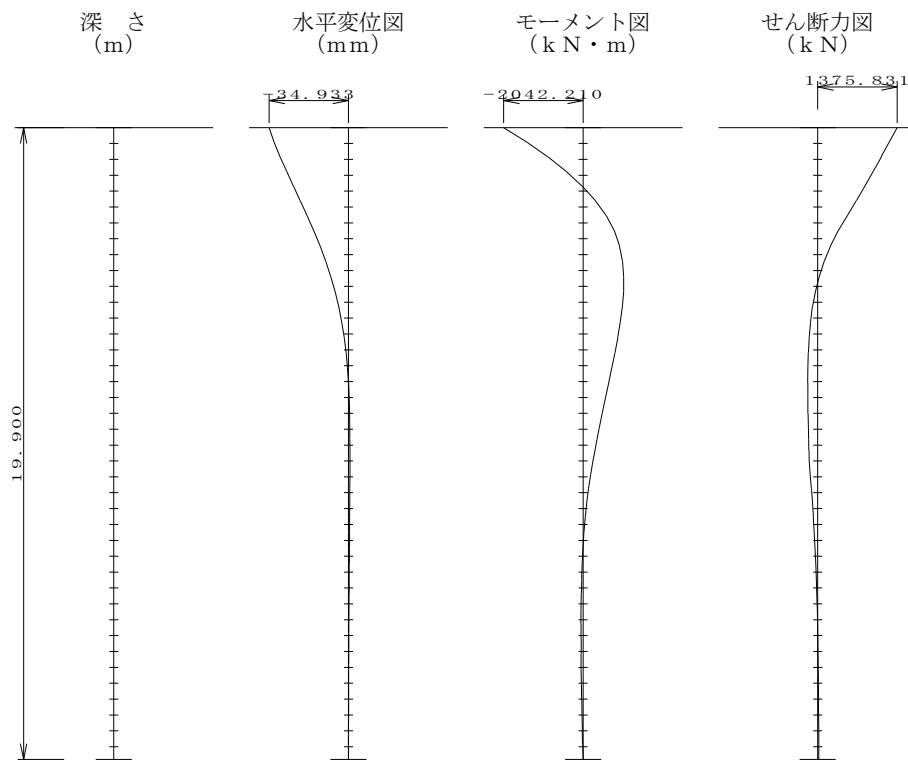
1) 1列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	-11.256	-34.931	4.213	-2043.049	1375.995
0.460	-11.256	-32.705	5.406	-1441.937	1239.418
0.920	-11.256	-30.043	6.129	-904.330	1100.253
1.380	-11.256	-27.148	6.435	-431.425	958.448
1.840	-11.256	-24.177	6.470	-24.445	813.991
2.300	-11.256	-21.204	6.446	315.380	666.879
2.779	-11.256	-18.145	6.308	596.308	511.003
3.257	-11.256	-15.202	5.966	801.785	352.343
3.736	-11.256	-12.459	5.482	937.299	218.273
4.215	-11.256	-9.969	4.909	1014.820	109.637
4.693	-11.256	-7.766	4.292	1045.901	23.811
5.172	-11.256	-5.862	3.665	1040.788	-42.092
5.651	-11.256	-4.254	3.054	1008.321	-90.956
6.129	-11.256	-2.932	2.479	955.986	-125.605
6.608	-11.256	-1.872	1.953	889.917	-148.719
7.087	-11.256	-1.051	1.487	815.054	-162.728
7.565	-11.256	-0.437	1.086	735.244	-169.793
8.044	-11.256	0.001	0.752	653.319	-171.782
8.523	-11.256	0.296	0.487	571.342	-170.240
9.001	-11.256	0.480	0.289	490.713	-166.401
9.480	-11.256	0.586	0.158	412.266	-161.177
9.920	-11.256	0.624	0.067	358.170	-156.988
10.160	-11.256	0.639	0.026	305.533	-152.625
10.500	-11.256	0.642	-0.009	254.392	-148.200
10.932	-11.256	0.630	-0.045	194.379	-129.893
11.363	-11.256	0.605	-0.072	142.175	-112.138
11.795	-11.256	0.569	-0.091	97.445	-95.260
12.274	-11.256	0.522	-0.104	56.053	-77.850
12.753	-11.256	0.470	-0.111	22.620	-62.021
13.232	-11.256	0.417	-0.113	-3.628	-47.887
13.711	-11.256	0.363	-0.110	-23.520	-35.471
14.190	-11.256	0.311	-0.105	-37.871	-24.735
14.669	-11.256	0.263	-0.097	-47.468	-15.594
15.148	-11.256	0.219	-0.088	-53.045	-7.933
15.626	-11.256	0.179	-0.078	-55.280	-1.612
16.105	-11.256	0.144	-0.068	-54.779	3.519
16.584	-11.256	0.114	-0.058	-52.075	7.610
17.063	-11.256	0.088	-0.049	-47.632	10.809
17.542	-11.256	0.066	-0.041	-41.843	13.254
18.021	-11.256	0.048	-0.034	-35.037	15.068
18.500	-11.256	0.033	-0.029	-27.493	16.356
18.967	-11.256	0.021	-0.025	-19.163	19.129
19.433	-11.256	0.010	-0.022	-9.825	20.710
19.900	-11.256	0.000	-0.021	0.000	21.224



