
『SS7 Op.杭応答変位法』のご紹介

2021年2月
ユニオンシステム株式会社
酒井竜志

参考文献

2019年

建築基礎構造設計指針 2019年11月 第三版
日本建築学会

平成7年

地震力に対する建築物の基礎の設計指針 平成7年6月
日本建築センター

内容

- 『Super Build／SS7 Op.杭応答変位法』の機能概要
- ケーススタディ 1 地盤の水平変位を考慮した解析
- ケーススタディ 2 地盤の水平変位を考慮した解析(液状化考慮)
- ケーススタディ 3 荷重の組み合わせ係数を指定した結果
- 『Super Build／SS7 Op.杭応答変位法』の機能アップ内容
- Kh、杭本数の違いによる杭頭モーメント、杭頭変位結果

プログラムの概要・出力

概要

- 『Op.杭応答変位法』は、『SS7』の**Ver.1.1.1.15** 以上に同梱されるオプションプログラムです。
- 『SS7』のライセンスと共に『Op.杭応答変位法』のライセンスを取得した状態で『SS7』を起動することで利用できます。

出力

- 計算結果は『SS7』のシート出力と計算書の形式に出力します(出力内容は同じです)。
- 計算書形式の出力は、「構造計算書」、「結果出力・添付資料」の2種類です。
- この機能に関するメッセージは、「メッセージウィンドウ」と計算書形式の「§6 メッセージ一覧」に出力します

ライセンス取得方法

The screenshot displays the LicenseManager application window. The title bar indicates the version is Ver.3.15. The main header features the 'LicenseManager' logo and 'UNION SYSTEM Inc.' on the right. The interface includes several navigation buttons: '全ライセンス使用状況 (B)', 'ご契約AP情報 (C)', 'ライセンスの取得・返却 (A)', and '終了 (X)'. A red rectangular box highlights the '管理者メニュー & ASP申し込み (M)' button, which includes a sub-description: '登録情報の確認と変更および期限付きソフトのお申し込み'. Below this, a banner for 'Web License System' is visible, with a link to 'Web License System について' and a button for '一貫構造計算ソフトウェア'. A 'Webサイト新着情報' section contains links for '「緊急用USB」ご確認のお願い', '重要事項の説明書', and 'UNION ASP System ファーストステップガイド'. The footer identifies the company as 'ユニオンシステム株式会社' and includes the copyright notice '© UNION SYSTEM Inc. All rights reserved.'.

