

目次

1 照査結果一覧表	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 杭基礎の地震時保有水平耐力照査	5
3-1 杭の諸元及び杭配置	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 照査結果	39
3-6-1 橋軸方向(タイプⅠ・通常地盤・浮力なし)	39
3-6-2 橋軸方向(タイプⅠ・通常地盤・浮力あり)	50
3-6-3 橋軸方向(タイプⅡ・通常地盤・浮力なし)	61
3-6-4 橋軸方向(タイプⅡ・通常地盤・浮力あり)	72
3-6-5 橋軸直角方向(タイプⅠ・通常地盤・浮力なし)	83
3-6-6 橋軸直角方向(タイプⅠ・通常地盤・浮力あり)	94
3-6-7 橋軸直角方向(タイプⅡ・通常地盤・浮力なし)	105
3-6-8 橋軸直角方向(タイプⅡ・通常地盤・浮力あり)	118

1 照査結果一覧表

(1) 橋軸方向

1) 不安定となる地盤の影響が無い場合

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_{HP}	—	0.83	0.83	0.83	0.83
	K_{BR}	—	0.45	0.45	0.70	0.70
耐力	$M_{max} (*1)$	kN・m/本	1406.12	1412.61	1719.42	1726.46
	(M_z)	kN・m/本	1753.62	1753.62	1753.62	1753.62
	$M_{max} (*2)$	kN・m/本	1478.51	1477.00	1827.79	1825.28
	(M_y)	kN・m/本	2220.91	2165.64	2220.91	2165.64
応答塑性率	P_{Nmax}	kN/本	7145.38	6965.55	7366.83	7187.02
	(P_N)	kN/本	13775.26	13775.26	13775.26	13775.26
変位	k_{IF}	—	—	—	—	—
	k_{yIF}	—	—	—	—	—
	状態	—	—	—	—	—
	μ_{FR}	—	—	—	—	—
	(μ_{FR})	—	—	—	—	—
せん断力	δ_{FR}	m	—	—	—	—
	α_{FO}	rad	—	—	—	—
せん断力	(制限値)	rad	—	—	—	—
	S	kN	10549.73	10549.73	11571.97	11571.97
	(ΣS_{usd})	kN	15479.75	15419.84	15535.08	15469.37
せん断力	(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) 橋軸直角方向

1) 不安定となる地盤の影響が無い場合

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_{IP}	—	1.30	1.30	1.54	1.54
	k_{IG}	—	0.45	0.45	0.70	0.70
耐力	$M_{max} (*1)$	kN・m/本	1600.55	1607.19	—	—
	(M_z)	kN・m/本	1753.62	1753.62	—	—
	$M_{max} (*2)$	kN・m/本	1673.78	1673.96	—	—
	(M_y)	kN・m/本	2220.91	2165.64	—	—
耐力	P_{Nmax}	kN/本	8201.66	8022.16	—	—
	(P_N)	kN/本	13775.26	13775.26	—	—
応答塑性率	k_{IF}	—	—	—	1.17	1.17
	k_{IVF}	—	—	—	1.48	1.48
	状態	—	—	—	杭体降伏	杭体降伏
	μ_{Fr}	—	—	—	1.0000	1.0000
	(μ_{FI})	—	—	—	4.0000	4.0000
変位	δ_{Fr}	m	—	—	0.1400	0.1452
	α_{FO} (制限値)	rad rad	— —	— —	0.00667 0.02000	0.00698 0.02000
せん断力	S	kN	11386.72	11386.72	13326.87	13309.68
	(ΣS_{usd})	kN	15525.05	15460.40	15630.08	15553.58
	(ΣS_{std})	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) 構造物種類 橋脚
- (2) 適用基準 道路橋示方書(平成29年)
- (3) 基礎工形式 場所打ち杭 $\phi 1200$ (mm) $L = 20.000$ (m) $n = 9$ (本)
- (4) 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

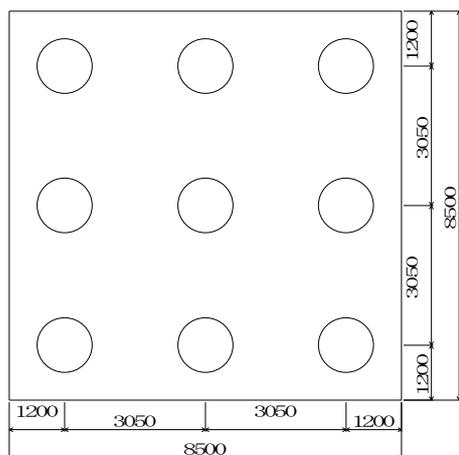
3 杭基礎の地震時保有水平耐力照査

3-1 杭の諸元及び杭配置

(1) 杭の諸元

杭種	場所打ち杭	φ1200.0 (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 ・通常地盤・浮力なし

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

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

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pd} \cdot \gamma_{qd} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.30 \times (7000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.45 \times 3894.27 \} \\ &= \alpha_i \times 15481.72 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pd} \cdot \gamma_{qd} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.30 \times (7000.00 \times 11.300 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.45 \times 3894.27 \times 1.100 \} \\ &= \alpha_i \times 140878.54 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pd} \cdot \gamma_{qd} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 0.83 \times (7000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.45 \times 3894.27 \} \\ &= 8709.68 + \alpha_i \times 1840.04 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pd} \cdot \gamma_{qd} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 0.83 \times (7000.00 \times 11.300 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.45 \times 3894.27 \times 1.100 \} \\ &= 88653.25 + \alpha_i \times 2024.05 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

ここに、

- R_d : 上部工反力 (kN)
- W_p : 橋脚自重 (kN)
- Y_p : 橋脚自重の重心高さ (m)
- W_f : フーチング自重 (kN)
- Y_f : フーチング自重の作用高さ (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} : 基礎の設計に用いる設計水平震度
- k_{hg} : フーチングに作用する設計水平震度
- 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 ・ 通常地盤 ・ 浮力あり

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

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

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.30 \times (7000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.45 \times 3894.27 \} \\ &= \alpha_i \times 15481.72 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.30 \times (7000.00 \times 11.300 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.45 \times 3894.27 \times 1.100 \} \\ &= \alpha_i \times 140878.54 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 0.83 \times (7000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.45 \times 3894.27 \} \\ &= 8709.68 + \alpha_i \times 1840.04 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 0.83 \times (7000.00 \times 11.300 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.45 \times 3894.27 \times 1.100 \} \\ &= 88653.25 + \alpha_i \times 2024.05 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

ここに、

- R_d : 上部工反力 (kN)
- W_p : 橋脚自重 (kN)
- Y_p : 橋脚自重の重心高さ (m)
- W_f : フーチング自重 (kN)
- Y_f : フーチング自重の作用高さ (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} : 基礎の設計に用いる設計水平震度
- k_{hg} : フーチングに作用する設計水平震度
- 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・通常地盤・浮力なし

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

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

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pd} \cdot \gamma_{qd} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.75 \times (7000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.70 \times 3894.27 \} \\ &= \alpha_i \times 21226.08 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pd} \cdot \gamma_{qd} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.75 \times (7000.00 \times 11.300 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.70 \times 3894.27 \times 1.100 \} \\ &= \alpha_i \times 190068.03 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pd} \cdot \gamma_{qd} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 0.83 \times (7000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.70 \times 3894.27 \} \\ &= 8709.68 + \alpha_i \times 2862.29 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pd} \cdot \gamma_{qd} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 0.83 \times (7000.00 \times 11.300 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.70 \times 3894.27 \times 1.100 \} \\ &= 88653.25 + \alpha_i \times 3148.52 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

ここに、

- R_d : 上部工反力 (kN)
- W_p : 橋脚自重 (kN)
- Y_p : 橋脚自重の重心高さ (m)
- W_f : フーチング自重 (kN)
- Y_f : フーチング自重の作用高さ (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} : 基礎の設計に用いる設計水平震度
- k_{hg} : フーチングに作用する設計水平震度
- 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・通常地盤・浮力あり

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

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

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.75 \times (7000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.70 \times 3894.27 \} \\ &= \alpha_i \times 21226.08 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ \alpha_i \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ \alpha_i \times 1.75 \times (7000.00 \times 11.300 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.70 \times 3894.27 \times 1.100 \} \\ &= \alpha_i \times 190068.03 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad H_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u + W_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 0.83 \times (7000.00 + 2993.90) + \alpha_i \times 0.70 \times 3894.27 \} \\ &= 8709.68 + \alpha_i \times 2862.29 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pD} \cdot \gamma_{qD} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 0.83 \times (7000.00 \times 11.300 + 2993.90 \times 7.557) \\ &\quad + \alpha_i \times 0.70 \times 3894.27 \times 1.100 \} \\ &= 88653.25 + \alpha_i \times 3148.52 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

ここに、

- R_d : 上部工反力 (kN)
- W_p : 橋脚自重 (kN)
- Y_p : 橋脚自重の重心高さ (m)
- W_f : フーチング自重 (kN)
- Y_f : フーチング自重の作用高さ (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} : 基礎の設計に用いる設計水平震度
- k_{hg} : フーチングに作用する設計水平震度
- 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 ・通常地盤・浮力なし

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 : 上部工反力 (kN)
- W_p : 橋脚自重 (kN)
- Y_p : 橋脚自重の重心高さ (m)
- W_f : フーチング自重 (kN)
- Y_f : フーチング自重の作用高さ (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} : 基礎の設計に用いる設計水平震度
- k_{hg} : フーチングに作用する設計水平震度
- 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 ・ 通常地盤 ・ 浮力あり

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 : 上部工反力 (kN)
- W_p : 橋脚自重 (kN)
- Y_p : 橋脚自重の重心高さ (m)
- W_f : フーチング自重 (kN)
- Y_f : フーチング自重の作用高さ (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} : 基礎の設計に用いる設計水平震度
- k_{hg} : フーチングに作用する設計水平震度
- 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・通常地盤・浮力なし

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 : 上部工反力 (kN)
- W_p : 橋脚自重 (kN)
- Y_p : 橋脚自重の重心高さ (m)
- W_f : フーチング自重 (kN)
- Y_f : フーチング自重の作用高さ (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} : 基礎の設計に用いる設計水平震度
- k_{hg} : フーチングに作用する設計水平震度
- 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・通常地盤・浮力あり

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

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

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

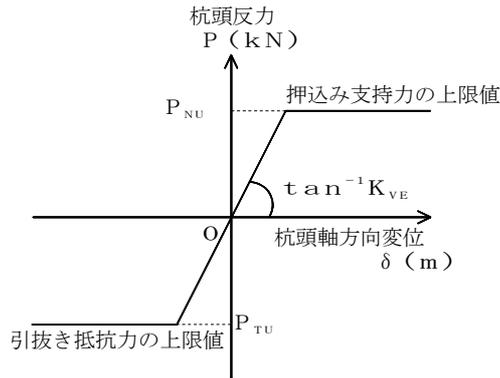
$$\begin{aligned} \text{モーメント} \quad M_0 &= \gamma_{pd} \cdot \gamma_{qd} \cdot \gamma_{pEQ} \cdot \gamma_{qEQ} \cdot \{ k_{hp} \cdot (W_u \cdot Y_u + W_p \cdot Y_p) + \alpha_i \cdot k_{hg} \cdot W_f \cdot Y_f \} \\ &= 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 \times \{ 1.54 \times (4000.00 \times 13.800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

ここに、

- R_d : 上部工反力 (kN)
- W_p : 橋脚自重 (kN)
- Y_p : 橋脚自重の重心高さ (m)
- W_f : フーチング自重 (kN)
- Y_f : フーチング自重の作用高さ (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} : 基礎の設計に用いる設計水平震度
- k_{hg} : フーチングに作用する設計水平震度
- 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 押し込み支持力及び引抜き抵抗力の上限値の計算

(1) 計算式

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

$$\begin{aligned} P_{NU} &= R_u \\ P_{TU} &= P_u + W \end{aligned}$$

ここに、

- P_{NU} : 押し込み支持力の上限值 (kN)
- P_{TU} : 引抜き抵抗力の上限值 (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。

杭体から決まる押し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} : 杭体から決まる押し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。

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

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值の計算

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值

低減なし

押し込み支持力の上限值

$$P_{NU} = \min(R_u, R_{pu}) \\ = \min(13775.26, 29099.84) = 13775.26 \text{ (kN)}$$

タイプⅠ低減時

押し込み支持力の上限值

$$P_{NU} = \min(R_u, R_{pu}) \\ = \min(13775.26, 29099.84) = 13775.26 \text{ (kN)}$$

タイプⅡ低減時

押し込み支持力の上限值

$$P_{NU} = \min(R_u, R_{pu}) \\ = \min(13775.26, 29099.84) = 13775.26 \text{ (kN)}$$

(4) 引抜き抵抗力の上限值の計算

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值

通常時 (低減なし)

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

タイプⅠ低減時

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

タイプⅡ低減時

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

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

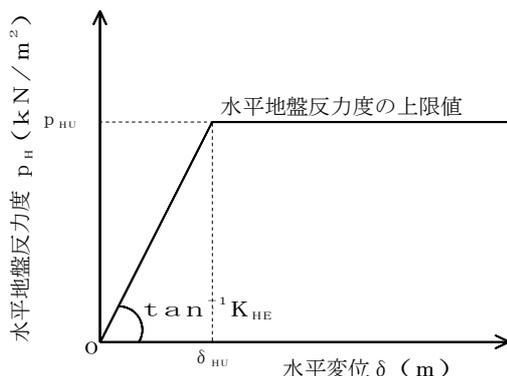
杭工法	λ_{yu}	ζ_e	ζ_d
場所打ち杭工法	0.48	0.30	0.99

(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} 算出時にもこの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)

$$B' = \sqrt[3]{\frac{1.200}{0.17766}} = 2.599 \text{ (m)}$$

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

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 ²)	k_H (kN/m ²)	$\eta_k \cdot \alpha_k$	k_{HE} (kN/m ²)
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 $\eta_p \cdot \alpha_p =$ 荷重載荷直角方向の杭の中心間隔/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_{H1} (kN/m ²)	2列目以降 地盤反力度 p_{H2} (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_{H1} (kN/m ²)	2列目以降 地盤反力度 p_{H2} (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_{H1} (kN/m ²)	2列目以降 地盤反力度 p_{H2} (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) 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_{H1} (kN/m ²)	2列目以降 地盤反力度 p_{H2} (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_{H1} (kN/m ²)	2列目以降 地盤反力度 p_{H2} (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_{H1} (kN/m ²)	2列目以降 地盤反力度 p_{H2} (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

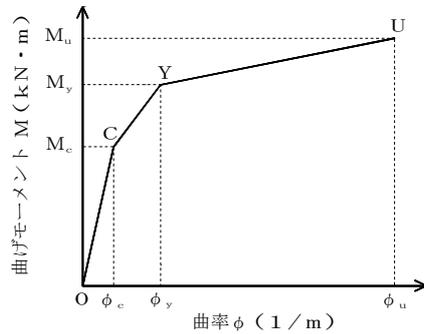
杭径 1200.0 mm 鉄筋材質 SD345 降伏強度 345.0 N/mm²

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

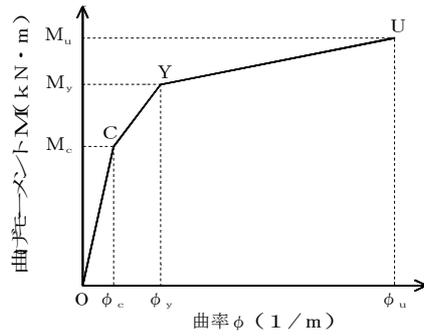
M-φ 軸力 $P_n = 0.00$ (kN)

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 $P_n = 1487.32$ (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

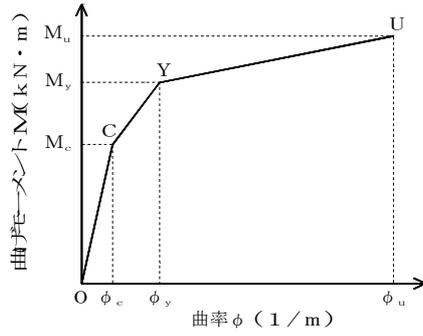
M-φ 軸力 $P_n = 0.00$ (kN)

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}	2165.64	3.585×10^{-2}	3263.54
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

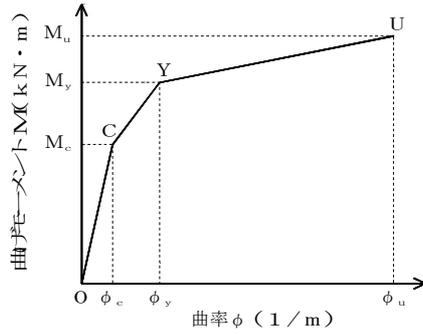
M-φ 軸力 $P_n = 0.00$ (kN)

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-phi 軸力 $P_n = 0.00$ (kN)

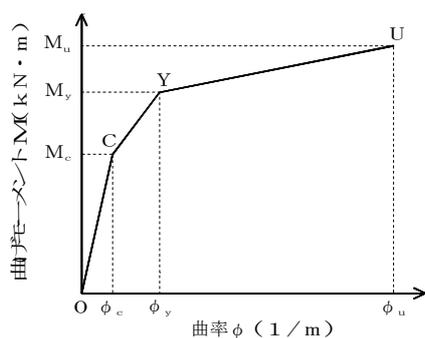
No	区間長 (m)	深さ (m)	ひび割れ時		降伏時		終局時	
			ϕ_c (1/m)	M_c (kN·m)	ϕ_y (1/m)	M_y (kN·m)	ϕ_u (1/m)	M_u (kN·m)
1	2.400	2.400	1.276×10^{-4}	367.80	2.617×10^{-3}	1753.62	4.143×10^{-2}	2764.38
2	7.180	9.580	1.276×10^{-4}	367.80	2.581×10^{-3}	1773.58	2.160×10^{-2}	2687.20
3	2.315	11.895	1.276×10^{-4}	346.23	2.345×10^{-3}	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}	2165.64	3.585×10^{-2}	3263.54
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

(2) 橋軸直角方向

1) タイプ I ・浮力なし

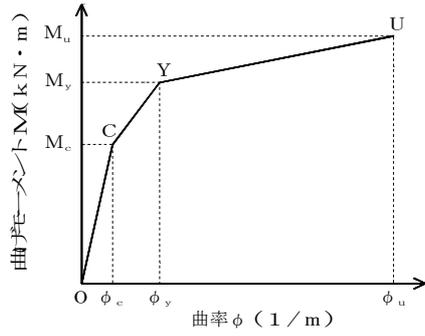
M-φ 軸力 $P_n = 0.00$ (kN)

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

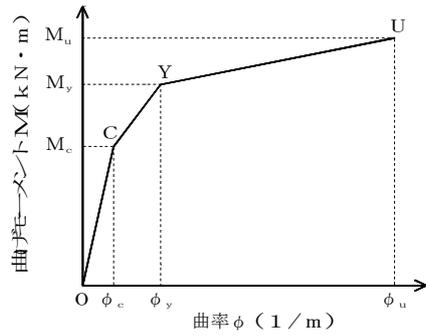
M-φ 軸力 $P_n = 0.00$ (kN)

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}	2165.64	3.585×10^{-2}	3263.54
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

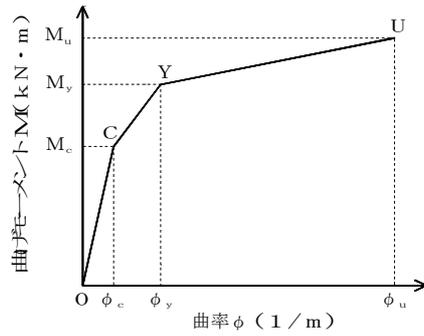
M-φ 軸力 $P_n = 0.00$ (kN)

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

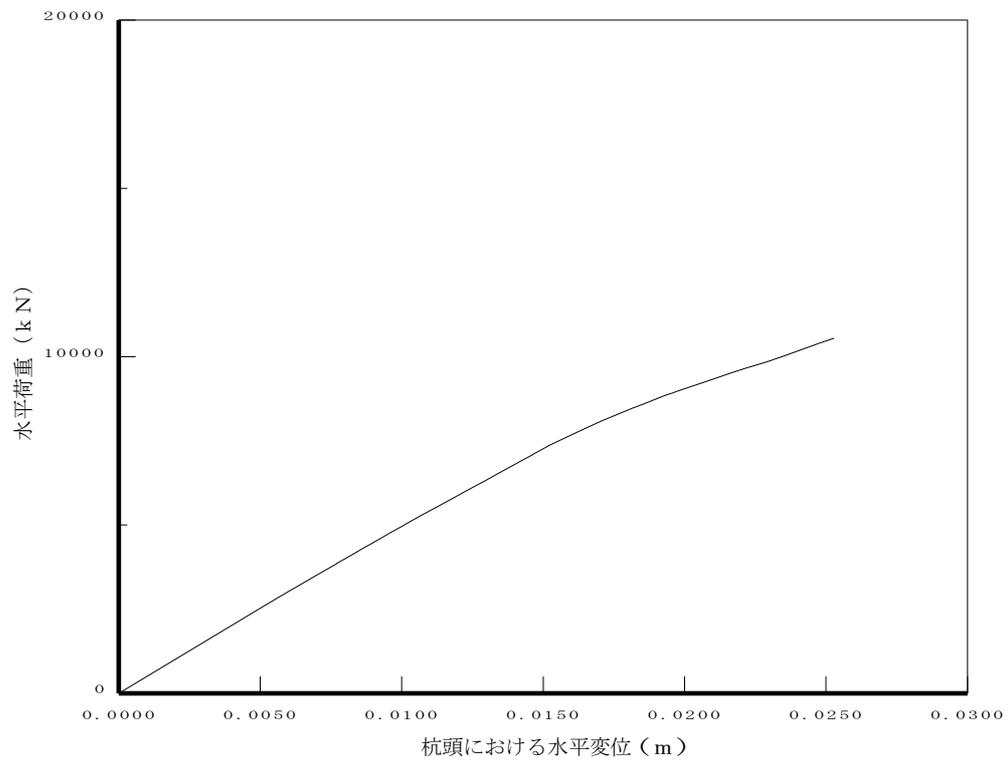
M-φ 軸力 $P_n = 1305.58$ (kN)

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}	2165.64	3.585×10^{-2}	3263.54
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 照査結果

3-6-1 橋軸方向(タイプ I ・通常地盤・浮力なし)

(1) 荷重-変位曲線



(2) 荷重-変位曲線詳細

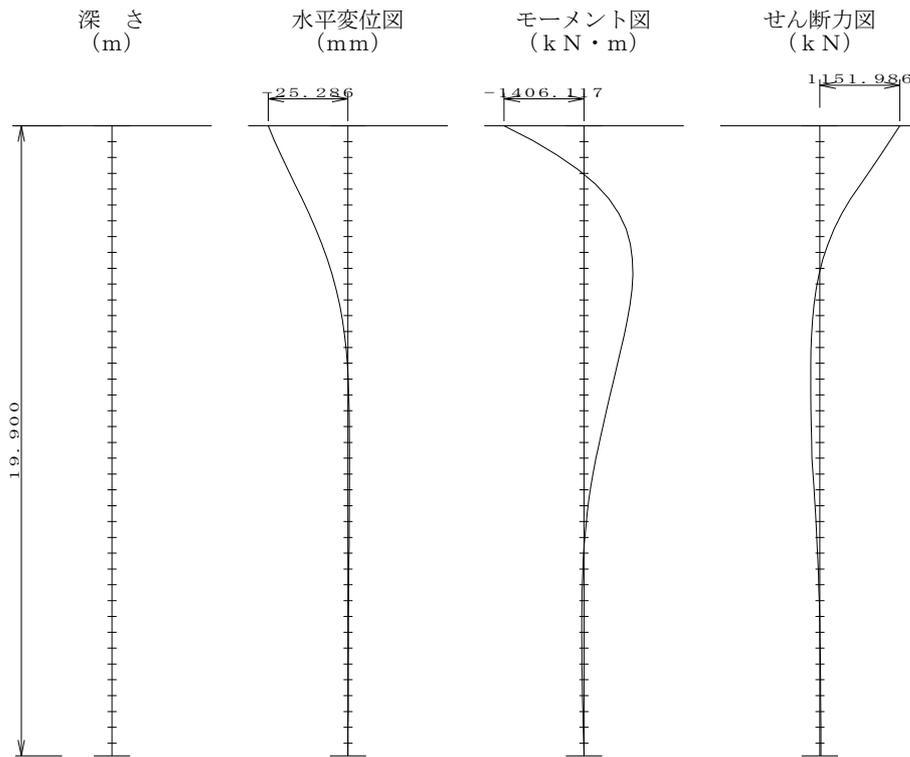
No	α_i	水平 震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状態
1	0.1709	0.222	2646.27	0.0052	0.9291	0.0157		1列目の杭がひび割れた
2	0.1709	0.222	2646.42	0.0052	0.9292	0.0157		2列目の杭がひび割れた
3	0.1710	0.222	2647.31	0.0052	0.9295	0.0157		1列目の杭がひび割れた
4	0.1710	0.222	2647.50	0.0052	0.9296	0.0157		2列目の杭がひび割れた
5	0.1711	0.222	2648.58	0.0052	0.9300	0.0157		1列目の杭がひび割れた
6	0.1711	0.222	2648.82	0.0052	0.9300	0.0157		2列目の杭がひび割れた
7	0.1727	0.224	2673.17	0.0053	0.9387	0.0159		1列目の杭がひび割れた
8	0.1727	0.224	2673.25	0.0053	0.9387	0.0159		2列目の杭がひび割れた
9	0.1735	0.226	2686.54	0.0053	0.9435	0.0160		1列目の杭がひび割れた
10	0.1735	0.226	2686.85	0.0053	0.9436	0.0160		2列目の杭がひび割れた
11	0.1749	0.227	2707.84	0.0054	0.9512	0.0161		2列目の杭がひび割れた
12	0.1749	0.227	2707.86	0.0054	0.9512	0.0161		1列目の杭がひび割れた
13	0.1768	0.230	2737.22	0.0054	0.9618	0.0163		1列目の杭がひび割れた
14	0.1768	0.230	2737.56	0.0054	0.9620	0.0163		2列目の杭がひび割れた
15	0.1794	0.233	2776.74	0.0055	0.9761	0.0165		2列目の杭がひび割れた
16	0.1794	0.233	2776.81	0.0055	0.9762	0.0165		1列目の杭がひび割れた
17	0.1845	0.240	2856.51	0.0057	1.0051	0.0170		2列目の杭がひび割れた
18	0.1845	0.240	2856.64	0.0057	1.0051	0.0170		1列目の杭がひび割れた
19	0.1848	0.240	2861.39	0.0057	1.0069	0.0170		1列目の杭がひび割れた
20	0.1848	0.240	2861.75	0.0057	1.0070	0.0170		2列目の杭がひび割れた
21	0.1924	0.250	2978.38	0.0059	1.0496	0.0178		2列目の杭がひび割れた
22	0.1924	0.250	2978.59	0.0059	1.0496	0.0178		1列目の杭がひび割れた
23	0.1955	0.254	3026.65	0.0060	1.0672	0.0181		1列目の杭がひび割れた
24	0.1955	0.254	3026.94	0.0060	1.0673	0.0181		2列目の杭がひび割れた
25	0.2015	0.262	3119.73	0.0062	1.1012	0.0186		2列目の杭がひび割れた
26	0.2015	0.262	3119.96	0.0062	1.1013	0.0186		1列目の杭がひび割れた
27	0.2131	0.277	3299.82	0.0066	1.1671	0.0198		2列目の杭がひび割れた
28	0.2132	0.277	3300.06	0.0066	1.1672	0.0198		1列目の杭がひび割れた
29	0.2169	0.282	3358.10	0.0067	1.1884	0.0201		2列目の杭がひび割れた
30	0.2169	0.282	3358.28	0.0067	1.1885	0.0201		1列目の杭がひび割れた
31	0.2272	0.295	3517.06	0.0070	1.2468	0.0211		2列目の杭がひび割れた
32	0.2272	0.295	3517.26	0.0070	1.2469	0.0211		1列目の杭がひび割れた
33	0.2443	0.318	3782.11	0.0076	1.3441	0.0227		2列目の杭がひび割れた
34	0.2443	0.318	3782.23	0.0076	1.3442	0.0227		1列目の杭がひび割れた
35	0.2487	0.323	3849.93	0.0077	1.3690	0.0232		2列目の杭がひび割れた
36	0.2488	0.323	3851.29	0.0077	1.3695	0.0232		1列目の杭がひび割れた
37	0.2647	0.344	4098.71	0.0082	1.4604	0.0247		1列目の杭がひび割れた
38	0.2647	0.344	4098.73	0.0082	1.4604	0.0247		2列目の杭がひび割れた
39	0.2717	0.353	4206.81	0.0084	1.5001	0.0254		3列目の杭がひび割れた
40	0.2718	0.353	4208.05	0.0084	1.5006	0.0254		3列目の杭がひび割れた
41	0.2719	0.353	4209.53	0.0084	1.5011	0.0254		3列目の杭がひび割れた
42	0.2741	0.356	4243.94	0.0085	1.5138	0.0256		1列目の杭がひび割れた
43	0.2742	0.356	4245.07	0.0085	1.5143	0.0256		2列目の杭がひび割れた
44	0.2744	0.357	4248.24	0.0085	1.5154	0.0256		3列目の杭がひび割れた
45	0.2756	0.358	4266.18	0.0085	1.5221	0.0257		3列目の杭がひび割れた
46	0.2778	0.361	4301.23	0.0086	1.5352	0.0260		3列目の杭がひび割れた
47	0.2804	0.365	4340.96	0.0087	1.5500	0.0262		3列目の杭がひび割れた
48	0.2845	0.370	4405.25	0.0088	1.5739	0.0266		3列目の杭がひび割れた
49	0.2888	0.375	4470.50	0.0090	1.5983	0.0270		1列目の杭がひび割れた
50	0.2888	0.375	4470.72	0.0090	1.5984	0.0270		2列目の杭がひび割れた
51	0.2922	0.380	4523.03	0.0091	1.6179	0.0274		3列目の杭がひび割れた
52	0.2923	0.380	4525.18	0.0091	1.6187	0.0274		3列目の杭がひび割れた
53	0.3041	0.395	4707.68	0.0095	1.6870	0.0285		3列目の杭がひび割れた
54	0.3076	0.400	4762.25	0.0096	1.7075	0.0289		3列目の杭がひび割れた
55	0.3146	0.409	4871.11	0.0098	1.7483	0.0296		2列目の杭がひび割れた
56	0.3150	0.409	4876.25	0.0098	1.7502	0.0296		1列目の杭がひび割れた
57	0.3177	0.413	4917.83	0.0099	1.7658	0.0299		3列目の杭がひび割れた
58	0.3180	0.413	4923.86	0.0099	1.7681	0.0299		1列目の杭がひび割れた
59	0.3181	0.414	4924.40	0.0099	1.7683	0.0299		2列目の杭がひび割れた
60	0.3303	0.429	5112.87	0.0103	1.8390	0.0311		1列目の杭がひび割れた
61	0.3304	0.430	5115.16	0.0103	1.8399	0.0311		2列目の杭がひび割れた
62	0.3348	0.435	5182.87	0.0105	1.8651	0.0315		3列目の杭がひび割れた
63	0.3388	0.440	5245.43	0.0106	1.8884	0.0319		3列目の杭がひび割れた
64	0.3540	0.460	5480.01	0.0111	1.9758	0.0334		1列目の杭がひび割れた
65	0.3540	0.460	5480.62	0.0111	1.9760	0.0334		2列目の杭がひび割れた
66	0.3545	0.461	5488.77	0.0111	1.9790	0.0335		3列目の杭がひび割れた
67	0.3783	0.492	5857.13	0.0119	2.1163	0.0359		3列目の杭がひび割れた
68	0.3895	0.506	6030.23	0.0123	2.1808	0.0370		3列目の杭がひび割れた
69	0.3905	0.508	6046.38	0.0123	2.1869	0.0371		2列目の杭がひび割れた
70	0.3909	0.508	6051.53	0.0124	2.1888	0.0371		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
71	0.4012	0.522	6210.65	0.0127	2.2481	0.0381		1列目の杭がひび割れた
72	0.4012	0.522	6211.75	0.0127	2.2485	0.0381		2列目の杭がひび割れた
73	0.4064	0.528	6291.02	0.0129	2.2780	0.0386		3列目の杭がひび割れた
74	0.4243	0.552	6569.39	0.0135	2.3818	0.0404		3列目の杭がひび割れた
75	0.4392	0.571	6800.10	0.0140	2.4678	0.0419		3列目の杭がひび割れた
76	0.4433	0.576	6862.69	0.0141	2.4911	0.0423		1列目の杭がひび割れた
77	0.4436	0.577	6868.43	0.0141	2.4932	0.0423		2列目の杭がひび割れた
78	0.4581	0.595	7091.50	0.0146	2.5764	0.0437		1列目の杭がひび割れた
79	0.4582	0.596	7093.27	0.0146	2.5770	0.0438		2列目の杭がひび割れた
80	0.4766	0.620	7379.17	0.0153	2.6836	0.0456		3列目の杭の地盤が塑性化した
81	0.4771	0.620	7386.96	0.0153	2.6865	0.0456		2列目の杭の地盤が塑性化した
82	0.4772	0.620	7387.29	0.0153	2.6867	0.0456		1列目の杭の地盤が塑性化した
83	0.4785	0.622	7408.38	0.0153	2.6948	0.0458		3列目の杭がひび割れた
84	0.4956	0.644	7673.44	0.0160	2.7970	0.0476		3列目の杭がひび割れた
85	0.5074	0.660	7856.00	0.0165	2.8669	0.0489		3列目の杭がひび割れた
86	0.5180	0.673	8018.77	0.0169	2.9292	0.0500		3列目の杭がひび割れた
87	0.5217	0.678	8077.48	0.0170	2.9517	0.0504		3列目の杭の地盤が塑性化した
88	0.5218	0.678	8078.00	0.0170	2.9519	0.0504		1列目の杭がひび割れた
89	0.5219	0.678	8079.91	0.0170	2.9527	0.0504		2列目の杭がひび割れた
90	0.5239	0.681	8111.51	0.0171	2.9649	0.0506		2列目の杭の地盤が塑性化した
91	0.5240	0.681	8111.67	0.0171	2.9650	0.0506		1列目の杭の地盤が塑性化した
92	0.5486	0.713	8493.40	0.0182	3.1159	0.0534		1列目の杭がひび割れた
93	0.5489	0.714	8497.88	0.0182	3.1176	0.0535		2列目の杭がひび割れた
94	0.5599	0.728	8668.71	0.0188	3.1847	0.0548		3列目の杭がひび割れた
95	0.5687	0.739	8803.89	0.0192	3.2377	0.0558		3列目の杭の地盤が塑性化した
96	0.5729	0.745	8869.97	0.0194	3.2639	0.0563		2列目の杭の地盤が塑性化した
97	0.5729	0.745	8869.97	0.0194	3.2639	0.0563		1列目の杭の地盤が塑性化した
98	0.5773	0.750	8936.86	0.0196	3.2909	0.0568		1列目の杭がひび割れた
99	0.5773	0.751	8938.30	0.0196	3.2915	0.0568		2列目の杭がひび割れた
100	0.5803	0.754	8983.29	0.0198	3.3097	0.0572		3列目の杭がひび割れた
101	0.5992	0.779	9276.50	0.0208	3.4281	0.0595		3列目の杭がひび割れた
102	0.6172	0.802	9555.69	0.0218	3.5409	0.0618		3列目の杭の地盤が塑性化した
103	0.6243	0.812	9664.83	0.0222	3.5854	0.0627		1列目の杭の地盤が塑性化した
104	0.6243	0.812	9664.96	0.0222	3.5855	0.0627		2列目の杭の地盤が塑性化した
105	0.6352	0.826	9834.47	0.0229	3.6559	0.0642		1列目の杭がひび割れた
106	0.6353	0.826	9835.99	0.0229	3.6565	0.0642		2列目の杭がひび割れた
107	0.6385	0.830	9884.49	0.0231	3.6766	0.0646	L	荷重変化点に達した
108	0.6556	0.830	9916.03	0.0232	3.6810	0.0648		3列目の杭がひび割れた
109	0.6872	0.830	9974.20	0.0233	3.6890	0.0650		3列目の杭がひび割れた
110	0.6961	0.830	9990.50	0.0234	3.6912	0.0651		1列目の杭がひび割れた
111	0.6976	0.830	9993.29	0.0234	3.6916	0.0651		2列目の杭がひび割れた
112	0.9216	0.830	10405.50	0.0248	3.7475	0.0671		3列目の杭の地盤が塑性化した
113	1.0000	0.830	10549.73	0.0253	3.7675	0.0679	F	作用荷重が全載荷された