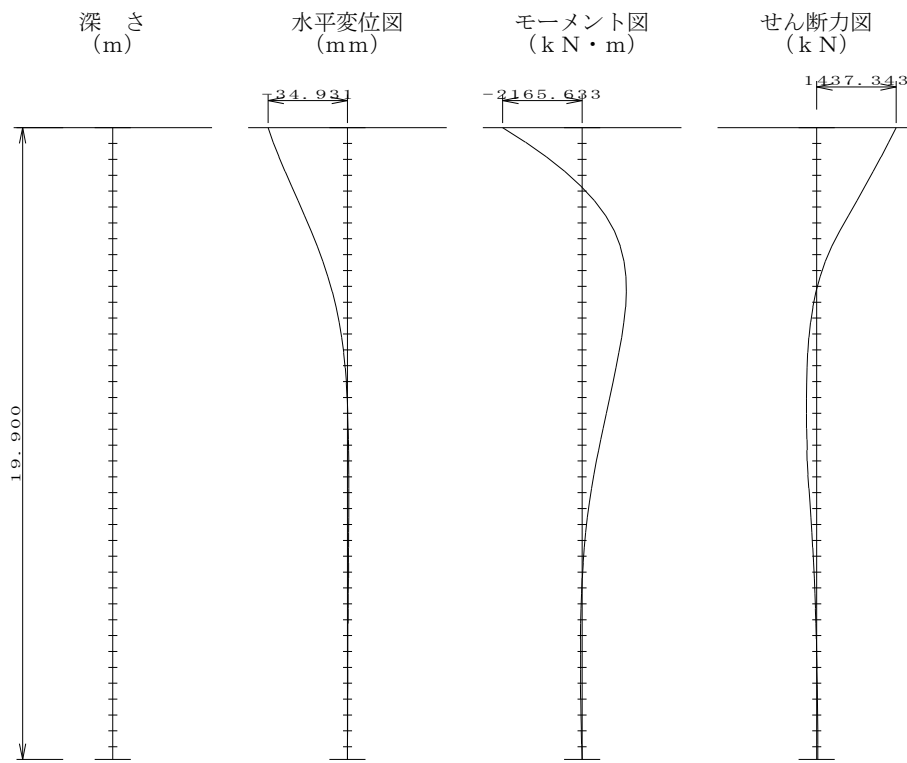
2) 2列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	2.651	-34.933	4.216	-2042.210	1375.831
0.460	2.651	-32.706	5.408	-1441.174	1239.254
0.920	2.651	-30.042	6.130	-903.641	1100.089
1.380	2.651	-27.147	6.436	-430.812	958.285
1.840	2.651	-24.176	6.471	-23.907	813.827
2.300	2.651	-21.203	6.447	315.842	666.716
2.779	2.651	-18.143	6.308	596.691	510.840
3.257	2.651	-15.200	5.966	802.090	352.180
3.736	2.651	-12.456	5.482	937.531	218.130
4.215	2.651	-9.967	4.909	1014.989	109.515
4.693	2.651	-7.764	4.292	1046.016	23.709
5.172	2.651	-5.860	3.665	1040.859	-42.176
5.651	2.651	-4.253	3.054	1008.355	-91.024
6.129	2.651	-2.930	2.478	955.991	-125.658
6.608	2.651	-1.871	1.953	889.899	-148.760
7.087	2.651	-1.050	1.487	815.019	-162.758
7.565	2.651	-0.436	1.085	735.197	-169.815
8.044	2.651	0.001	0.751	653.264	-171.796
8.523	2.651	0.296	0.486	571.281	-170.249
9.001	2.651	0.480	0.289	490.648	-166.406
9.480	2.651	0.586	0.158	412.200	-161.179
9.820	2.651	0.624	0.067	358.104	-156.989
10.160	2.651	0.640	0.026	305.467	-152.624
10.500	2.651	0.642	-0.009	254.327	-148.198
10.932	2.651	0.630	-0.045	194.314	-129.888
11.363	2.651	0.605	-0.072	142.113	-112.130
11.795	2.651	0.569	-0.091	97.387	-95.250
12.274	2.651	0.522	-0.104	56.000	-77.839
12.753	2.651	0.470	-0.111	22.573	-62.009
13.232	2.651	0.417	-0.113	-3.671	-47.875
13.711	2.651	0.363	-0.110	-23.557	-35.459
14.190	2.651	0.311	-0.105	-37.902	-24.724
14.669	2.651	0.263	-0.097	-47.494	-15.584
15.148	2.651	0.219	-0.088	-53.067	-7.924
15.626	2.651	0.179	-0.078	-55.298	-1.604
16.105	2.651	0.144	-0.068	-54.793	3.526
16.584	2.651	0.114	-0.058	-52.086	7.616
17.063	2.651	0.088	-0.049	-47.640	10.814
17.542	2.651	0.066	-0.041	-41.849	13.258
18.021	2.651	0.048	-0.034	-35.041	15.071
18.500	2.651	0.033	-0.029	-27.496	16.359
18.967	2.651	0.021	-0.025	-19.165	19.131
19.433	2.651	0.010	-0.022	-9.826	20.712
19.900	2.651	0.000	-0.021	0.000	21.225