ライセンス取得方法

ライセンスマネージャ 管理者用

インフォメーション 登録情報の確認と変更 **期限付きソフト申込み** 期限付きソフト申込み履歴 課金ソフト実行履歴

基本開始日 西暦 年 月 日

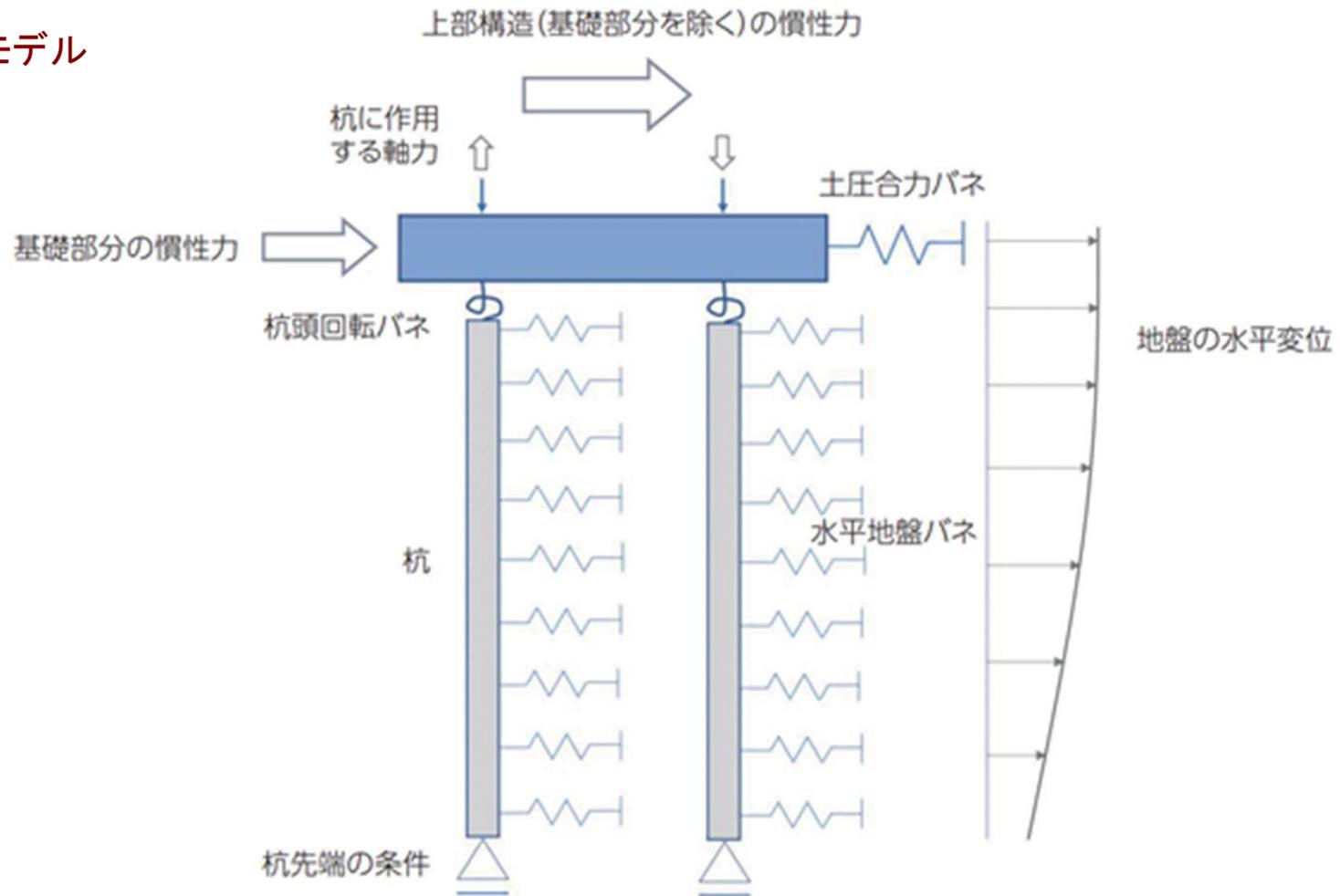
ソフト名ごとの開始日が空白の場合は、基本開始日を開始日にします。

SS7 Op.コマンド実行 [期限付き] 『SS7』Ver.1.1.1.14以上が必要です。 ※2021年9月30日まで無料で申し込みが可能です。	<input type="text"/> 年 <input type="text"/> 月 <input type="text"/> 日	90日	0円	<input type="text"/>
SS7 Op.杭応答変位法 [期限付き] 『SS7』Ver.1.1.1.15以上が必要です。 ※2021年3月31日まで無料で申し込みが可能です。	<input type="text"/> 年 <input type="text"/> 月 <input type="text"/> 日	90日	0円	<input type="text"/>
SS7 Op.床版ブレース置換 [期限付き] 『SS7』Ver.1.1.1.15以上が必要です。 ※2021年3月31日まで無料で申し込みが可能です。	<input type="text"/> 年 <input type="text"/> 月 <input type="text"/> 日	90日	0円	<input type="text"/>
SS7 Op.ゾーン入力サポート [期限付き] 『SS7』Ver.1.1.1.15以上が必要です。 ※2021年3月31日まで無料で申し込みが可能です。	<input type="text"/> 年 <input type="text"/> 月 <input type="text"/> 日	90日	0円	<input type="text"/>
SS7 ST-Bridge変換プログラム [期限付き] 内容に関するご質問は、弊社営業支店または販売店までお問い合わせください。	<input type="text"/> 年 <input type="text"/> 月 <input type="text"/> 日	90日	0円	<input type="text"/>

『Op.杭応答変位法』の機能概要

基礎地盤の水平変位を考慮した杭の解析

杭の解析モデル



『Op.杭応答変位法』の機能概要

地盤の水平変位を考慮した杭の解析

『SS7』 13.1基礎計算条件—3. Kh分布と算定方法

基礎計算条件

6. 杭の支持力計算 7. 基礎の断面算定 8. べた基礎の断面算定 9. 使用材料

1. 基本事項 2. 杭の水平抵抗と断面算定 3. kh 分布と算定方法 4. 地盤の水平変位 5. 直接基礎の支持力計算

1. kh の分布

kh 一定 『SoilBase2008』による(kh 一定)

2層地盤 『SoilBase2008』による(kh 層ごと)

『SoilBase2008』による(kh 分割層ごと)

上層厚 [m] 0.00 杭頭より 5.0 [m] 範囲の平均

2. kh の算出方法

N 値より N 値(上層) 0.0 下層 N 値 0.0

Eo より Eo(上層) 0 下層 Eo 0

杭径ごと kh

杭径 [mm]	1000	1000	1000
kh [kN/m ³]	0	0	0

N 値 : [回]、Eo : [kN/m²]

3. 液状化による kh の低減

低減しない 『SoilBase2008』による低減

kh の低減率 突出杭による低減(kh = 0)

低減率 1.000 突出長 [m] 0.00

4. N 値、Eo による kh の算定式

kh 算定式の定数α 80

粘性土の層で平均 N 値によるときの定数α 60

5. kh の非線形性

線形

非線形

変位 1cm 未満の非線形性を考慮

しない

する

kh-y 関係をみる単位

全体

層ごと

分割層ごと

6. 分割層の設定

分割層の最大厚 [m] 1.00

7. kh の非線形性・土圧合力パネの収束計算

最大回数 99

赤枠はすべて必須条件

『Op.杭応答変位法』の機能概要

地盤の水平変位—入力設定画面

『SS7』13.1基礎計算条件—4. 地盤の水平変位

直接入力画面

基礎計算条件

6. 杭の支持力計算 7. 基礎の断面算定 8. べた基礎の断面算定

1. 基本事項 2. 杭の水平抵抗と断面算定 3. kh 分布と算定方法 4. 地盤の水平変位

1. 地盤の水平変位の考慮

しない

する

2. 地盤の水平変位の設定

略算法

直接入力

表層の土質

粘性土

砂質土

※直接入力は「13.10.4 地盤の水平変位の直接入力」で行います。
事前に「13.10.1 地盤符号の登録」が必要です。

3. 慣性力と地盤の水平変位の組合せ係数

	X方向	Y方向
基礎部分を除く上部構造の慣性力	1.00	1.00
基礎部分の慣性力	1.00	1.00
地盤の水平変位	0.00	0.00

表層の土層を
粘性土か砂質土のいずれかに
明確に区別できない場合、
両方の土質を仮定した計算を行い、
地表変位 D_{max} の値が大きい方の
結果を採用

地盤の水平変位の直接入力

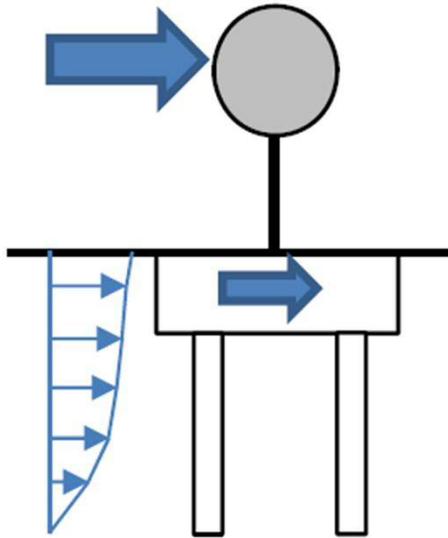
GD1

	深度	水平変位
	m	m
1	0.00	0.04731
2	0.39	0.04725
3	1.80	0.04704
4	2.80	0.04671
5	3.74	0.04637
6	4.68	0.04590
7	5.62	0.03379
8	6.56	0.02605
9	7.50	0.02108
10	8.43	0.01652
11	9.35	0.01612
12	10.28	0.01566
13	11.20	0.01518
14	12.14	0.01422
15	13.07	0.01321

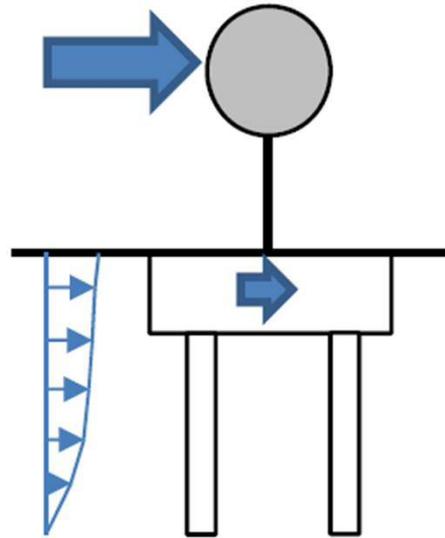
地盤の水平変位は、直接入力または
建築基礎構造設計指針2019「4.5節 地盤の水平変位による荷重」
に記載の算定法a1・b1による方法(以下、略算法)のどちらかによります。