(3) 断面力及び変位

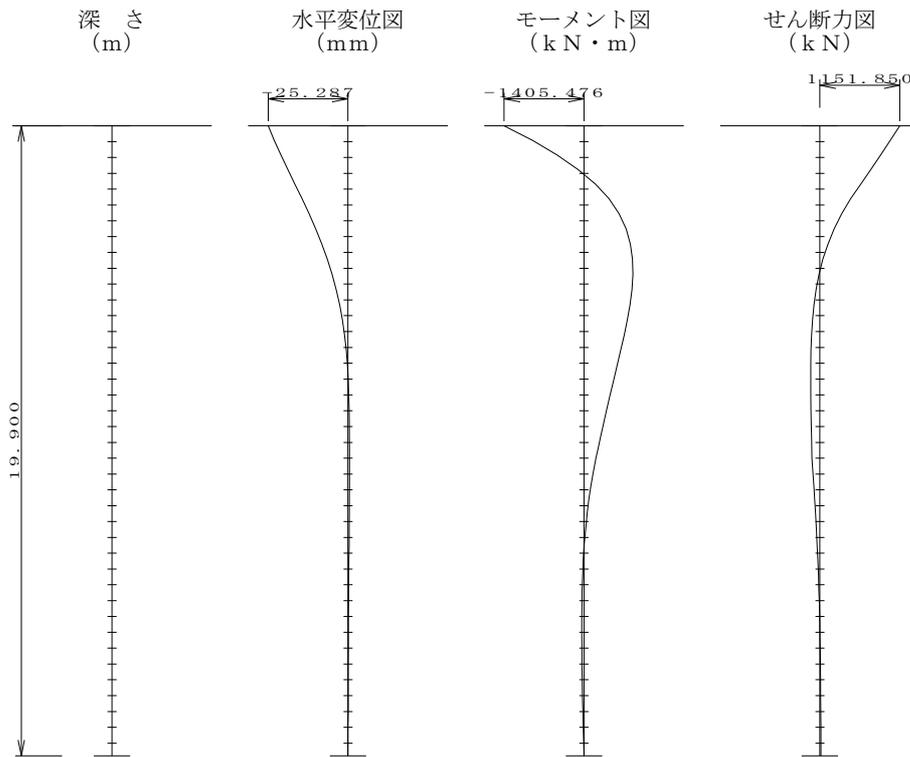
1) 1列目

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	-8.467	-25.286	3.766	-1406.117	1151.986
0.460	-8.467	-23.381	4.475	-908.070	1015.442
0.920	-8.467	-21.242	4.799	-473.513	876.295
1.380	-8.467	-19.022	4.845	-103.651	734.496
1.840	-8.467	-16.794	4.836	200.285	590.043
2.300	-8.467	-14.579	4.784	437.262	443.734
2.779	-8.467	-12.332	4.587	617.561	313.189
3.257	-8.467	-10.212	4.263	740.482	203.915
3.736	-8.467	-8.266	3.857	815.915	114.387
4.215	-8.467	-6.527	3.404	852.854	42.759
4.693	-8.467	-5.011	2.933	859.376	-13.049
5.172	-8.467	-3.718	2.468	842.532	-55.237
5.651	-8.467	-2.644	2.023	808.323	-85.948
6.129	-8.467	-1.775	1.613	761.758	-107.236
6.608	-8.467	-1.092	1.246	706.862	-121.012
7.087	-8.467	-0.574	0.926	646.827	-128.974
7.565	-8.467	-0.196	0.658	584.086	-132.603
8.044	-8.467	0.067	0.443	520.377	-133.146
8.523	-8.467	0.239	0.281	456.944	-131.598
9.001	-8.467	0.347	0.172	394.611	-128.711
9.480	-8.467	0.414	0.111	333.860	-124.993
9.920	-8.467	0.445	0.072	291.862	-122.022
10.160	-8.467	0.464	0.038	250.905	-118.881
10.500	-8.467	0.472	0.009	211.033	-115.649
10.932	-8.467	0.469	-0.021	164.034	-102.103
11.363	-8.467	0.455	-0.043	122.850	-88.807
11.795	-8.467	0.433	-0.060	87.292	-76.039
12.274	-8.467	0.401	-0.073	54.101	-62.744
12.753	-8.467	0.364	-0.080	27.014	-50.548
13.232	-8.467	0.325	-0.083	5.486	-39.567
13.711	-8.467	0.285	-0.082	-11.084	-29.842
14.190	-8.467	0.247	-0.079	-23.297	-21.367
14.669	-8.467	0.210	-0.074	-31.743	-14.093
15.148	-8.467	0.176	-0.068	-36.977	-7.946
15.626	-8.467	0.145	-0.061	-39.519	-2.831
16.105	-8.467	0.118	-0.054	-39.837	1.358
16.584	-8.467	0.094	-0.046	-38.348	4.730
17.063	-8.467	0.074	-0.040	-35.419	7.393
17.542	-8.467	0.056	-0.034	-31.364	9.449
18.021	-8.467	0.041	-0.028	-26.450	10.989
18.500	-8.467	0.029	-0.024	-20.907	12.093
18.967	-8.467	0.018	-0.021	-14.662	14.489
19.433	-8.467	0.009	-0.019	-7.543	15.864
19.900	-8.467	0.000	-0.018	0.000	16.312



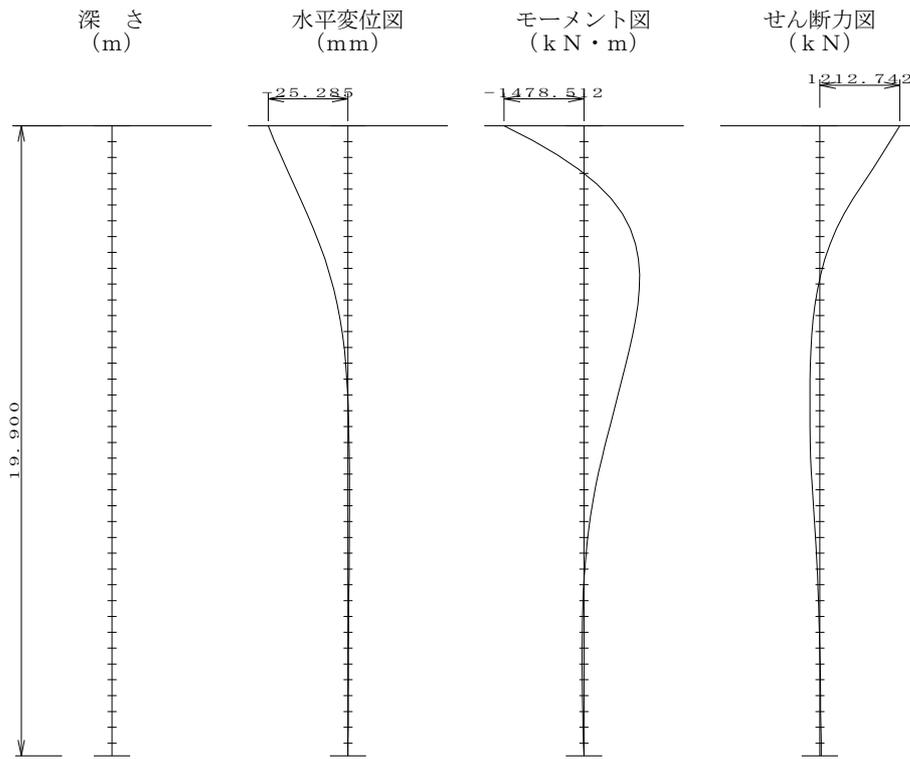
2) 2列目

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	-25.287	3.767	-1405.476	1151.850
0.460	3.020	-23.381	4.476	-907.492	1015.306
0.920	3.020	-21.242	4.800	-472.998	876.159
1.380	3.020	-19.022	4.845	-103.198	734.360
1.840	3.020	-16.793	4.837	200.675	589.907
2.300	3.020	-14.579	4.785	437.591	443.605
2.779	3.020	-12.331	4.587	617.830	313.069
3.257	3.020	-10.210	4.263	740.697	203.807
3.736	3.020	-8.265	3.857	816.080	114.291
4.215	3.020	-6.526	3.404	852.977	42.676
4.693	3.020	-5.009	2.933	859.462	-13.121
5.172	3.020	-3.717	2.467	842.586	-55.297
5.651	3.020	-2.643	2.023	808.351	-85.998
6.129	3.020	-1.774	1.613	761.764	-107.276
6.608	3.020	-1.091	1.245	706.852	-121.044
7.087	3.020	-0.573	0.926	646.803	-128.998
7.565	3.020	-0.195	0.658	584.051	-132.623
8.044	3.020	0.067	0.443	520.335	-133.160
8.523	3.020	0.240	0.281	456.896	-131.609
9.001	3.020	0.347	0.172	394.557	-128.719
9.480	3.020	0.415	0.111	333.804	-124.998
9.820	3.020	0.446	0.072	291.804	-122.025
10.160	3.020	0.464	0.038	250.846	-118.883
10.500	3.020	0.472	0.009	210.974	-115.650
10.932	3.020	0.469	-0.021	163.976	-102.100
11.363	3.020	0.455	-0.043	122.794	-88.802
11.795	3.020	0.433	-0.060	87.238	-76.031
12.274	3.020	0.401	-0.073	54.051	-62.735
12.753	3.020	0.364	-0.080	26.969	-50.538
13.232	3.020	0.325	-0.083	5.445	-39.556
13.711	3.020	0.285	-0.082	-11.119	-29.832
14.190	3.020	0.247	-0.079	-23.327	-21.357
14.669	3.020	0.210	-0.074	-31.769	-14.084
15.148	3.020	0.176	-0.068	-36.999	-7.938
15.626	3.020	0.145	-0.061	-39.537	-2.824
16.105	3.020	0.118	-0.054	-39.851	1.365
16.584	3.020	0.094	-0.046	-38.360	4.736
17.063	3.020	0.074	-0.040	-35.428	7.398
17.542	3.020	0.056	-0.034	-31.370	9.453
18.021	3.020	0.041	-0.028	-26.455	10.993
18.500	3.020	0.029	-0.024	-20.910	12.096
18.967	3.020	0.018	-0.021	-14.664	14.492
19.433	3.020	0.009	-0.019	-7.544	15.866
19.900	3.020	0.000	-0.018	0.000	16.313



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	14.503	-25.285	3.764	-1478.512	1212.742
0.460	14.503	-23.417	4.331	-952.493	1076.249
0.920	14.503	-21.377	4.522	-489.933	937.105
1.380	14.503	-19.284	4.568	-92.060	795.308
1.840	14.503	-17.183	4.555	239.903	650.858
2.300	14.503	-15.100	4.495	504.732	503.753
2.779	14.503	-12.972	4.382	712.452	367.543
3.257	14.503	-10.931	4.134	859.834	251.648
3.736	14.503	-9.031	3.793	956.403	154.890
4.215	14.503	-7.310	3.394	1010.936	75.731
4.693	14.503	-5.787	2.967	1031.422	12.343
5.172	14.503	-4.470	2.535	1024.946	-37.272
5.651	14.503	-3.357	2.117	997.619	-75.097
6.129	14.503	-2.438	1.725	954.629	-103.066
6.608	14.503	-1.698	1.371	900.232	-123.004
7.087	14.503	-1.117	1.061	837.884	-136.547
7.565	14.503	-0.672	0.801	770.307	-145.128
8.044	14.503	-0.339	0.594	699.550	-149.956
8.523	14.503	-0.092	0.442	627.184	-151.988
9.001	14.503	0.096	0.344	554.384	-151.931
9.480	14.503	0.239	0.258	481.996	-150.272
9.960	14.503	0.317	0.200	431.216	-148.344
10.440	14.503	0.376	0.150	381.176	-145.945
10.920	14.503	0.419	0.105	332.014	-143.194
11.400	14.503	0.454	0.057	272.879	-130.603
11.880	14.503	0.470	0.018	219.365	-117.301
12.360	14.503	0.470	-0.013	171.647	-103.767
12.840	14.503	0.457	-0.040	125.517	-88.951
13.320	14.503	0.433	-0.059	86.345	-74.732
13.800	14.503	0.402	-0.072	53.786	-61.408
14.280	14.503	0.366	-0.079	27.355	-49.168
14.760	14.503	0.327	-0.082	6.502	-38.124
15.240	14.503	0.288	-0.081	-9.362	-28.321
15.720	14.503	0.250	-0.079	-20.826	-19.760
16.200	14.503	0.213	-0.074	-28.479	-12.396
16.680	14.503	0.179	-0.069	-32.879	-6.160
17.160	14.503	0.147	-0.062	-34.547	-0.970
17.640	14.503	0.119	-0.056	-33.961	3.267
18.120	14.503	0.094	-0.050	-31.554	6.647
18.600	14.503	0.071	-0.045	-27.716	9.259
19.080	14.503	0.050	-0.040	-22.794	11.186
19.560	14.503	0.033	-0.037	-16.503	15.465
20.040	14.503	0.016	-0.035	-8.638	17.961
20.520	14.503	0.000	-0.034	0.000	18.781



(4) せん断力の制限値の算出
 ・杭基礎に対するせん断力の制限値

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	D _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 _e	—	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(荷重の正負交番作用)	C _c	—	1.00000
	τ _c ・C _e ・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	1172.19
	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 ・M ₀ /M _d	—	kN/本	78.58
	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	747.65	
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 _{sv}	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	1719.97
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、杭基礎に対するせん断力の制限値は、第 1 断面の杭本数分とする。

$$\begin{aligned} \Sigma S_{usd} &= S_{usd} \cdot n = 1719.97 \times 9 = 15479.75 \text{ (kN)} \\ \Sigma S_{ucd} &= S_{ucd} \cdot n = 3157.67 \times 9 = 28419.05 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

(5) 杭基礎照査結果

設計荷重時 $\alpha_i=1.0$ の状態にて杭基礎に対する照査を行う。

・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	-4171.30	13775.26	1151.99	-1406.12	1753.62	-1406.12	1753.62
2	3	1487.86	13775.26	1151.85	-1405.48	1753.62	-1405.48	1753.62
3	3	7145.38	13775.26	1212.74	-1478.51	2220.91	-1478.51	2220.91

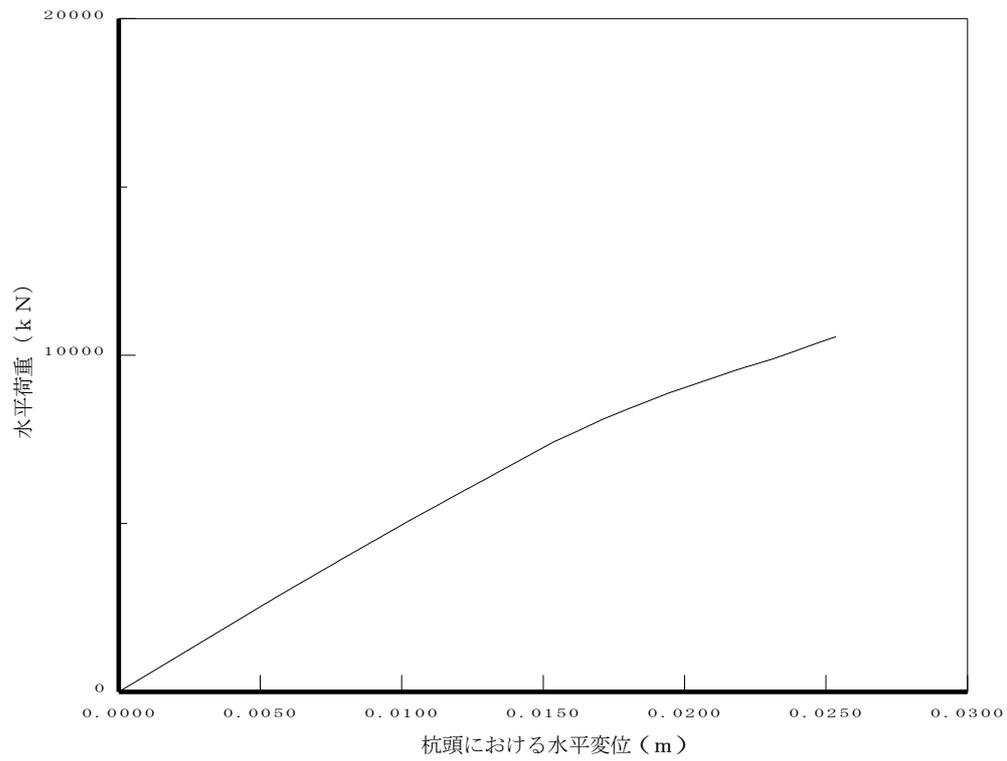
・せん断力の照査

$$\begin{aligned} \Sigma S &= 10549.73 \text{ (kN)} & \leq \Sigma S_{usd} &= 15479.75 \text{ (kN)} & \text{—— OK} \\ & & \leq \Sigma S_{ucd} &= 28419.05 \text{ (kN)} & \text{—— OK} \end{aligned}$$

ゆえに、基礎は耐力を有する。

3-6-2 橋軸方向(タイプ I ・通常地盤・浮力あり)

(1) 荷重－変位曲線



(2) 荷重-変位曲線詳細

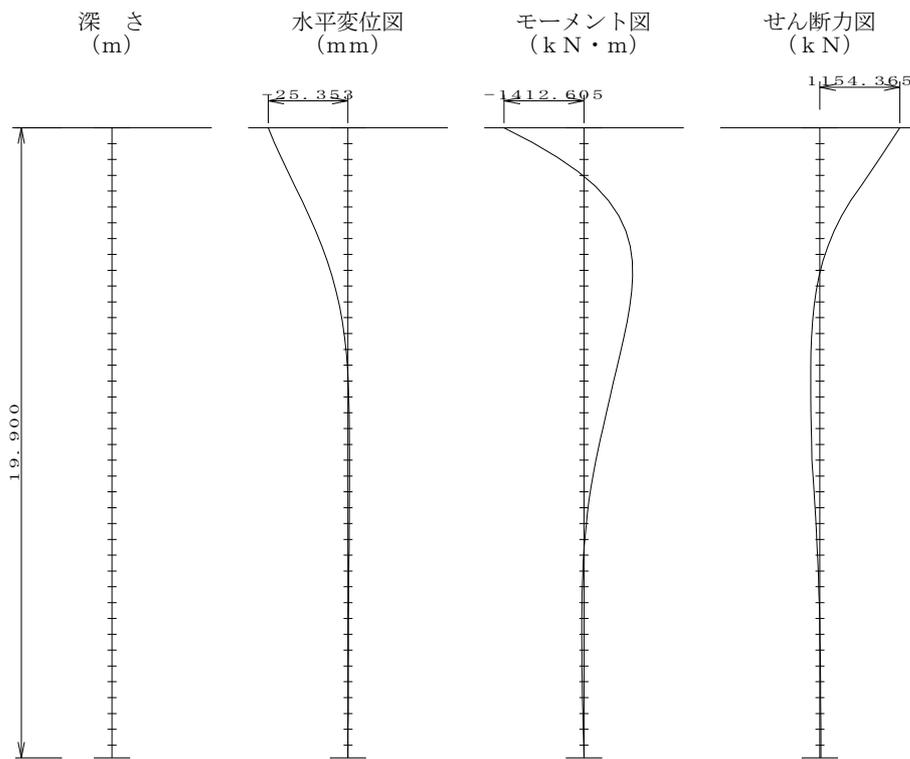
No	α_i	水平 震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状 態
1	0.1709	0.222	2646.42	0.0052	0.9292	0.0157		2列目の杭がひび割れた
2	0.1709	0.222	2646.46	0.0052	0.9292	0.0157		1列目の杭がひび割れた
3	0.1710	0.222	2647.50	0.0052	0.9296	0.0157		2列目の杭がひび割れた
4	0.1710	0.222	2647.53	0.0052	0.9296	0.0157		1列目の杭がひび割れた
5	0.1711	0.222	2648.82	0.0052	0.9300	0.0157		2列目の杭がひび割れた
6	0.1711	0.222	2648.83	0.0052	0.9301	0.0157		1列目の杭がひび割れた
7	0.1727	0.224	2673.25	0.0053	0.9387	0.0159		2列目の杭がひび割れた
8	0.1727	0.224	2673.33	0.0053	0.9388	0.0159		1列目の杭がひび割れた
9	0.1735	0.226	2686.85	0.0053	0.9436	0.0160		1列目の杭がひび割れた
10	0.1735	0.226	2686.85	0.0053	0.9436	0.0160		2列目の杭がひび割れた
11	0.1749	0.227	2707.85	0.0054	0.9512	0.0161		2列目の杭がひび割れた
12	0.1749	0.227	2707.97	0.0054	0.9513	0.0161		1列目の杭がひび割れた
13	0.1768	0.230	2737.57	0.0054	0.9620	0.0163		2列目の杭がひび割れた
14	0.1768	0.230	2737.58	0.0054	0.9620	0.0163		1列目の杭がひび割れた
15	0.1794	0.233	2776.74	0.0055	0.9761	0.0165		2列目の杭がひび割れた
16	0.1794	0.233	2776.89	0.0055	0.9762	0.0165		1列目の杭がひび割れた
17	0.1845	0.240	2856.52	0.0057	1.0051	0.0170		2列目の杭がひび割れた
18	0.1845	0.240	2856.69	0.0057	1.0052	0.0170		1列目の杭がひび割れた
19	0.1848	0.240	2861.75	0.0057	1.0070	0.0170		2列目の杭がひび割れた
20	0.1849	0.240	2861.85	0.0057	1.0070	0.0170		1列目の杭がひび割れた
21	0.1924	0.250	2978.39	0.0059	1.0496	0.0178		2列目の杭がひび割れた
22	0.1924	0.250	2978.58	0.0059	1.0496	0.0178		1列目の杭がひび割れた
23	0.1955	0.254	3026.94	0.0060	1.0673	0.0181		2列目の杭がひび割れた
24	0.1955	0.254	3027.24	0.0060	1.0674	0.0181		1列目の杭がひび割れた
25	0.2015	0.262	3119.73	0.0062	1.1012	0.0186		2列目の杭がひび割れた
26	0.2015	0.262	3119.92	0.0062	1.1013	0.0186		1列目の杭がひび割れた
27	0.2131	0.277	3299.83	0.0066	1.1671	0.0198		2列目の杭がひび割れた
28	0.2132	0.277	3299.99	0.0066	1.1671	0.0198		1列目の杭がひび割れた
29	0.2169	0.282	3358.11	0.0067	1.1884	0.0201		2列目の杭がひび割れた
30	0.2170	0.282	3359.06	0.0067	1.1888	0.0201		1列目の杭がひび割れた
31	0.2272	0.295	3517.06	0.0070	1.2468	0.0211		2列目の杭がひび割れた
32	0.2272	0.295	3517.13	0.0070	1.2468	0.0211		1列目の杭がひび割れた
33	0.2443	0.318	3782.08	0.0076	1.3441	0.0227		1列目の杭がひび割れた
34	0.2443	0.318	3782.11	0.0076	1.3441	0.0227		2列目の杭がひび割れた
35	0.2487	0.323	3849.96	0.0077	1.3690	0.0232		2列目の杭がひび割れた
36	0.2488	0.323	3852.33	0.0077	1.3699	0.0232		1列目の杭がひび割れた
37	0.2595	0.337	4017.15	0.0080	1.4305	0.0242		3列目の杭がひび割れた
38	0.2596	0.337	4018.36	0.0080	1.4309	0.0242		3列目の杭がひび割れた
39	0.2596	0.338	4019.82	0.0080	1.4314	0.0242		3列目の杭がひび割れた
40	0.2620	0.341	4056.69	0.0081	1.4451	0.0244		3列目の杭がひび割れた
41	0.2632	0.342	4074.04	0.0082	1.4515	0.0246		3列目の杭がひび割れた
42	0.2647	0.344	4098.00	0.0082	1.4604	0.0247		1列目の杭がひび割れた
43	0.2647	0.344	4098.21	0.0082	1.4605	0.0247		2列目の杭がひび割れた
44	0.2653	0.345	4107.36	0.0082	1.4639	0.0248		3列目の杭がひび割れた
45	0.2678	0.348	4145.73	0.0083	1.4782	0.0250		3列目の杭がひび割れた
46	0.2717	0.353	4206.92	0.0084	1.5010	0.0254		3列目の杭がひび割れた
47	0.2740	0.356	4242.49	0.0085	1.5143	0.0256		1列目の杭がひび割れた
48	0.2741	0.356	4244.31	0.0085	1.5150	0.0256		2列目の杭がひび割れた
49	0.2791	0.363	4320.34	0.0087	1.5434	0.0261		3列目の杭がひび割れた
50	0.2792	0.363	4321.87	0.0087	1.5440	0.0261		3列目の杭がひび割れた
51	0.2886	0.375	4468.16	0.0090	1.5987	0.0270		1列目の杭がひび割れた
52	0.2886	0.375	4468.59	0.0090	1.5989	0.0270		2列目の杭がひび割れた
53	0.2905	0.378	4497.16	0.0090	1.6096	0.0272		3列目の杭がひび割れた
54	0.2939	0.382	4549.85	0.0091	1.6293	0.0276		3列目の杭がひび割れた
55	0.3035	0.395	4698.62	0.0095	1.6851	0.0285		3列目の杭がひび割れた
56	0.3142	0.408	4864.74	0.0098	1.7473	0.0296		2列目の杭がひび割れた
57	0.3146	0.409	4871.26	0.0098	1.7498	0.0296		1列目の杭がひび割れた
58	0.3178	0.413	4920.84	0.0099	1.7684	0.0299		1列目の杭がひび割れた
59	0.3179	0.413	4921.62	0.0099	1.7687	0.0299		2列目の杭がひび割れた
60	0.3201	0.416	4955.29	0.0100	1.7813	0.0301		3列目の杭がひび割れた
61	0.3233	0.420	5005.64	0.0101	1.8003	0.0304		3列目の杭がひび割れた
62	0.3301	0.429	5110.24	0.0103	1.8396	0.0311		1列目の杭がひび割れた
63	0.3303	0.429	5113.18	0.0103	1.8407	0.0311		2列目の杭がひび割れた
64	0.3396	0.441	5257.36	0.0106	1.8945	0.0320		3列目の杭がひび割れた
65	0.3538	0.460	5476.92	0.0111	1.9763	0.0335		1列目の杭がひび割れた
66	0.3538	0.460	5477.73	0.0111	1.9766	0.0335		2列目の杭がひび割れた
67	0.3625	0.471	5612.10	0.0114	2.0267	0.0343		3列目の杭がひび割れた
68	0.3709	0.482	5742.44	0.0117	2.0753	0.0351		3列目の杭がひび割れた
69	0.3895	0.506	6029.71	0.0123	2.1824	0.0370		3列目の杭がひび割れた
70	0.3902	0.507	6040.91	0.0123	2.1865	0.0371		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
71	0.3906	0.508	6046.80	0.0124	2.1887	0.0371		1列目の杭がひび割れた
72	0.4009	0.521	6206.69	0.0127	2.2483	0.0381		1列目の杭がひび割れた
73	0.4010	0.521	6208.01	0.0127	2.2488	0.0381		2列目の杭がひび割れた
74	0.4067	0.529	6296.87	0.0129	2.2819	0.0387		3列目の杭がひび割れた
75	0.4211	0.547	6519.49	0.0134	2.3649	0.0401		3列目の杭がひび割れた
76	0.4429	0.576	6857.48	0.0141	2.4909	0.0423		1列目の杭がひび割れた
77	0.4434	0.576	6863.95	0.0141	2.4933	0.0423		2列目の杭がひび割れた
78	0.4577	0.595	7086.66	0.0146	2.5763	0.0437		1列目の杭がひび割れた
79	0.4579	0.595	7088.67	0.0146	2.5771	0.0438		2列目の杭がひび割れた
80	0.4593	0.597	7110.62	0.0147	2.5853	0.0439		3列目の杭がひび割れた
81	0.4763	0.619	7374.63	0.0153	2.6837	0.0456		3列目の杭の地盤が塑性化した
82	0.4768	0.620	7382.29	0.0153	2.6866	0.0456		2列目の杭の地盤が塑性化した
83	0.4769	0.620	7382.62	0.0153	2.6867	0.0456		1列目の杭の地盤が塑性化した
84	0.4803	0.624	7435.21	0.0154	2.7070	0.0460		3列目の杭がひび割れた
85	0.4821	0.627	7464.49	0.0155	2.7182	0.0462		3列目の杭がひび割れた
86	0.5004	0.651	7747.47	0.0162	2.8266	0.0481		3列目の杭がひび割れた
87	0.5206	0.677	8059.88	0.0170	2.9463	0.0503		1列目の杭がひび割れた
88	0.5208	0.677	8062.14	0.0170	2.9471	0.0503		2列目の杭がひび割れた
89	0.5212	0.678	8069.39	0.0170	2.9499	0.0504		3列目の杭の地盤が塑性化した
90	0.5232	0.680	8099.58	0.0171	2.9616	0.0506		2列目の杭の地盤が塑性化した
91	0.5232	0.680	8099.72	0.0171	2.9617	0.0506		1列目の杭の地盤が塑性化した
92	0.5447	0.708	8432.37	0.0181	3.0932	0.0530		3列目の杭がひび割れた
93	0.5471	0.711	8469.29	0.0182	3.1078	0.0533		1列目の杭がひび割れた
94	0.5474	0.712	8474.12	0.0182	3.1097	0.0534		2列目の杭がひび割れた
95	0.5683	0.739	8798.60	0.0192	3.2370	0.0558		3列目の杭の地盤が塑性化した
96	0.5684	0.739	8800.18	0.0192	3.2376	0.0558		3列目の杭がひび割れた
97	0.5721	0.744	8857.34	0.0194	3.2603	0.0562		1列目の杭の地盤が塑性化した
98	0.5721	0.744	8857.36	0.0194	3.2603	0.0562		2列目の杭の地盤が塑性化した
99	0.5762	0.749	8920.75	0.0196	3.2859	0.0567		1列目の杭がひび割れた
100	0.5763	0.749	8922.31	0.0196	3.2865	0.0567		2列目の杭がひび割れた
101	0.5858	0.762	9069.00	0.0201	3.3458	0.0579		3列目の杭がひび割れた
102	0.6171	0.802	9553.30	0.0218	3.5415	0.0618		3列目の杭の地盤が塑性化した
103	0.6234	0.810	9651.64	0.0222	3.5815	0.0626		1列目の杭の地盤が塑性化した
104	0.6234	0.810	9651.81	0.0222	3.5816	0.0626		2列目の杭の地盤が塑性化した
105	0.6286	0.817	9732.45	0.0225	3.6151	0.0633		3列目の杭がひび割れた
106	0.6342	0.824	9818.18	0.0228	3.6507	0.0641		1列目の杭がひび割れた
107	0.6343	0.825	9819.80	0.0228	3.6514	0.0641		2列目の杭がひび割れた
108	0.6349	0.825	9829.37	0.0229	3.6553	0.0642		3列目の杭がひび割れた
109	0.6385	0.830	9884.48	0.0231	3.6781	0.0647	L	荷重変化点に達した
110	0.6841	0.830	9968.43	0.0234	3.6895	0.0651		1列目の杭がひび割れた
111	0.6857	0.830	9971.40	0.0234	3.6899	0.0651		2列目の杭がひび割れた
112	0.9186	0.830	10399.99	0.0248	3.7480	0.0672		3列目の杭がひび割れた
113	0.9220	0.830	10406.12	0.0248	3.7488	0.0672		3列目の杭の地盤が塑性化した
114	1.0000	0.830	10549.73	0.0254	3.7687	0.0679	F	作用荷重が全載荷された

(3) 断面力及び変位

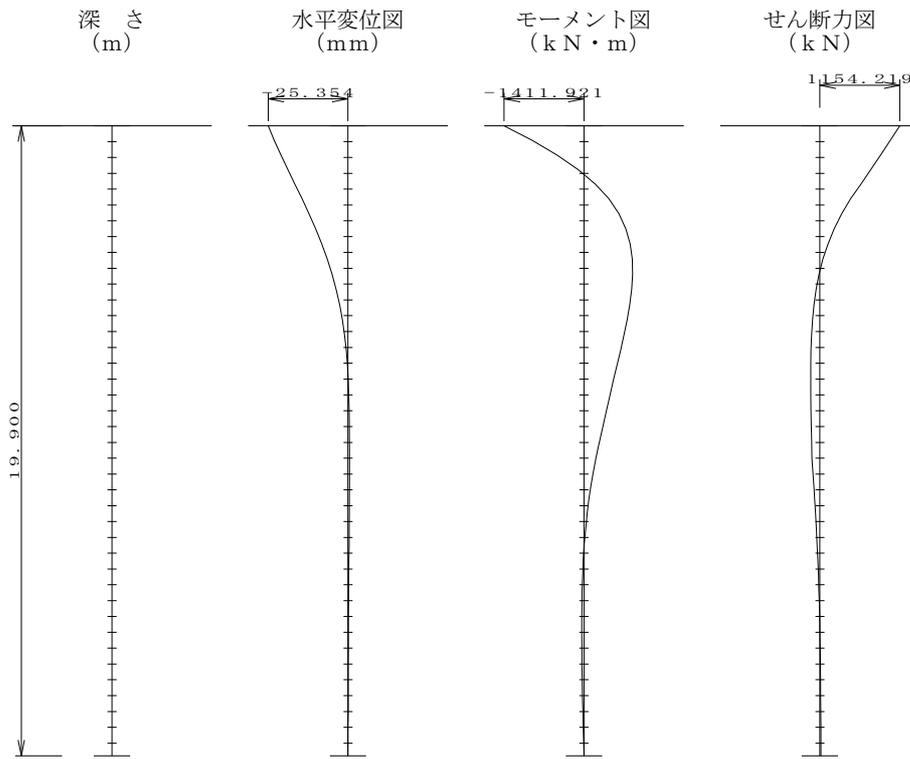
1) 1列目

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	-8.839	-25.353	3.767	-1412.605	1154.365
0.460	-8.839	-23.446	4.481	-913.465	1017.822
0.920	-8.839	-21.304	4.809	-477.813	878.675
1.380	-8.839	-19.079	4.855	-106.855	736.875
1.840	-8.839	-16.846	4.847	198.175	592.422
2.300	-8.839	-14.626	4.796	436.139	445.652
2.779	-8.839	-12.374	4.599	617.251	314.677
3.257	-8.839	-10.247	4.275	740.793	205.030
3.736	-8.839	-8.296	3.868	816.680	115.183
4.215	-8.839	-6.552	3.414	853.935	43.290
4.693	-8.839	-5.031	2.943	860.658	-12.735
5.172	-8.839	-3.734	2.476	843.921	-55.094
5.651	-8.839	-2.656	2.031	809.748	-85.937
6.129	-8.839	-1.784	1.619	763.164	-107.322
6.608	-8.839	-1.098	1.251	708.210	-121.166
7.087	-8.839	-0.577	0.930	648.090	-129.172
7.565	-8.839	-0.198	0.661	585.246	-132.829
8.044	-8.839	0.066	0.445	521.426	-133.384
8.523	-8.839	0.239	0.282	457.877	-131.840
9.001	-8.839	0.347	0.172	395.428	-128.951
9.480	-8.839	0.415	0.112	334.564	-125.229
9.920	-8.839	0.446	0.072	292.486	-122.254
10.160	-8.839	0.465	0.038	251.451	-119.108
10.500	-8.839	0.473	0.009	211.503	-115.871
10.932	-8.839	0.470	-0.020	164.413	-102.303
11.363	-8.839	0.456	-0.043	123.148	-88.985
11.795	-8.839	0.433	-0.060	87.517	-76.193
12.274	-8.839	0.401	-0.073	54.258	-62.875
12.753	-8.839	0.365	-0.080	27.114	-50.656
13.232	-8.839	0.326	-0.083	5.539	-39.654
13.711	-8.839	0.286	-0.082	-11.067	-29.911
14.190	-8.839	0.247	-0.079	-23.309	-21.419
14.669	-8.839	0.211	-0.074	-31.776	-14.130
15.148	-8.839	0.177	-0.068	-37.025	-7.971
15.626	-8.839	0.146	-0.061	-39.576	-2.845
16.105	-8.839	0.118	-0.054	-39.898	1.354
16.584	-8.839	0.094	-0.047	-38.410	4.733
17.063	-8.839	0.074	-0.040	-35.478	7.402
17.542	-8.839	0.056	-0.034	-31.417	9.462
18.021	-8.839	0.041	-0.029	-26.496	11.006
18.500	-8.839	0.029	-0.024	-20.945	12.113
18.967	-8.839	0.018	-0.021	-14.689	14.515
19.433	-8.839	0.009	-0.019	-7.557	15.893
19.900	-8.839	0.000	-0.018	0.000	16.342