3) 3列目

距離 (m)	鉛直変位 (mm)	水平変位 (mm)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
0.000	16.555	-34.931	4.212	-2165.633	1437.343
0.460	16.555	-32.735	5.286	-1536.277	1300.816
0.920	16.555	-30.155	5.903	-970.396	1161.664
1.380	16.555	-27.387	6.111	-469.202	1019.860
1.840	16.555	-24.565	6.150	-33.923	875.404
2.300	16.555	-21.739	6.125	334.210	728.295
2.779	16.555	-18.825	6.043	644.610	572.391
3.257	16.555	-15.987	5.794	879.539	413.695
3.736	16.555	-13.306	5.392	1042.543	271.674
4.215	16.555	-10.842	4.888	1143.633	154.661
4.693	16.555	-8.636	4.327	1194.232	60.357
5.172	16.555	-6.704	3.743	1204.611	-13.871
5.651	16.555	-5.051	3.163	1183.729	-70.701
6.129	16.555	-3.671	2.609	1139.280	-112.811
6.608	16.555	-2.546	2.096	1077.668	-142.784
7.087	16.555	-1.654	1.635	1004.135	-162.990
7.565	16.555	-0.969	1.234	922.854	-175.563
8.044	16.555	-0.460	0.898	836.986	-182.367
8.523	16.555	-0.096	0.629	748.926	-184.960
9.001	16.555	0.156	0.428	660.395	-184.589
9.480	16.555	0.328	0.294	572.541	-182.188
9.820	16.555	0.416	0.226	511.018	-179.610
10.160	16.555	0.483	0.166	450.466	-176.499
10.500	16.555	0.530	0.113	391.043	-172.997
10.932	16.555	0.566	0.057	319.734	-157.190
11.363	16.555	0.581	0.011	255.441	-140.670
11.795	16.555	0.578	-0.025	198.317	-123.994
12.274	16.555	0.558	-0.055	143.303	-105.861
12.753	16.555	0.526	-0.077	96.781	-88.557
13.232	16.555	0.486	-0.091	58.287	-72.420
13.711	16.555	0.440	-0.098	27.197	-57.661
14.190	16.555	0.392	-0.101	2.820	-44.397
14.669	16.555	0.344	-0.100	-15.575	-32.667
15.148	16.555	0.297	-0.096	-28.716	-22.459
15.626	16.555	0.253	-0.090	-37.320	-13.709
16.105	16.555	0.211	-0.082	-42.065	-6.325
16.584	16.555	0.174	-0.075	-43.580	-0.200
17.063	16.555	0.140	-0.067	-42.438	4.786
17.542	16.555	0.110	-0.059	-39.159	8.750
18.021	16.555	0.083	-0.053	-34.202	11.806
18.500	16.555	0.059	-0.047	-27.979	14.053
18.967	16.555	0.038	-0.043	-20.173	19.037
19.433	16.555	0.018	-0.040	-10.536	21.939
19.900	16.555	0.000	-0.039	0.000	22.892