慣性力と地盤の水平変位の組み合わせ

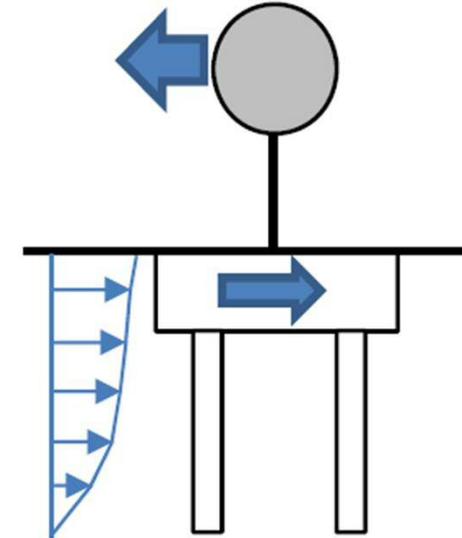
- 上部構造慣性力，基礎部慣性力，地盤水平変位の同時性を考慮して，組み合わせ倍率を指定できます。マイナスの倍率を指定した場合は，地震力の加力方向に対して逆向きとなります。



上部構造慣性力を 1.0 倍
基礎部慣性力を 1.0 倍
地盤水平変位を 1.0 倍
(倍率未指定の場合)



上部構造慣性力を 1.0 倍
基礎部慣性力を 0.5 倍
地盤水平変位を 0.5 倍



上部構造慣性力を -0.5 倍
基礎部慣性力を 1.0 倍
地盤水平変位を 1.0 倍

慣性力と地盤の水平変位の組み合わせ

建物の固有周期(T_b)と地盤の固有周期(T_g)の関係による 組み合わせ係数

		上部構造の 慣性力	基礎部分の 慣性力	地盤の 水平変位
$T_b/T_g < 1$ (同位相) 同時に最大になるケース		1.00	1.00	1.00
$T_b/T_g \doteq 1$	地盤変位が卓越 (同位相・逆位相)	$0.50 < \beta_1 < 1$	1.00	1.00
	上部構造慣性力が卓越 (同位相・逆位相)	1.00	$0.50 < \alpha_1 = \beta_2 < 1$	$0.50 < \alpha_1 = \beta_2 < 1$
$T_b/T_g > 1$	地盤変位が卓越 (同位相・逆位相)	0.50	1.00	1.00
	上部構造慣性力が卓越 (同位相・逆位相)	1.00	0.50	0.50

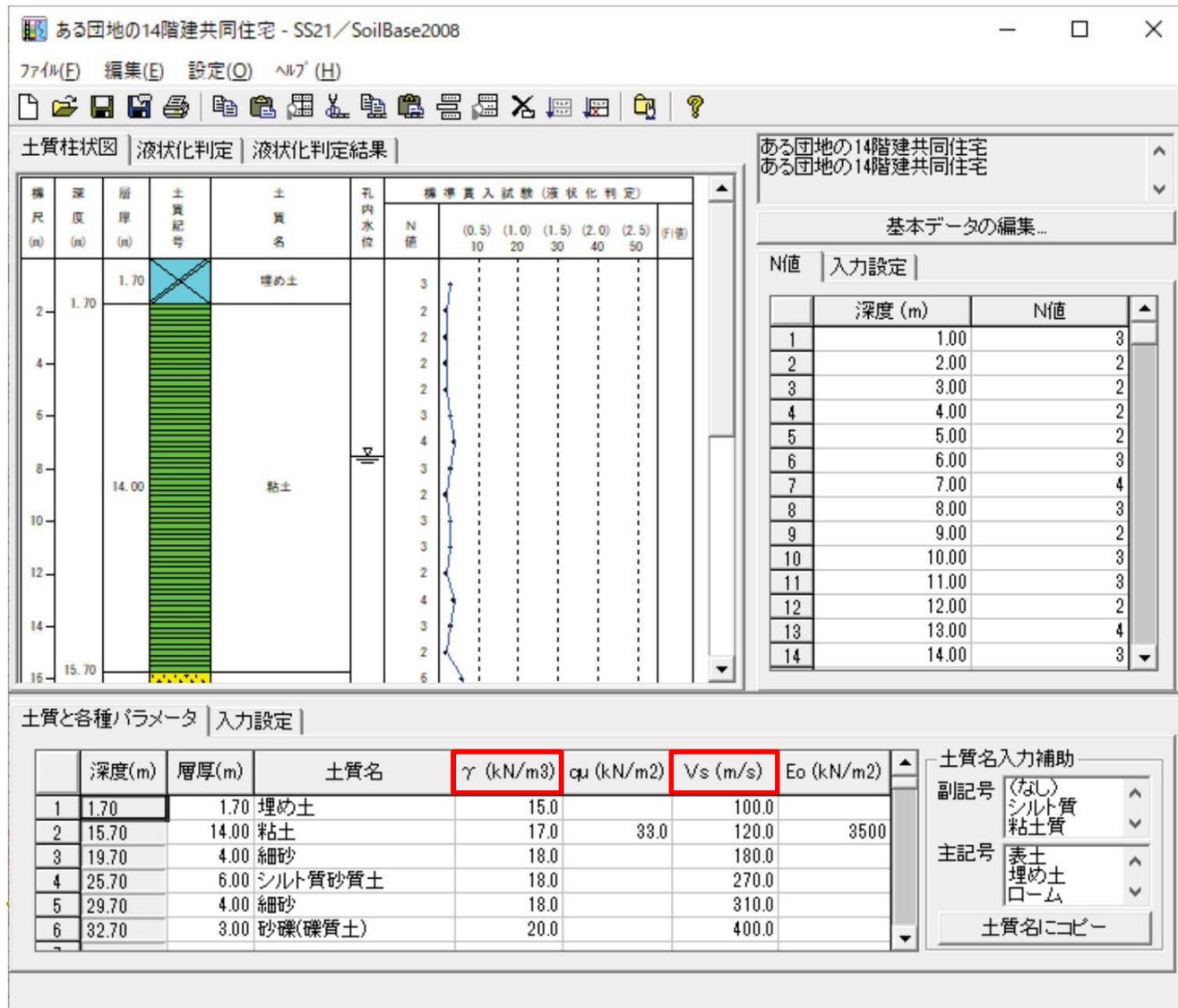
α_1 = 杭頭曲げモーメント最大時の地盤変位 / 地盤変位の最大値

β_1 = 杭頭曲げモーメント最大時の上部構造慣性力 / 上部構造慣性力の最大値

β_2 = 杭頭曲げモーメント最大時の基礎部慣性力 / 基礎部慣性力の最大値

『Op.杭応答変位法』の機能概要

地盤の水平変位の算定方法—『SoilBase2008』



地盤の水平変位を計算するには、「単位重量 γ 」「せん断波速度 V_s 」の入力が必要です

『Op.杭応答変位法』の機能概要

地盤の水平変位の算定方法—計算結果

構造計算書12.1.6.1地盤の水平変位(略算)