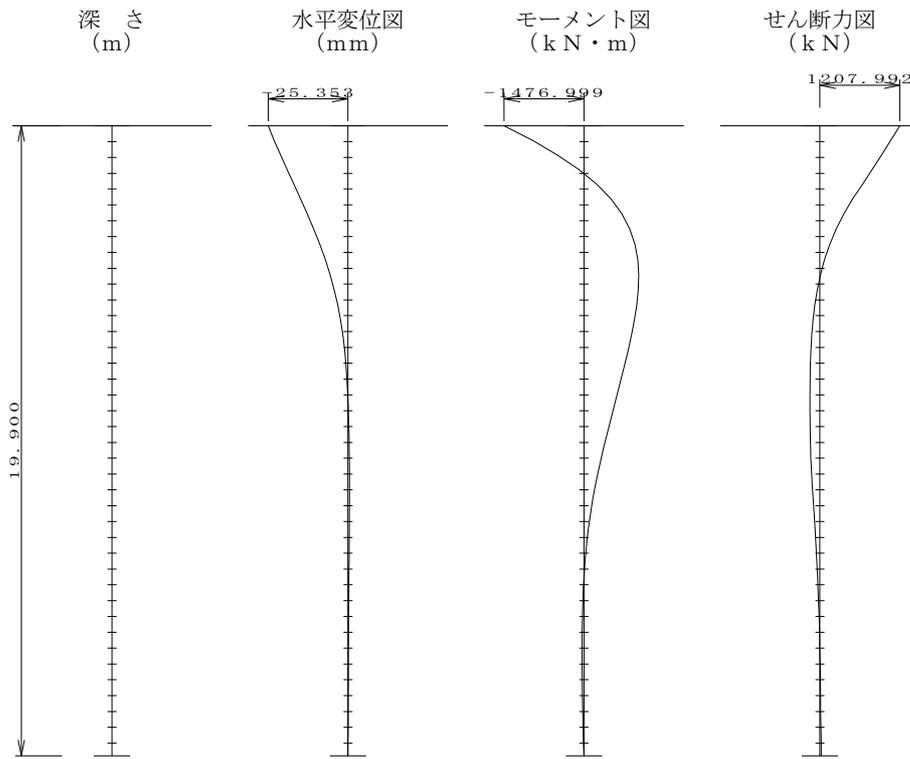
2) 2列目

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	-25.354	3.769	-1411.921	1154.219
0.460	2.651	-23.447	4.482	-912.848	1017.676
0.920	2.651	-21.304	4.810	-477.263	878.529
1.380	2.651	-19.079	4.856	-106.374	736.729
1.840	2.651	-16.845	4.848	198.590	592.276
2.300	2.651	-14.626	4.796	436.487	445.513
2.779	2.651	-12.373	4.599	617.535	314.549
3.257	2.651	-10.246	4.275	741.019	204.914
3.736	2.651	-8.295	3.868	816.854	115.081
4.215	2.651	-6.551	3.414	854.063	43.201
4.693	2.651	-5.029	2.943	860.747	-12.811
5.172	2.651	-3.733	2.476	843.976	-55.158
5.651	2.651	-2.655	2.030	809.776	-85.989
6.129	2.651	-1.783	1.619	763.169	-107.364
6.608	2.651	-1.097	1.250	708.197	-121.199
7.087	2.651	-0.577	0.930	648.063	-129.199
7.565	2.651	-0.197	0.661	585.208	-132.849
8.044	2.651	0.066	0.445	521.380	-133.399
8.523	2.651	0.240	0.282	457.825	-131.851
9.001	2.651	0.348	0.172	395.371	-128.959
9.480	2.651	0.415	0.112	334.504	-125.234
9.820	2.651	0.446	0.072	292.425	-122.257
10.160	2.651	0.465	0.038	251.389	-119.110
10.500	2.651	0.473	0.009	211.440	-115.872
10.932	2.651	0.470	-0.021	164.351	-102.300
11.363	2.651	0.456	-0.043	123.087	-88.978
11.795	2.651	0.434	-0.060	87.460	-76.185
12.274	2.651	0.401	-0.073	54.205	-62.865
12.753	2.651	0.365	-0.080	27.066	-50.645
13.232	2.651	0.326	-0.083	5.497	-39.643
13.711	2.651	0.286	-0.082	-11.105	-29.900
14.190	2.651	0.247	-0.079	-23.341	-21.408
14.669	2.651	0.211	-0.074	-31.804	-14.120
15.148	2.651	0.177	-0.068	-37.048	-7.962
15.626	2.651	0.146	-0.061	-39.595	-2.837
16.105	2.651	0.118	-0.054	-39.913	1.361
16.584	2.651	0.094	-0.047	-38.422	4.739
17.063	2.651	0.074	-0.040	-35.487	7.407
17.542	2.651	0.056	-0.034	-31.424	9.467
18.021	2.651	0.041	-0.029	-26.501	11.010
18.500	2.651	0.029	-0.024	-20.948	12.116
18.967	2.651	0.018	-0.021	-14.690	14.517
19.433	2.651	0.009	-0.019	-7.558	15.895
19.900	2.651	0.000	-0.018	0.000	16.343



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	14.138	-25.353	3.765	-1476.999	1207.992
0.460	14.138	-23.479	4.353	-953.165	1071.498
0.920	14.138	-21.424	4.563	-492.794	932.353
1.380	14.138	-19.312	4.609	-97.110	790.556
1.840	14.138	-17.193	4.598	232.662	646.106
2.300	14.138	-15.090	4.539	495.298	499.000
2.779	14.138	-12.943	4.417	700.783	362.986
3.257	14.138	-10.887	4.161	846.064	247.449
3.736	14.138	-8.976	3.812	940.734	151.174
4.215	14.138	-7.247	3.406	993.622	72.586
4.693	14.138	-5.720	2.974	1012.752	9.827
5.172	14.138	-4.401	2.537	1005.228	-39.127
5.651	14.138	-3.288	2.114	977.173	-76.283
6.129	14.138	-2.371	1.719	933.774	-103.594
6.608	14.138	-1.635	1.362	879.278	-122.900
7.087	14.138	-1.058	1.050	817.123	-135.850
7.565	14.138	-0.619	0.788	750.011	-143.890
8.044	14.138	-0.293	0.579	679.964	-148.238
8.523	14.138	-0.054	0.424	608.521	-149.863
9.001	14.138	0.125	0.324	536.819	-149.481
9.480	14.138	0.260	0.241	465.665	-147.583
9.960	14.138	0.332	0.186	415.821	-145.532
10.440	14.138	0.387	0.137	366.752	-143.044
10.920	14.138	0.426	0.094	318.587	-140.234
11.400	14.138	0.456	0.048	260.762	-127.516
11.880	14.138	0.469	0.011	208.588	-114.195
12.360	14.138	0.467	-0.019	162.199	-100.730
12.840	14.138	0.451	-0.044	117.490	-86.067
13.320	14.138	0.426	-0.061	79.651	-72.060
13.800	14.138	0.394	-0.073	48.313	-58.986
14.280	14.138	0.357	-0.079	22.977	-47.017
14.760	14.138	0.318	-0.082	3.087	-36.253
15.240	14.138	0.279	-0.081	-11.947	-26.727
15.720	14.138	0.242	-0.077	-22.712	-18.431
16.200	14.138	0.206	-0.073	-29.788	-11.314
16.680	14.138	0.172	-0.067	-33.726	-5.305
17.160	14.138	0.142	-0.061	-35.033	-0.317
17.640	14.138	0.114	-0.054	-34.177	3.746
18.120	14.138	0.089	-0.048	-31.578	6.978
18.600	14.138	0.068	-0.043	-27.610	9.472
19.080	14.138	0.048	-0.039	-22.610	11.306
19.560	14.138	0.031	-0.035	-16.315	15.376
20.040	14.138	0.015	-0.033	-8.524	17.746
20.520	14.138	0.000	-0.032	0.000	18.524



(4) せん断力の制限値の算出
 ・杭基礎に対するせん断力の制限値

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	D _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 _e	—	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 _{ds}	—	1.00000
	補正係数(荷重の正負交番作用)	C _c	—	1.00000
	τ _c ・C _e ・C _{pt} ・C _{ds} ・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	1172.19
	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	3263.54
	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	70.34
	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	739.40	
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 _{sv}	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	1713.32
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、杭基礎に対するせん断力の制限値は、第1断面の杭本数分とする。

$$\Sigma S_{usd} = S_{usd} \cdot n = 1713.32 \times 9 = 15419.84 \text{ (kN)}$$

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

(5) 杭基礎照査結果

設計荷重時 $\alpha_i=1.0$ の状態にて杭基礎に対する照査を行う。

・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	-4354.87	13775.26	1154.37	-1412.61	1753.62	-1412.61	1753.62
2	3	1306.06	13775.26	1154.22	-1411.92	1753.62	-1411.92	1753.62
3	3	6965.55	13775.26	1207.99	-1477.00	2165.64	-1477.00	2165.64

・せん断力の照査

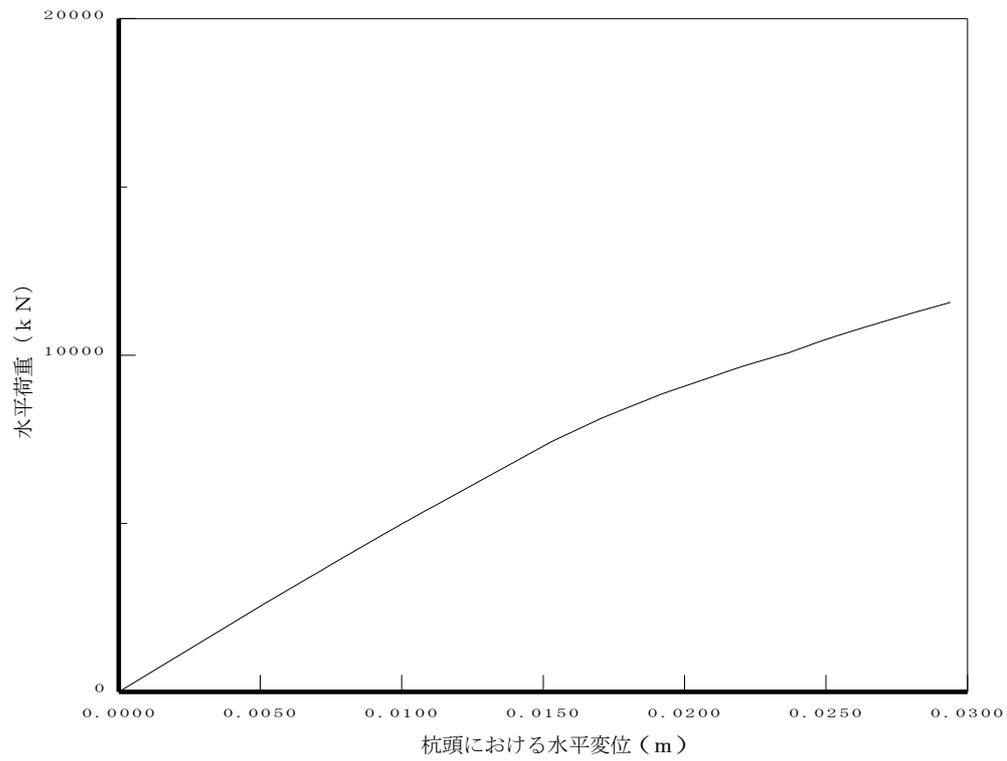
$$\Sigma S = 10549.73 \text{ (kN)} \quad \leq \Sigma S_{usd} = 15419.84 \text{ (kN)} \quad \text{--- OK}$$

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

ゆえに、基礎は耐力を有する。

3-6-3 橋軸方向(タイプII・通常地盤・浮力なし)

(1) 荷重-変位曲線



(2) 荷重-変位曲線詳細

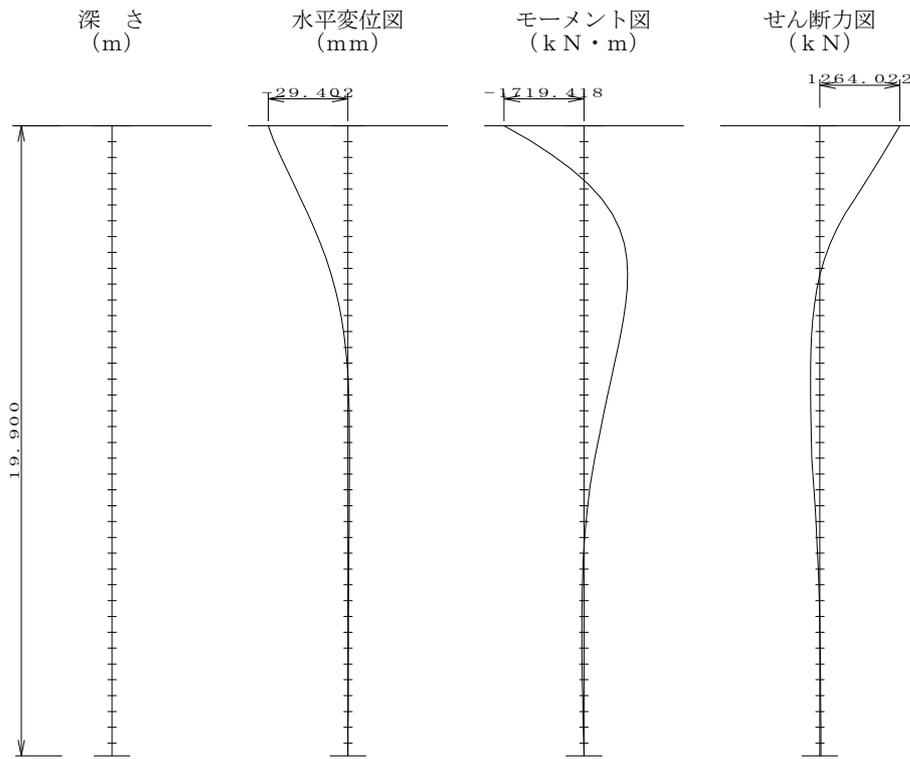
No	α_i	水平 震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状態
1	0.1260	0.220	2673.60	0.0053	0.9269	0.0157		1列目の杭がひび割れた
2	0.1260	0.220	2673.76	0.0053	0.9270	0.0157		2列目の杭がひび割れた
3	0.1261	0.221	2676.26	0.0053	0.9279	0.0157		1列目の杭がひび割れた
4	0.1261	0.221	2676.46	0.0053	0.9279	0.0157		2列目の杭がひび割れた
5	0.1262	0.221	2679.50	0.0053	0.9290	0.0158		1列目の杭がひび割れた
6	0.1262	0.221	2679.75	0.0053	0.9291	0.0158		2列目の杭がひび割れた
7	0.1271	0.223	2698.82	0.0053	0.9358	0.0159		1列目の杭がひび割れた
8	0.1272	0.223	2698.91	0.0053	0.9358	0.0159		2列目の杭がひび割れた
9	0.1282	0.224	2721.74	0.0054	0.9439	0.0160		1列目の杭がひび割れた
10	0.1282	0.224	2722.05	0.0054	0.9440	0.0160		2列目の杭がひび割れた
11	0.1286	0.225	2730.35	0.0054	0.9470	0.0161		2列目の杭がひび割れた
12	0.1286	0.225	2730.35	0.0054	0.9470	0.0161		1列目の杭がひび割れた
13	0.1308	0.229	2776.63	0.0055	0.9635	0.0164		1列目の杭がひび割れた
14	0.1308	0.229	2776.98	0.0055	0.9636	0.0164		2列目の杭がひび割れた
15	0.1318	0.231	2797.96	0.0055	0.9711	0.0165		2列目の杭がひび割れた
16	0.1318	0.231	2798.03	0.0055	0.9711	0.0165		1列目の杭がひび割れた
17	0.1355	0.237	2876.13	0.0057	0.9991	0.0170		2列目の杭がひび割れた
18	0.1355	0.237	2876.26	0.0057	0.9992	0.0170		1列目の杭がひび割れた
19	0.1371	0.240	2910.30	0.0057	1.0114	0.0172		1列目の杭がひび割れた
20	0.1371	0.240	2910.66	0.0057	1.0115	0.0172		2列目の杭がひび割れた
21	0.1411	0.247	2994.34	0.0059	1.0417	0.0177		2列目の杭がひび割れた
22	0.1411	0.247	2994.55	0.0059	1.0418	0.0177		1列目の杭がひび割れた
23	0.1455	0.255	3089.15	0.0061	1.0759	0.0183		1列目の杭がひび割れた
24	0.1455	0.255	3089.43	0.0061	1.0760	0.0183		2列目の杭がひび割れた
25	0.1476	0.258	3134.01	0.0062	1.0921	0.0185		2列目の杭がひび割れた
26	0.1477	0.258	3134.25	0.0062	1.0922	0.0185		1列目の杭がひび割れた
27	0.1561	0.273	3312.70	0.0066	1.1566	0.0196		2列目の杭がひび割れた
28	0.1561	0.273	3312.94	0.0066	1.1567	0.0196		1列目の杭がひび割れた
29	0.1623	0.284	3444.25	0.0068	1.2041	0.0204		2列目の杭がひび割れた
30	0.1623	0.284	3444.47	0.0068	1.2042	0.0204		1列目の杭がひび割れた
31	0.1661	0.291	3525.36	0.0070	1.2336	0.0209		2列目の杭がひび割れた
32	0.1661	0.291	3525.57	0.0070	1.2336	0.0209		1列目の杭がひび割れた
33	0.1785	0.312	3788.53	0.0075	1.3290	0.0225		2列目の杭がひび割れた
34	0.1785	0.312	3788.67	0.0075	1.3290	0.0225		1列目の杭がひび割れた
35	0.1873	0.328	3974.90	0.0079	1.3966	0.0237		2列目の杭がひび割れた
36	0.1873	0.328	3976.43	0.0079	1.3971	0.0237		1列目の杭がひび割れた
37	0.1933	0.338	4102.44	0.0082	1.4428	0.0245		2列目の杭がひび割れた
38	0.1933	0.338	4102.45	0.0082	1.4428	0.0245		1列目の杭がひび割れた
39	0.1975	0.346	4191.77	0.0083	1.4752	0.0250		1列目の杭がひび割れた
40	0.1975	0.346	4192.67	0.0083	1.4756	0.0250		2列目の杭がひび割れた
41	0.2002	0.350	4250.32	0.0085	1.4965	0.0254		3列目の杭がひび割れた
42	0.2004	0.351	4254.09	0.0085	1.4979	0.0254		3列目の杭がひび割れた
43	0.2006	0.351	4258.62	0.0085	1.4995	0.0254		3列目の杭がひび割れた
44	0.2021	0.354	4289.18	0.0085	1.5107	0.0256		3列目の杭がひび割れた
45	0.2036	0.356	4321.70	0.0086	1.5226	0.0258		3列目の杭がひび割れた
46	0.2043	0.358	4337.46	0.0086	1.5284	0.0259		3列目の杭がひび割れた
47	0.2074	0.363	4402.80	0.0088	1.5524	0.0263		3列目の杭がひび割れた
48	0.2092	0.366	4439.52	0.0089	1.5659	0.0266		3列目の杭がひび割れた
49	0.2107	0.369	4471.86	0.0089	1.5779	0.0268		1列目の杭がひび割れた
50	0.2107	0.369	4472.04	0.0089	1.5779	0.0268		2列目の杭がひび割れた
51	0.2147	0.376	4556.81	0.0091	1.6092	0.0273		3列目の杭がひび割れた
52	0.2167	0.379	4598.89	0.0092	1.6247	0.0275		3列目の杭がひび割れた
53	0.2230	0.390	4734.10	0.0095	1.6747	0.0284		3列目の杭がひび割れた
54	0.2289	0.401	4857.74	0.0097	1.7204	0.0292		3列目の杭がひび割れた
55	0.2318	0.406	4920.67	0.0099	1.7437	0.0296		1列目の杭がひび割れた
56	0.2318	0.406	4921.15	0.0099	1.7439	0.0296		2列目の杭がひび割れた
57	0.2328	0.407	4941.66	0.0099	1.7515	0.0297		3列目の杭がひび割れた
58	0.2378	0.416	5047.43	0.0101	1.7906	0.0304		1列目の杭がひび割れた
59	0.2379	0.416	5049.80	0.0101	1.7915	0.0304		2列目の杭がひび割れた
60	0.2389	0.418	5070.77	0.0102	1.7992	0.0305		2列目の杭がひび割れた
61	0.2390	0.418	5073.31	0.0102	1.8001	0.0305		1列目の杭がひび割れた
62	0.2450	0.429	5200.40	0.0105	1.8467	0.0313		3列目の杭がひび割れた
63	0.2541	0.445	5394.27	0.0109	1.9179	0.0325		3列目の杭がひび割れた
64	0.2579	0.451	5475.08	0.0110	1.9477	0.0331		1列目の杭がひび割れた
65	0.2580	0.451	5475.64	0.0111	1.9479	0.0331		2列目の杭がひび割れた
66	0.2591	0.453	5498.83	0.0111	1.9564	0.0332		3列目の杭がひび割れた
67	0.2763	0.483	5863.94	0.0119	2.0907	0.0355		3列目の杭がひび割れた
68	0.2921	0.511	6199.98	0.0126	2.2143	0.0376		1列目の杭がひび割れた
69	0.2921	0.511	6201.01	0.0126	2.2147	0.0376		2列目の杭がひび割れた
70	0.2927	0.512	6213.84	0.0126	2.2194	0.0377		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
71	0.2930	0.513	6219.25	0.0127	2.2214	0.0378		1列目の杭がひび割れた
72	0.2947	0.516	6255.26	0.0127	2.2347	0.0380		3列目の杭がひび割れた
73	0.2965	0.519	6293.40	0.0128	2.2487	0.0382		3列目の杭がひび割れた
74	0.3053	0.534	6481.18	0.0132	2.3178	0.0394		3列目の杭がひび割れた
75	0.3179	0.556	6747.78	0.0138	2.4159	0.0411		1列目の杭がひび割れた
76	0.3181	0.557	6753.04	0.0138	2.4178	0.0411		2列目の杭がひび割れた
77	0.3203	0.560	6797.85	0.0139	2.4343	0.0414		3列目の杭がひび割れた
78	0.3332	0.583	7073.43	0.0145	2.5357	0.0432		1列目の杭がひび割れた
79	0.3333	0.583	7075.10	0.0145	2.5363	0.0432		2列目の杭がひび割れた
80	0.3488	0.610	7404.65	0.0152	2.6575	0.0453		3列目の杭がひび割れた
81	0.3492	0.611	7412.32	0.0153	2.6604	0.0453		3列目の杭の地盤が塑性化した
82	0.3496	0.612	7420.51	0.0153	2.6634	0.0454		2列目の杭の地盤が塑性化した
83	0.3496	0.612	7420.85	0.0153	2.6635	0.0454		1列目の杭の地盤が塑性化した
84	0.3578	0.626	7595.36	0.0157	2.7300	0.0466		3列目の杭がひび割れた
85	0.3777	0.661	8017.78	0.0168	2.8896	0.0494		3列目の杭がひび割れた
86	0.3796	0.664	8057.36	0.0169	2.9045	0.0497		1列目の杭がひび割れた
87	0.3797	0.664	8059.31	0.0169	2.9053	0.0497		2列目の杭がひび割れた
88	0.3800	0.665	8065.11	0.0169	2.9075	0.0498		3列目の杭がひび割れた
89	0.3819	0.668	8106.80	0.0170	2.9232	0.0500		3列目の杭の地盤が塑性化した
90	0.3835	0.671	8141.00	0.0171	2.9363	0.0503		2列目の杭の地盤が塑性化した
91	0.3835	0.671	8141.16	0.0171	2.9364	0.0503		1列目の杭の地盤が塑性化した
92	0.3968	0.694	8421.56	0.0179	3.0458	0.0523		1列目の杭がひび割れた
93	0.3970	0.695	8425.80	0.0179	3.0475	0.0524		2列目の杭がひび割れた
94	0.4083	0.715	8666.34	0.0187	3.1407	0.0541		3列目の杭がひび割れた
95	0.4160	0.728	8829.48	0.0191	3.2039	0.0553		3列目の杭の地盤が塑性化した
96	0.4191	0.733	8896.11	0.0194	3.2299	0.0559		2列目の杭の地盤が塑性化した
97	0.4191	0.733	8896.12	0.0194	3.2299	0.0559		1列目の杭の地盤が塑性化した
98	0.4208	0.736	8931.50	0.0195	3.2441	0.0561		1列目の杭がひび割れた
99	0.4208	0.736	8932.89	0.0195	3.2446	0.0561		2列目の杭がひび割れた
100	0.4210	0.737	8936.92	0.0195	3.2462	0.0562		3列目の杭がひび割れた
101	0.4370	0.765	9276.57	0.0207	3.3817	0.0589		3列目の杭がひび割れた
102	0.4513	0.790	9579.82	0.0217	3.5028	0.0613		3列目の杭の地盤が塑性化した
103	0.4565	0.799	9690.25	0.0221	3.5472	0.0622		1列目の杭の地盤が塑性化した
104	0.4565	0.799	9690.38	0.0221	3.5472	0.0622		2列目の杭の地盤が塑性化した
105	0.4632	0.811	9831.27	0.0227	3.6051	0.0634		1列目の杭がひび割れた
106	0.4632	0.811	9832.74	0.0227	3.6057	0.0634		2列目の杭がひび割れた
107	0.4672	0.818	9917.60	0.0230	3.6405	0.0642		3列目の杭がひび割れた
108	0.4689	0.821	9952.57	0.0232	3.6548	0.0645		3列目の杭がひび割れた
109	0.4697	0.822	9970.28	0.0233	3.6621	0.0646		1列目の杭がひび割れた
110	0.4699	0.822	9973.75	0.0233	3.6635	0.0647		2列目の杭がひび割れた
111	0.4743	0.830	10067.23	0.0237	3.7016	0.0655	L	荷重変化点に達した
112	0.5925	0.830	10405.58	0.0248	3.7475	0.0671		3列目の杭の地盤が塑性化した
113	0.6549	0.830	10584.11	0.0254	3.7722	0.0680		1列目の杭の地盤が塑性化した
114	0.6550	0.830	10584.37	0.0254	3.7723	0.0680		2列目の杭の地盤が塑性化した
115	0.6553	0.830	10585.23	0.0254	3.7724	0.0680		3列目の杭がひび割れた
116	0.6734	0.830	10637.21	0.0256	3.7799	0.0683		1列目の杭がひび割れた
117	0.6739	0.830	10638.47	0.0256	3.7801	0.0683		2列目の杭がひび割れた
118	0.7619	0.830	10890.33	0.0266	3.8167	0.0697		1列目の杭がひび割れた
119	0.7623	0.830	10891.74	0.0266	3.8169	0.0697		2列目の杭がひび割れた
120	0.7680	0.830	10907.80	0.0267	3.8192	0.0698		3列目の杭が弾性硬化した
121	0.7900	0.830	10970.84	0.0269	3.8284	0.0702		1列目の杭がひび割れた
122	0.7908	0.830	10973.32	0.0269	3.8287	0.0702		2列目の杭がひび割れた
123	0.8015	0.830	11003.86	0.0271	3.8331	0.0704		3列目の杭がひび割れた
124	0.8926	0.830	11264.50	0.0281	3.8702	0.0718		3列目の杭がひび割れた
125	0.9169	0.830	11334.16	0.0284	3.8801	0.0722		3列目の杭の地盤が塑性化した
126	0.9937	0.830	11554.00	0.0293	3.9121	0.0735		1列目の杭がひび割れた
127	0.9942	0.830	11555.29	0.0293	3.9123	0.0735		2列目の杭がひび割れた
128	0.9943	0.830	11555.74	0.0293	3.9124	0.0735		1列目の杭の地盤が塑性化した
129	0.9944	0.830	11556.02	0.0293	3.9124	0.0735		2列目の杭の地盤が塑性化した
130	1.0000	0.830	11571.97	0.0294	3.9149	0.0736	F	作用荷重が全載荷された

(3) 断面力及び変位

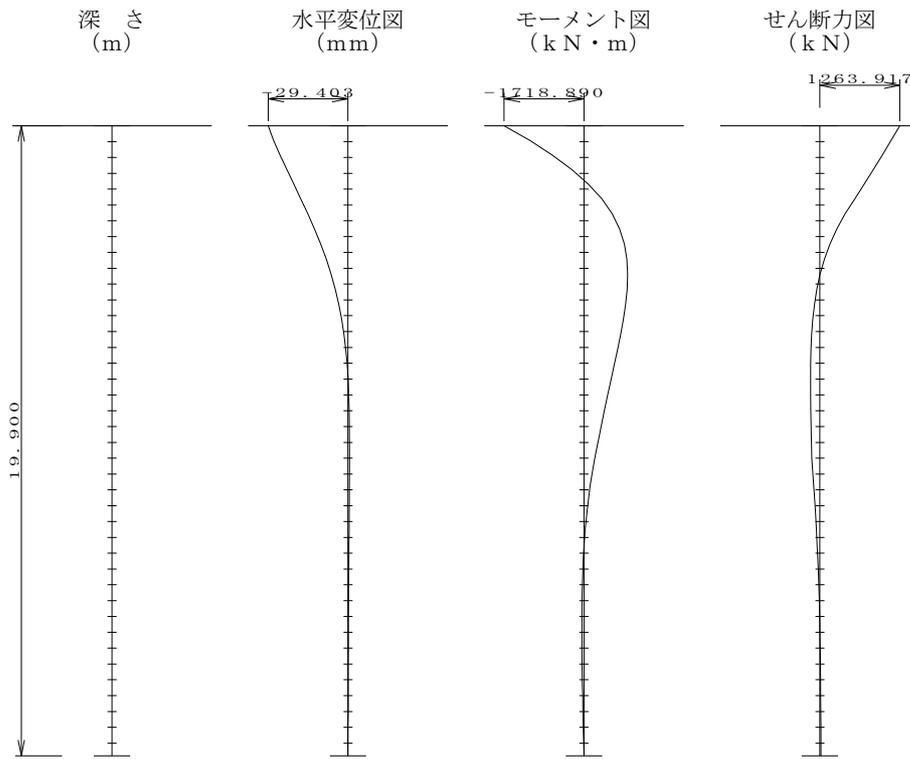
1) 1列目

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	-8.916	-29.402	3.913	-1719.418	1264.022
0.460	-8.916	-27.373	4.860	-1169.833	1127.475
0.920	-8.916	-25.011	5.379	-683.739	988.327
1.380	-8.916	-22.499	5.524	-262.339	846.527
1.840	-8.916	-19.953	5.537	93.134	702.074
2.300	-8.916	-17.414	5.498	381.457	554.965
2.779	-8.916	-14.817	5.327	608.807	399.092
3.257	-8.916	-12.343	4.995	767.346	267.422
3.736	-8.916	-10.055	4.554	868.496	158.882
4.215	-8.916	-7.994	4.050	922.834	71.478
4.693	-8.916	-6.182	3.516	939.930	2.893
5.172	-8.916	-4.628	2.981	928.204	-49.368
5.651	-8.916	-3.325	2.464	894.876	-87.769
6.129	-8.916	-2.262	1.983	846.014	-114.697
6.608	-8.916	-1.419	1.546	786.546	-132.397
7.087	-8.916	-0.772	1.163	720.407	-142.884
7.565	-8.916	-0.295	0.836	650.629	-147.937
8.044	-8.916	0.040	0.569	579.410	-149.074
8.523	-8.916	0.261	0.361	508.332	-147.534
9.001	-8.916	0.397	0.211	438.447	-144.284
9.480	-8.916	0.476	0.120	370.370	-140.014
9.959	-8.916	0.509	0.076	323.337	-136.612
10.438	-8.916	0.528	0.038	277.494	-133.032
10.917	-8.916	0.535	0.006	232.886	-129.361
11.396	-8.916	0.530	-0.027	180.357	-114.021
11.875	-8.916	0.513	-0.052	134.403	-99.008
12.354	-8.916	0.487	-0.070	94.794	-84.623
12.833	-8.916	0.450	-0.083	57.893	-69.679
13.312	-8.916	0.408	-0.091	27.847	-55.997
13.791	-8.916	0.364	-0.094	4.031	-43.701
14.270	-8.916	0.319	-0.093	-14.238	-32.833
14.749	-8.916	0.275	-0.089	-27.642	-23.378
15.228	-8.916	0.234	-0.083	-36.848	-15.277
15.707	-8.916	0.196	-0.076	-42.479	-8.444
16.186	-8.916	0.161	-0.068	-45.120	-2.769
16.665	-8.916	0.131	-0.060	-45.296	1.871
17.144	-8.916	0.104	-0.052	-43.474	5.597
17.623	-8.916	0.081	-0.044	-40.062	8.533
18.102	-8.916	0.062	-0.037	-35.409	10.795
18.581	-8.916	0.045	-0.031	-29.812	12.486
19.060	-8.916	0.031	-0.027	-23.525	13.696
19.539	-8.916	0.020	-0.023	-16.474	16.318
20.018	-8.916	0.010	-0.021	-8.469	17.820
20.497	-8.916	0.000	-0.020	0.000	18.309



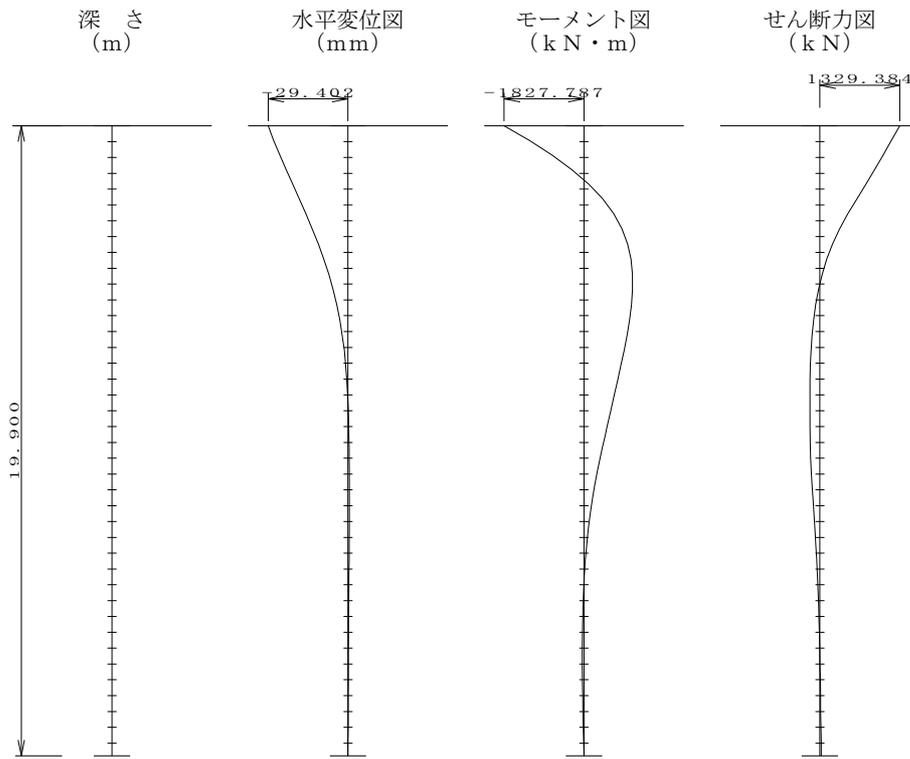
2) 2列目

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	-29.403	3.915	-1718.890	1263.917
0.460	3.020	-27.373	4.861	-1169.353	1127.371
0.920	3.020	-25.011	5.380	-683.307	988.223
1.380	3.020	-22.499	5.525	-261.956	846.423
1.840	3.020	-19.953	5.537	93.469	701.969
2.300	3.020	-17.413	5.499	381.744	554.860
2.779	3.020	-14.816	5.327	609.044	398.988
3.257	3.020	-12.342	4.995	767.535	267.328
3.736	3.020	-10.053	4.554	868.643	158.799
4.215	3.020	-7.992	4.050	922.944	71.405
4.693	3.020	-6.181	3.516	940.007	2.832
5.172	3.020	-4.627	2.980	928.255	-49.419
5.651	3.020	-3.324	2.464	894.904	-87.811
6.129	3.020	-2.262	1.982	846.024	-114.731
6.608	3.020	-1.418	1.546	786.542	-132.423
7.087	3.020	-0.772	1.163	720.393	-142.904
7.565	3.020	-0.295	0.836	650.606	-147.952
8.044	3.020	0.040	0.569	579.382	-149.084
8.523	3.020	0.261	0.360	508.299	-147.541
9.001	3.020	0.397	0.211	438.411	-144.289
9.480	3.020	0.476	0.120	370.333	-140.017
9.820	3.020	0.509	0.076	323.299	-136.614
10.160	3.020	0.528	0.038	277.455	-133.033
10.500	3.020	0.535	0.006	232.847	-129.361
10.932	3.020	0.531	-0.027	180.318	-114.019
11.363	3.020	0.513	-0.052	134.366	-99.004
11.795	3.020	0.487	-0.070	94.758	-84.618
12.274	3.020	0.450	-0.083	57.860	-69.673
12.753	3.020	0.408	-0.091	27.817	-55.990
13.232	3.020	0.364	-0.094	4.005	-43.695
13.711	3.020	0.319	-0.093	-14.261	-32.826
14.190	3.020	0.275	-0.089	-27.662	-23.371
14.669	3.020	0.234	-0.083	-36.865	-15.271
15.148	3.020	0.196	-0.076	-42.493	-8.439
15.626	3.020	0.161	-0.068	-45.132	-2.764
16.105	3.020	0.131	-0.060	-45.306	1.875
16.584	3.020	0.104	-0.052	-43.482	5.601
17.063	3.020	0.081	-0.044	-40.067	8.537
17.542	3.020	0.061	-0.037	-35.413	10.798
18.021	3.020	0.045	-0.031	-29.815	12.489
18.500	3.020	0.031	-0.027	-23.526	13.698
18.967	3.020	0.020	-0.023	-16.475	16.320
19.433	3.020	0.009	-0.021	-8.469	17.821
19.900	3.020	0.000	-0.020	0.000	18.310