(5) せん断力の制限値の算出
・杭基礎のせん断力の制限値

項目		記号	単位	
断面寸法	杭径	D	mm	1200.0
	部材幅	b	mm	1063.472
	部材高	h	mm	1063.472
	有効高	d	mm	927.875
軸方向鉄筋	軸方向鉄筋量	A _s	mm ²	17472.4
	軸方向引張鉄筋比	P _t	%	0.885
コンクリートが負担できる平均せん断応力度	基本値	τ _c	N/mm ²	0.350
	部材高dに関する補正係数	C _{ce}	—	1.04121
	鉄筋比P _t に関する補正係数	C _{pt}	—	1.43120
	せん断スパン比による割増係数	C _{dc}	—	1.00000
	補正係数(荷重の正負交替作用)	C _c	—	1.00000
	τ _c ・C _{ce} ・C _{pt} ・C _{dc} ・C _c	τ _r	N/mm ²	0.52156
コンクリートが負担できるせん断力	補正係数	k	—	1.30
	k・τ _r ・b・d	—	kN/本	669.06
	発生せん断力	S _d	kN/本	1396.39
	発生軸力(死荷重作用時)	N	kN/本	1305.58
	発生曲げモーメント	M _d	kN・m/本	3263.55
	断面積	A _c	m ²	1.13097
	断面二次モーメント	I _c	m ⁴	0.10179
	図心より引張縁までの距離	y	m	0.600
	軸方向力によるコンクリートの応力度が部材引張縁で0となる曲げモーメント	M ₀	kN・m/本	195.84
	S _d ・M ₀ /M _d	—	kN/本	83.79
	最大のせん断力と等価なせん断応力度	τ _{cmax}	N/mm ²	1.20
	τ _{cmax} ・b・d	—	kN/本	1184.12
	特性値	S _c	kN/本	752.86
	せん断補強鉄筋	鉄筋の断面積	A _w	mm ²
鉄筋の間隔		s	mm	150
鉄筋の降伏強度の特性値		σ _{sy}	N/mm ²	345.00
せん断補強鉄筋が負担できるせん断力	せん断スパン比による低減係数	C _{ds}	—	1.00
	補正係数	k	—	1.30
	特性値	S _s	kN/本	1382.35
斜引張破壊に対するせん断力の制限値	調査・解析係数	ξ ₁	—	1.00
	部材・構造係数	ξ ₂	—	0.85
	抵抗係数(コンクリート)	Φ _{uc}	—	0.95
	抵抗係数(せん断補強鉄筋)	Φ _{us}	—	0.95
杭一本あたりの制限値	S _{usd}	kN/本	1724.18	
コンクリートの圧壊に対するせん断力の制限値	コンクリートが負担できる平均せん断応力度の最大値	τ _{rmax}	N/mm ²	3.20
	せん断耐力の特性値	S _{ucw}	kN/本	3157.67
	調査・解析係数	ξ ₁	—	1.00
	部材・構造係数と抵抗係数の積	ξ ₂ Φ _{ucw}	—	1.00
	杭一本あたりの制限値	S _{ucd}	kN/本	3157.67

なお、杭基礎のせん断力の制限値は、第1断面の杭本数分とする。

$$\sum S_{usd} = S_{usd} \cdot n = 1724.18 \times 9 = 15517.61 \text{ (kN)}$$

$$\sum S_{ucd} = S_{ucd} \cdot n = 3157.67 \times 9 = 28419.05 \text{ (kN)}$$

(6) 杭基礎評価結果

$\alpha_i=1.0$ に達するまでに基礎が降伏しているため、応答塑性率の評価を行い、算定された応答変位の状態において杭基礎に対する評価を行う。

・杭頭断面力

杭 列 No	本数	杭頭 反力 P_N (kN)	支持力 上限値 P_{N0} (kN)	杭頭 せん断力 S (kN)	杭頭 モーメント M_t (kN・m)	杭頭降伏 モーメント M_{vt} (kN・m)	最大 モーメント M_{max} (kN・m)	最大曲げ位置 降伏モーメント M_v (kN・m)
1	3	-5545.37	13775.26	1376.00	-2043.05	1753.62	-2043.05	1753.62
2	3	1306.19	13775.26	1375.83	-2042.21	1753.62	-2042.21	1753.62
3	3	8155.93	13775.26	1437.34	-2165.63	2165.63	-2165.63	2165.63

・せん断力の評価

$$\Sigma S = 12567.51 \text{ (kN)} \quad \leq \quad \Sigma S_{usd} = 15517.61 \text{ (kN)} \quad \text{----- OK}$$

$$\leq \quad \Sigma S_{ucd} = 28419.05 \text{ (kN)} \quad \text{----- OK}$$

・応答塑性率の評価

$$\mu_{Fr} = 1.0000 \quad \leq \quad \mu_{FL} = 4.0000 \quad \text{----- OK}$$

・変位の評価

$$\alpha_{F0} = 4.216 \times 10^{-3} \text{ (rad)} \leq 0.020 \text{ (rad)} \quad \text{----- OK}$$

ゆえに、基礎は耐力を有する。