地盤の初期固有周期 T_0	秒	0.756
地震荷重レベルにより決まる定数 L		0.2 (レベル1=0.2 レベル2=1.0)
表層の土質の動的変形特性から決まる定数 C_α		40 (粘性土=25 砂質土=40)
地盤周期の伸び α		1.184 ($\alpha \leq 4$)
地震荷重の加速度一定領域の影響を考慮する補正係数 f_a		1.000
地盤の表層と工学的基盤の初期インピーダンス比 R_{zo}		0.452
$(\gamma_i V_{soi} / \gamma_b V_{sb})^\beta$ の β 値		0.163
表層の土質の $G-\gamma$ 関係から決まる定数 C_1		0.0015 (粘性土=0.0028 砂質土=0.0015)
表層の土質の減衰特性から決まる定数 C_2		0.66 (粘性土=0.53 砂質土=0.66)
非液状化時の地表変位 D_{max}'	m	0.01808

Δd_i : 液状化による地盤水平変位

i	深度 m	H_i m	γ_i kN/m ³	m_i Mg	V_{soi} m/s	$(\gamma_i V_{soi} / \gamma_b V_{sb})^\beta$	V_{sei} m/s	k_i kN/m	u_i	$\sum m_i u_i$	u_i^*	D_i' m	Δd_i m	D_i m
1	0.00	0.850	15.0	0.651	100.0	0.762	76.2	10433	1.00000	0.651	1.00000	0.01808	0.01060	0.02868
2	0.85	0.850	15.0	1.301	100.0	0.762	76.2	10433	0.99688	1.947	0.99607	0.01801	0.01060	0.02861
3	1.70	1.000	18.0	1.568	140.0	0.829	116.0	24696	0.98754	3.495	0.98431	0.01779	0.01060	0.02839
4	2.70	1.000	18.0	1.836	140.0	0.829	116.0	24696	0.98046	5.295	0.97538	0.01763	0.01060	0.02823
5	3.70	1.000	18.0	1.836	140.0	0.829	116.0	24696	0.96972	7.074	0.96186	0.01739	0.01060	0.02799
6	4.70	1.000	18.0	1.836	140.0	0.829	116.0	24696	0.95538	8.828	0.94380	0.01706	0.01060	0.02766
7	5.70	1.000	18.0	1.836	140.0	0.829	116.0	24696	0.93748	10.549	0.92125	0.01665	0.01060	0.02725
8	6.70	1.000	18.0	1.836	140.0	0.829	116.0	24696	0.91609	12.230	0.89431	0.01617	0.00675	0.02292
9	7.70	1.000	17.0	1.785	120.0	0.801	96.1	15997	0.89129	13.821	0.86308	0.01560	0.00153	0.01713
10	8.70	1.000	17.0	1.734	120.0	0.801	96.1	15997	0.84803	15.291	0.80859	0.01462		0.01462
11	9.70	1.000	17.0	1.734	120.0	0.801	96.1	15997	0.80017	16.678	0.74830	0.01353		0.01353
12	10.70	1.000	17.0	1.734	120.0	0.801	96.1	15997	0.74796	17.974	0.68254	0.01234		0.01234

ケーススタディ

「地震力に対する建築物の基礎の設計指針」計算例1

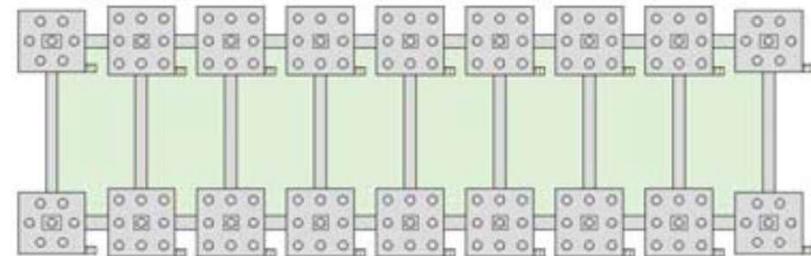


ある団地に建つ14階建共同住宅

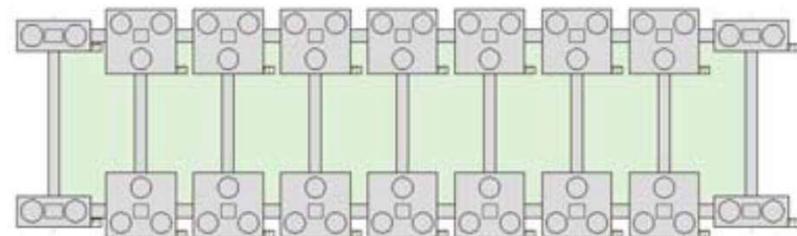
「PHC杭」と「場所打ちコンクリート杭」の例
に対して、地盤の水平変位を考慮した解
析。

また、「液状化がない場合」と、「ある場合」
で地盤の水平変位の影響の変化を確認。

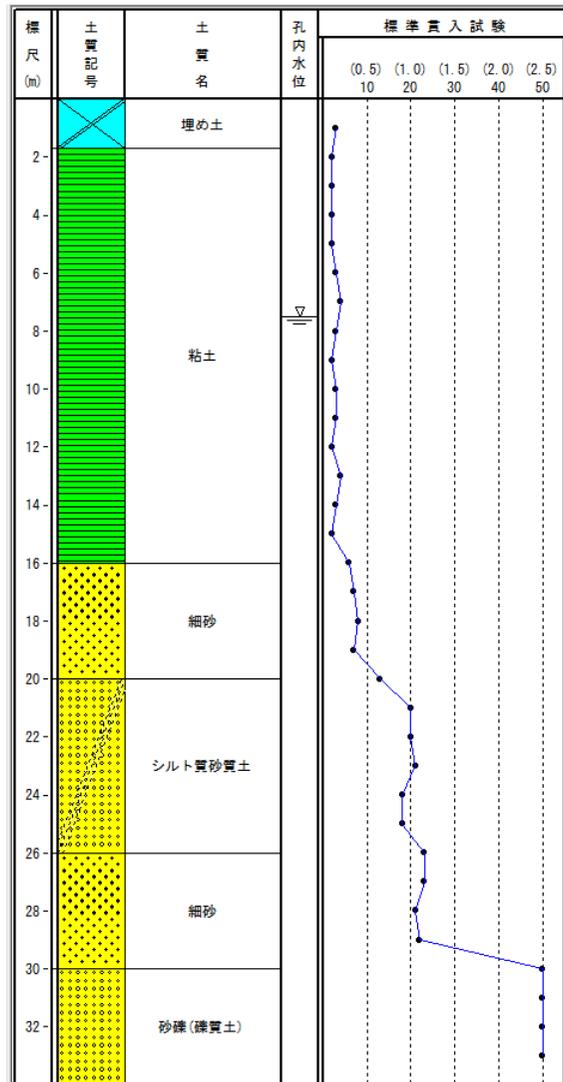
PHC杭(杭径600mm 154本)