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	14.953	-29.402	3.911	-1827.787	1329.384
0.460	14.953	-27.407	4.724	-1248.109	1192.890
0.920	14.953	-25.138	5.119	-731.892	1053.745
1.380	14.953	-22.762	5.199	-280.361	911.948
1.840	14.953	-20.365	5.212	105.259	767.497
2.300	14.953	-17.975	5.169	423.742	620.392
2.779	14.953	-15.520	5.075	682.488	464.490
3.257	14.953	-13.144	4.833	870.610	325.488
3.736	14.953	-10.914	4.471	997.641	208.857
4.215	14.953	-8.877	4.033	1073.881	112.970
4.693	14.953	-7.061	3.552	1108.783	35.818
5.172	14.953	-5.479	3.057	1110.795	-24.852
5.651	14.953	-4.132	2.571	1087.257	-71.309
6.129	14.953	-3.012	2.111	1044.443	-105.796
6.608	14.953	-2.103	1.689	987.543	-130.461
7.087	14.953	-1.386	1.314	920.794	-147.252
7.565	14.953	-0.835	0.993	847.557	-157.904
8.044	14.953	-0.424	0.729	770.372	-163.910
8.523	14.953	-0.124	0.526	691.176	-166.489
9.001	14.953	0.092	0.382	611.386	-166.587
9.480	14.953	0.252	0.288	531.988	-164.877
9.960	14.953	0.339	0.224	476.262	-162.826
10.440	14.953	0.406	0.168	421.326	-160.247
10.920	14.953	0.454	0.119	367.339	-157.273
11.400	14.953	0.494	0.066	302.354	-143.603
11.880	14.953	0.512	0.022	243.482	-129.113
12.360	14.953	0.514	-0.012	190.932	-114.334
12.840	14.953	0.501	-0.042	140.076	-98.124
13.320	14.953	0.475	-0.063	96.839	-82.541
13.800	14.953	0.441	-0.077	60.856	-67.916
14.280	14.953	0.402	-0.086	31.602	-54.465
14.760	14.953	0.360	-0.089	8.481	-42.315
15.240	14.953	0.317	-0.089	-9.147	-31.518
15.720	14.953	0.275	-0.086	-21.928	-22.079
16.200	14.953	0.235	-0.081	-30.504	-13.951
16.680	14.953	0.198	-0.075	-35.489	-7.063
17.160	14.953	0.163	-0.069	-37.453	-1.324
17.640	14.953	0.132	-0.062	-36.925	3.365
18.120	14.953	0.104	-0.056	-34.381	7.109
18.600	14.953	0.079	-0.050	-30.250	10.005
19.080	14.953	0.056	-0.045	-24.918	12.142
19.560	14.953	0.036	-0.041	-18.063	16.892
20.040	14.953	0.018	-0.038	-9.461	19.664
20.520	14.953	0.000	-0.038	0.000	20.574



(4) せん断力の制限値の算出
 ・杭基礎に対するせん断力の制限値

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	D _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 _e	—	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 _{ds}	—	1.00000
	補正係数(荷重の正負交番作用)	C _c	—	1.00000
	τ _c ・C _e ・C _{pt} ・C _{ds} ・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	1285.77
	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 ・M ₀ /M _d	—	kN/本	86.20
	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	755.26	
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 _{sv}	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	1726.12
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、杭基礎に対するせん断力の制限値は、第 1 断面の杭本数分とする。

$$\Sigma S_{usd} = S_{usd} \cdot n = 1726.12 \times 9 = 15535.08 \text{ (kN)}$$

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

(5) 杭基礎照査結果

設計荷重時 $\alpha_i=1.0$ の状態にて杭基礎に対する照査を行う。

・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	-4392.74	13775.26	1264.02	-1719.42	1753.62	-1719.42	1753.62
2	3	1487.86	13775.26	1263.92	-1718.89	1753.62	-1718.89	1753.62
3	3	7366.83	13775.26	1329.38	-1827.79	2220.91	-1827.79	2220.91

・せん断力の照査

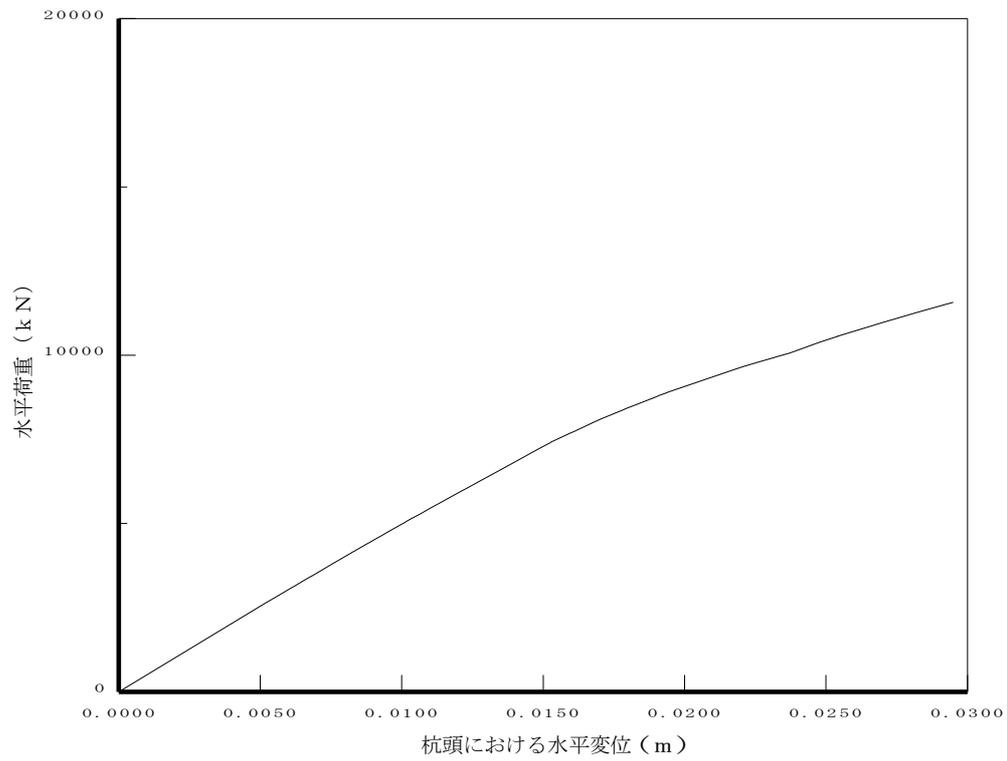
$$\Sigma S = 11571.97 \text{ (kN)} \quad \leq \Sigma S_{usd} = 15535.08 \text{ (kN)} \quad \text{—— OK}$$

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

ゆえに、基礎は耐力を有する。

3-6-4 橋軸方向(タイプII・通常地盤・浮力あり)

(1) 荷重-変位曲線



(2) 荷重-変位曲線詳細

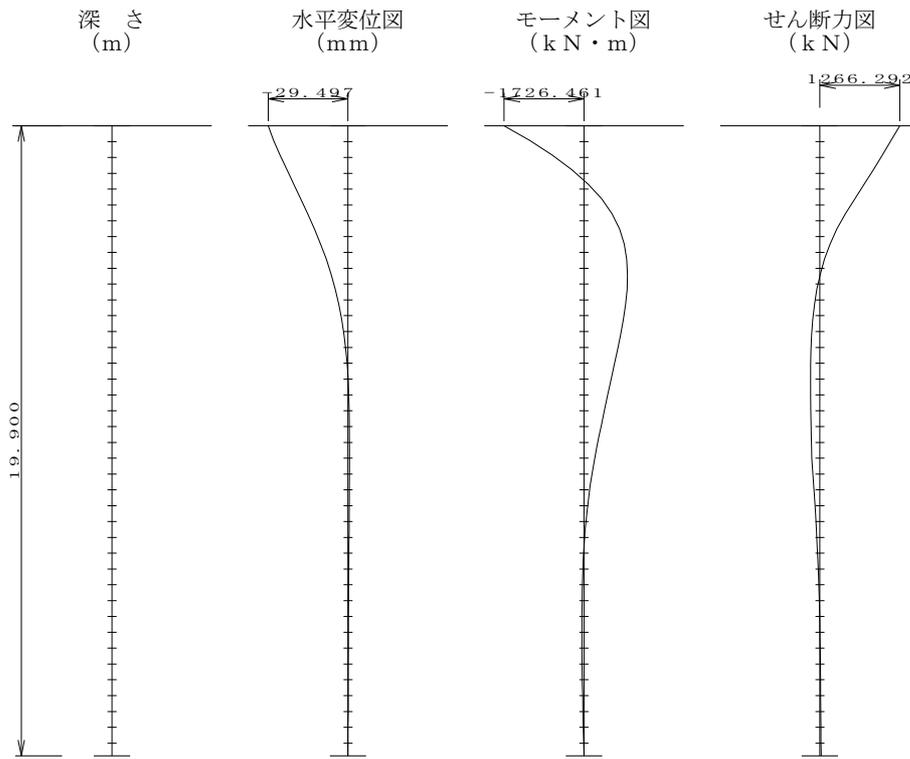
No	α_i	水平 震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状 態
1	0.1260	0.220	2673.76	0.0053	0.9270	0.0157		2列目の杭がひび割れた
2	0.1260	0.220	2673.79	0.0053	0.9270	0.0157		1列目の杭がひび割れた
3	0.1261	0.221	2676.46	0.0053	0.9279	0.0157		2列目の杭がひび割れた
4	0.1261	0.221	2676.48	0.0053	0.9279	0.0157		1列目の杭がひび割れた
5	0.1262	0.221	2679.74	0.0053	0.9291	0.0158		1列目の杭がひび割れた
6	0.1262	0.221	2679.75	0.0053	0.9291	0.0158		2列目の杭がひび割れた
7	0.1272	0.223	2698.91	0.0053	0.9358	0.0159		2列目の杭がひび割れた
8	0.1272	0.223	2698.98	0.0053	0.9358	0.0159		1列目の杭がひび割れた
9	0.1282	0.224	2722.04	0.0054	0.9440	0.0160		1列目の杭がひび割れた
10	0.1282	0.224	2722.06	0.0054	0.9440	0.0160		2列目の杭がひび割れた
11	0.1286	0.225	2730.35	0.0054	0.9470	0.0161		2列目の杭がひび割れた
12	0.1286	0.225	2730.46	0.0054	0.9470	0.0161		1列目の杭がひび割れた
13	0.1308	0.229	2776.98	0.0055	0.9636	0.0164		1列目の杭がひび割れた
14	0.1308	0.229	2776.98	0.0055	0.9636	0.0164		2列目の杭がひび割れた
15	0.1318	0.231	2797.96	0.0055	0.9711	0.0165		2列目の杭がひび割れた
16	0.1318	0.231	2798.11	0.0055	0.9712	0.0165		1列目の杭がひび割れた
17	0.1355	0.237	2876.13	0.0057	0.9991	0.0170		2列目の杭がひび割れた
18	0.1355	0.237	2876.31	0.0057	0.9992	0.0170		1列目の杭がひび割れた
19	0.1371	0.240	2910.67	0.0057	1.0115	0.0172		2列目の杭がひび割れた
20	0.1371	0.240	2910.76	0.0057	1.0116	0.0172		1列目の杭がひび割れた
21	0.1411	0.247	2994.34	0.0059	1.0417	0.0177		2列目の杭がひび割れた
22	0.1411	0.247	2994.54	0.0059	1.0418	0.0177		1列目の杭がひび割れた
23	0.1455	0.255	3089.44	0.0061	1.0760	0.0183		2列目の杭がひび割れた
24	0.1456	0.255	3089.76	0.0061	1.0761	0.0183		1列目の杭がひび割れた
25	0.1476	0.258	3134.01	0.0062	1.0921	0.0185		2列目の杭がひび割れた
26	0.1477	0.258	3134.21	0.0062	1.0922	0.0185		1列目の杭がひび割れた
27	0.1561	0.273	3312.70	0.0066	1.1566	0.0196		2列目の杭がひび割れた
28	0.1561	0.273	3312.88	0.0066	1.1567	0.0196		1列目の杭がひび割れた
29	0.1623	0.284	3444.26	0.0068	1.2041	0.0204		2列目の杭がひび割れた
30	0.1623	0.284	3445.27	0.0068	1.2045	0.0204		1列目の杭がひび割れた
31	0.1661	0.291	3525.36	0.0070	1.2336	0.0209		2列目の杭がひび割れた
32	0.1661	0.291	3525.45	0.0070	1.2336	0.0209		1列目の杭がひび割れた
33	0.1785	0.312	3788.52	0.0075	1.3290	0.0225		1列目の杭がひび割れた
34	0.1785	0.312	3788.53	0.0075	1.3290	0.0225		2列目の杭がひび割れた
35	0.1873	0.328	3974.92	0.0079	1.3966	0.0237		2列目の杭がひび割れた
36	0.1874	0.328	3977.49	0.0079	1.3975	0.0237		1列目の杭がひび割れた
37	0.1912	0.335	4058.70	0.0081	1.4270	0.0242		3列目の杭がひび割れた
38	0.1914	0.335	4062.33	0.0081	1.4283	0.0242		3列目の杭がひび割れた
39	0.1916	0.335	4066.70	0.0081	1.4299	0.0242		3列目の杭がひび割れた
40	0.1930	0.338	4095.78	0.0082	1.4405	0.0244		3列目の杭がひび割れた
41	0.1933	0.338	4102.07	0.0082	1.4428	0.0245		1列目の杭がひび割れた
42	0.1933	0.338	4102.25	0.0082	1.4429	0.0245		2列目の杭がひび割れた
43	0.1944	0.340	4127.09	0.0082	1.4520	0.0246		3列目の杭がひび割れた
44	0.1951	0.341	4141.91	0.0082	1.4574	0.0247		3列目の杭がひび割れた
45	0.1974	0.346	4190.68	0.0083	1.4754	0.0250		1列目の杭がひび割れた
46	0.1975	0.346	4192.27	0.0084	1.4760	0.0250		2列目の杭がひび割れた
47	0.1981	0.347	4204.85	0.0084	1.4806	0.0251		3列目の杭がひび割れた
48	0.1997	0.350	4239.59	0.0084	1.4934	0.0253		3列目の杭がひび割れた
49	0.2050	0.359	4352.11	0.0087	1.5349	0.0260		3列目の杭がひび割れた
50	0.2070	0.362	4392.85	0.0088	1.5499	0.0263		3列目の杭がひび割れた
51	0.2106	0.368	4469.36	0.0089	1.5782	0.0268		1列目の杭がひび割れた
52	0.2106	0.369	4469.76	0.0089	1.5783	0.0268		2列目の杭がひび割れた
53	0.2131	0.373	4522.28	0.0090	1.5977	0.0271		3列目の杭がひび割れた
54	0.2187	0.383	4641.35	0.0093	1.6418	0.0278		3列目の杭がひび割れた
55	0.2224	0.389	4721.36	0.0095	1.6714	0.0283		3列目の杭がひび割れた
56	0.2317	0.405	4917.64	0.0099	1.7440	0.0296		1列目の杭がひび割れた
57	0.2317	0.405	4918.36	0.0099	1.7443	0.0296		2列目の杭がひび割れた
58	0.2344	0.410	4975.80	0.0100	1.7656	0.0299		3列目の杭がひび割れた
59	0.2377	0.416	5044.59	0.0101	1.7910	0.0304		1列目の杭がひび割れた
60	0.2378	0.416	5047.66	0.0101	1.7922	0.0304		2列目の杭がひび割れた
61	0.2387	0.418	5066.17	0.0102	1.7989	0.0305		2列目の杭がひび割れた
62	0.2388	0.418	5069.30	0.0102	1.8001	0.0305		1列目の杭がひび割れた
63	0.2421	0.424	5138.21	0.0103	1.8254	0.0310		3列目の杭がひび割れた
64	0.2481	0.434	5266.81	0.0106	1.8727	0.0318		3列目の杭がひび割れた
65	0.2578	0.451	5471.98	0.0111	1.9482	0.0331		1列目の杭がひび割れた
66	0.2578	0.451	5472.74	0.0111	1.9485	0.0331		2列目の杭がひび割れた
67	0.2647	0.463	5618.39	0.0114	2.0021	0.0340		3列目の杭がひび割れた
68	0.2807	0.491	5958.24	0.0121	2.1271	0.0361		3列目の杭がひび割れた
69	0.2842	0.497	6031.71	0.0123	2.1542	0.0366		3列目の杭がひび割れた
70	0.2919	0.511	6196.02	0.0126	2.2146	0.0376		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
71	0.2920	0.511	6197.28	0.0126	2.2151	0.0377		2列目の杭がひび割れた
72	0.2925	0.512	6208.23	0.0126	2.2191	0.0377		2列目の杭がひび割れた
73	0.2927	0.512	6212.69	0.0127	2.2207	0.0378		3列目の杭がひび割れた
74	0.2928	0.512	6214.40	0.0127	2.2214	0.0378		1列目の杭がひび割れた
75	0.3070	0.537	6517.00	0.0133	2.3327	0.0397		3列目の杭がひび割れた
76	0.3177	0.556	6742.93	0.0138	2.4158	0.0411		1列目の杭がひび割れた
77	0.3180	0.556	6748.89	0.0138	2.4180	0.0411		2列目の杭がひび割れた
78	0.3330	0.583	7068.59	0.0145	2.5357	0.0432		1列目の杭がひび割れた
79	0.3331	0.583	7070.51	0.0145	2.5364	0.0432		2列目の杭がひび割れた
80	0.3346	0.586	7101.76	0.0146	2.5479	0.0434		3列目の杭がひび割れた
81	0.3458	0.605	7339.58	0.0151	2.6354	0.0449		3列目の杭がひび割れた
82	0.3489	0.611	7406.50	0.0153	2.6598	0.0453		3列目の杭の地盤が塑性化した
83	0.3493	0.611	7414.18	0.0153	2.6627	0.0454		2列目の杭の地盤が塑性化した
84	0.3493	0.611	7414.51	0.0153	2.6628	0.0454		1列目の杭の地盤が塑性化した
85	0.3610	0.632	7662.91	0.0159	2.7566	0.0471		3列目の杭がひび割れた
86	0.3649	0.639	7745.98	0.0161	2.7880	0.0476		3列目の杭がひび割れた
87	0.3787	0.663	8039.23	0.0169	2.8990	0.0496		1列目の杭がひび割れた
88	0.3788	0.663	8041.40	0.0169	2.8998	0.0496		2列目の杭がひび割れた
89	0.3815	0.668	8098.68	0.0170	2.9214	0.0500		3列目の杭の地盤が塑性化した
90	0.3830	0.670	8129.01	0.0171	2.9330	0.0502		2列目の杭の地盤が塑性化した
91	0.3830	0.670	8129.15	0.0171	2.9331	0.0502		1列目の杭の地盤が塑性化した
92	0.3956	0.692	8397.72	0.0179	3.0379	0.0522		1列目の杭がひび割れた
93	0.3958	0.693	8402.31	0.0179	3.0397	0.0522		2列目の杭がひび割れた
94	0.3972	0.695	8431.38	0.0180	3.0510	0.0525		3列目の杭がひび割れた
95	0.4116	0.720	8736.11	0.0189	3.1691	0.0547		3列目の杭がひび割れた
96	0.4157	0.728	8824.17	0.0192	3.2032	0.0554		3列目の杭の地盤が塑性化した
97	0.4185	0.732	8883.43	0.0194	3.2264	0.0558		1列目の杭の地盤が塑性化した
98	0.4185	0.732	8883.44	0.0194	3.2264	0.0558		2列目の杭の地盤が塑性化した
99	0.4200	0.735	8915.40	0.0195	3.2391	0.0561		1列目の杭がひび割れた
100	0.4201	0.735	8916.91	0.0195	3.2397	0.0561		2列目の杭がひび割れた
101	0.4273	0.748	9068.85	0.0200	3.3004	0.0573		3列目の杭がひび割れた
102	0.4512	0.790	9577.42	0.0218	3.5033	0.0614		3列目の杭の地盤が塑性化した
103	0.4559	0.798	9677.01	0.0221	3.5434	0.0622		1列目の杭の地盤が塑性化した
104	0.4559	0.798	9677.16	0.0221	3.5434	0.0622		2列目の杭の地盤が塑性化した
105	0.4586	0.803	9734.16	0.0224	3.5668	0.0627		3列目の杭がひび割れた
106	0.4611	0.807	9787.19	0.0226	3.5886	0.0631		3列目の杭がひび割れた
107	0.4624	0.809	9814.05	0.0227	3.5995	0.0634		1列目の杭がひび割れた
108	0.4624	0.809	9815.57	0.0227	3.6002	0.0634		2列目の杭がひび割れた
109	0.4684	0.820	9942.40	0.0232	3.6519	0.0645		1列目の杭がひび割れた
110	0.4686	0.820	9946.08	0.0232	3.6534	0.0645		2列目の杭がひび割れた
111	0.4743	0.830	10067.23	0.0237	3.7029	0.0656	L	荷重変化点に達した
112	0.5905	0.830	10399.86	0.0248	3.7480	0.0672		3列目の杭がひび割れた
113	0.5927	0.830	10406.21	0.0249	3.7488	0.0672		3列目の杭の地盤が塑性化した
114	0.6479	0.830	10564.28	0.0254	3.7707	0.0680		1列目の杭の地盤が塑性化した
115	0.6480	0.830	10564.57	0.0254	3.7708	0.0680		2列目の杭の地盤が塑性化した
116	0.6662	0.830	10616.43	0.0256	3.7783	0.0683		1列目の杭がひび割れた
117	0.6666	0.830	10617.79	0.0256	3.7785	0.0683		2列目の杭がひび割れた
118	0.7544	0.830	10869.08	0.0266	3.8149	0.0697		1列目の杭がひび割れた
119	0.7550	0.830	10870.59	0.0266	3.8152	0.0697		2列目の杭がひび割れた
120	0.7556	0.830	10872.42	0.0266	3.8154	0.0697		3列目の杭がひび割れた
121	0.7821	0.830	10948.33	0.0269	3.8264	0.0701		1列目の杭がひび割れた
122	0.7830	0.830	10950.96	0.0269	3.8268	0.0702		2列目の杭がひび割れた
123	0.8317	0.830	11090.13	0.0275	3.8466	0.0709		3列目の杭がひび割れた
124	0.8931	0.830	11265.87	0.0282	3.8715	0.0719		3列目の杭が弾性硬化した
125	0.9175	0.830	11335.85	0.0285	3.8815	0.0723		3列目の杭の地盤が塑性化した
126	0.9862	0.830	11532.41	0.0293	3.9101	0.0735		1列目の杭がひび割れた
127	0.9867	0.830	11533.79	0.0293	3.9103	0.0735		2列目の杭がひび割れた
128	0.9871	0.830	11535.19	0.0293	3.9105	0.0735		1列目の杭の地盤が塑性化した
129	0.9873	0.830	11535.51	0.0293	3.9106	0.0735		2列目の杭の地盤が塑性化した
130	1.0000	0.830	11571.97	0.0295	3.9161	0.0738	F	作用荷重が全載荷された

(3) 断面力及び変位

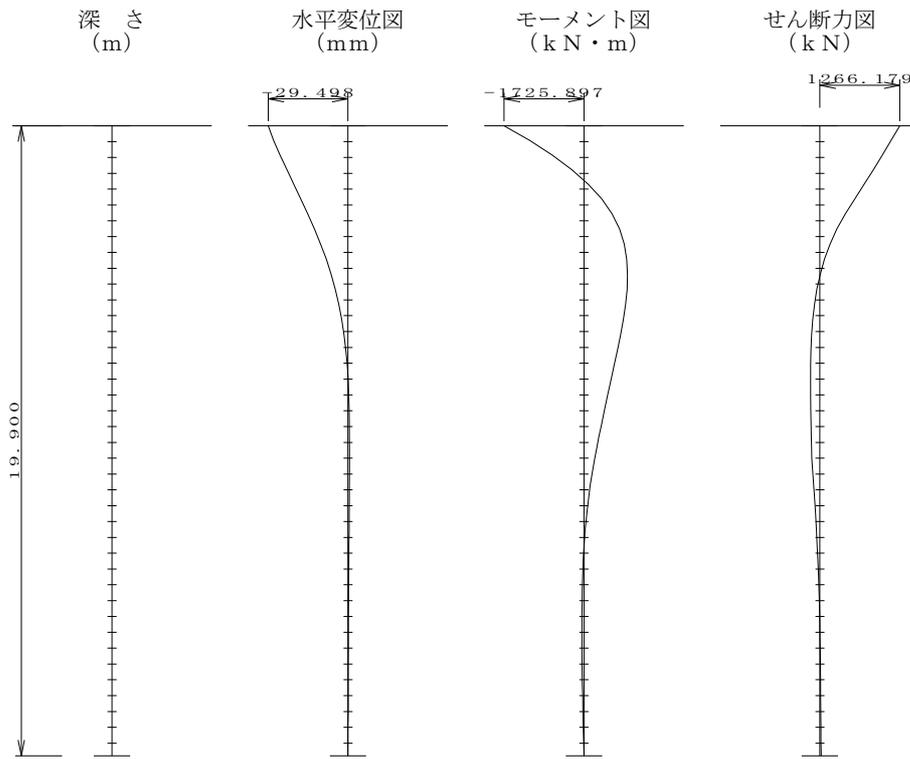
1) 1列目

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	-9.289	-29.497	3.914	-1726.461	1266.292
0.460	-9.289	-27.466	4.866	-1175.832	1129.744
0.920	-9.289	-25.100	5.390	-688.693	990.597
1.380	-9.289	-22.583	5.539	-266.249	848.797
1.840	-9.289	-20.030	5.552	90.268	704.343
2.300	-9.289	-17.483	5.514	379.636	557.234
2.779	-9.289	-14.878	5.343	608.072	401.362
3.257	-9.289	-12.396	5.011	767.561	269.135
3.736	-9.289	-10.100	4.571	869.413	160.117
4.215	-9.289	-8.031	4.065	924.243	72.310
4.693	-9.289	-6.213	3.530	941.656	3.395
5.172	-9.289	-4.652	2.993	930.105	-49.131
5.651	-9.289	-3.344	2.475	896.839	-87.738
6.129	-9.289	-2.276	1.992	847.953	-114.822
6.608	-9.289	-1.429	1.554	788.396	-132.633
7.087	-9.289	-0.778	1.169	722.125	-143.196
7.565	-9.289	-0.299	0.841	652.186	-148.296
8.044	-9.289	0.038	0.572	580.788	-149.456
8.523	-9.289	0.261	0.363	509.524	-147.923
9.001	-9.289	0.398	0.213	439.454	-144.668
9.480	-9.289	0.477	0.121	371.196	-140.385
9.920	-9.289	0.510	0.076	324.038	-136.971
10.160	-9.289	0.530	0.038	278.075	-133.379
10.500	-9.289	0.537	0.006	233.351	-129.696
10.932	-9.289	0.532	-0.027	180.688	-114.309
11.363	-9.289	0.515	-0.052	134.620	-99.250
11.795	-9.289	0.488	-0.070	94.915	-84.824
12.274	-9.289	0.451	-0.084	57.928	-69.837
12.753	-9.289	0.409	-0.091	27.816	-56.118
13.232	-9.289	0.364	-0.094	3.949	-43.790
13.711	-9.289	0.319	-0.093	-14.356	-32.894
14.190	-9.289	0.276	-0.089	-27.783	-23.416
14.669	-9.289	0.234	-0.083	-37.002	-15.295
15.148	-9.289	0.196	-0.076	-42.638	-8.447
15.626	-9.289	0.162	-0.068	-45.277	-2.759
16.105	-9.289	0.131	-0.060	-45.446	1.891
16.584	-9.289	0.104	-0.052	-43.612	5.625
17.063	-9.289	0.081	-0.044	-40.185	8.567
17.542	-9.289	0.062	-0.037	-35.515	10.833
18.021	-9.289	0.045	-0.031	-29.899	12.527
18.500	-9.289	0.031	-0.027	-23.592	13.739
18.967	-9.289	0.020	-0.023	-16.520	16.365
19.433	-9.289	0.010	-0.021	-8.492	17.870
19.900	-9.289	0.000	-0.020	0.000	18.359



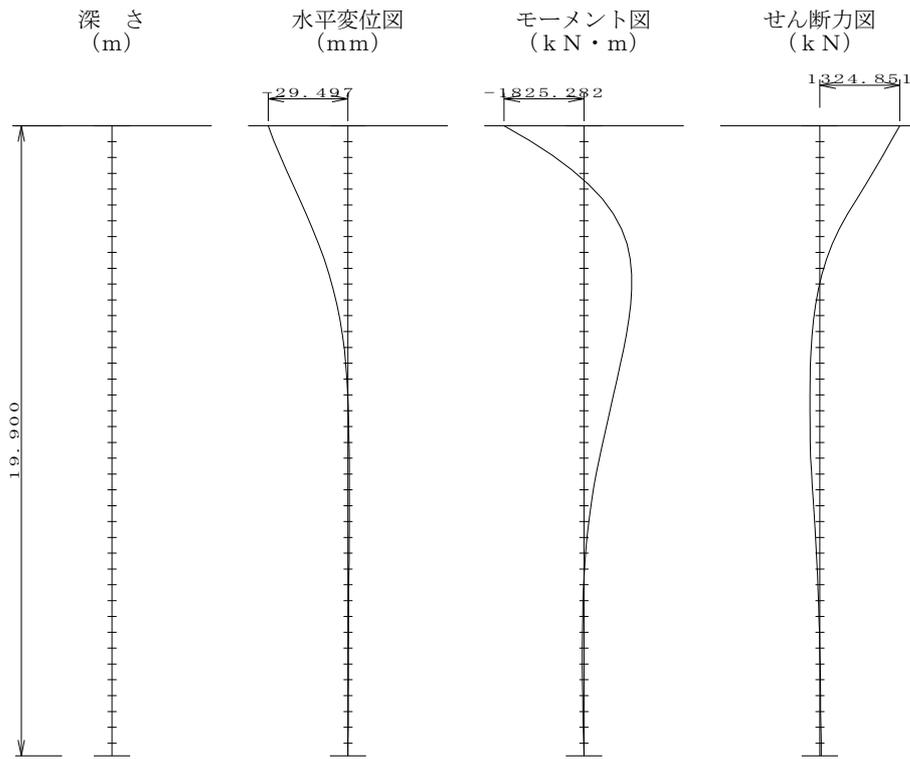
2) 2列目

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	-29.498	3.916	-1725.897	1266.179
0.460	2.651	-27.467	4.868	-1175.320	1129.633
0.920	2.651	-25.100	5.391	-688.233	990.485
1.380	2.651	-22.582	5.540	-265.841	848.684
1.840	2.651	-20.029	5.553	90.624	704.231
2.300	2.651	-17.482	5.514	379.940	557.122
2.779	2.651	-14.877	5.344	608.323	401.250
3.257	2.651	-12.395	5.012	767.761	269.034
3.736	2.651	-10.099	4.571	869.567	160.028
4.215	2.651	-8.030	4.065	924.357	72.233
4.693	2.651	-6.212	3.530	941.736	3.330
5.172	2.651	-4.651	2.993	930.156	-49.185
5.651	2.651	-3.343	2.475	896.867	-87.782
6.129	2.651	-2.275	1.992	847.962	-114.857
6.608	2.651	-1.428	1.554	788.391	-132.661
7.087	2.651	-0.778	1.169	722.108	-143.217
7.565	2.651	-0.298	0.841	652.160	-148.311
8.044	2.651	0.039	0.572	580.756	-149.467
8.523	2.651	0.261	0.363	509.488	-147.931
9.001	2.651	0.398	0.213	439.415	-144.673
9.480	2.651	0.477	0.121	371.155	-140.388
9.820	2.651	0.511	0.076	323.997	-136.973
10.160	2.651	0.530	0.038	278.034	-133.380
10.500	2.651	0.537	0.006	233.310	-129.696
10.932	2.651	0.532	-0.027	180.647	-114.306
11.363	2.651	0.515	-0.052	134.580	-99.246
11.795	2.651	0.488	-0.070	94.877	-84.818
12.274	2.651	0.451	-0.084	57.894	-69.831
12.753	2.651	0.409	-0.091	27.784	-56.111
13.232	2.651	0.364	-0.094	3.922	-43.783
13.711	2.651	0.319	-0.093	-14.380	-32.887
14.190	2.651	0.276	-0.089	-27.804	-23.409
14.669	2.651	0.234	-0.083	-37.019	-15.289
15.148	2.651	0.196	-0.076	-42.653	-8.441
15.626	2.651	0.162	-0.068	-45.289	-2.753
16.105	2.651	0.131	-0.060	-45.456	1.896
16.584	2.651	0.104	-0.052	-43.620	5.629
17.063	2.651	0.081	-0.044	-40.191	8.571
17.542	2.651	0.062	-0.037	-35.519	10.836
18.021	2.651	0.045	-0.031	-29.902	12.530
18.500	2.651	0.031	-0.027	-23.594	13.741
18.967	2.651	0.020	-0.023	-16.521	16.367
19.433	2.651	0.010	-0.021	-8.493	17.871
19.900	2.651	0.000	-0.020	0.000	18.360



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	14.588	-29.497	3.913	-1825.282	1324.851
0.460	14.588	-27.496	4.747	-1247.690	1188.355
0.920	14.588	-25.212	5.162	-733.563	1049.209
1.380	14.588	-22.816	5.242	-284.122	907.412
1.840	14.588	-20.399	5.256	99.407	762.960
2.300	14.588	-17.989	5.214	415.796	615.855
2.779	14.588	-15.511	5.121	672.361	459.953
3.257	14.588	-13.116	4.870	858.348	321.135
3.736	14.588	-10.870	4.499	983.375	204.859
4.215	14.588	-8.821	4.052	1057.813	109.457
4.693	14.588	-6.997	3.564	1091.169	32.884
5.172	14.588	-5.411	3.064	1091.927	-27.148
5.651	14.588	-4.062	2.572	1067.450	-72.936
6.129	14.588	-2.943	2.108	1024.019	-106.748
6.608	14.588	-2.037	1.682	966.822	-130.753
7.087	14.588	-1.323	1.304	900.086	-146.914
7.565	14.588	-0.778	0.980	827.152	-156.983
8.044	14.588	-0.373	0.714	750.536	-162.465
8.523	14.588	-0.082	0.508	672.142	-164.593
9.001	14.588	0.126	0.362	593.352	-164.323
9.480	14.588	0.276	0.270	515.108	-162.336
9.820	14.588	0.357	0.209	460.271	-160.140
10.160	14.588	0.419	0.154	406.269	-157.452
10.500	14.588	0.463	0.107	353.245	-154.402
10.932	14.588	0.498	0.056	289.545	-140.545
11.363	14.588	0.513	0.014	232.012	-125.989
11.795	14.588	0.512	-0.018	180.806	-111.242
12.274	14.588	0.496	-0.046	131.404	-95.156
12.753	14.588	0.468	-0.066	89.546	-79.765
13.232	14.588	0.433	-0.079	54.836	-65.379
13.711	14.588	0.394	-0.086	26.733	-52.194
14.190	14.588	0.351	-0.089	4.634	-40.323
14.669	14.588	0.309	-0.088	-12.108	-29.807
15.148	14.588	0.267	-0.085	-24.135	-20.639
15.626	14.588	0.227	-0.080	-32.083	-12.768
16.105	14.588	0.191	-0.074	-36.559	-6.115
16.584	14.588	0.157	-0.067	-38.121	-0.587
17.063	14.588	0.126	-0.060	-37.284	3.919
17.542	14.588	0.099	-0.054	-34.514	7.507
18.021	14.588	0.075	-0.048	-30.224	10.277
18.500	14.588	0.053	-0.043	-24.787	12.316
18.967	14.588	0.034	-0.039	-17.906	16.842
19.433	14.588	0.017	-0.037	-9.361	19.480
19.900	14.588	0.000	-0.036	0.000	20.347



(4) せん断力の制限値の算出
 ・杭基礎に対するせん断力の制限値

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	D _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 _e	—	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 _{ds}	—	1.00000
	補正係数(荷重の正負交番作用)	C _c	—	1.00000
	τ _c ・C _e ・C _{pt} ・C _{ds} ・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	1285.77
	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	3263.54
	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	77.16
	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	746.22	
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 _{sv}	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	1718.82
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	ξ ₂ Φ _{ucw}	—	1.00
	杭一本あたりの制限値	S _{ucd}	kN/本	3157.67

なお、杭基礎に対するせん断力の制限値は、第 1 断面の杭本数分とする。

$$\Sigma S_{usd} = S_{usd} \cdot n = 1718.82 \times 9 = 15469.37 \text{ (kN)}$$

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

(5) 杭基礎照査結果

設計荷重時 $\alpha_i=1.0$ の状態にて杭基礎に対する照査を行う。

・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	-4576.33	13775.26	1266.29	-1726.46	1753.62	-1726.46	1753.62
2	3	1306.06	13775.26	1266.18	-1725.90	1753.62	-1725.90	1753.62
3	3	7187.02	13775.26	1324.85	-1825.28	2165.64	-1825.28	2165.64