場所打ちコンクリート杭(杭径1500mm 42本)



ケーススタディ 1 粘土層(1.7m~16m)

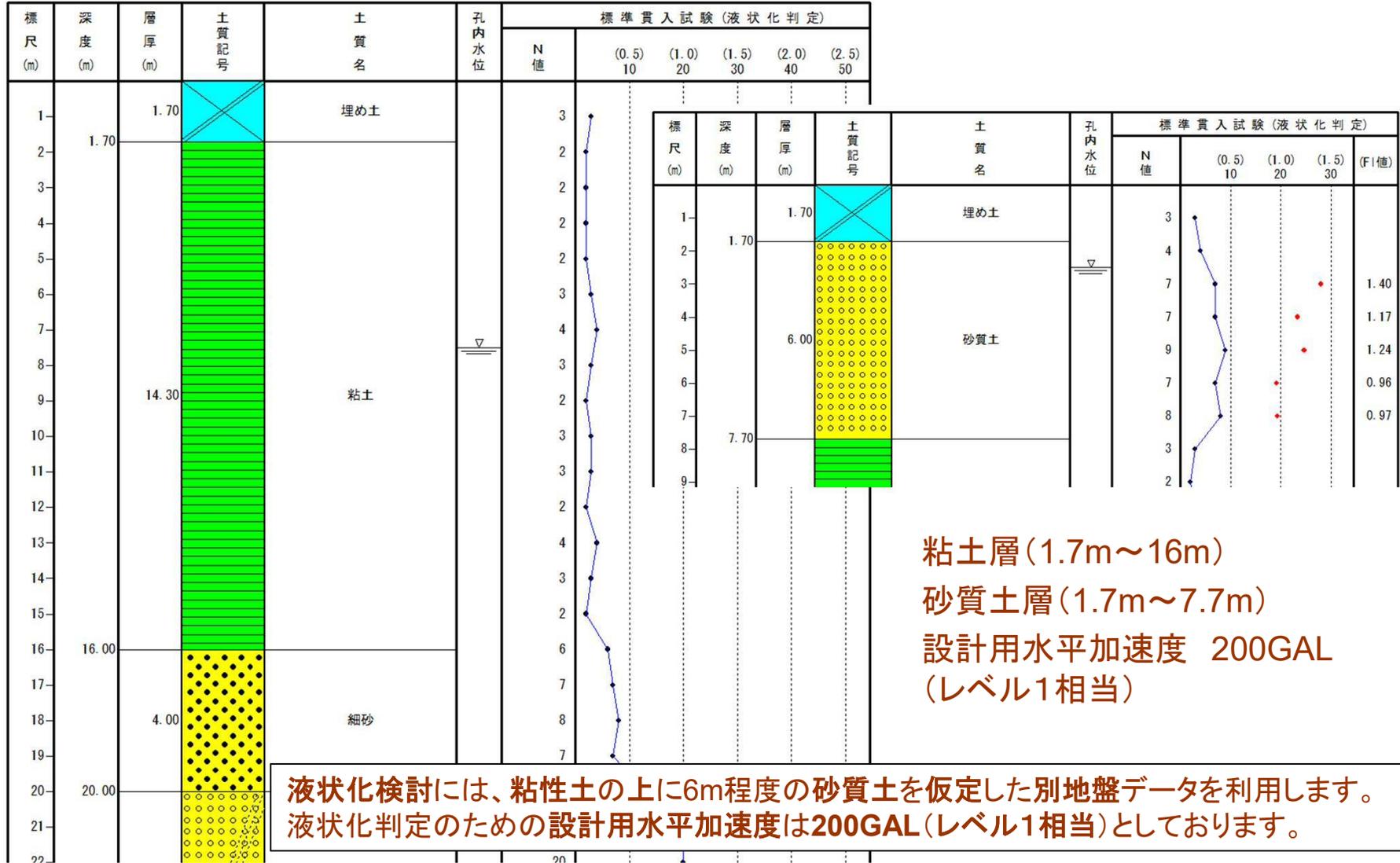


「地震力に対する建築物の基礎の設計指針」 計算例1

せん断波速度は、「太田・後藤式」による推定値で仮定

単位重量は $17\text{KN/m}^3 \sim 18\text{KN/m}^3$ で仮定

地盤データ



ケーススタディ 1 粘土層(1.7m~16m)

PHC杭 液状化非考慮

地盤バネ(kh) 線形

杭水平力 考慮

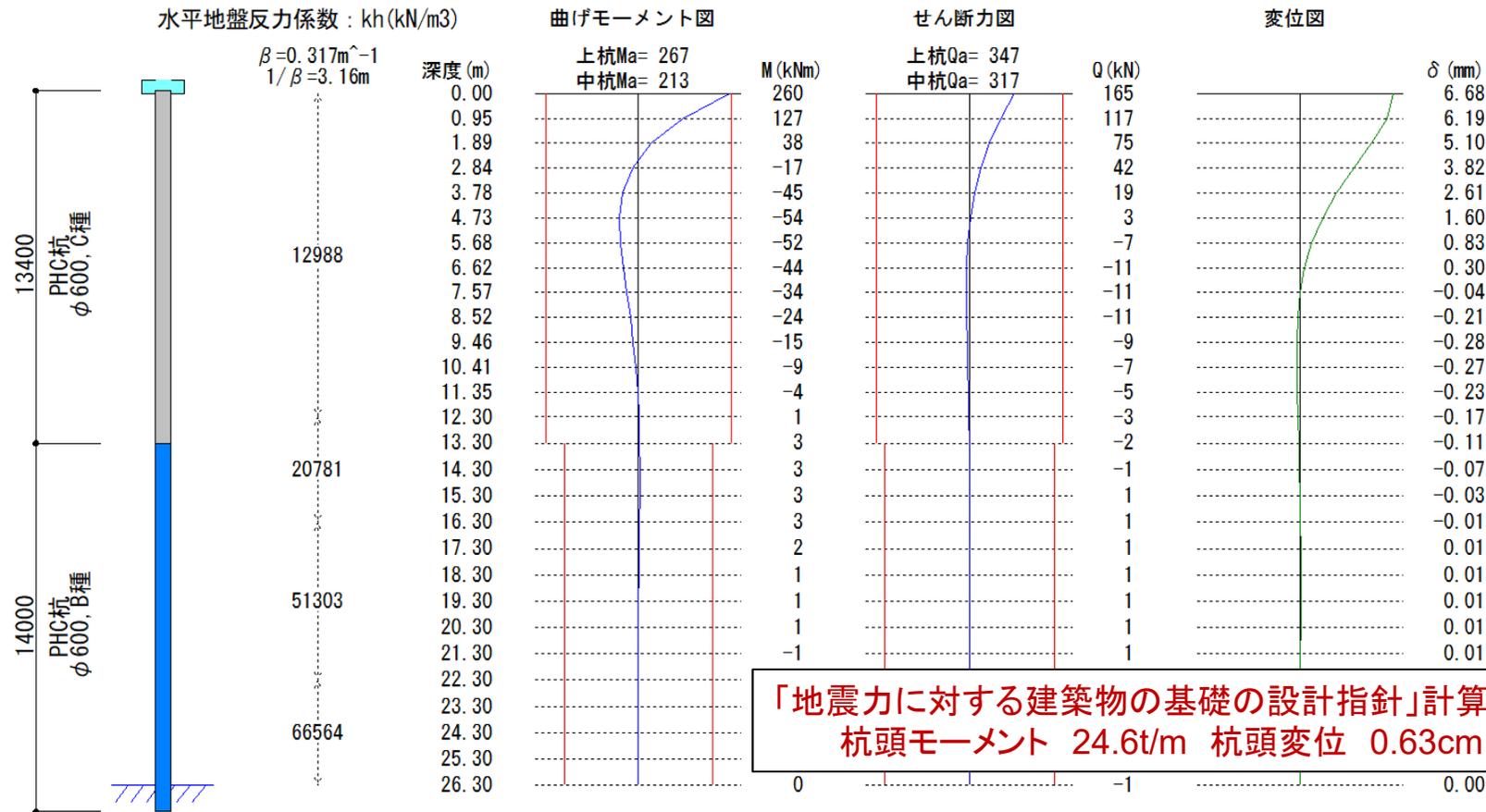
地盤水平変位 無視

杭符号 : P1
支点位置 : X1 - Y1

杭頭固定度 : 1.000
杭先端の状態 : ピン

決定ケース 曲げ : L+Ex
軸力(kN) : 76

せん断 : L+Ex
76



ケーススタディ 1 粘土層(1.7m~16m)

PHC杭 液状化非考慮

地盤バネ(kh) 非線形

杭水平力 考慮

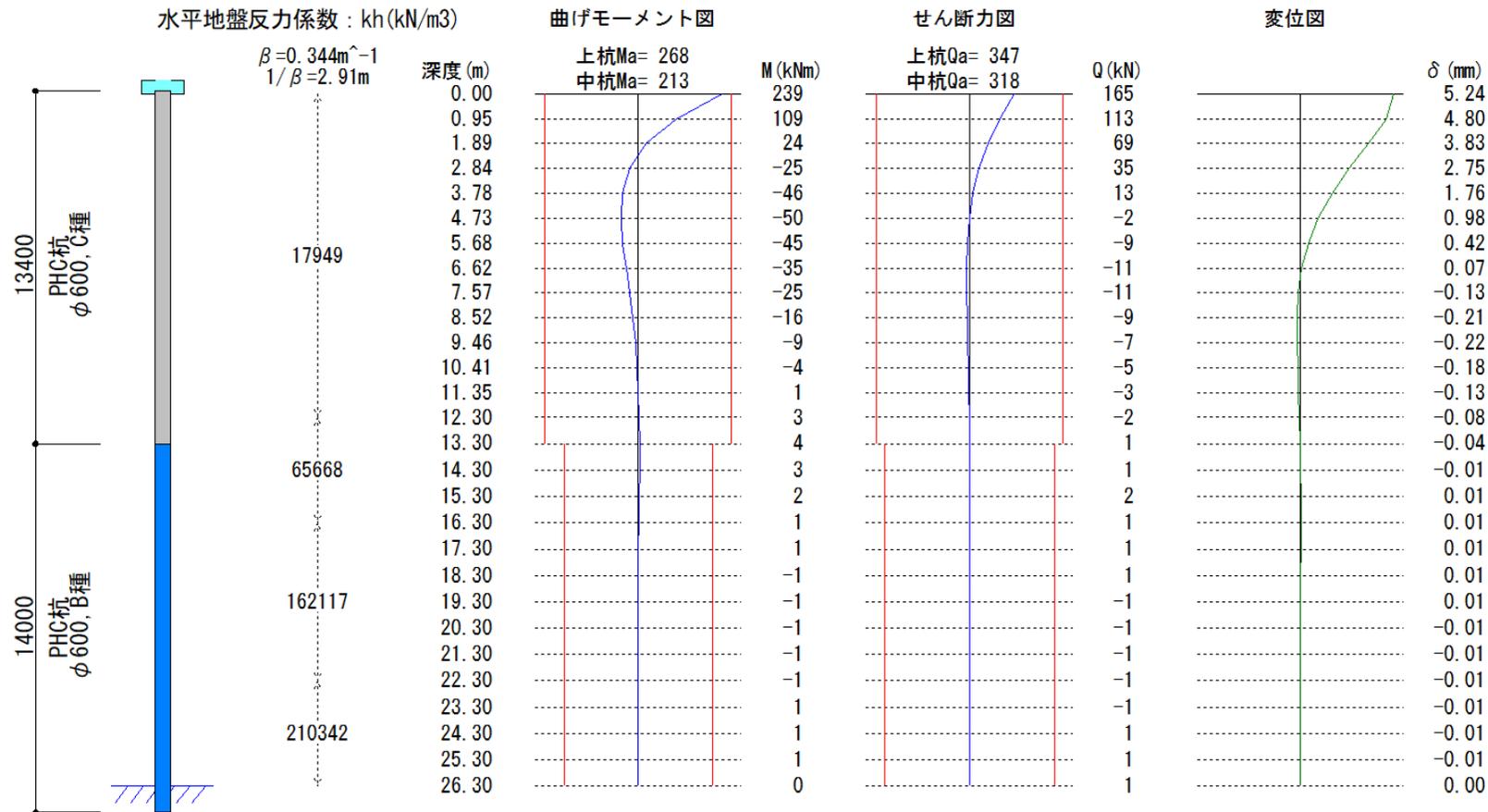
地盤水平変位 無視

杭符号 : P1
支点位置 : X1 - Y1

杭頭固定度 : 1.000
杭先端の状態 : ピン

決定ケース 曲げ : L+Ex
軸力(kN) : 82

せん断 : L+Ex
82



ケーススタディ 1 粘土層(1.7m~16m)