・せん断力の照査

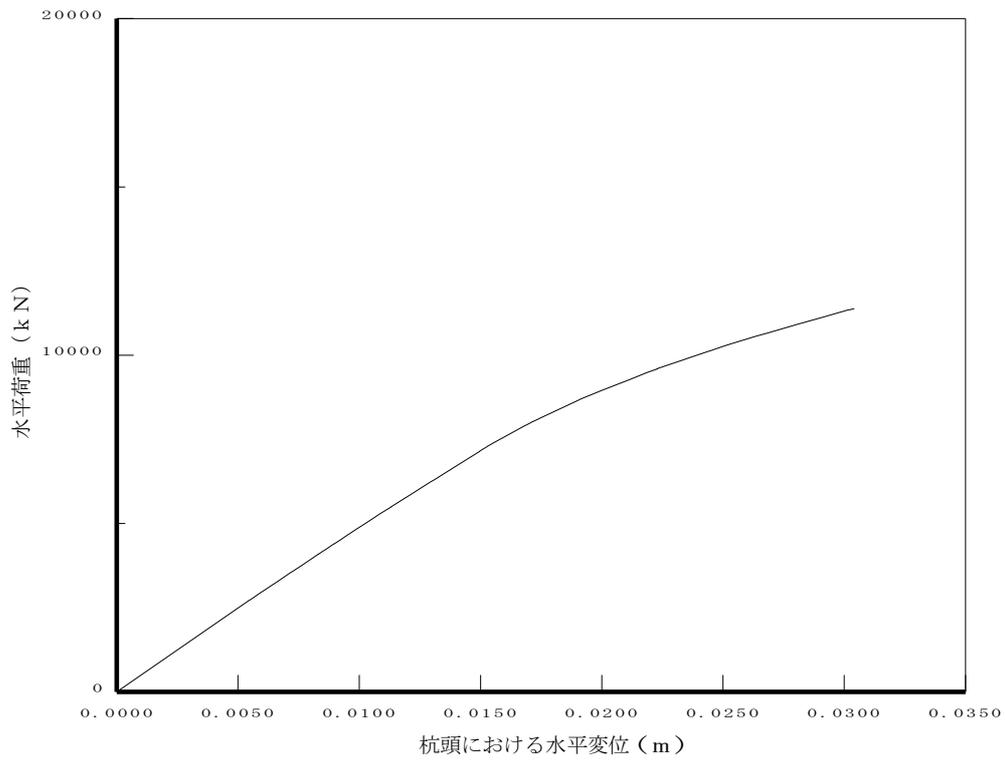
$$\Sigma S = 11571.97 \text{ (kN)} \quad \leq \Sigma S_{usd} = 15469.37 \text{ (kN)} \quad \text{—— OK}$$

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

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 ・通常地盤・浮力なし)

(1) 荷重-変位曲線



(2) 荷重－変位曲線詳細

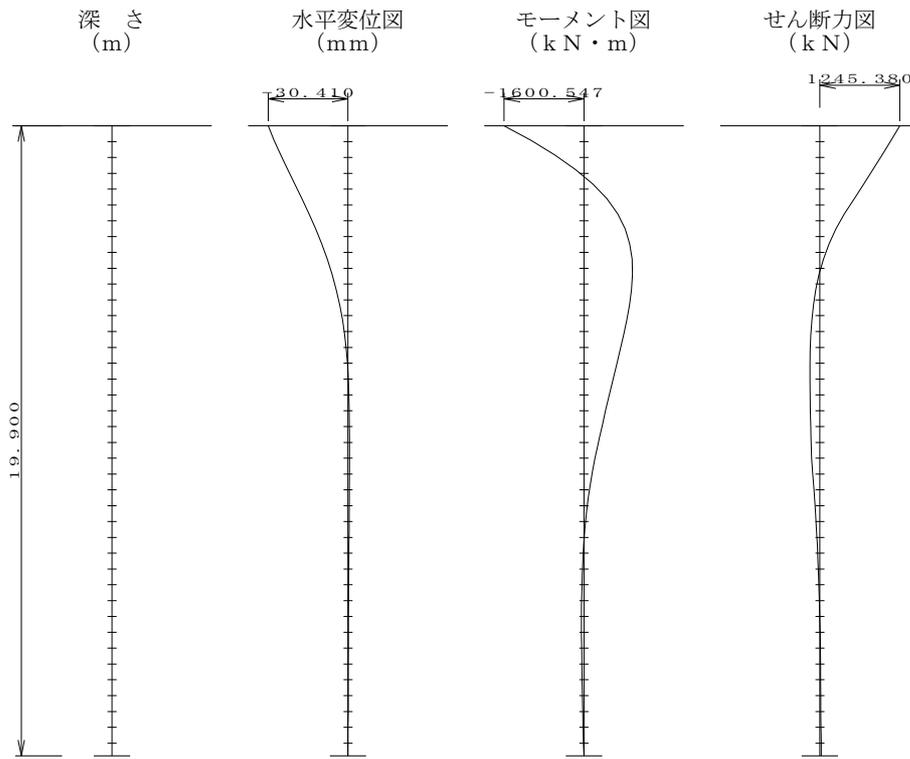
No	α_i	水平 震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状 態
1	0.2254	0.293	2566.20	0.0052	0.9329	0.0180		1列目の杭がひび割れた
2	0.2254	0.293	2566.40	0.0052	0.9329	0.0180		2列目の杭がひび割れた
3	0.2256	0.293	2569.34	0.0052	0.9340	0.0180		1列目の杭がひび割れた
4	0.2257	0.293	2569.50	0.0052	0.9341	0.0180		2列目の杭がひび割れた
5	0.2260	0.294	2573.15	0.0052	0.9354	0.0181		1列目の杭がひび割れた
6	0.2260	0.294	2573.27	0.0052	0.9354	0.0181		2列目の杭がひび割れた
7	0.2278	0.296	2594.12	0.0052	0.9431	0.0182		1列目の杭がひび割れた
8	0.2278	0.296	2594.35	0.0052	0.9432	0.0182		2列目の杭がひび割れた
9	0.2288	0.297	2605.33	0.0052	0.9473	0.0183		1列目の杭がひび割れた
10	0.2288	0.297	2605.36	0.0052	0.9473	0.0183		2列目の杭がひび割れた
11	0.2312	0.301	2632.41	0.0053	0.9574	0.0185		1列目の杭がひび割れた
12	0.2312	0.301	2632.71	0.0053	0.9575	0.0185		2列目の杭がひび割れた
13	0.2324	0.302	2646.64	0.0053	0.9628	0.0186		2列目の杭がひび割れた
14	0.2324	0.302	2646.67	0.0053	0.9628	0.0186		1列目の杭がひび割れた
15	0.2388	0.310	2718.89	0.0055	0.9898	0.0191		2列目の杭がひび割れた
16	0.2388	0.310	2718.97	0.0055	0.9898	0.0191		1列目の杭がひび割れた
17	0.2400	0.312	2732.55	0.0055	0.9949	0.0192		1列目の杭がひび割れた
18	0.2400	0.312	2732.88	0.0055	0.9951	0.0192		2列目の杭がひび割れた
19	0.2467	0.321	2808.83	0.0056	1.0238	0.0198		2列目の杭がひび割れた
20	0.2467	0.321	2809.00	0.0057	1.0238	0.0198		1列目の杭がひび割れた
21	0.2520	0.328	2869.13	0.0058	1.0466	0.0202		1列目の杭がひび割れた
22	0.2520	0.328	2869.38	0.0058	1.0466	0.0202		2列目の杭がひび割れた
23	0.2577	0.335	2934.51	0.0059	1.0713	0.0207		2列目の杭がひび割れた
24	0.2577	0.335	2934.71	0.0059	1.0713	0.0207		1列目の杭がひび割れた
25	0.2705	0.352	3080.34	0.0062	1.1264	0.0218		2列目の杭がひび割れた
26	0.2705	0.352	3080.55	0.0062	1.1265	0.0218		1列目の杭がひび割れた
27	0.2761	0.359	3144.22	0.0063	1.1506	0.0222		2列目の杭がひび割れた
28	0.2761	0.359	3144.31	0.0063	1.1507	0.0222		1列目の杭がひび割れた
29	0.2871	0.373	3269.21	0.0066	1.1981	0.0231		2列目の杭がひび割れた
30	0.2871	0.373	3269.41	0.0066	1.1982	0.0231		1列目の杭がひび割れた
31	0.3068	0.399	3493.96	0.0071	1.2836	0.0248		2列目の杭がひび割れた
32	0.3069	0.399	3494.11	0.0071	1.2836	0.0248		1列目の杭がひび割れた
33	0.3113	0.405	3544.42	0.0072	1.3027	0.0252		2列目の杭がひび割れた
34	0.3114	0.405	3545.37	0.0072	1.3031	0.0252		1列目の杭がひび割れた
35	0.3306	0.430	3764.21	0.0076	1.3863	0.0268		2列目の杭がひび割れた
36	0.3306	0.430	3764.26	0.0076	1.3863	0.0268		1列目の杭がひび割れた
37	0.3582	0.466	4078.71	0.0083	1.5059	0.0291		3列目の杭がひび割れた
38	0.3587	0.466	4084.01	0.0083	1.5079	0.0291		3列目の杭がひび割れた
39	0.3590	0.467	4088.21	0.0083	1.5095	0.0291		1列目の杭がひび割れた
40	0.3590	0.467	4088.32	0.0083	1.5096	0.0291		2列目の杭がひび割れた
41	0.3592	0.467	4090.37	0.0083	1.5104	0.0292		3列目の杭がひび割れた
42	0.3619	0.470	4120.44	0.0084	1.5219	0.0294		3列目の杭がひび割れた
43	0.3636	0.473	4140.06	0.0084	1.5294	0.0295		3列目の杭がひび割れた
44	0.3668	0.477	4176.35	0.0085	1.5434	0.0298		3列目の杭がひび割れた
45	0.3691	0.480	4202.74	0.0086	1.5536	0.0300		3列目の杭がひび割れた
46	0.3787	0.492	4311.86	0.0088	1.5957	0.0308		3列目の杭がひび割れた
47	0.3797	0.494	4323.14	0.0088	1.6000	0.0309		3列目の杭がひび割れた
48	0.3833	0.498	4364.60	0.0089	1.6161	0.0312		2列目の杭がひび割れた
49	0.3836	0.499	4368.30	0.0089	1.6175	0.0312		1列目の杭がひび割れた
50	0.3861	0.502	4396.01	0.0090	1.6283	0.0314		1列目の杭がひび割れた
51	0.3862	0.502	4397.55	0.0090	1.6289	0.0314		2列目の杭がひび割れた
52	0.3906	0.508	4447.67	0.0091	1.6484	0.0318		3列目の杭がひび割れた
53	0.3924	0.510	4467.91	0.0091	1.6562	0.0320		1列目の杭がひび割れた
54	0.3924	0.510	4468.26	0.0091	1.6564	0.0320		2列目の杭がひび割れた
55	0.3970	0.516	4520.58	0.0092	1.6767	0.0324		3列目の杭がひび割れた
56	0.4071	0.529	4635.73	0.0095	1.7214	0.0332		3列目の杭がひび割れた
57	0.4262	0.554	4853.13	0.0099	1.8060	0.0349		3列目の杭がひび割れた
58	0.4314	0.561	4912.29	0.0101	1.8290	0.0353		3列目の杭がひび割れた
59	0.4334	0.563	4935.37	0.0101	1.8380	0.0355		1列目の杭がひび割れた
60	0.4335	0.564	4936.05	0.0101	1.8382	0.0355		2列目の杭がひび割れた
61	0.4510	0.586	5135.70	0.0105	1.9160	0.0370		3列目の杭がひび割れた
62	0.4658	0.605	5303.53	0.0109	1.9814	0.0382		1列目の杭がひび割れた
63	0.4660	0.606	5306.64	0.0109	1.9826	0.0383		2列目の杭がひび割れた
64	0.4796	0.623	5460.62	0.0112	2.0421	0.0394		3列目の杭がひび割れた
65	0.4820	0.627	5488.67	0.0113	2.0529	0.0396		3列目の杭がひび割れた
66	0.4825	0.627	5493.83	0.0113	2.0549	0.0397		1列目の杭がひび割れた
67	0.4825	0.627	5494.58	0.0113	2.0552	0.0397		2列目の杭がひび割れた
68	0.4937	0.642	5621.88	0.0116	2.1044	0.0406		2列目の杭がひび割れた
69	0.4941	0.642	5626.39	0.0116	2.1061	0.0407		1列目の杭がひび割れた
70	0.5127	0.667	5838.01	0.0121	2.1878	0.0423		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
71	0.5481	0.712	6240.72	0.0130	2.3433	0.0453		1列目の杭がひび割れた
72	0.5482	0.713	6242.01	0.0130	2.3438	0.0453		2列目の杭がひび割れた
73	0.5519	0.717	6284.27	0.0131	2.3602	0.0456		3列目の杭がひび割れた
74	0.5977	0.777	6806.36	0.0142	2.5618	0.0496		3列目の杭がひび割れた
75	0.5999	0.780	6830.42	0.0143	2.5711	0.0497		3列目の杭がひび割れた
76	0.5999	0.780	6830.50	0.0143	2.5711	0.0497		3列目の杭がひび割れた
77	0.6274	0.816	7143.73	0.0150	2.6922	0.0521		1列目の杭がひび割れた
78	0.6276	0.816	7145.76	0.0150	2.6930	0.0521		2列目の杭がひび割れた
79	0.6332	0.823	7209.59	0.0151	2.7177	0.0526		1列目の杭がひび割れた
80	0.6338	0.824	7217.02	0.0151	2.7205	0.0527		2列目の杭がひび割れた
81	0.6401	0.832	7288.32	0.0153	2.7481	0.0532		3列目の杭の地盤が塑性化した
82	0.6407	0.833	7295.02	0.0153	2.7507	0.0532		2列目の杭の地盤が塑性化した
83	0.6407	0.833	7295.34	0.0153	2.7508	0.0532		1列目の杭の地盤が塑性化した
84	0.6511	0.846	7414.20	0.0156	2.7983	0.0542		3列目の杭がひび割れた
85	0.6595	0.857	7509.66	0.0158	2.8365	0.0550		2列目の杭がひび割れた
86	0.6608	0.859	7524.63	0.0159	2.8425	0.0551		1列目の杭がひび割れた
87	0.6920	0.900	7879.71	0.0168	2.9845	0.0579		3列目の杭がひび割れた
88	0.7023	0.913	7996.96	0.0171	3.0311	0.0589		3列目の杭の地盤が塑性化した
89	0.7045	0.916	8021.87	0.0171	3.0411	0.0591		3列目の杭がひび割れた
90	0.7053	0.917	8030.89	0.0172	3.0447	0.0592		2列目の杭の地盤が塑性化した
91	0.7053	0.917	8031.02	0.0172	3.0448	0.0592		1列目の杭の地盤が塑性化した
92	0.7123	0.926	8110.93	0.0174	3.0775	0.0599		1列目の杭がひび割れた
93	0.7125	0.926	8112.64	0.0174	3.0782	0.0599		2列目の杭がひび割れた
94	0.7619	0.991	8675.97	0.0191	3.3087	0.0647		3列目の杭がひび割れた
95	0.7629	0.992	8687.33	0.0191	3.3134	0.0648		1列目の杭がひび割れた
96	0.7633	0.992	8692.00	0.0191	3.3153	0.0649		2列目の杭がひび割れた
97	0.7670	0.997	8733.53	0.0192	3.3322	0.0652		3列目の杭の地盤が塑性化した
98	0.7727	1.005	8798.99	0.0195	3.3591	0.0658		1列目の杭の地盤が塑性化した
99	0.7727	1.005	8799.03	0.0195	3.3591	0.0658		2列目の杭の地盤が塑性化した
100	0.7860	1.022	8950.24	0.0200	3.4223	0.0672		1列目の杭がひび割れた
101	0.7862	1.022	8951.75	0.0200	3.4229	0.0672		2列目の杭がひび割れた
102	0.8008	1.041	9118.24	0.0206	3.4925	0.0688		3列目の杭がひび割れた
103	0.8148	1.059	9277.75	0.0211	3.5592	0.0703		3列目の杭がひび割れた
104	0.8334	1.083	9489.57	0.0219	3.6478	0.0722		3列目の杭の地盤が塑性化した
105	0.8428	1.096	9596.82	0.0223	3.6930	0.0732		1列目の杭の地盤が塑性化した
106	0.8428	1.096	9597.02	0.0223	3.6931	0.0732		2列目の杭の地盤が塑性化した
107	0.8643	1.124	9842.05	0.0233	3.7983	0.0757		1列目の杭がひび割れた
108	0.8645	1.124	9843.63	0.0233	3.7989	0.0757		2列目の杭がひび割れた
109	0.8704	1.132	9911.29	0.0236	3.8280	0.0764		3列目の杭がひび割れた
110	0.8887	1.155	10119.48	0.0244	3.9173	0.0785		3列目の杭がひび割れた
111	0.8917	1.159	10153.32	0.0246	3.9318	0.0788		1列目の杭がひび割れた
112	0.8920	1.160	10157.09	0.0246	3.9334	0.0788		2列目の杭がひび割れた
113	0.9030	1.174	10282.41	0.0251	3.9869	0.0801		3列目の杭の地盤が塑性化した
114	0.9167	1.192	10438.47	0.0258	4.0541	0.0817		1列目の杭の地盤が塑性化した
115	0.9168	1.192	10438.83	0.0258	4.0542	0.0817		2列目の杭の地盤が塑性化した
116	0.9174	1.193	10446.56	0.0258	4.0576	0.0818		1列目の杭が弾性硬化した
117	0.9182	1.194	10454.79	0.0258	4.0612	0.0819		2列目の杭が弾性硬化した
118	0.9263	1.204	10547.55	0.0263	4.1019	0.0829		3列目の杭がひび割れた
119	0.9353	1.216	10649.87	0.0268	4.1467	0.0840		1列目の杭がひび割れた
120	0.9354	1.216	10651.45	0.0268	4.1474	0.0840		2列目の杭がひび割れた
121	0.9609	1.249	10941.45	0.0282	4.2745	0.0872		1列目の杭がひび割れた
122	0.9611	1.249	10943.33	0.0282	4.2754	0.0872		2列目の杭がひび割れた
123	0.9782	1.272	11138.12	0.0291	4.3607	0.0893		3列目の杭の地盤が塑性化した
124	0.9866	1.283	11233.83	0.0296	4.4030	0.0904		3列目の杭がひび割れた
125	0.9958	1.295	11338.99	0.0301	4.4494	0.0915		1列目の杭の地盤が塑性化した
126	0.9958	1.295	11339.45	0.0301	4.4497	0.0915		2列目の杭の地盤が塑性化した
127	0.9959	1.295	11339.87	0.0301	4.4498	0.0916		1列目の杭がひび割れた
128	0.9962	1.295	11343.20	0.0302	4.4513	0.0916		2列目の杭がひび割れた
129	0.9971	1.296	11353.81	0.0302	4.4561	0.0917		3列目の杭がひび割れた
130	1.0000	1.300	11386.72	0.0304	4.4708	0.0921	F	作用荷重が全載荷された

(3) 断面力及び変位

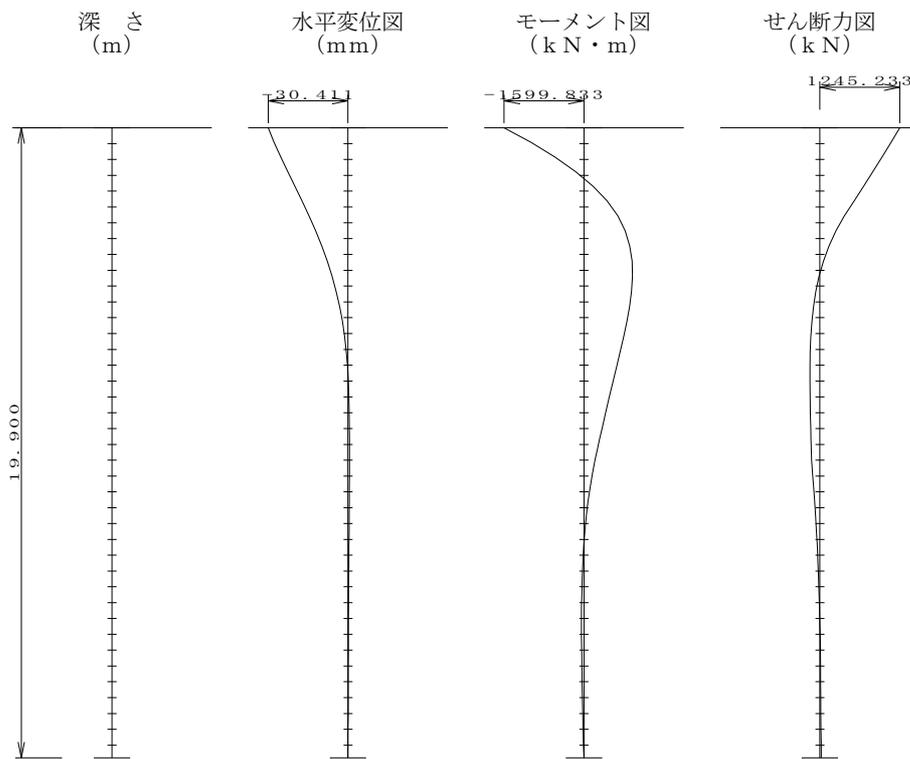
1) 1列目

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	-10.611	-30.410	4.468	-1600.547	1245.380
0.460	-10.611	-28.147	5.320	-1059.545	1108.846
0.920	-10.611	-25.594	5.753	-582.030	969.700
1.380	-10.611	-22.930	5.817	-169.209	827.902
1.840	-10.611	-20.253	5.815	177.685	683.450
2.300	-10.611	-17.586	5.762	457.420	536.345
2.779	-10.611	-14.877	5.531	675.826	380.496
3.257	-10.611	-12.318	5.147	825.396	248.675
3.736	-10.611	-9.968	4.662	917.681	140.696
4.215	-10.611	-7.865	4.120	963.552	54.354
4.693	-10.611	-6.028	3.555	972.774	-12.842
5.172	-10.611	-4.460	2.995	953.888	-63.529
5.651	-10.611	-3.155	2.460	914.174	-100.286
6.129	-10.611	-2.098	1.965	859.713	-125.587
6.608	-10.611	-1.266	1.519	795.407	-141.740
7.087	-10.611	-0.633	1.130	725.141	-150.805
7.565	-10.611	-0.173	0.801	651.882	-154.589
8.044	-10.611	0.145	0.534	577.751	-154.618
8.523	-10.611	0.350	0.328	504.251	-152.133
9.001	-10.611	0.472	0.183	432.360	-148.090
9.480	-10.611	0.538	0.097	362.625	-143.157
9.920	-10.611	0.564	0.055	314.593	-139.351
10.160	-10.611	0.576	0.018	267.881	-135.416
10.500	-10.611	0.577	-0.012	222.516	-131.437
10.932	-10.611	0.564	-0.043	169.331	-115.017
11.363	-10.611	0.540	-0.067	123.143	-99.132
11.795	-10.611	0.508	-0.083	83.634	-84.063
12.274	-10.611	0.465	-0.095	47.145	-68.550
12.753	-10.611	0.418	-0.100	17.741	-54.473
13.232	-10.611	0.369	-0.102	-5.279	-41.925
13.711	-10.611	0.321	-0.099	-22.662	-30.923
14.190	-10.611	0.275	-0.094	-35.138	-21.425
14.669	-10.611	0.232	-0.086	-43.412	-13.353
15.148	-10.611	0.193	-0.078	-48.140	-6.600
15.626	-10.611	0.157	-0.069	-49.924	-1.040
16.105	-10.611	0.126	-0.060	-49.304	3.465
16.584	-10.611	0.099	-0.052	-46.752	7.049
17.063	-10.611	0.077	-0.043	-42.678	9.845
17.542	-10.611	0.058	-0.036	-37.429	11.976
18.021	-10.611	0.042	-0.030	-31.294	13.554
18.500	-10.611	0.029	-0.025	-24.519	14.672
18.967	-10.611	0.018	-0.021	-17.068	17.074
19.433	-10.611	0.009	-0.019	-8.745	18.441
19.900	-10.611	0.000	-0.018	0.000	18.885



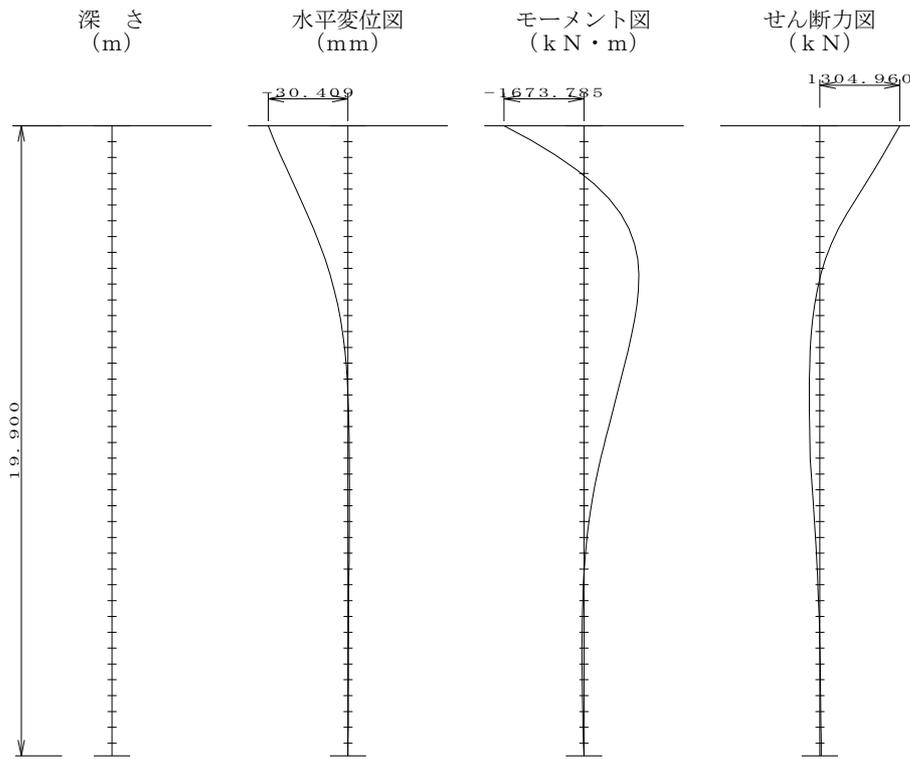
2) 2列目

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	-30.411	4.471	-1599.833	1245.233
0.460	3.020	-28.148	5.322	-1058.899	1108.699
0.920	3.020	-25.594	5.754	-581.451	969.554
1.380	3.020	-22.930	5.818	-168.697	827.756
1.840	3.020	-20.252	5.816	178.129	683.304
2.300	3.020	-17.585	5.763	457.798	536.199
2.779	3.020	-14.876	5.532	676.133	380.350
3.257	3.020	-12.316	5.147	825.636	248.545
3.736	3.020	-9.966	4.662	917.864	140.582
4.215	3.020	-7.863	4.119	963.684	54.256
4.693	3.020	-6.026	3.555	972.863	-12.924
5.172	3.020	-4.459	2.995	953.942	-63.597
5.651	3.020	-3.154	2.460	914.198	-100.341
6.129	3.020	-2.097	1.964	859.714	-125.630
6.608	3.020	-1.265	1.519	795.389	-141.774
7.087	3.020	-0.632	1.130	725.109	-150.831
7.565	3.020	-0.172	0.801	651.840	-154.607
8.044	3.020	0.146	0.533	577.700	-154.631
8.523	3.020	0.351	0.328	504.195	-152.142
9.001	3.020	0.472	0.183	432.301	-148.095
9.480	3.020	0.538	0.097	362.563	-143.160
9.820	3.020	0.564	0.055	314.531	-139.353
10.160	3.020	0.576	0.018	267.818	-135.416
10.500	3.020	0.577	-0.012	222.453	-131.436
10.932	3.020	0.564	-0.044	169.270	-115.013
11.363	3.020	0.540	-0.067	123.084	-99.125
11.795	3.020	0.508	-0.083	83.578	-84.054
12.274	3.020	0.465	-0.095	47.094	-68.540
12.753	3.020	0.418	-0.100	17.695	-54.462
13.232	3.020	0.369	-0.102	-5.321	-41.914
13.711	3.020	0.321	-0.099	-22.698	-30.912
14.190	3.020	0.275	-0.094	-35.168	-21.415
14.669	3.020	0.232	-0.086	-43.438	-13.343
15.148	3.020	0.192	-0.078	-48.161	-6.592
15.626	3.020	0.157	-0.069	-49.942	-1.032
16.105	3.020	0.126	-0.060	-49.318	3.472
16.584	3.020	0.099	-0.052	-46.764	7.055
17.063	3.020	0.077	-0.043	-42.687	9.850
17.542	3.020	0.058	-0.036	-37.435	11.981
18.021	3.020	0.042	-0.030	-31.299	13.558
18.500	3.020	0.029	-0.025	-24.522	14.675
18.967	3.020	0.018	-0.021	-17.070	17.076
19.433	3.020	0.009	-0.019	-8.745	18.443
19.900	3.020	0.000	-0.018	0.000	18.886



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	16.647	-30.409	4.467	-1673.785	1304.960
0.460	16.647	-28.186	5.166	-1105.355	1168.470
0.920	16.647	-25.738	5.458	-600.381	1029.327
1.380	16.647	-23.211	5.517	-160.094	887.532
1.840	16.647	-20.672	5.512	214.283	743.083
2.300	16.647	-18.148	5.453	521.518	595.981
2.779	16.647	-15.567	5.311	768.545	440.099
3.257	16.647	-13.093	5.008	944.965	301.140
3.736	16.647	-10.792	4.594	1060.520	185.370
4.215	16.647	-8.706	4.111	1125.842	90.918
4.693	16.647	-6.862	3.595	1150.610	15.571
5.172	16.647	-5.266	3.072	1143.406	-43.090
5.651	16.647	-3.917	2.564	1111.635	-87.467
6.129	16.647	-2.805	2.088	1061.580	-119.905
6.608	16.647	-1.910	1.655	998.397	-142.625
7.087	16.647	-1.210	1.274	926.262	-157.623
7.565	16.647	-0.679	0.951	848.454	-166.666
8.044	16.647	-0.288	0.688	767.421	-171.257
8.523	16.647	-0.007	0.488	685.007	-172.612
9.001	16.647	0.193	0.350	602.545	-171.660
9.480	16.647	0.337	0.257	520.940	-169.051
9.820	16.647	0.414	0.195	463.891	-166.448
10.160	16.647	0.471	0.141	407.808	-163.385
10.500	16.647	0.511	0.093	352.826	-159.991
10.932	16.647	0.540	0.042	286.996	-144.851
11.363	16.647	0.549	0.002	227.851	-129.178
11.795	16.647	0.542	-0.030	175.482	-113.473
12.274	16.647	0.521	-0.057	125.232	-96.498
12.753	16.647	0.489	-0.076	82.909	-80.384
13.232	16.647	0.449	-0.088	48.045	-65.427
13.711	16.647	0.405	-0.094	20.030	-51.802
14.190	16.647	0.360	-0.095	-1.799	-39.604
14.669	16.647	0.315	-0.094	-18.137	-28.856
15.148	16.647	0.271	-0.089	-29.669	-19.534
15.626	16.647	0.230	-0.083	-37.064	-11.570
16.105	16.647	0.191	-0.076	-40.953	-4.872
16.584	16.647	0.157	-0.068	-41.916	0.667
17.063	16.647	0.126	-0.061	-40.481	5.160
17.542	16.647	0.098	-0.054	-37.122	8.722
18.021	16.647	0.074	-0.048	-32.258	11.460
18.500	16.647	0.052	-0.042	-26.261	13.469
18.967	16.647	0.034	-0.038	-18.862	17.914
19.433	16.647	0.016	-0.036	-9.831	20.499
19.900	16.647	0.000	-0.035	0.000	21.347



(4) せん断力の制限値の算出
 ・杭基礎に対するせん断力の制限値

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	D _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 _e	—	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 _{ds}	—	1.00000
	補正係数(荷重の正負交番作用)	C _c	—	1.00000
	τ _c ・C _e ・C _{pt} ・C _{ds} ・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	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 ・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
	τ _{cmax} ・b・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	573.0
	鉄筋の間隔	s	mm	150
	鉄筋の降伏強度の特性値	σ _{sv}	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	ξ ₂ Φ _{ucw}	—	1.00
	杭一本あたりの制限値	S _{ucd}	kN/本	3157.67

なお、杭基礎に対するせん断力の制限値は、第 1 断面の杭本数分とする。

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

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

(5) 杭基礎照査結果

設計荷重時 $\alpha_i=1.0$ の状態にて杭基礎に対する照査を行う。

・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	-5227.58	13775.26	1245.38	-1600.55	1753.62	-1600.55	1753.62
2	3	1487.86	13775.26	1245.23	-1599.83	1753.62	-1599.83	1753.62
3	3	8201.66	13775.26	1304.96	-1673.78	2220.91	-1673.78	2220.91

・せん断力の照査

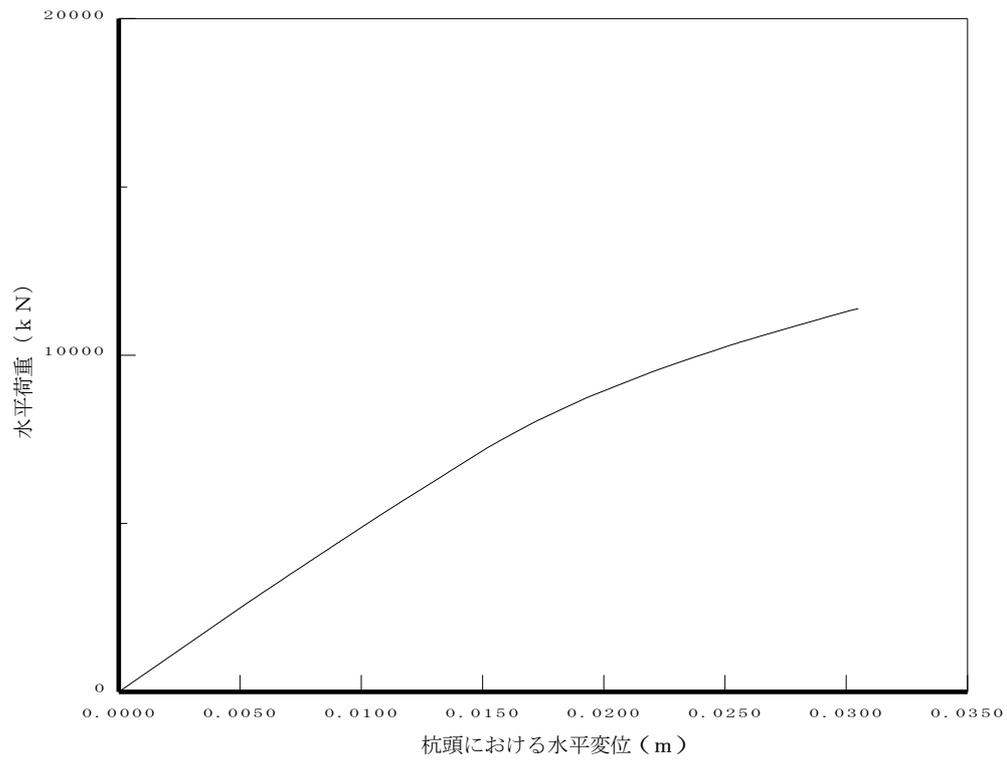
$$\Sigma S = 11386.72 \text{ (kN)} \quad \leq \Sigma S_{usd} = 15525.05 \text{ (kN)} \quad \text{—— OK}$$

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

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 ・通常地盤・浮力あり)