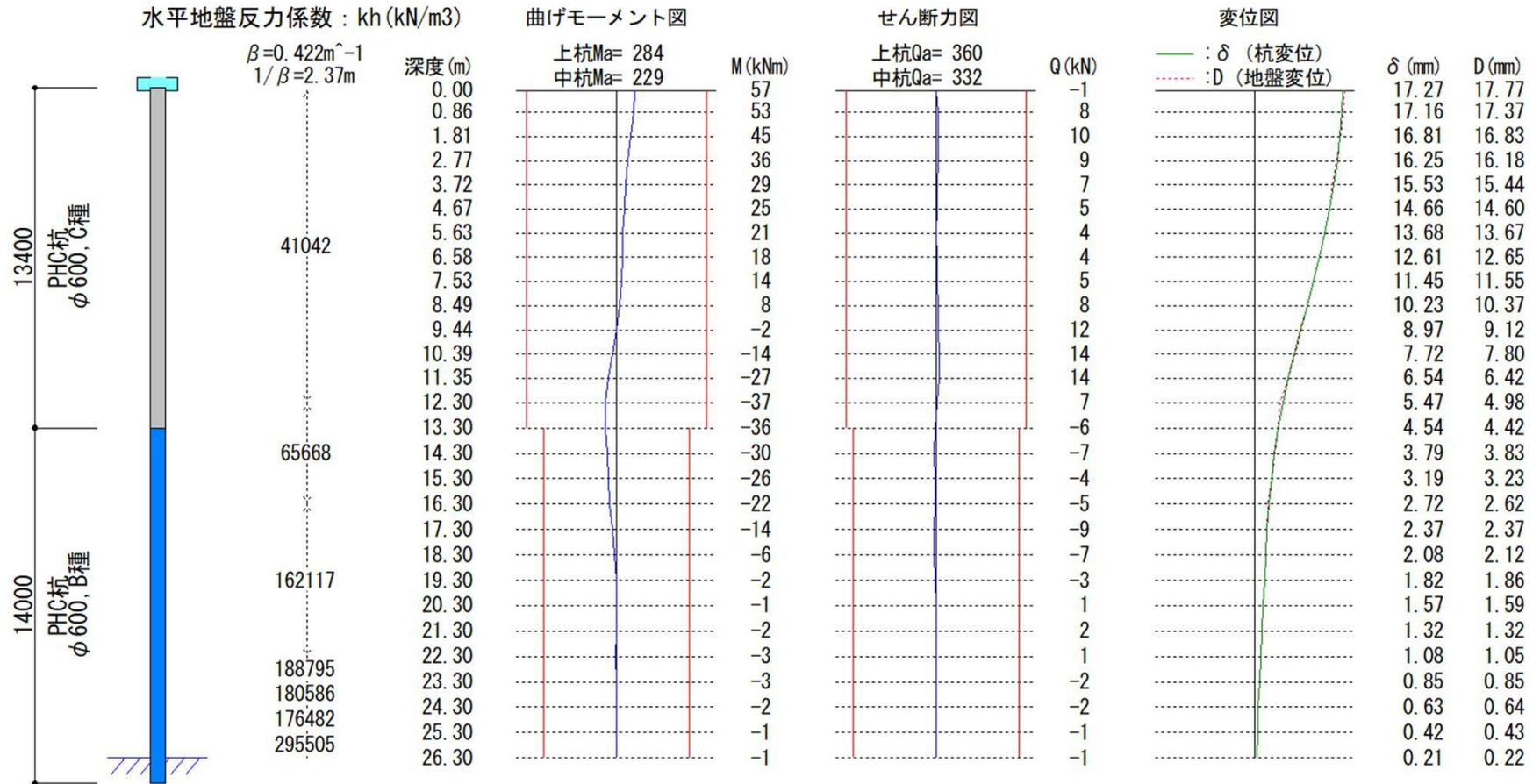
PHC杭 液状化非考慮

地盤バネ(kh) **非線形**

杭水平力 **無視**

地盤水平変位 **考慮**

杭符号 : P1 杭頭固定度 : 1.000 決定ケース 曲げ : L+Ex せん断 : L+Ex
 支点位置 : X1 - Y1 杭先端の状態 : ピン(水平自由) 軸力(kN) : 223 223



ケーススタディ 1 粘土層(1.7m~16m)