(1) 荷重－変位曲線



(2) 荷重一変位曲線詳細

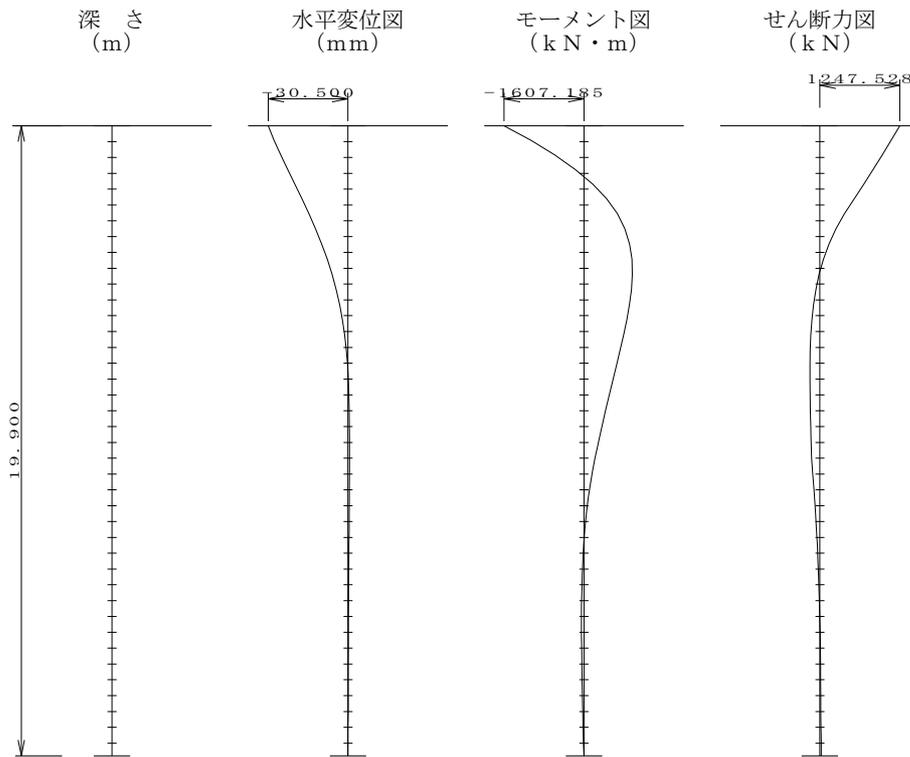
No	α_i	水平震度	水平力 (kN)	杭頭変位 (m)	回転変位 ($\times 10^{-3}$ rad)	水平変位 (m)	TYPE	状態
1	0.2254	0.293	2566.40	0.0052	0.9329	0.0180		2列目の杭がひび割れた
2	0.2254	0.293	2566.44	0.0052	0.9329	0.0180		1列目の杭がひび割れた
3	0.2257	0.293	2569.50	0.0052	0.9341	0.0180		2列目の杭がひび割れた
4	0.2257	0.293	2569.55	0.0052	0.9341	0.0180		1列目の杭がひび割れた
5	0.2260	0.294	2573.27	0.0052	0.9354	0.0181		2列目の杭がひび割れた
6	0.2260	0.294	2573.34	0.0052	0.9355	0.0181		1列目の杭がひび割れた
7	0.2278	0.296	2594.36	0.0052	0.9432	0.0182		2列目の杭がひび割れた
8	0.2278	0.296	2594.39	0.0052	0.9432	0.0182		1列目の杭がひび割れた
9	0.2288	0.297	2605.36	0.0052	0.9473	0.0183		2列目の杭がひび割れた
10	0.2288	0.297	2605.46	0.0052	0.9473	0.0183		1列目の杭がひび割れた
11	0.2312	0.301	2632.71	0.0053	0.9575	0.0185		2列目の杭がひび割れた
12	0.2312	0.301	2632.75	0.0053	0.9576	0.0185		1列目の杭がひび割れた
13	0.2324	0.302	2646.65	0.0053	0.9628	0.0186		2列目の杭がひび割れた
14	0.2324	0.302	2646.78	0.0053	0.9628	0.0186		1列目の杭がひび割れた
15	0.2388	0.310	2718.89	0.0055	0.9898	0.0191		2列目の杭がひび割れた
16	0.2388	0.310	2719.05	0.0055	0.9899	0.0191		1列目の杭がひび割れた
17	0.2400	0.312	2732.88	0.0055	0.9951	0.0192		2列目の杭がひび割れた
18	0.2400	0.312	2732.99	0.0055	0.9951	0.0192		1列目の杭がひび割れた
19	0.2467	0.321	2808.83	0.0057	1.0238	0.0198		2列目の杭がひび割れた
20	0.2467	0.321	2809.02	0.0057	1.0238	0.0198		1列目の杭がひび割れた
21	0.2520	0.328	2869.38	0.0058	1.0466	0.0202		2列目の杭がひび割れた
22	0.2520	0.328	2869.65	0.0058	1.0467	0.0202		1列目の杭がひび割れた
23	0.2577	0.335	2934.52	0.0059	1.0713	0.0207		2列目の杭がひび割れた
24	0.2577	0.335	2934.70	0.0059	1.0713	0.0207		1列目の杭がひび割れた
25	0.2705	0.352	3080.34	0.0062	1.1264	0.0218		2列目の杭がひび割れた
26	0.2705	0.352	3080.51	0.0062	1.1265	0.0218		1列目の杭がひび割れた
27	0.2761	0.359	3144.23	0.0063	1.1506	0.0222		2列目の杭がひび割れた
28	0.2762	0.359	3145.00	0.0063	1.1509	0.0222		1列目の杭がひび割れた
29	0.2871	0.373	3269.21	0.0066	1.1981	0.0231		2列目の杭がひび割れた
30	0.2871	0.373	3269.32	0.0066	1.1982	0.0231		1列目の杭がひび割れた
31	0.3068	0.399	3493.97	0.0071	1.2836	0.0248		2列目の杭がひび割れた
32	0.3068	0.399	3493.99	0.0071	1.2836	0.0248		1列目の杭がひび割れた
33	0.3113	0.405	3544.44	0.0072	1.3027	0.0252		2列目の杭がひび割れた
34	0.3114	0.405	3546.29	0.0072	1.3035	0.0252		1列目の杭がひび割れた
35	0.3306	0.430	3764.11	0.0076	1.3863	0.0268		1列目の杭がひび割れた
36	0.3306	0.430	3764.21	0.0076	1.3863	0.0268		2列目の杭がひび割れた
37	0.3421	0.445	3894.88	0.0079	1.4360	0.0277		3列目の杭がひび割れた
38	0.3425	0.445	3899.92	0.0079	1.4379	0.0278		3列目の杭がひび割れた
39	0.3430	0.446	3905.96	0.0079	1.4402	0.0278		3列目の杭がひび割れた
40	0.3456	0.449	3934.77	0.0080	1.4513	0.0280		3列目の杭がひび割れた
41	0.3472	0.451	3953.42	0.0080	1.4584	0.0282		3列目の杭がひび割れた
42	0.3503	0.455	3988.38	0.0081	1.4719	0.0284		3列目の杭がひび割れた
43	0.3525	0.458	4013.41	0.0082	1.4816	0.0286		3列目の杭がひび割れた
44	0.3589	0.467	4086.60	0.0083	1.5098	0.0291		1列目の杭がひび割れた
45	0.3589	0.467	4086.89	0.0083	1.5099	0.0291		2列目の杭がひび割れた
46	0.3616	0.470	4117.87	0.0084	1.5219	0.0294		3列目の杭がひび割れた
47	0.3626	0.471	4129.13	0.0084	1.5262	0.0295		3列目の杭がひび割れた
48	0.3731	0.485	4247.84	0.0087	1.5722	0.0304		3列目の杭がひび割れた
49	0.3794	0.493	4319.61	0.0088	1.6000	0.0309		3列目の杭がひび割れた
50	0.3827	0.498	4357.82	0.0089	1.6149	0.0312		2列目の杭がひび割れた
51	0.3831	0.498	4362.72	0.0089	1.6168	0.0312		1列目の杭がひび割れた
52	0.3860	0.502	4394.86	0.0090	1.6292	0.0314		1列目の杭がひび割れた
53	0.3862	0.502	4397.04	0.0090	1.6301	0.0315		2列目の杭がひび割れた
54	0.3889	0.506	4428.19	0.0090	1.6422	0.0317		3列目の杭がひび割れた
55	0.3922	0.510	4465.58	0.0091	1.6567	0.0320		1列目の杭がひび割れた
56	0.3922	0.510	4466.14	0.0091	1.6570	0.0320		2列目の杭がひび割れた
57	0.4072	0.529	4636.75	0.0095	1.7233	0.0333		3列目の杭がひび割れた
58	0.4124	0.536	4696.43	0.0096	1.7465	0.0337		3列目の杭がひび割れた
59	0.4310	0.560	4907.62	0.0101	1.8288	0.0353		3列目の杭がひび割れた
60	0.4332	0.563	4933.07	0.0101	1.8387	0.0355		1列目の杭がひび割れた
61	0.4333	0.563	4934.00	0.0101	1.8391	0.0355		2列目の杭がひび割れた
62	0.4591	0.597	5227.20	0.0107	1.9534	0.0377		3列目の杭がひび割れた
63	0.4596	0.598	5233.89	0.0107	1.9560	0.0377		3列目の杭がひび割れた
64	0.4656	0.605	5301.39	0.0109	1.9823	0.0382		1列目の杭がひび割れた
65	0.4659	0.606	5305.18	0.0109	1.9838	0.0383		2列目の杭がひび割れた
66	0.4822	0.627	5490.75	0.0113	2.0554	0.0397		1列目の杭がひび割れた
67	0.4823	0.627	5491.69	0.0113	2.0558	0.0397		2列目の杭がひび割れた
68	0.4913	0.639	5594.48	0.0115	2.0955	0.0405		3列目の杭がひび割れた
69	0.4932	0.641	5616.13	0.0116	2.1038	0.0406		2列目の杭がひび割れた
70	0.4937	0.642	5621.34	0.0116	2.1059	0.0407		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
71	0.5290	0.688	6024.06	0.0125	2.2614	0.0437		3列目の杭がひび割れた
72	0.5477	0.712	6236.77	0.0130	2.3435	0.0453		1列目の杭がひび割れた
73	0.5479	0.712	6238.28	0.0130	2.3441	0.0453		2列目の杭がひび割れた
74	0.5715	0.743	6507.12	0.0136	2.4480	0.0473		3列目の杭がひび割れた
75	0.5732	0.745	6526.57	0.0136	2.4555	0.0475		3列目の杭がひび割れた
76	0.5748	0.747	6544.52	0.0136	2.4624	0.0476		3列目の杭がひび割れた
77	0.6269	0.815	7138.19	0.0149	2.6920	0.0521		3列目の杭がひび割れた
78	0.6270	0.815	7139.97	0.0150	2.6927	0.0521		1列目の杭がひび割れた
79	0.6272	0.815	7142.25	0.0150	2.6935	0.0521		2列目の杭がひび割れた
80	0.6329	0.823	7206.77	0.0151	2.7185	0.0526		1列目の杭がひび割れた
81	0.6336	0.824	7214.98	0.0151	2.7217	0.0527		2列目の杭がひび割れた
82	0.6397	0.832	7284.29	0.0153	2.7485	0.0532		3列目の杭の地盤が塑性化した
83	0.6403	0.832	7290.83	0.0153	2.7510	0.0533		2列目の杭の地盤が塑性化した
84	0.6403	0.832	7291.15	0.0153	2.7511	0.0533		1列目の杭の地盤が塑性化した
85	0.6588	0.856	7501.76	0.0158	2.8353	0.0549		2列目の杭がひび割れた
86	0.6602	0.858	7518.04	0.0159	2.8418	0.0551		1列目の杭がひび割れた
87	0.6698	0.871	7627.15	0.0161	2.8855	0.0560		3列目の杭がひび割れた
88	0.6808	0.885	7752.30	0.0165	2.9352	0.0570		3列目の杭がひび割れた
89	0.7016	0.912	7988.98	0.0171	3.0292	0.0589		3列目の杭の地盤が塑性化した
90	0.7042	0.916	8019.07	0.0172	3.0413	0.0591		2列目の杭の地盤が塑性化した
91	0.7043	0.916	8019.17	0.0172	3.0413	0.0591		1列目の杭の地盤が塑性化した
92	0.7109	0.924	8094.40	0.0174	3.0721	0.0598		1列目の杭がひび割れた
93	0.7110	0.924	8096.27	0.0174	3.0729	0.0598		2列目の杭がひび割れた
94	0.7406	0.963	8432.93	0.0184	3.2107	0.0627		3列目の杭がひび割れた
95	0.7608	0.989	8663.58	0.0191	3.3051	0.0647		1列目の杭がひび割れた
96	0.7613	0.990	8668.58	0.0191	3.3071	0.0647		2列目の杭がひび割れた
97	0.7665	0.996	8728.31	0.0193	3.3314	0.0652		3列目の杭の地盤が塑性化した
98	0.7716	1.003	8786.46	0.0195	3.3553	0.0658		1列目の杭の地盤が塑性化した
99	0.7716	1.003	8786.53	0.0195	3.3553	0.0658		2列目の杭の地盤が塑性化した
100	0.7846	1.020	8934.24	0.0200	3.4171	0.0671		1列目の杭がひび割れた
101	0.7848	1.020	8935.87	0.0200	3.4178	0.0671		2列目の杭がひび割れた
102	0.7853	1.021	8941.82	0.0200	3.4203	0.0672		3列目の杭がひび割れた
103	0.7966	1.036	9070.72	0.0205	3.4742	0.0684		3列目の杭がひび割れた
104	0.8332	1.083	9487.21	0.0219	3.6483	0.0723		3列目の杭の地盤が塑性化した
105	0.8417	1.094	9583.70	0.0223	3.6890	0.0732		1列目の杭の地盤が塑性化した
106	0.8417	1.094	9583.93	0.0223	3.6891	0.0732		2列目の杭の地盤が塑性化した
107	0.8544	1.111	9728.94	0.0229	3.7513	0.0746		3列目の杭がひび割れた
108	0.8629	1.122	9825.87	0.0233	3.7929	0.0756		1列目の杭がひび割れた
109	0.8631	1.122	9827.56	0.0233	3.7936	0.0756		2列目の杭がひび割れた
110	0.8739	1.136	9950.92	0.0238	3.8466	0.0769		3列目の杭がひび割れた
111	0.8892	1.156	10125.37	0.0245	3.9211	0.0786		1列目の杭がひび割れた
112	0.8896	1.156	10129.33	0.0245	3.9228	0.0787		2列目の杭がひび割れた
113	0.9031	1.174	10282.96	0.0252	3.9884	0.0802		3列目の杭の地盤が塑性化した
114	0.9117	1.185	10381.77	0.0256	4.0309	0.0812		3列目の杭がひび割れた
115	0.9128	1.187	10393.95	0.0256	4.0362	0.0813		1列目の杭が弾性硬化した
116	0.9143	1.189	10410.59	0.0257	4.0433	0.0815		2列目の杭が弾性硬化した
117	0.9152	1.190	10421.36	0.0258	4.0480	0.0816		1列目の杭の地盤が塑性化した
118	0.9153	1.190	10421.71	0.0258	4.0481	0.0816		2列目の杭の地盤が塑性化した
119	0.9335	1.213	10628.96	0.0268	4.1390	0.0839		1列目の杭がひび割れた
120	0.9336	1.214	10630.63	0.0268	4.1397	0.0839		2列目の杭がひび割れた
121	0.9590	1.247	10919.54	0.0282	4.2663	0.0870		1列目の杭がひび割れた
122	0.9591	1.247	10921.51	0.0282	4.2672	0.0871		2列目の杭がひび割れた
123	0.9722	1.264	11069.98	0.0289	4.3323	0.0887		3列目の杭がひび割れた
124	0.9786	1.272	11143.23	0.0292	4.3644	0.0895		3列目の杭の地盤が塑性化した
125	0.9829	1.278	11192.24	0.0295	4.3860	0.0900		3列目の杭がひび割れた
126	0.9936	1.292	11314.22	0.0301	4.4399	0.0914		1列目の杭がひび割れた
127	0.9940	1.292	11318.14	0.0301	4.4416	0.0914		2列目の杭がひび割れた
128	0.9943	1.293	11321.58	0.0301	4.4431	0.0914		1列目の杭の地盤が塑性化した
129	0.9943	1.293	11322.04	0.0301	4.4433	0.0914		2列目の杭の地盤が塑性化した
130	1.0000	1.300	11386.72	0.0305	4.4722	0.0922	F	作用荷重が全載荷された

(3) 断面力及び変位

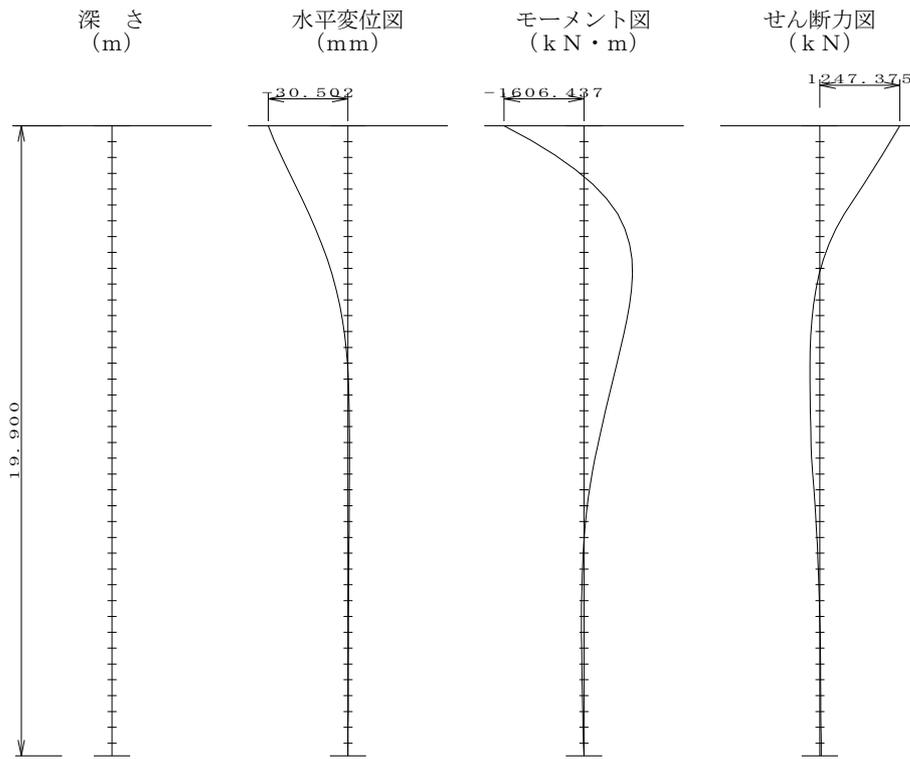
1) 1列目

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	-10.984	-30.500	4.470	-1607.185	1247.528
0.460	-10.984	-28.236	5.327	-1065.195	1110.994
0.920	-10.984	-25.679	5.763	-586.692	971.849
1.380	-10.984	-23.009	5.831	-172.882	830.051
1.840	-10.984	-20.325	5.830	175.001	685.599
2.300	-10.984	-17.651	5.777	455.726	538.494
2.779	-10.984	-14.935	5.547	675.160	382.644
3.257	-10.984	-12.368	5.163	825.629	250.297
3.736	-10.984	-10.010	4.677	918.580	141.867
4.215	-10.984	-7.900	4.134	964.918	55.146
4.693	-10.984	-6.056	3.569	974.443	-12.359
5.172	-10.984	-4.483	3.007	955.726	-63.295
5.651	-10.984	-3.173	2.470	916.076	-100.244
6.129	-10.984	-2.111	1.974	861.600	-125.689
6.608	-10.984	-1.274	1.526	797.218	-141.945
7.087	-10.984	-0.639	1.136	726.836	-151.079
7.565	-10.984	-0.176	0.805	653.435	-154.905
8.044	-10.984	0.144	0.537	579.147	-154.956
8.523	-10.984	0.350	0.330	505.483	-152.477
9.001	-10.984	0.472	0.184	433.429	-148.430
9.480	-10.984	0.539	0.097	363.532	-143.489
9.920	-10.984	0.565	0.055	315.389	-139.676
10.160	-10.984	0.577	0.018	268.567	-135.733
10.500	-10.984	0.578	-0.012	223.095	-131.745
10.932	-10.984	0.566	-0.044	169.786	-115.290
11.363	-10.984	0.541	-0.067	123.487	-99.370
11.795	-10.984	0.509	-0.083	83.882	-84.268
12.274	-10.984	0.466	-0.095	47.304	-68.720
12.753	-10.984	0.419	-0.101	17.826	-54.610
13.232	-10.984	0.370	-0.102	-5.253	-42.034
13.711	-10.984	0.322	-0.099	-22.681	-31.005
14.190	-10.984	0.276	-0.094	-35.191	-21.485
14.669	-10.984	0.233	-0.087	-43.490	-13.393
15.148	-10.984	0.193	-0.078	-48.232	-6.624
15.626	-10.984	0.158	-0.069	-50.025	-1.049
16.105	-10.984	0.127	-0.060	-49.406	3.467
16.584	-10.984	0.100	-0.052	-46.852	7.060
17.063	-10.984	0.077	-0.044	-42.770	9.863
17.542	-10.984	0.058	-0.036	-37.511	12.000
18.021	-10.984	0.042	-0.030	-31.364	13.582
18.500	-10.984	0.029	-0.025	-24.574	14.703
18.967	-10.984	0.018	-0.021	-17.107	17.112
19.433	-10.984	0.009	-0.019	-8.765	18.483
19.900	-10.984	0.000	-0.018	0.000	18.928



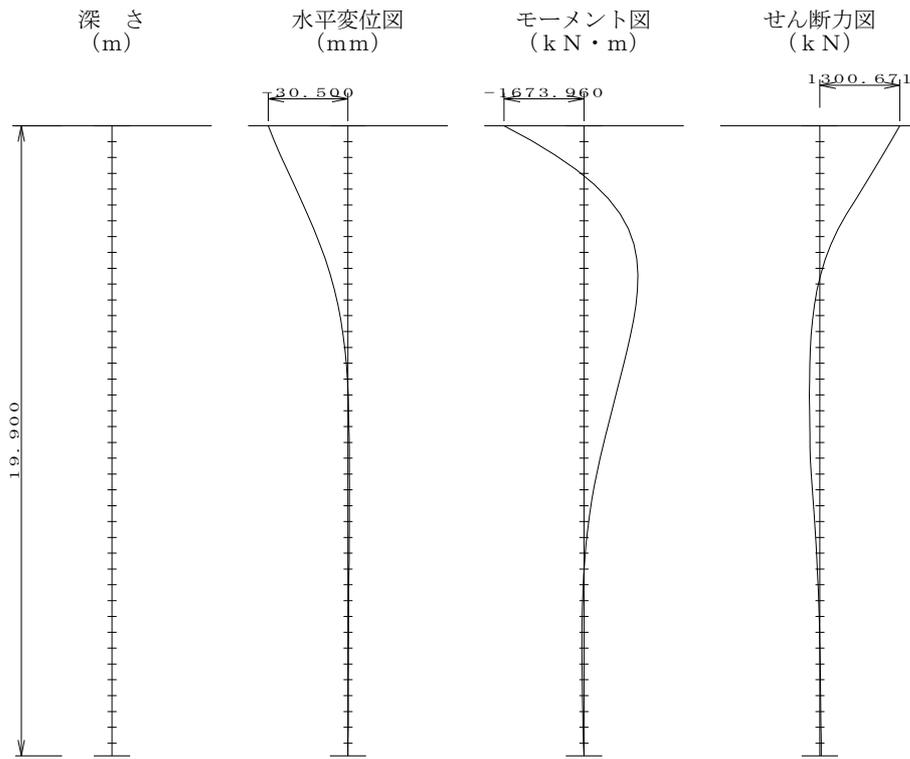
2) 2列目

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	-30.502	4.472	-1606.437	1247.375
0.460	2.651	-28.236	5.329	-1064.519	1110.840
0.920	2.651	-25.679	5.765	-586.085	971.695
1.380	2.651	-23.009	5.832	-172.346	829.897
1.840	2.651	-20.324	5.831	175.466	685.445
2.300	2.651	-17.650	5.778	456.119	538.340
2.779	2.651	-14.934	5.548	675.480	382.491
3.257	2.651	-12.366	5.163	825.879	250.161
3.736	2.651	-10.009	4.677	918.769	141.747
4.215	2.651	-7.898	4.134	965.054	55.044
4.693	2.651	-6.055	3.568	974.534	-12.445
5.172	2.651	-4.481	3.007	955.780	-63.365
5.651	2.651	-3.171	2.470	916.099	-100.301
6.129	2.651	-2.109	1.973	861.598	-125.734
6.608	2.651	-1.273	1.526	797.197	-141.980
7.087	2.651	-0.638	1.135	726.801	-151.106
7.565	2.651	-0.175	0.805	653.389	-154.924
8.044	2.651	0.144	0.537	579.093	-154.969
8.523	2.651	0.351	0.330	505.424	-152.487
9.001	2.651	0.473	0.184	433.366	-148.436
9.480	2.651	0.539	0.097	363.467	-143.492
9.820	2.651	0.565	0.055	315.323	-139.677
10.160	2.651	0.577	0.018	268.501	-135.733
10.500	2.651	0.578	-0.012	223.030	-131.744
10.932	2.651	0.566	-0.044	169.721	-115.286
11.363	2.651	0.542	-0.067	123.425	-99.363
11.795	2.651	0.509	-0.083	83.824	-84.258
12.274	2.651	0.466	-0.095	47.250	-68.709
12.753	2.651	0.419	-0.101	17.778	-54.599
13.232	2.651	0.370	-0.102	-5.296	-42.022
13.711	2.651	0.322	-0.099	-22.718	-30.994
14.190	2.651	0.276	-0.094	-35.223	-21.475
14.669	2.651	0.233	-0.087	-43.516	-13.383
15.148	2.651	0.193	-0.078	-48.255	-6.615
15.626	2.651	0.158	-0.069	-50.043	-1.041
16.105	2.651	0.126	-0.060	-49.421	3.474
16.584	2.651	0.100	-0.052	-46.863	7.066
17.063	2.651	0.077	-0.044	-42.779	9.868
17.542	2.651	0.058	-0.036	-37.517	12.005
18.021	2.651	0.042	-0.030	-31.368	13.586
18.500	2.651	0.029	-0.025	-24.577	14.706
18.967	2.651	0.018	-0.021	-17.108	17.114
19.433	2.651	0.009	-0.019	-8.765	18.485
19.900	2.651	0.000	-0.018	0.000	18.929



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	16.283	-30.500	4.468	-1673.960	1300.671
0.460	16.283	-28.270	5.190	-1107.503	1164.180
0.920	16.283	-25.806	5.503	-604.506	1025.037
1.380	16.283	-23.258	5.563	-166.196	883.241
1.840	16.283	-20.698	5.559	206.202	738.792
2.300	16.283	-18.152	5.501	511.456	591.690
2.779	16.283	-15.549	5.351	756.420	435.810
3.257	16.283	-13.059	5.040	930.843	297.105
3.736	16.283	-10.744	4.618	1044.556	181.735
4.215	16.283	-8.650	4.128	1108.257	87.793
4.693	16.283	-6.798	3.605	1131.667	13.032
5.172	16.283	-5.199	3.076	1123.397	-44.997
5.651	16.283	-3.850	2.564	1090.869	-88.720
6.129	16.283	-2.739	2.084	1040.372	-120.506
6.608	16.283	-1.846	1.648	977.054	-142.591
7.087	16.283	-1.151	1.264	905.081	-156.989
7.565	16.283	-0.625	0.938	827.710	-165.479
8.044	16.283	-0.240	0.673	747.366	-169.575
8.523	16.283	0.032	0.470	665.862	-170.505
9.001	16.283	0.223	0.330	584.495	-169.210
9.480	16.283	0.359	0.240	504.126	-166.348
9.820	16.283	0.431	0.180	448.019	-163.613
10.160	16.283	0.483	0.128	392.917	-160.454
10.500	16.283	0.518	0.082	338.944	-156.995
10.932	16.283	0.543	0.033	274.443	-141.709
11.363	16.283	0.548	-0.006	216.665	-126.004
11.795	16.283	0.539	-0.036	165.656	-110.359
12.274	16.283	0.515	-0.061	116.865	-93.532
12.753	16.283	0.481	-0.079	75.915	-77.630
13.232	16.283	0.441	-0.089	42.311	-62.924
13.711	16.283	0.397	-0.094	15.429	-49.575
14.190	16.283	0.351	-0.095	-5.402	-37.662
14.669	16.283	0.306	-0.093	-20.878	-27.197
15.148	16.283	0.262	-0.088	-31.681	-18.147
15.626	16.283	0.222	-0.082	-38.474	-10.439
16.105	16.283	0.184	-0.074	-41.878	-3.974
16.584	16.283	0.151	-0.067	-42.462	1.356
17.063	16.283	0.121	-0.059	-40.741	5.669
17.542	16.283	0.094	-0.052	-37.176	9.078
18.021	16.283	0.071	-0.046	-32.172	11.693
18.500	16.283	0.050	-0.041	-26.088	13.607
18.967	16.283	0.032	-0.037	-18.679	17.833
19.433	16.283	0.016	-0.034	-9.719	20.288
19.900	16.283	0.000	-0.033	0.000	21.093



(4) せん断力の制限値の算出
 ・杭基礎に対するせん断力の制限値

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	D _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 _e	—	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 _{ds}	—	1.00000
	補正係数(荷重の正負交番作用)	C _c	—	1.00000
	τ _c ・C _e ・C _{pt} ・C _{ds} ・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	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	3263.54
	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	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
	τ _{cmax} ・b・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 _{sv}	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	ξ ₂ Φ _{ucw}	—	1.00
	杭一本あたりの制限値	S _{ucd}	kN/本	3157.67

なお、杭基礎に対するせん断力の制限値は、第 1 断面の杭本数分とする。

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

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

(5) 杭基礎照査結果

設計荷重時 $\alpha_i=1.0$ の状態にて杭基礎に対する照査を行う。

・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	-5411.48	13775.26	1247.53	-1607.19	1753.62	-1607.19	1753.62
2	3	1306.06	13775.26	1247.37	-1606.44	1753.62	-1606.44	1753.62
3	3	8022.16	13775.26	1300.67	-1673.96	2165.64	-1673.96	2165.64

・せん断力の照査

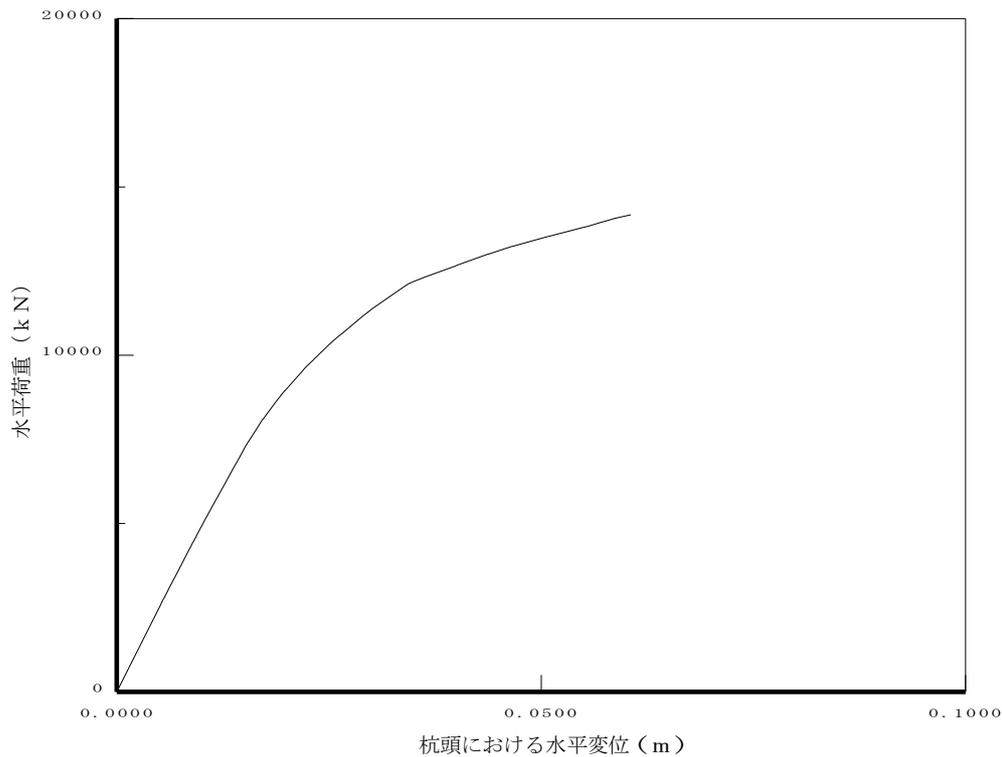
$$\Sigma S = 11386.72 \text{ (kN)} \quad \leq \Sigma S_{usd} = 15460.40 \text{ (kN)} \quad \text{—— OK}$$

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

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・通常地盤・浮力なし)

(1) 荷重-変位曲線



基礎の降伏水平震度	$k_{hyF} =$	1.48	
降伏時の杭頭変位	$\delta_{Fy} =$	0.0479	(m)
降伏時の杭頭回転角	$\phi_{Fy} =$	6.6740×10^{-3}	(rad)

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

$$k_{hc} = 0.767$$

$$\text{ただし、} k_{hc} \geq 0.40 \cdot c_{2z}$$

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

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 : $c_{Hz} = 1.00$)

W : 等価重量 (kN)

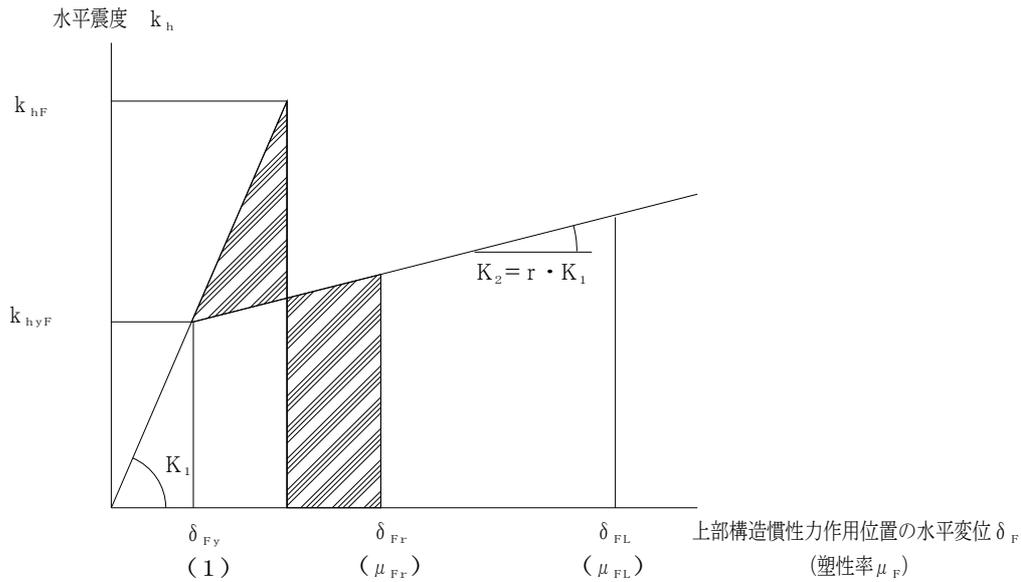
(2) 荷重-変位曲線詳細

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	0.1659	0.290	2607.12	0.0052	0.9314	0.0180		1列目の杭がひび割れた
2	0.1659	0.290	2607.33	0.0052	0.9314	0.0180		2列目の杭がひび割れた
3	0.1660	0.290	2608.21	0.0052	0.9318	0.0181		1列目の杭がひび割れた
4	0.1660	0.290	2608.38	0.0052	0.9318	0.0181		2列目の杭がひび割れた
5	0.1661	0.291	2609.53	0.0052	0.9322	0.0181		1列目の杭がひび割れた
6	0.1661	0.291	2609.65	0.0052	0.9323	0.0181		2列目の杭がひび割れた
7	0.1679	0.294	2638.41	0.0053	0.9427	0.0183		1列目の杭がひび割れた
8	0.1679	0.294	2638.48	0.0053	0.9427	0.0183		2列目の杭がひび割れた
9	0.1680	0.294	2639.24	0.0053	0.9430	0.0183		1列目の杭がひび割れた
10	0.1680	0.294	2639.52	0.0053	0.9431	0.0183		2列目の杭がひび割れた
11	0.1704	0.298	2677.26	0.0053	0.9570	0.0185		2列目の杭がひび割れた
12	0.1704	0.298	2677.28	0.0053	0.9570	0.0185		1列目の杭がひび割れた
13	0.1708	0.299	2684.42	0.0054	0.9596	0.0186		1列目の杭がひび割れた
14	0.1709	0.299	2684.73	0.0054	0.9597	0.0186		2列目の杭がひび割れた
15	0.1749	0.306	2747.85	0.0055	0.9830	0.0190		2列目の杭がひび割れた
16	0.1749	0.306	2747.93	0.0055	0.9830	0.0190		1列目の杭がひび割れた
17	0.1780	0.311	2796.25	0.0056	1.0008	0.0194		1列目の杭がひび割れた
18	0.1780	0.311	2796.59	0.0056	1.0010	0.0194		2列目の杭がひび割れた
19	0.1803	0.315	2832.54	0.0057	1.0143	0.0197		2列目の杭がひび割れた
20	0.1803	0.315	2832.71	0.0057	1.0144	0.0197		1列目の杭がひび割れた
21	0.1874	0.328	2945.01	0.0059	1.0561	0.0205		1列目の杭がひび割れた
22	0.1874	0.328	2945.26	0.0059	1.0562	0.0205		2列目の杭がひび割れた
23	0.1882	0.329	2956.55	0.0059	1.0604	0.0205		2列目の杭がひび割れた
24	0.1882	0.329	2956.75	0.0059	1.0604	0.0205		1列目の杭がひび割れた
25	0.1973	0.345	3100.14	0.0062	1.1138	0.0216		2列目の杭がひび割れた
26	0.1973	0.345	3100.37	0.0062	1.1139	0.0216		1列目の杭がひび割れた
27	0.2067	0.362	3247.45	0.0065	1.1686	0.0226		2列目の杭がひび割れた
28	0.2067	0.362	3247.58	0.0065	1.1686	0.0226		1列目の杭がひび割れた
29	0.2090	0.366	3283.54	0.0066	1.1820	0.0229		2列目の杭がひび割れた
30	0.2090	0.366	3283.76	0.0066	1.1821	0.0229		1列目の杭がひび割れた
31	0.2231	0.390	3505.62	0.0070	1.2650	0.0245		2列目の杭がひび割れた
32	0.2231	0.390	3505.79	0.0070	1.2651	0.0245		1列目の杭がひび割れた
33	0.2349	0.411	3691.69	0.0074	1.3345	0.0258		2列目の杭がひび割れた
34	0.2350	0.411	3692.81	0.0074	1.3350	0.0259		1列目の杭がひび割れた
35	0.2401	0.420	3773.25	0.0076	1.3650	0.0264		2列目の杭がひび割れた
36	0.2401	0.420	3773.33	0.0076	1.3650	0.0264		1列目の杭がひび割れた
37	0.2605	0.456	4093.53	0.0083	1.4847	0.0287		1列目の杭がひび割れた
38	0.2605	0.456	4093.59	0.0083	1.4847	0.0287		2列目の杭がひび割れた
39	0.2637	0.461	4143.74	0.0084	1.5035	0.0291		3列目の杭がひび割れた
40	0.2638	0.462	4145.84	0.0084	1.5043	0.0291		3列目の杭がひび割れた
41	0.2640	0.462	4148.34	0.0084	1.5052	0.0291		3列目の杭がひび割れた
42	0.2668	0.467	4191.70	0.0085	1.5215	0.0295		3列目の杭がひび割れた
43	0.2668	0.467	4192.92	0.0085	1.5220	0.0295		3列目の杭がひび割れた
44	0.2706	0.474	4252.00	0.0086	1.5444	0.0299		3列目の杭がひび割れた
45	0.2710	0.474	4258.04	0.0086	1.5467	0.0299		3列目の杭がひび割れた
46	0.2748	0.481	4318.23	0.0087	1.5695	0.0304		1列目の杭がひび割れた
47	0.2749	0.481	4319.69	0.0087	1.5700	0.0304		2列目の杭がひび割れた
48	0.2774	0.485	4358.61	0.0088	1.5848	0.0307		3列目の杭がひび割れた
49	0.2814	0.492	4421.97	0.0089	1.6089	0.0311		3列目の杭がひび割れた
50	0.2844	0.498	4468.71	0.0090	1.6267	0.0315		1列目の杭がひび割れた
51	0.2844	0.498	4468.99	0.0090	1.6268	0.0315		2列目の杭がひび割れた
52	0.2855	0.500	4486.50	0.0091	1.6334	0.0316		3列目の杭がひび割れた
53	0.2931	0.513	4605.73	0.0093	1.6788	0.0325		2列目の杭がひび割れた
54	0.2934	0.513	4610.10	0.0093	1.6805	0.0325		1列目の杭がひび割れた
55	0.2952	0.517	4638.20	0.0094	1.6912	0.0327		3列目の杭がひび割れた
56	0.2973	0.520	4671.68	0.0095	1.7040	0.0330		3列目の杭がひび割れた
57	0.3109	0.544	4885.65	0.0099	1.7858	0.0346		3列目の杭がひび割れた
58	0.3137	0.549	4929.50	0.0100	1.8025	0.0349		1列目の杭がひび割れた
59	0.3137	0.549	4930.12	0.0100	1.8028	0.0349		2列目の杭がひび割れた
60	0.3226	0.565	5068.97	0.0103	1.8558	0.0359		3列目の杭がひび割れた
61	0.3284	0.575	5160.14	0.0105	1.8907	0.0366		3列目の杭がひび割れた
62	0.3312	0.580	5205.03	0.0106	1.9079	0.0369		1列目の杭がひび割れた
63	0.3314	0.580	5207.72	0.0106	1.9089	0.0369		2列目の杭がひび割れた
64	0.3484	0.610	5474.84	0.0112	2.0103	0.0389		3列目の杭がひび割れた
65	0.3492	0.611	5486.84	0.0112	2.0148	0.0390		1列目の杭がひび割れた
66	0.3492	0.611	5487.52	0.0112	2.0151	0.0390		2列目の杭がひび割れた
67	0.3657	0.640	5747.18	0.0118	2.1136	0.0409		3列目の杭がひび割れた
68	0.3709	0.649	5828.67	0.0120	2.1445	0.0416		2列目の杭がひび割れた
69	0.3712	0.650	5833.47	0.0120	2.1463	0.0416		1列目の杭がひび割れた
70	0.3721	0.651	5847.68	0.0120	2.1517	0.0417		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
71	0.3962	0.693	6225.48	0.0128	2.2950	0.0445		1列目の杭がひび割れた
72	0.3963	0.693	6226.67	0.0128	2.2955	0.0445		2列目の杭がひび割れた
73	0.4001	0.700	6287.69	0.0130	2.3186	0.0450		3列目の杭がひび割れた
74	0.4261	0.746	6695.73	0.0139	2.4734	0.0480		3列目の杭がひび割れた
75	0.4330	0.758	6803.20	0.0141	2.5142	0.0488		3列目の杭がひび割れた
76	0.4473	0.783	7028.19	0.0146	2.5996	0.0505		1列目の杭がひび割れた
77	0.4477	0.783	7034.68	0.0146	2.6020	0.0505		2列目の杭がひび割れた
78	0.4529	0.793	7116.70	0.0148	2.6331	0.0511		1列目の杭がひび割れた
79	0.4530	0.793	7118.59	0.0148	2.6339	0.0511		2列目の杭がひび割れた
80	0.4643	0.812	7295.55	0.0152	2.7010	0.0525		3列目の杭がひび割れた
81	0.4667	0.817	7333.73	0.0153	2.7155	0.0527		3列目の杭の地盤が塑性化した
82	0.4672	0.818	7341.00	0.0153	2.7183	0.0528		2列目の杭の地盤が塑性化した
83	0.4672	0.818	7341.33	0.0153	2.7184	0.0528		1列目の杭の地盤が塑性化した
84	0.4716	0.825	7410.55	0.0155	2.7456	0.0533		3列目の杭がひび割れた
85	0.4949	0.866	7776.53	0.0164	2.8893	0.0562		3列目の杭がひび割れた
86	0.5104	0.893	8020.62	0.0170	2.9844	0.0582		3列目の杭がひび割れた
87	0.5115	0.895	8037.17	0.0170	2.9909	0.0583		3列目の杭の地盤が塑性化した
88	0.5131	0.898	8061.91	0.0171	3.0006	0.0585		2列目の杭がひび割れた
89	0.5136	0.899	8070.99	0.0171	3.0042	0.0586		2列目の杭の地盤が塑性化した
90	0.5136	0.899	8071.13	0.0171	3.0043	0.0586		1列目の杭の地盤が塑性化した
91	0.5153	0.902	8097.47	0.0172	3.0149	0.0588		1列目の杭がひび割れた
92	0.5154	0.902	8099.13	0.0172	3.0155	0.0588		2列目の杭がひび割れた
93	0.5173	0.905	8128.65	0.0173	3.0274	0.0591		1列目の杭がひび割れた
94	0.5469	0.957	8593.08	0.0187	3.2142	0.0630		1列目の杭がひび割れた
95	0.5471	0.957	8597.41	0.0187	3.2160	0.0631		2列目の杭がひび割れた
96	0.5519	0.966	8672.31	0.0189	3.2459	0.0637		3列目の杭がひび割れた
97	0.5580	0.977	8768.87	0.0192	3.2845	0.0645		3列目の杭の地盤が塑性化した
98	0.5622	0.984	8834.56	0.0194	3.3110	0.0651		1列目の杭の地盤が塑性化した
99	0.5622	0.984	8834.59	0.0194	3.3110	0.0651		2列目の杭の地盤が塑性化した
100	0.5692	0.996	8943.69	0.0198	3.3558	0.0661		1列目の杭がひび割れた
101	0.5693	0.996	8945.15	0.0198	3.3564	0.0661		2列目の杭がひび割れた
102	0.5759	1.008	9049.19	0.0202	3.3992	0.0671		3列目の杭がひび割れた
103	0.5904	1.033	9276.99	0.0210	3.4928	0.0692		3列目の杭がひび割れた
104	0.6060	1.061	9522.80	0.0218	3.5939	0.0714		3列目の杭の地盤が塑性化した
105	0.6129	1.073	9630.88	0.0222	3.6386	0.0724		1列目の杭の地盤が塑性化した
106	0.6129	1.073	9631.06	0.0222	3.6387	0.0724		2列目の杭の地盤が塑性化した
107	0.6261	1.096	9838.60	0.0231	3.7263	0.0745		1列目の杭がひび割れた
108	0.6262	1.096	9840.12	0.0231	3.7270	0.0745		2列目の杭がひび割れた
109	0.6309	1.104	9913.09	0.0234	3.7577	0.0752		3列目の杭がひび割れた
110	0.6371	1.115	10011.34	0.0238	3.7992	0.0762		1列目の杭が弾性硬化した
111	0.6383	1.117	10030.71	0.0238	3.8074	0.0764		2列目の杭が弾性硬化した
112	0.6399	1.120	10055.75	0.0239	3.8180	0.0766		3列目の杭がひび割れた
113	0.6419	1.123	10087.04	0.0241	3.8311	0.0769		1列目の杭がひび割れた
114	0.6422	1.124	10090.85	0.0241	3.8327	0.0770		2列目の杭がひび割れた
115	0.6563	1.149	10313.33	0.0250	3.9262	0.0792		3列目の杭の地盤が塑性化した
116	0.6663	1.166	10470.13	0.0257	3.9926	0.0808		1列目の杭の地盤が塑性化した
117	0.6663	1.166	10470.44	0.0257	3.9928	0.0808		2列目の杭の地盤が塑性化した
118	0.6718	1.176	10555.79	0.0261	4.0296	0.0817		3列目の杭がひび割れた
119	0.6776	1.186	10647.13	0.0265	4.0689	0.0827		1列目の杭がひび割れた
120	0.6777	1.186	10648.66	0.0265	4.0696	0.0827		2列目の杭がひび割れた
121	0.6957	1.218	10932.17	0.0279	4.1918	0.0857		1列目の杭がひび割れた
122	0.6958	1.218	10933.97	0.0279	4.1926	0.0858		2列目の杭がひび割れた
123	0.7107	1.244	11167.33	0.0290	4.2932	0.0883		3列目の杭の地盤が塑性化した
124	0.7154	1.252	11241.19	0.0294	4.3253	0.0891		3列目の杭がひび割れた
125	0.7178	1.256	11279.44	0.0296	4.3419	0.0895		1列目の杭がひび割れた
126	0.7180	1.257	11283.00	0.0296	4.3435	0.0895		2列目の杭がひび割れた
127	0.7189	1.258	11296.40	0.0297	4.3493	0.0897		3列目の杭がひび割れた
128	0.7234	1.266	11366.92	0.0300	4.3797	0.0905		1列目の杭の地盤が塑性化した
129	0.7234	1.266	11367.34	0.0300	4.3799	0.0905		2列目の杭の地盤が塑性化した
130	0.7361	1.288	11566.60	0.0312	4.4674	0.0928		1列目の杭がひび割れた
131	0.7362	1.288	11568.06	0.0312	4.4681	0.0928		2列目の杭がひび割れた
132	0.7546	1.321	11857.43	0.0328	4.5952	0.0962		3列目の杭がひび割れた
133	0.7563	1.323	11883.84	0.0330	4.6068	0.0966	Y-1	1列目の杭が降伏した
134	0.7564	1.324	11886.33	0.0330	4.6079	0.0966	Y-2	2列目の杭が降伏した
135	0.7676	1.343	12062.04	0.0340	4.6851	0.0986		3列目の杭の地盤が塑性化した
136	0.7721	1.351	12133.08	0.0344	4.7165	0.0995	P-1	1列目の杭が引き抜き極限值に達した
137	0.7764	1.359	12200.58	0.0351	4.8245	0.1017		3列目の杭がひび割れた
138	0.7804	1.366	12263.11	0.0357	4.9246	0.1037		1列目の杭の地盤が塑性化した
139	0.7804	1.366	12263.48	0.0357	4.9252	0.1037		2列目の杭の地盤が塑性化した
140	0.7835	1.371	12311.55	0.0362	5.0038	0.1053		1列目の杭がひび割れた
141	0.7836	1.371	12312.83	0.0362	5.0059	0.1053		2列目の杭がひび割れた
142	0.8047	1.408	12644.26	0.0398	5.5479	0.1164		3列目の杭がひび割れた
143	0.8072	1.413	12683.34	0.0402	5.6118	0.1177		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
144	0.8145	1.425	12798.70	0.0415	5.8002	0.1215		3列目の杭の地盤が塑性化した
145	0.8265	1.446	12988.05	0.0436	6.1122	0.1279		1列目の杭がひび割れた
146	0.8266	1.447	12989.35	0.0436	6.1143	0.1280		2列目の杭がひび割れた
147	0.8282	1.449	13013.48	0.0439	6.1540	0.1288		1列目の杭の地盤が塑性化した
148	0.8282	1.449	13013.85	0.0439	6.1546	0.1288		2列目の杭の地盤が塑性化した
149	0.8367	1.464	13148.03	0.0455	6.3801	0.1336		3列目の杭がひび割れた
150	0.8422	1.474	13233.73	0.0466	6.5241	0.1366		1列目の杭が降伏した
151	0.8423	1.474	13236.04	0.0466	6.5279	0.1367		2列目の杭が降伏した
152	0.8481	1.484	13326.88	0.0479	6.6740	0.1400	Y-3	3列目の杭が降伏した
153	0.8597	1.504	13508.42	0.0505	6.9659	0.1467		3列目の杭の地盤が塑性化した
154	0.8619	1.508	13543.66	0.0511	7.0228	0.1480		3列目の杭がひび割れた
155	0.8781	1.537	13798.13	0.0550	7.4337	0.1576		2列目の杭の地盤が塑性化した
156	0.8781	1.537	13798.13	0.0550	7.4338	0.1576		1列目の杭の地盤が塑性化した
157	0.8787	1.538	13807.25	0.0551	7.4488	0.1579		1列目の杭がひび割れた
158	0.8787	1.538	13807.35	0.0551	7.4489	0.1579		2列目の杭がひび割れた
159	0.8800	1.540	13827.96	0.0555	7.4828	0.1587	L	荷重変化点に達した
160	0.9171	1.540	13934.13	0.0569	7.5408	0.1609		3列目の杭がひび割れた
161	0.9533	1.540	14037.84	0.0583	7.5975	0.1631		3列目の杭がひび割れた
162	0.9604	1.540	14058.18	0.0585	7.6086	0.1635		3列目の杭が降伏した
163	1.0000	1.540	14171.42	0.0606	7.6543	0.1662	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	$\delta_{Fy} = 0.140021 \text{ (m)}$
基礎の塑性率の制限値	$\mu_{FL} = 4.0000$

基礎の降伏水平震度	$k_{hyF} = 1.48$
-----------	------------------

基礎の設計水平震度	$k_{hF} = C_D \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} = 0.666 \times 1.75 = 1.17$
-----------	---------------------------------------------------------------------

基礎の降伏剛性	$K_1 = 10.56981$
---------	------------------

基礎の降伏剛性に対する二次剛性の比	$r = 0.00000$
-------------------	---------------

基礎の応答塑性率

$$\begin{aligned} \mu_{Fr} &= \frac{1}{2} \left\{ 1 + \left(\frac{k_{hF}}{k_{hyF}} \right)^2 \right\} \\ &= \frac{1}{2} \left\{ 1 + \left(\frac{1.17}{1.48} \right)^2 \right\} = 0.8125 \end{aligned}$$

$k_{hF} < k_{hyF} < k_h$ より
基礎の応答塑性率

$$\mu_{Fr} = 1.0000$$

基礎の応答変位

$$\begin{aligned} \delta_{Fr} &= \mu_{Fr} \cdot \delta_{Fy} \\ &= 1.0000 \times 0.140021 = 0.1400 \text{ (m)} \end{aligned}$$

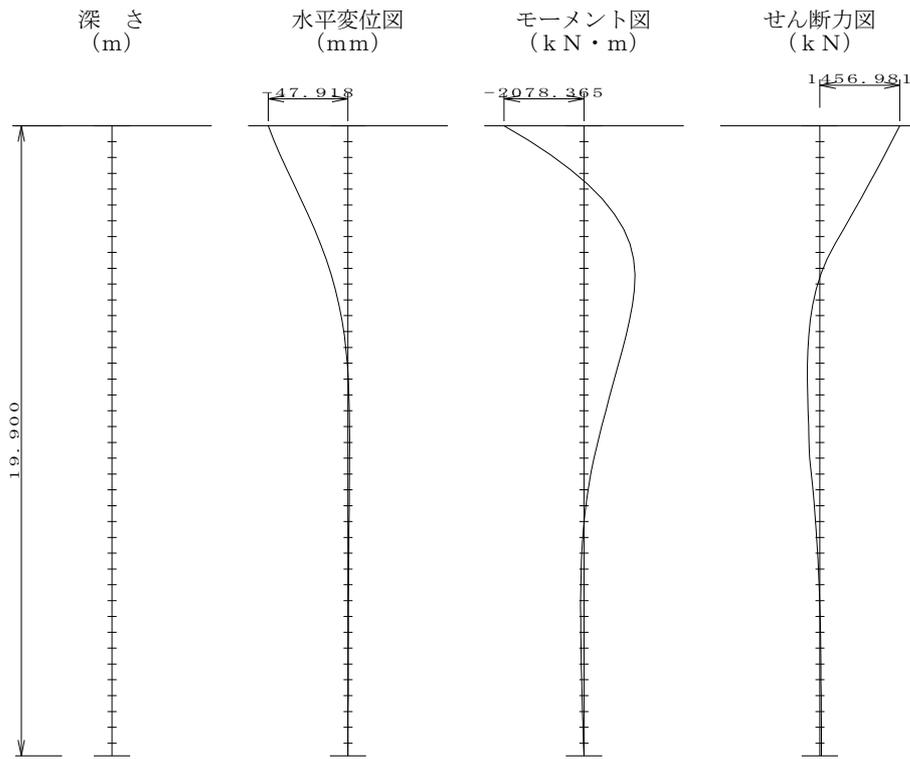
基礎の塑性率の制限値に達した時の変位

$$\begin{aligned} \delta_{FL} &= \mu_{FL} \cdot \delta_{Fy} \\ &= 4.0000 \times 0.140021 = 0.5601 \text{ (m)} \end{aligned}$$

(4) 断面力及び変位

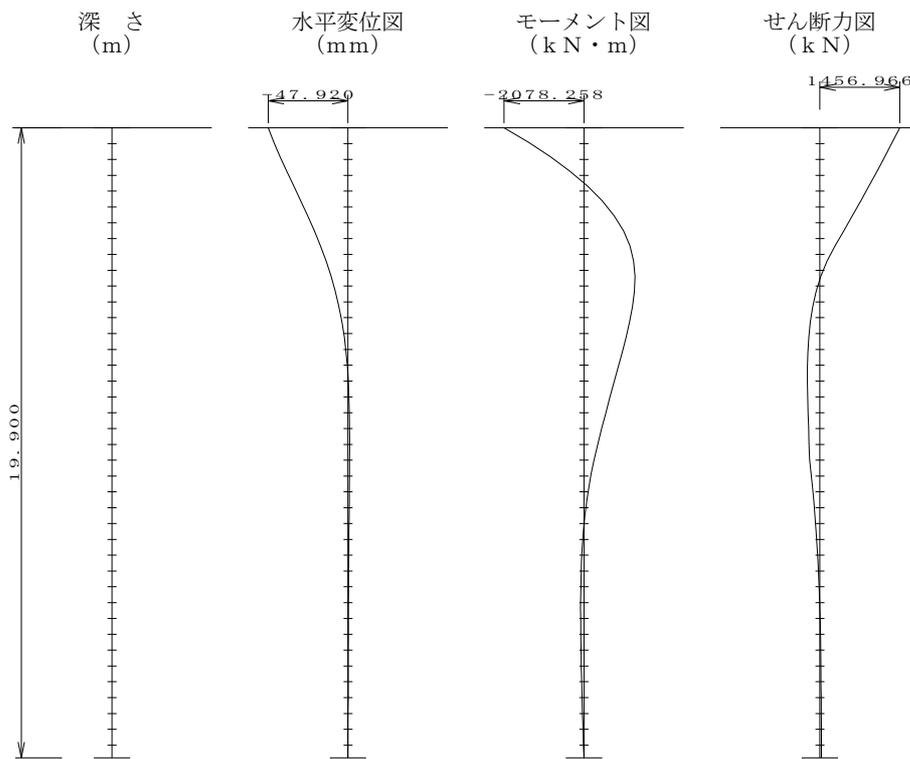
1) 1列目

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	-20.315	-47.918	6.672	-2078.365	1456.981
0.460	-20.315	-44.534	7.972	-1440.024	1320.442
0.920	-20.315	-40.695	8.678	-865.171	1181.296
1.380	-20.315	-36.637	8.937	-355.011	1039.497
1.840	-20.315	-32.519	8.957	89.221	895.045
2.300	-20.315	-28.406	8.911	466.295	747.939
2.779	-20.315	-24.199	8.630	785.995	592.087
3.257	-20.315	-20.185	8.113	1030.241	433.454
3.736	-20.315	-16.461	7.424	1197.767	271.991
4.215	-20.315	-13.096	6.625	1292.403	128.841
4.693	-20.315	-10.127	5.774	1326.028	16.477
5.172	-20.315	-7.569	4.916	1312.446	-69.082
5.651	-20.315	-5.416	4.084	1263.535	-131.784
6.129	-20.315	-3.650	3.305	1189.324	-175.476
6.608	-20.315	-2.240	2.595	1098.001	-203.789
7.087	-20.315	-1.152	1.966	996.144	-220.009
7.565	-20.315	-0.343	1.424	888.850	-227.052
8.044	-20.315	0.228	0.973	779.847	-227.435
8.523	-20.315	0.606	0.613	671.830	-223.249
9.001	-20.315	0.832	0.343	566.590	-216.167
9.480	-20.315	0.950	0.158	465.153	-207.444
9.920	-20.315	0.978	0.012	395.751	-200.767
10.160	-20.315	0.971	-0.051	328.636	-194.035
10.500	-20.315	0.947	-0.088	263.794	-187.416
10.932	-20.315	0.901	-0.124	188.671	-160.840
11.363	-20.315	0.841	-0.149	124.718	-135.799
11.795	-20.315	0.773	-0.164	71.174	-112.590
12.274	-20.315	0.692	-0.173	22.952	-89.226
12.753	-20.315	0.609	-0.173	-14.714	-68.486
13.232	-20.315	0.527	-0.168	-43.074	-50.389
13.711	-20.315	0.449	-0.158	-63.385	-34.851
14.190	-20.315	0.376	-0.146	-76.840	-21.725
14.669	-20.315	0.310	-0.131	-84.549	-10.817
15.148	-20.315	0.251	-0.115	-87.521	-1.907
15.626	-20.315	0.199	-0.100	-86.657	5.242
16.105	-20.315	0.155	-0.084	-82.742	10.872
16.584	-20.315	0.118	-0.070	-76.448	15.215
17.063	-20.315	0.088	-0.057	-68.339	18.491
17.542	-20.315	0.064	-0.045	-58.876	20.899
18.021	-20.315	0.045	-0.036	-48.431	22.614
18.500	-20.315	0.030	-0.028	-37.301	23.785
18.967	-20.315	0.018	-0.022	-25.586	26.218
19.433	-20.315	0.008	-0.019	-13.000	27.567
19.900	-20.315	0.000	-0.018	0.000	27.999



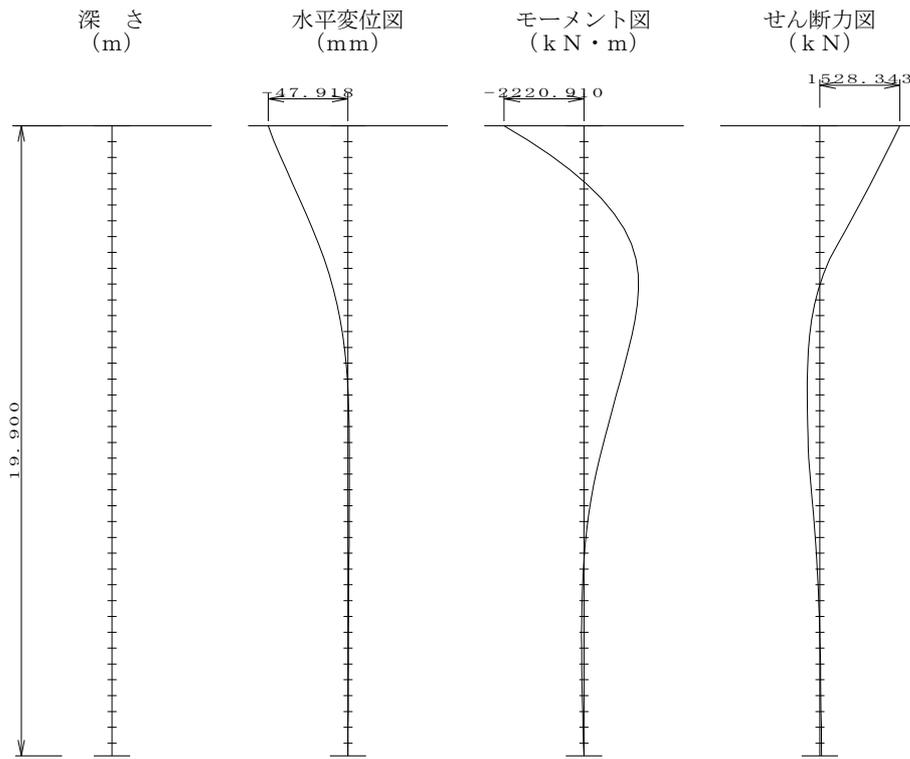
2) 2列目

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	0.036	-47.920	6.674	-2078.258	1456.966
0.460	0.036	-44.535	7.973	-1439.924	1320.427
0.920	0.036	-40.696	8.679	-865.077	1181.282
1.380	0.036	-36.638	8.937	-354.925	1039.483
1.840	0.036	-32.520	8.957	89.301	895.031
2.300	0.036	-28.406	8.911	466.368	747.924
2.779	0.036	-24.199	8.630	786.060	592.072
3.257	0.036	-20.185	8.113	1030.300	433.439
3.736	0.036	-16.461	7.424	1197.818	271.977
4.215	0.036	-13.096	6.625	1292.447	128.826
4.693	0.036	-10.127	5.775	1326.065	16.463
5.172	0.036	-7.569	4.916	1312.477	-69.095
5.651	0.036	-5.416	4.084	1263.560	-131.796
6.129	0.036	-3.650	3.305	1189.344	-175.486
6.608	0.036	-2.240	2.595	1098.016	-203.799
7.087	0.036	-1.151	1.966	996.155	-220.017
7.565	0.036	-0.343	1.424	888.856	-227.059
8.044	0.036	0.228	0.973	779.851	-227.441
8.523	0.036	0.606	0.613	671.831	-223.254
9.001	0.036	0.832	0.342	566.588	-216.172
9.480	0.036	0.950	0.158	465.149	-207.448
9.820	0.036	0.978	0.012	395.747	-200.771
10.160	0.036	0.971	-0.051	328.630	-194.038
10.500	0.036	0.947	-0.088	263.787	-187.419
10.932	0.036	0.901	-0.124	188.663	-160.841
11.363	0.036	0.841	-0.149	124.710	-135.800
11.795	0.036	0.773	-0.164	71.165	-112.590
12.274	0.036	0.692	-0.173	22.943	-89.226
12.753	0.036	0.609	-0.173	-14.722	-68.485
13.232	0.036	0.527	-0.168	-43.082	-50.388
13.711	0.036	0.449	-0.158	-63.393	-34.849
14.190	0.036	0.376	-0.146	-76.847	-21.724
14.669	0.036	0.310	-0.131	-84.555	-10.815
15.148	0.036	0.251	-0.115	-87.526	-1.906
15.626	0.036	0.199	-0.100	-86.662	5.243
16.105	0.036	0.155	-0.084	-82.746	10.874
16.584	0.036	0.118	-0.070	-76.452	15.216
17.063	0.036	0.088	-0.057	-68.342	18.492
17.542	0.036	0.064	-0.045	-58.878	20.900
18.021	0.036	0.045	-0.036	-48.432	22.615
18.500	0.036	0.030	-0.028	-37.302	23.786
18.967	0.036	0.018	-0.022	-25.587	26.218
19.433	0.036	0.008	-0.019	-13.001	27.568
19.900	0.036	0.000	-0.018	0.000	28.000



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	20.381	-47.918	6.669	-2220.910	1528.343
0.460	20.381	-44.592	7.745	-1549.720	1391.852
0.920	20.381	-40.886	8.336	-941.986	1252.708
1.380	20.381	-37.012	8.488	-398.939	1110.912
1.840	20.381	-33.099	8.513	78.196	966.463
2.300	20.381	-29.191	8.467	488.191	819.360
2.779	20.381	-25.167	8.310	842.153	663.475
3.257	20.381	-21.278	7.912	1120.650	504.799
3.736	20.381	-17.625	7.329	1322.415	343.289
4.215	20.381	-14.282	6.621	1448.451	188.697
4.693	20.381	-11.297	5.844	1507.974	64.868
5.172	20.381	-8.692	5.041	1514.870	-31.842
5.651	20.381	-6.468	4.250	1481.228	-105.118
6.129	20.381	-4.616	3.496	1417.399	-158.616
6.608	20.381	-3.111	2.800	1331.975	-195.851
7.087	20.381	-1.922	2.175	1231.972	-220.040
7.565	20.381	-1.014	1.629	1122.950	-234.080
8.044	20.381	-0.346	1.170	1009.099	-240.506
8.523	20.381	0.122	0.797	893.561	-241.450
9.001	20.381	0.434	0.513	778.555	-238.640
9.480	20.381	0.631	0.316	665.498	-233.392
9.820	20.381	0.718	0.194	586.922	-228.717
10.160	20.381	0.772	0.125	510.023	-223.570
10.500	20.381	0.804	0.066	434.928	-218.127
10.932	20.381	0.819	0.004	345.792	-194.760
11.363	20.381	0.809	-0.044	266.799	-171.331
11.795	20.381	0.782	-0.081	197.805	-148.436
12.274	20.381	0.736	-0.111	132.577	-124.219
12.753	20.381	0.678	-0.130	78.550	-101.676
13.232	20.381	0.613	-0.140	34.865	-81.106
13.711	20.381	0.545	-0.143	0.527	-62.660
14.190	20.381	0.477	-0.141	-25.498	-46.388
14.669	20.381	0.411	-0.134	-44.249	-32.253
15.148	20.381	0.349	-0.125	-56.721	-20.164
15.626	20.381	0.291	-0.114	-63.866	-9.978
16.105	20.381	0.240	-0.102	-66.556	-1.529
16.584	20.381	0.194	-0.090	-65.580	5.360
17.063	20.381	0.153	-0.079	-61.642	10.873
17.542	20.381	0.118	-0.068	-55.358	15.185
18.021	20.381	0.088	-0.059	-47.262	18.458
18.500	20.381	0.062	-0.051	-37.820	20.833
18.967	20.381	0.039	-0.045	-26.793	26.037
19.433	20.381	0.019	-0.042	-13.861	29.044
19.900	20.381	0.000	-0.040	0.000	30.027



116

(5) せん断力の制限値の算出
 ・杭基礎に対するせん断力の制限値

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	D _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 _e	—	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(荷重の正負交番作用)	C _c	—	1.00000
	τ _c ・C _e ・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	1480.76
	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 ・M ₀ /M _d	—	kN/本	99.27
	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	768.33	
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 _{sv}	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	1736.68
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、杭基礎に対するせん断力の制限値は、第 1 断面の杭本数分とする。

$$\Sigma S_{usd} = S_{usd} \cdot n = 1736.68 \times 9 = 15630.08 \text{ (kN)}$$

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

(6) 杭基礎照査結果

$\alpha_i=1.0$ に達するまでに基礎が降伏しているため、応答塑性率の照査を行い、応答変位時にて杭基礎に対する照査を行う。

・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_l (kN・m)	杭頭降伏 モーメント M_{yt} (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	-5596.68	13775.26	1456.98	-2078.37	1753.62	-2078.37	1753.62
2	3	17.53	13775.26	1456.97	-2078.26	1753.62	-2078.26	1753.62
3	3	10041.10	13775.26	1528.34	-2220.91	2220.91	-2220.91	2220.91

・せん断力の照査

$$\sum S = 13326.87 \text{ (kN)} \leq \sum S_{usd} = 15630.08 \text{ (kN)} \quad \text{----- OK}$$

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

・応答塑性率の照査

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

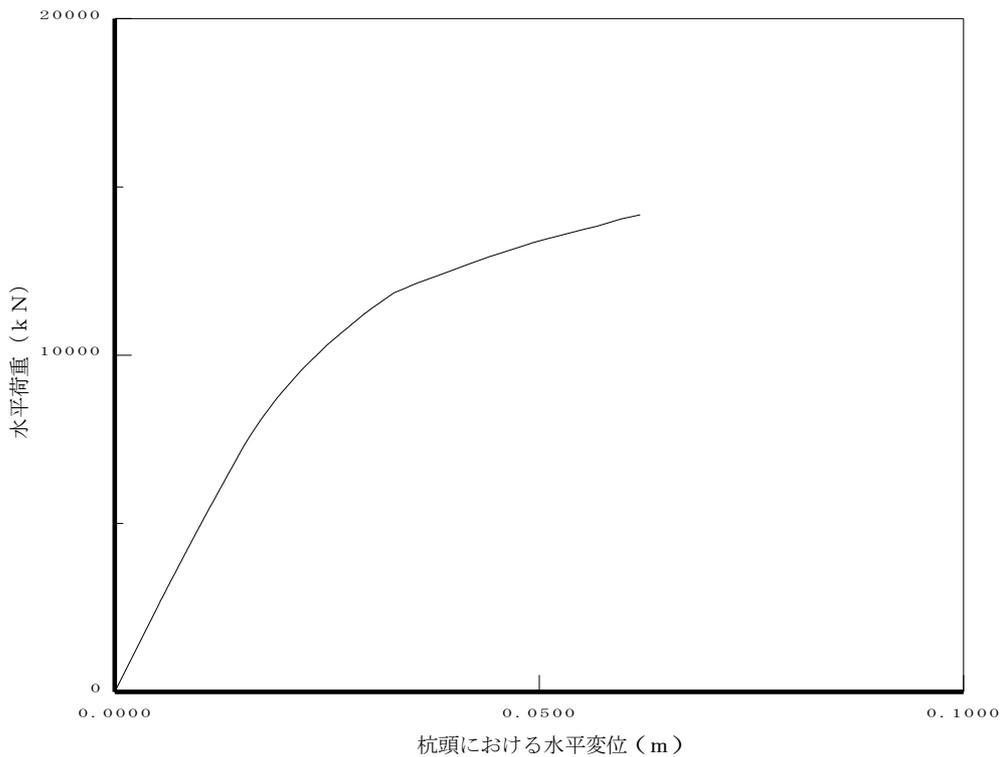
・変位の照査

$$\alpha_{F0} = 6.674 \times 10^{-3} \text{ (rad)} \leq 0.020 \text{ (rad)} \quad \text{----- OK}$$

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・通常地盤・浮力あり)

(1) 荷重－変位曲線



基礎の降伏水平震度	$k_{hyF} =$	1.48	
降伏時の杭頭変位	$\delta_{Fy} =$	0.0489	(m)
降伏時の杭頭回転角	$\phi_{Fy} =$	6.9804×10^{-3}	(rad)

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

$$k_{hc} = 0.767$$

$$\text{ただし、} k_{hc} \geq 0.40 \cdot c_{2z}$$

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

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 : $c_{Hz} = 1.00$)

W : 等価重量 (kN)

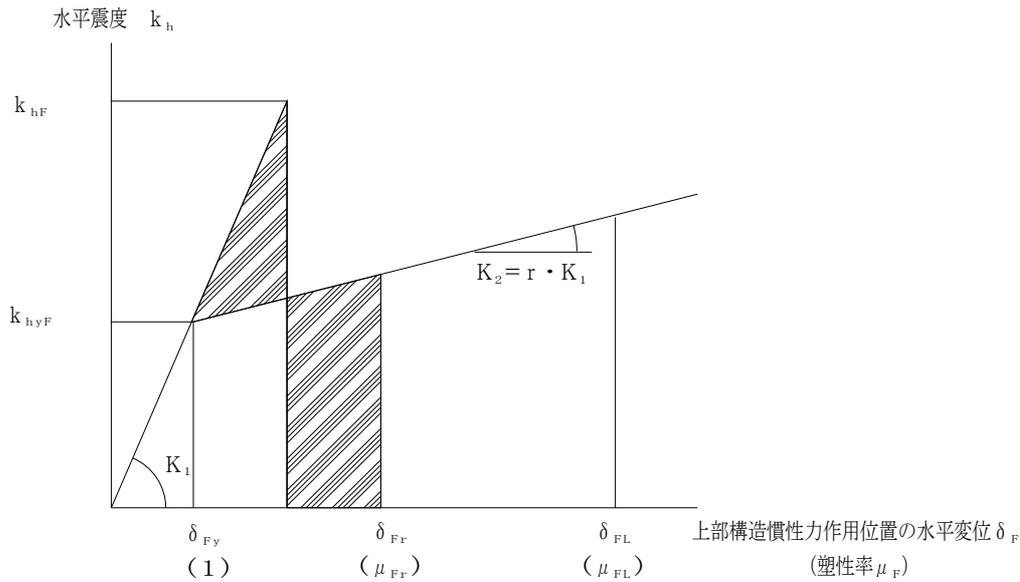
(2) 荷重-変位曲線詳細

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	0.1659	0.290	2607.33	0.0052	0.9314	0.0180		2列目の杭がひび割れた
2	0.1659	0.290	2607.36	0.0052	0.9315	0.0180		1列目の杭がひび割れた
3	0.1660	0.290	2608.38	0.0052	0.9318	0.0181		2列目の杭がひび割れた
4	0.1660	0.290	2608.42	0.0052	0.9318	0.0181		1列目の杭がひび割れた
5	0.1661	0.291	2609.65	0.0052	0.9323	0.0181		2列目の杭がひび割れた
6	0.1661	0.291	2609.71	0.0052	0.9323	0.0181		1列目の杭がひび割れた
7	0.1679	0.294	2638.48	0.0053	0.9427	0.0183		2列目の杭がひび割れた
8	0.1679	0.294	2638.57	0.0053	0.9428	0.0183		1列目の杭がひび割れた
9	0.1680	0.294	2639.52	0.0053	0.9431	0.0183		2列目の杭がひび割れた
10	0.1680	0.294	2639.53	0.0053	0.9431	0.0183		1列目の杭がひび割れた
11	0.1704	0.298	2677.26	0.0053	0.9570	0.0185		2列目の杭がひび割れた
12	0.1704	0.298	2677.39	0.0053	0.9570	0.0185		1列目の杭がひび割れた
13	0.1709	0.299	2684.74	0.0054	0.9597	0.0186		2列目の杭がひび割れた
14	0.1709	0.299	2684.76	0.0054	0.9597	0.0186		1列目の杭がひび割れた
15	0.1749	0.306	2747.85	0.0055	0.9830	0.0190		2列目の杭がひび割れた
16	0.1749	0.306	2748.01	0.0055	0.9830	0.0190		1列目の杭がひび割れた
17	0.1780	0.311	2796.60	0.0056	1.0010	0.0194		2列目の杭がひび割れた
18	0.1780	0.311	2796.70	0.0056	1.0010	0.0194		1列目の杭がひび割れた
19	0.1803	0.315	2832.54	0.0057	1.0143	0.0197		2列目の杭がひび割れた
20	0.1803	0.315	2832.73	0.0057	1.0144	0.0197		1列目の杭がひび割れた
21	0.1874	0.328	2945.26	0.0059	1.0562	0.0205		2列目の杭がひび割れた
22	0.1875	0.328	2945.54	0.0059	1.0563	0.0205		1列目の杭がひび割れた
23	0.1882	0.329	2956.55	0.0059	1.0604	0.0205		2列目の杭がひび割れた
24	0.1882	0.329	2956.74	0.0059	1.0604	0.0205		1列目の杭がひび割れた
25	0.1973	0.345	3100.14	0.0062	1.1138	0.0216		2列目の杭がひび割れた
26	0.1973	0.345	3100.33	0.0062	1.1138	0.0216		1列目の杭がひび割れた
27	0.2067	0.362	3247.46	0.0065	1.1686	0.0226		2列目の杭がひび割れた
28	0.2067	0.362	3248.29	0.0065	1.1689	0.0226		1列目の杭がひび割れた
29	0.2090	0.366	3283.54	0.0066	1.1820	0.0229		2列目の杭がひび割れた
30	0.2090	0.366	3283.67	0.0066	1.1821	0.0229		1列目の杭がひび割れた
31	0.2231	0.390	3505.62	0.0070	1.2650	0.0245		2列目の杭がひび割れた
32	0.2231	0.390	3505.66	0.0070	1.2650	0.0245		1列目の杭がひび割れた
33	0.2349	0.411	3691.70	0.0074	1.3345	0.0258		2列目の杭がひび割れた
34	0.2351	0.411	3693.77	0.0074	1.3353	0.0259		1列目の杭がひび割れた
35	0.2401	0.420	3773.18	0.0076	1.3650	0.0264		1列目の杭がひび割れた
36	0.2401	0.420	3773.25	0.0076	1.3650	0.0264		2列目の杭がひび割れた
37	0.2518	0.441	3956.98	0.0080	1.4337	0.0278		3列目の杭がひび割れた
38	0.2519	0.441	3958.95	0.0080	1.4344	0.0278		3列目の杭がひび割れた
39	0.2521	0.441	3961.32	0.0080	1.4353	0.0278		3列目の杭がひび割れた
40	0.2547	0.446	4002.85	0.0081	1.4509	0.0281		3列目の杭がひび割れた
41	0.2548	0.446	4003.86	0.0081	1.4513	0.0281		3列目の杭がひび割れた
42	0.2584	0.452	4060.40	0.0082	1.4727	0.0285		3列目の杭がひび割れた
43	0.2588	0.453	4066.47	0.0082	1.4750	0.0286		3列目の杭がひび割れた
44	0.2604	0.456	4092.37	0.0083	1.4849	0.0287		1列目の杭がひび割れた
45	0.2605	0.456	4092.61	0.0083	1.4850	0.0288		2列目の杭がひび割れた
46	0.2649	0.464	4162.45	0.0084	1.5114	0.0293		3列目の杭がひび割れた
47	0.2688	0.470	4223.71	0.0085	1.5347	0.0297		3列目の杭がひび割れた
48	0.2727	0.477	4284.98	0.0087	1.5580	0.0302		3列目の杭がひび割れた
49	0.2747	0.481	4316.73	0.0087	1.5701	0.0304		1列目の杭がひび割れた
50	0.2749	0.481	4318.91	0.0087	1.5710	0.0304		2列目の杭がひび割れた
51	0.2820	0.494	4431.24	0.0090	1.6138	0.0312		3列目の杭がひび割れた
52	0.2840	0.497	4462.78	0.0090	1.6258	0.0315		3列目の杭がひび割れた
53	0.2842	0.497	4466.48	0.0090	1.6272	0.0315		1列目の杭がひび割れた
54	0.2843	0.497	4466.97	0.0090	1.6274	0.0315		2列目の杭がひび割れた
55	0.2927	0.512	4599.32	0.0093	1.6778	0.0325		2列目の杭がひび割れた
56	0.2931	0.513	4605.01	0.0093	1.6800	0.0325		1列目の杭がひび割れた
57	0.2970	0.520	4667.63	0.0095	1.7039	0.0330		3列目の杭がひび割れた
58	0.3084	0.540	4846.77	0.0098	1.7724	0.0343		3列目の杭がひび割れた
59	0.3135	0.549	4926.79	0.0100	1.8030	0.0349		1列目の杭がひび割れた
60	0.3136	0.549	4927.64	0.0100	1.8034	0.0349		2列目の杭がひび割れた
61	0.3138	0.549	4930.71	0.0100	1.8045	0.0349		3列目の杭がひび割れた
62	0.3311	0.579	5202.92	0.0106	1.9088	0.0369		1列目の杭がひび割れた
63	0.3313	0.580	5206.27	0.0106	1.9101	0.0370		2列目の杭がひび割れた
64	0.3337	0.584	5244.30	0.0107	1.9245	0.0372		3列目の杭がひび割れた
65	0.3483	0.609	5472.39	0.0112	2.0110	0.0389		3列目の杭がひび割れた
66	0.3490	0.611	5483.75	0.0112	2.0154	0.0390		1列目の杭がひび割れた
67	0.3490	0.611	5484.63	0.0112	2.0157	0.0390		2列目の杭がひび割れた
68	0.3566	0.624	5603.38	0.0115	2.0607	0.0399		3列目の杭がひび割れた
69	0.3706	0.649	5823.32	0.0120	2.1442	0.0415		2列目の杭がひび割れた
70	0.3709	0.649	5828.87	0.0120	2.1463	0.0416		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
71	0.3835	0.671	6026.92	0.0124	2.2214	0.0431		3列目の杭がひび割れた
72	0.3959	0.693	6221.53	0.0128	2.2953	0.0445		1列目の杭がひび割れた
73	0.3960	0.693	6222.94	0.0128	2.2958	0.0445		2列目の杭がひび割れた
74	0.4084	0.715	6417.40	0.0133	2.3696	0.0460		3列目の杭がひび割れた
75	0.4151	0.726	6522.93	0.0135	2.4096	0.0467		3列目の杭がひび割れた
76	0.4425	0.774	6953.11	0.0144	2.5728	0.0499		3列目の杭がひび割れた
77	0.4470	0.782	7023.40	0.0146	2.5995	0.0505		1列目の杭がひび割れた
78	0.4474	0.783	7030.70	0.0146	2.6023	0.0505		2列目の杭がひび割れた
79	0.4526	0.792	7112.36	0.0148	2.6333	0.0511		1列目の杭がひび割れた
80	0.4528	0.792	7114.50	0.0148	2.6341	0.0511		2列目の杭がひび割れた
81	0.4533	0.793	7123.58	0.0148	2.6376	0.0512		3列目の杭がひび割れた
82	0.4665	0.816	7329.67	0.0153	2.7158	0.0527		3列目の杭の地盤が塑性化した
83	0.4669	0.817	7336.78	0.0153	2.7186	0.0528		2列目の杭の地盤が塑性化した
84	0.4669	0.817	7337.10	0.0153	2.7187	0.0528		1列目の杭の地盤が塑性化した
85	0.4791	0.839	7529.07	0.0158	2.7941	0.0543		3列目の杭がひび割れた
86	0.4932	0.863	7749.59	0.0163	2.8801	0.0561		3列目の杭がひび割れた
87	0.5110	0.894	8029.15	0.0171	2.9891	0.0583		3列目の杭の地盤が塑性化した
88	0.5129	0.898	8059.14	0.0171	3.0009	0.0585		2列目の杭の地盤が塑性化した
89	0.5129	0.898	8059.27	0.0171	3.0009	0.0585		1列目の杭の地盤が塑性化した
90	0.5143	0.900	8080.81	0.0172	3.0096	0.0587		1列目の杭がひび割れた
91	0.5144	0.900	8082.69	0.0172	3.0103	0.0587		2列目の杭がひび割れた
92	0.5252	0.919	8252.46	0.0177	3.0786	0.0602		2列目の杭がひび割れた
93	0.5317	0.930	8354.28	0.0180	3.1196	0.0611		1列目の杭がひび割れた
94	0.5366	0.939	8432.01	0.0182	3.1509	0.0617		3列目の杭がひび割れた
95	0.5454	0.954	8569.71	0.0186	3.2062	0.0629		1列目の杭がひび割れた
96	0.5457	0.955	8574.36	0.0187	3.2081	0.0629		2列目の杭がひび割れた
97	0.5577	0.976	8763.61	0.0192	3.2838	0.0645		3列目の杭の地盤が塑性化した
98	0.5614	0.982	8821.95	0.0194	3.3073	0.0651		1列目の杭の地盤が塑性化した
99	0.5614	0.982	8822.01	0.0194	3.3073	0.0651		2列目の杭の地盤が塑性化した
100	0.5648	0.988	8874.31	0.0196	3.3288	0.0655		3列目の杭がひび割れた
101	0.5681	0.994	8927.66	0.0198	3.3507	0.0660		1列目の杭がひび割れた
102	0.5682	0.994	8929.24	0.0198	3.3514	0.0660		2列目の杭がひび割れた
103	0.5772	1.010	9069.69	0.0203	3.4091	0.0673		3列目の杭がひび割れた
104	0.6059	1.060	9520.42	0.0219	3.5944	0.0715		3列目の杭の地盤が塑性化した
105	0.6121	1.071	9617.68	0.0222	3.6347	0.0724		1列目の杭の地盤が塑性化した
106	0.6121	1.071	9617.89	0.0222	3.6348	0.0724		2列目の杭の地盤が塑性化した
107	0.6192	1.084	9730.46	0.0227	3.6823	0.0735		3列目の杭がひび割れた
108	0.6251	1.094	9822.40	0.0231	3.7211	0.0744		1列目の杭がひび割れた
109	0.6252	1.094	9824.02	0.0231	3.7218	0.0744		2列目の杭がひび割れた
110	0.6293	1.101	9888.47	0.0233	3.7489	0.0751		3列目の杭がひび割れた
111	0.6331	1.108	9949.04	0.0236	3.7744	0.0757		1列目の杭が弾性硬化した
112	0.6343	1.110	9966.58	0.0236	3.7817	0.0758		2列目の杭が弾性硬化した
113	0.6401	1.120	10058.82	0.0240	3.8205	0.0767		1列目の杭がひび割れた
114	0.6404	1.121	10062.83	0.0240	3.8222	0.0768		2列目の杭がひび割れた
115	0.6564	1.149	10313.99	0.0251	3.9278	0.0793		3列目の杭の地盤が塑性化した
116	0.6610	1.157	10386.51	0.0254	3.9585	0.0800		3列目の杭がひび割れた
117	0.6652	1.164	10452.95	0.0257	3.9866	0.0807		1列目の杭の地盤が塑性化した
118	0.6652	1.164	10453.29	0.0257	3.9868	0.0807		2列目の杭の地盤が塑性化した
119	0.6762	1.183	10626.20	0.0265	4.0613	0.0826		1列目の杭がひび割れた
120	0.6763	1.184	10627.81	0.0265	4.0620	0.0826		2列目の杭がひび割れた
121	0.6943	1.215	10910.26	0.0279	4.1838	0.0856		1列目の杭がひび割れた
122	0.6944	1.215	10912.17	0.0279	4.1846	0.0856		2列目の杭がひび割れた
123	0.7047	1.233	11074.12	0.0287	4.2544	0.0874		3列目の杭がひび割れた
124	0.7085	1.240	11133.14	0.0289	4.2799	0.0880		3列目の杭がひび割れた
125	0.7110	1.244	11172.44	0.0291	4.2968	0.0884		3列目の杭の地盤が塑性化した
126	0.7162	1.253	11254.00	0.0295	4.3323	0.0893		1列目の杭がひび割れた
127	0.7164	1.254	11257.72	0.0296	4.3339	0.0894		2列目の杭がひび割れた
128	0.7223	1.264	11349.31	0.0300	4.3734	0.0904		1列目の杭の地盤が塑性化した
129	0.7223	1.264	11349.76	0.0300	4.3736	0.0904		2列目の杭の地盤が塑性化した
130	0.7348	1.286	11546.02	0.0311	4.4598	0.0927		1列目の杭がひび割れた
131	0.7349	1.286	11547.55	0.0312	4.4605	0.0927		2列目の杭がひび割れた
132	0.7452	1.304	11709.59	0.0321	4.5317	0.0946		3列目の杭がひび割れた
133	0.7544	1.320	11854.88	0.0329	4.5955	0.0963	P-1	1列目の杭が引抜き極限值に達した
134	0.7550	1.321	11863.61	0.0330	4.6094	0.0966	Y-1	1列目の杭が降伏した
135	0.7553	1.322	11867.98	0.0330	4.6163	0.0967	Y-2	2列目の杭が降伏した
136	0.7648	1.338	12017.49	0.0344	4.8534	0.1014		3列目の杭の地盤が塑性化した
137	0.7670	1.342	12052.03	0.0348	4.9087	0.1025		3列目の杭がひび割れた
138	0.7751	1.356	12179.49	0.0360	5.1127	0.1066		1列目の杭の地盤が塑性化した
139	0.7751	1.356	12179.87	0.0360	5.1133	0.1066		2列目の杭の地盤が塑性化した
140	0.7819	1.368	12286.59	0.0372	5.2879	0.1102		1列目の杭がひび割れた
141	0.7820	1.368	12287.87	0.0372	5.2900	0.1102		2列目の杭がひび割れた
142	0.7956	1.392	12501.64	0.0395	5.6397	0.1173		3列目の杭がひび割れた
143	0.8112	1.420	12746.13	0.0421	6.0397	0.1255		3列目の杭の地盤が塑性化した

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
144	0.8112	1.420	12747.29	0.0421	6.0416	0.1255		3列目の杭がひび割れた
145	0.8233	1.441	12937.13	0.0443	6.3544	0.1320		1列目の杭の地盤が塑性化した
146	0.8233	1.441	12937.50	0.0443	6.3550	0.1320		2列目の杭の地盤が塑性化した
147	0.8249	1.444	12962.53	0.0446	6.3970	0.1329		1列目の杭がひび割れた
148	0.8250	1.444	12963.52	0.0446	6.3987	0.1329		2列目の杭がひび割れた
149	0.8289	1.451	13025.19	0.0454	6.5023	0.1351		3列目の杭がひび割れた
150	0.8470	1.482	13309.68	0.0489	6.9804	0.1452	Y-3	3列目の杭が降伏した
151	0.8485	1.485	13332.49	0.0491	7.0188	0.1460		1列目の杭が降伏した
152	0.8486	1.485	13334.78	0.0492	7.0226	0.1461		2列目の杭が降伏した
153	0.8581	1.502	13484.54	0.0513	7.2634	0.1516		3列目の杭がひび割れた
154	0.8587	1.503	13493.16	0.0515	7.2773	0.1519		3列目の杭の地盤が塑性化した
155	0.8739	1.529	13732.47	0.0551	7.6637	0.1609		2列目の杭の地盤が塑性化した
156	0.8739	1.529	13732.47	0.0551	7.6637	0.1609		1列目の杭の地盤が塑性化した
157	0.8752	1.532	13752.03	0.0555	7.6959	0.1617		1列目の杭がひび割れた
158	0.8752	1.532	13752.13	0.0555	7.6960	0.1617		2列目の杭がひび割れた
159	0.8800	1.540	13827.95	0.0567	7.8208	0.1646	L	荷重変化点に達した
160	0.8984	1.540	13880.48	0.0574	7.8494	0.1657		3列目の杭がひび割れた
161	0.9553	1.540	14043.51	0.0596	7.9384	0.1692		3列目の杭が降伏した
162	0.9971	1.540	14163.18	0.0617	7.9866	0.1720		3列目の杭の地盤が塑性化した
163	1.0000	1.540	14171.42	0.0619	7.9900	0.1722	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	$\delta_{Fy} = 0.145195 \text{ (m)}$
基礎の塑性率の制限値	$\mu_{FL} = 4.0000$

基礎の降伏水平震度	$k_{hyF} = 1.48$
-----------	------------------

基礎の設計水平震度	$k_{hF} = C_D \cdot c_{2z} \cdot k_{h0} = 0.666 \times 1.75 = 1.17$
-----------	---------------------------------------------------------------------

基礎の降伏剛性	$K_1 = 10.19319$
---------	------------------

基礎の降伏剛性に対する二次剛性の比	$r = 0.00000$
-------------------	---------------

基礎の応答塑性率

$$\begin{aligned} \mu_{Fr} &= \frac{1}{2} \left\{ 1 + \left(\frac{k_{hF}}{k_{hyF}} \right)^2 \right\} \\ &= \frac{1}{2} \left\{ 1 + \left(\frac{1.17}{1.48} \right)^2 \right\} = 0.8125 \end{aligned}$$

$k_{hF} < k_{hyF} < k_h$ より
基礎の応答塑性率

$$\mu_{Fr} = 1.0000$$

基礎の応答変位

$$\begin{aligned} \delta_{Fr} &= \mu_{Fr} \cdot \delta_{Fy} \\ &= 1.0000 \times 0.145195 = 0.1452 \text{ (m)} \end{aligned}$$

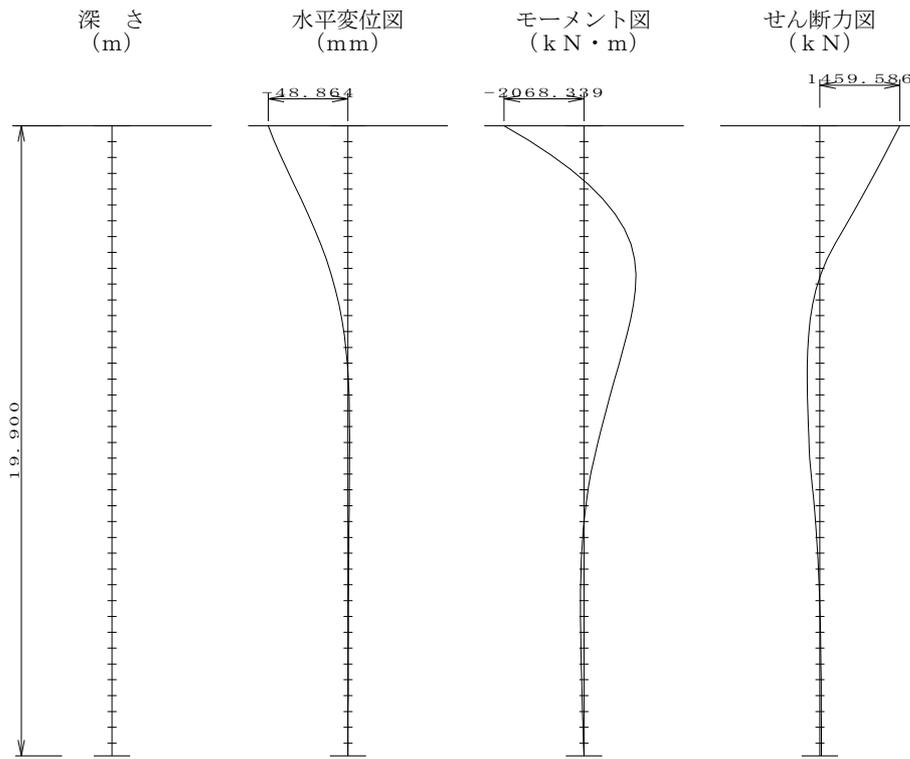
基礎の塑性率の制限値に達した時の変位

$$\begin{aligned} \delta_{FL} &= \mu_{FL} \cdot \delta_{Fy} \\ &= 4.0000 \times 0.145195 = 0.5808 \text{ (m)} \end{aligned}$$

(4) 断面力及び変位

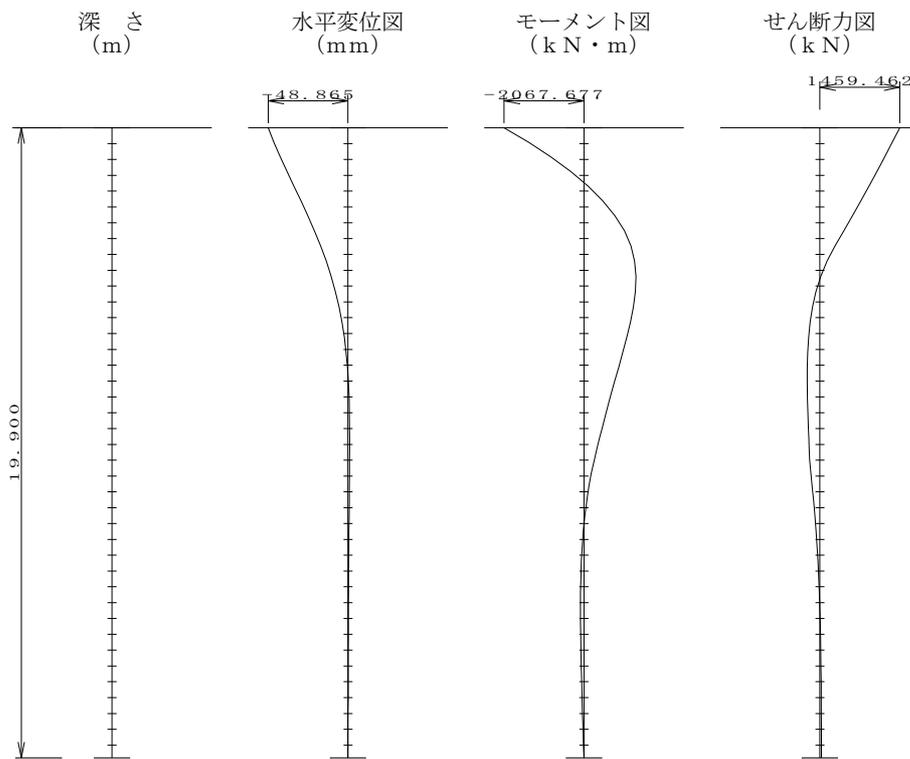
1) 1列目

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	-22.270	-48.864	6.978	-2068.339	1459.586
0.460	-22.270	-45.364	8.176	-1428.800	1323.047
0.920	-22.270	-41.433	8.872	-852.748	1183.901
1.380	-22.270	-37.289	9.120	-341.390	1042.102
1.840	-22.270	-33.087	9.138	104.041	897.649
2.300	-22.270	-28.891	9.089	482.313	750.543
2.779	-22.270	-24.602	8.795	803.260	594.691
3.257	-22.270	-20.513	8.263	1048.743	436.064
3.736	-22.270	-16.721	7.557	1217.510	274.608
4.215	-22.270	-13.296	6.742	1312.842	129.231
4.693	-22.270	-10.275	5.874	1346.231	15.184
5.172	-22.270	-7.673	4.999	1331.722	-71.593
5.651	-22.270	-5.484	4.152	1281.396	-135.126
6.129	-22.270	-3.689	3.358	1205.452	-179.332
6.608	-22.270	-2.257	2.636	1112.211	-207.911
7.087	-22.270	-1.151	1.996	1008.356	-224.204
7.565	-22.270	-0.331	1.445	899.065	-231.181
8.044	-22.270	0.249	0.986	788.122	-231.402
8.523	-22.270	0.631	0.620	678.257	-226.994
9.001	-22.270	0.859	0.345	571.285	-219.657
9.480	-22.270	0.977	0.157	468.240	-210.670
9.920	-22.270	1.004	0.007	397.774	-203.808
10.160	-22.270	0.996	-0.057	329.655	-196.901
10.500	-22.270	0.969	-0.095	263.867	-190.119
10.932	-22.270	0.920	-0.130	187.710	-162.939
11.363	-22.270	0.858	-0.155	122.967	-137.370
11.795	-22.270	0.788	-0.170	68.845	-113.707
12.274	-22.270	0.704	-0.178	20.194	-89.919
12.753	-22.270	0.619	-0.178	-17.719	-68.833
13.232	-22.270	0.535	-0.172	-46.176	-50.460
13.711	-22.270	0.455	-0.162	-66.468	-34.709
14.190	-22.270	0.380	-0.149	-79.814	-21.423
14.669	-22.270	0.313	-0.133	-87.350	-10.399
15.148	-22.270	0.253	-0.117	-90.101	-1.411
15.626	-22.270	0.200	-0.101	-88.987	5.787
16.105	-22.270	0.156	-0.085	-84.804	11.443
16.584	-22.270	0.119	-0.071	-78.234	15.795
17.063	-22.270	0.088	-0.057	-69.847	19.068
17.542	-22.270	0.063	-0.045	-60.110	21.467
18.021	-22.270	0.044	-0.036	-49.395	23.170
18.500	-22.270	0.029	-0.028	-38.002	24.328
18.967	-22.270	0.018	-0.022	-26.043	26.726
19.433	-22.270	0.008	-0.019	-13.225	28.054
19.900	-22.270	0.000	-0.017	0.000	28.478



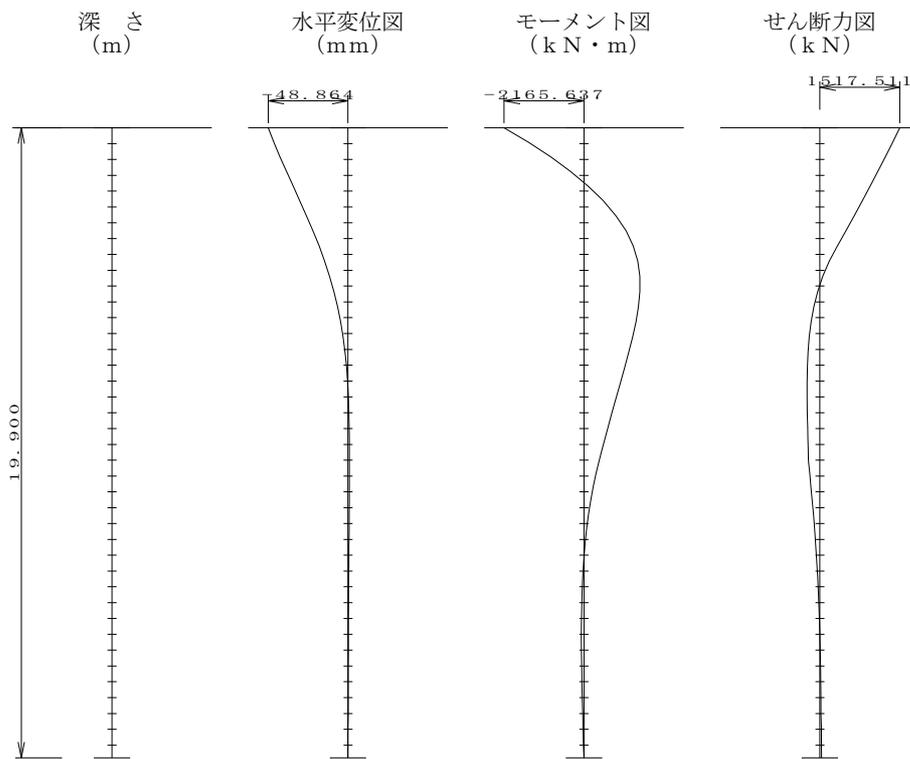
2) 2列目

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	-0.985	-48.865	6.980	-2067.677	1459.462
0.460	-0.985	-45.365	8.178	-1428.194	1322.924
0.920	-0.985	-41.433	8.874	-852.198	1183.778
1.380	-0.985	-37.289	9.121	-340.898	1041.979
1.840	-0.985	-33.087	9.139	104.477	897.527
2.300	-0.985	-28.890	9.090	482.692	750.421
2.779	-0.985	-24.600	8.795	803.580	594.568
3.257	-0.985	-20.511	8.263	1049.005	435.942
3.736	-0.985	-16.719	7.557	1217.713	274.486
4.215	-0.985	-13.294	6.742	1312.992	129.126
4.693	-0.985	-10.274	5.874	1346.334	15.096
5.172	-0.985	-7.672	4.999	1331.787	-71.666
5.651	-0.985	-5.483	4.152	1281.429	-135.184
6.129	-0.985	-3.688	3.358	1205.461	-179.377
6.608	-0.985	-2.256	2.635	1112.201	-207.945
7.087	-0.985	-1.150	1.995	1008.332	-224.229
7.565	-0.985	-0.330	1.445	899.031	-231.199
8.044	-0.985	0.249	0.986	788.081	-231.414
8.523	-0.985	0.631	0.620	678.212	-227.000
9.001	-0.985	0.860	0.344	571.237	-219.661
9.480	-0.985	0.978	0.157	468.192	-210.671
9.820	-0.985	1.005	0.007	397.725	-203.808
10.160	-0.985	0.996	-0.058	329.607	-196.899
10.500	-0.985	0.970	-0.095	263.819	-190.118
10.932	-0.985	0.921	-0.130	187.663	-162.935
11.363	-0.985	0.859	-0.155	122.923	-137.364
11.795	-0.985	0.788	-0.170	68.804	-113.699
12.274	-0.985	0.704	-0.178	20.156	-89.911
12.753	-0.985	0.619	-0.178	-17.752	-68.824
13.232	-0.985	0.535	-0.172	-46.206	-50.452
13.711	-0.985	0.455	-0.162	-66.494	-34.701
14.190	-0.985	0.380	-0.149	-79.836	-21.415
14.669	-0.985	0.313	-0.133	-87.368	-10.392
15.148	-0.985	0.253	-0.117	-90.116	-1.405
15.626	-0.985	0.200	-0.101	-88.999	5.792
16.105	-0.985	0.156	-0.085	-84.813	11.448
16.584	-0.985	0.118	-0.071	-78.242	15.799
17.063	-0.985	0.088	-0.057	-69.853	19.072
17.542	-0.985	0.063	-0.045	-60.114	21.470
18.021	-0.985	0.044	-0.036	-49.398	23.173
18.500	-0.985	0.029	-0.028	-38.004	24.330
18.967	-0.985	0.018	-0.022	-26.043	26.728
19.433	-0.985	0.008	-0.019	-13.225	28.055
19.900	-0.985	0.000	-0.017	0.000	28.478



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	20.295	-48.864	6.976	-2165.637	1517.511
0.460	20.295	-45.400	8.036	-1499.429	1381.018
0.920	20.295	-41.563	8.611	-896.682	1241.874
1.380	20.295	-37.567	8.748	-358.622	1100.078
1.840	20.295	-33.535	8.767	113.526	955.628
2.300	20.295	-29.512	8.715	518.529	808.525
2.779	20.295	-25.379	8.520	867.297	652.643
3.257	20.295	-21.398	8.085	1140.593	493.977
3.736	20.295	-17.670	7.467	1337.159	332.479
4.215	20.295	-14.269	6.728	1457.963	177.743
4.693	20.295	-11.240	5.922	1512.311	54.269
5.172	20.295	-8.602	5.096	1514.293	-41.720
5.651	20.295	-6.358	4.283	1476.148	-114.020
6.129	20.295	-4.494	3.513	1408.325	-166.386
6.608	20.295	-2.985	2.802	1319.470	-202.411
7.087	20.295	-1.797	2.167	1216.619	-225.375
7.565	20.295	-0.895	1.614	1105.330	-238.227
8.044	20.295	-0.236	1.148	989.764	-243.539
8.523	20.295	0.221	0.772	873.022	-243.468
9.001	20.295	0.520	0.486	757.270	-239.760
9.480	20.295	0.704	0.288	643.866	-233.740
9.820	20.295	0.780	0.162	565.254	-228.600
10.160	20.295	0.824	0.096	488.463	-223.058
10.500	20.295	0.847	0.040	413.600	-217.289
10.932	20.295	0.851	-0.019	325.068	-192.849
11.363	20.295	0.832	-0.064	247.079	-168.632
11.795	20.295	0.797	-0.098	179.377	-145.192
12.274	20.295	0.744	-0.124	115.799	-120.611
12.753	20.295	0.680	-0.140	63.545	-97.909
13.232	20.295	0.610	-0.148	21.669	-77.342
13.711	20.295	0.539	-0.149	-10.893	-59.023
14.190	20.295	0.469	-0.144	-35.225	-42.967
14.669	20.295	0.401	-0.136	-52.401	-29.107
15.148	20.295	0.339	-0.126	-63.440	-17.329
15.626	20.295	0.281	-0.114	-69.305	-7.469
16.105	20.295	0.230	-0.101	-70.871	0.656
16.584	20.295	0.184	-0.088	-68.924	7.237
17.063	20.295	0.145	-0.076	-64.155	12.467
17.542	20.295	0.111	-0.065	-57.168	16.531
18.021	20.295	0.082	-0.056	-48.479	19.596
18.500	20.295	0.057	-0.048	-38.534	21.805
18.967	20.295	0.036	-0.042	-27.149	26.625
19.433	20.295	0.018	-0.039	-14.003	29.400
19.900	20.295	0.000	-0.037	0.000	30.305



(5) せん断力の制限値の算出
 ・杭基礎に対するせん断力の制限値

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	D _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 _e	—	1.04121
	鉄筋比D _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 _{ds}	—	1.00000
	補正係数(荷重の正負交番作用)	C _c	—	1.00000
	τ _c ・C _e ・C _{pt} ・C _{ds} ・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	1478.85
	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	3263.54
	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	88.74
	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	757.81	
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 _{sv}	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	1728.18
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、杭基礎に対するせん断力の制限値は、第 1 断面の杭本数分とする。

$$\Sigma S_{usd} = S_{usd} \cdot n = 1728.18 \times 9 = 15553.58 \text{ (kN)}$$

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

(6) 杭基礎照査結果

$\alpha_i=1.0$ に達するまでに基礎が降伏しているため、応答塑性率の照査を行い、応答変位時にて杭基礎に対する照査を行う。

・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_l (kN・m)	杭頭降伏 モーメント M_{yt} (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	-5596.68	13775.26	1459.59	-2068.34	1753.62	-2068.34	1753.62
2	3	-485.31	13775.26	1459.46	-2067.68	1753.62	-2067.68	1753.62
3	3	9998.74	13775.26	1517.51	-2165.64	2165.64	-2165.64	2165.64

・せん断力の照査

$$\begin{aligned} \sum S &= 13309.68 \text{ (kN)} & \leq \sum S_{usd} &= 15553.58 \text{ (kN)} & \text{----- OK} \\ & & \leq \sum S_{ucd} &= 28419.05 \text{ (kN)} & \text{----- OK} \end{aligned}$$

・応答塑性率の照査

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

・変位の照査

$$\alpha_{F0} = 6.980 \times 10^{-3} \text{ (rad)} \leq 0.020 \text{ (rad)} \text{----- OK}$$

ゆえに、基礎は耐力を有する。