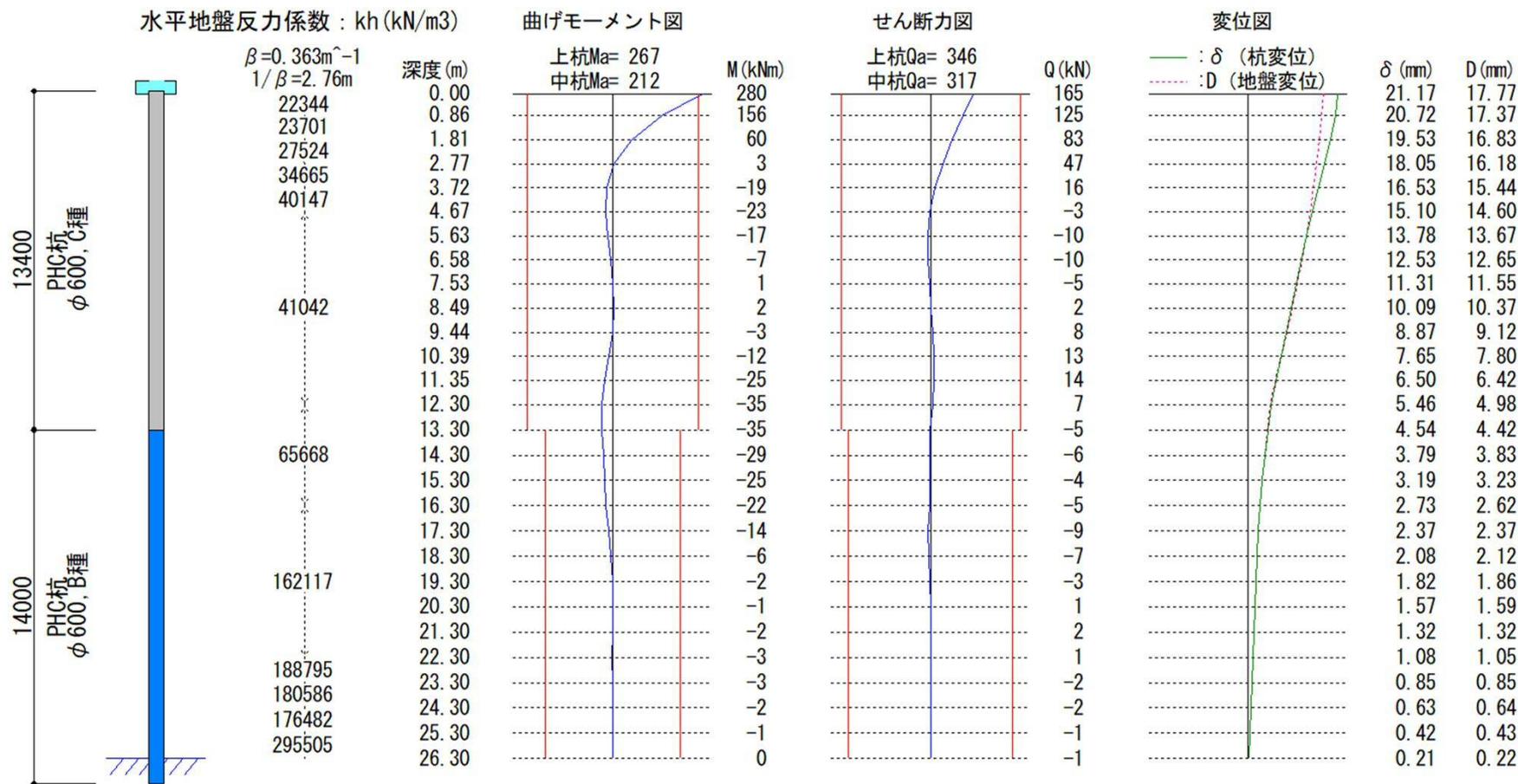
PHC杭 液状化非考慮

地盤バネ(kh) **非線形**

杭水平力 **考慮**

地盤水平変位 **考慮**

杭符号 : P1 杭頭固定度 : 1.000 決定ケース 曲げ : L+Ex せん断 : L+Ex
 支点位置 : X1 - Y1 杭先端の状態 : ピン(水平自由) 軸力(kN) : 71 71



ケーススタディ 2 砂質土(1.7m~7.7m)粘土層(7.7m~15.7m)

PHC杭 液状化考慮

地盤バネ(kh)線形

杭水平力 考慮

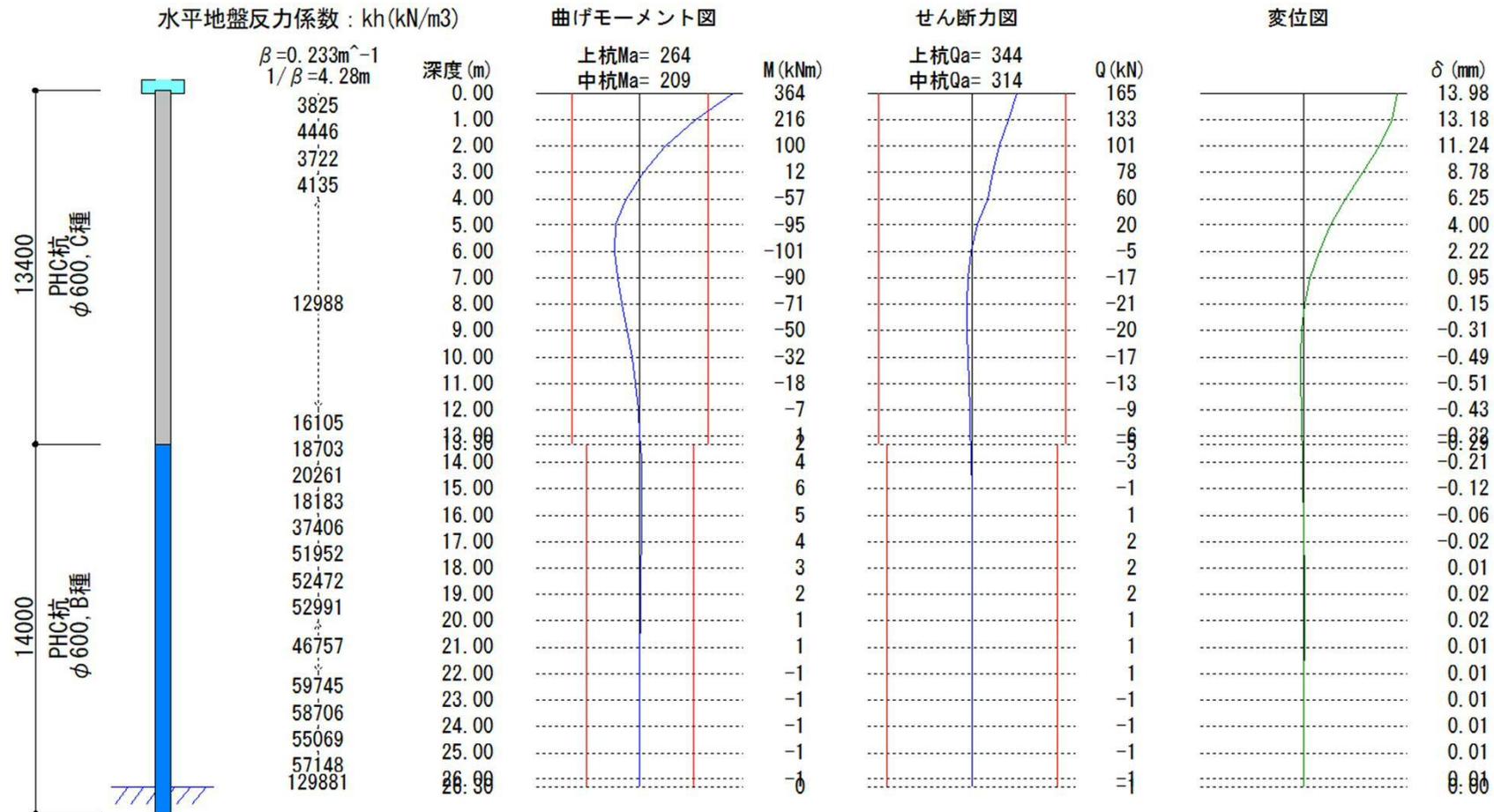
地盤水平変位 無視

杭符号 : P1
支点位置 : X1 - Y1

杭頭固定度 : 1.000
杭先端の状態 : ピン

決定ケース 曲げ : L+Ex
軸力 (kN) : 47

せん断 : L+Ex
47



ケーススタディ 2 砂質土(1.7m~7.7m)粘土層(7.7m~15.7m)

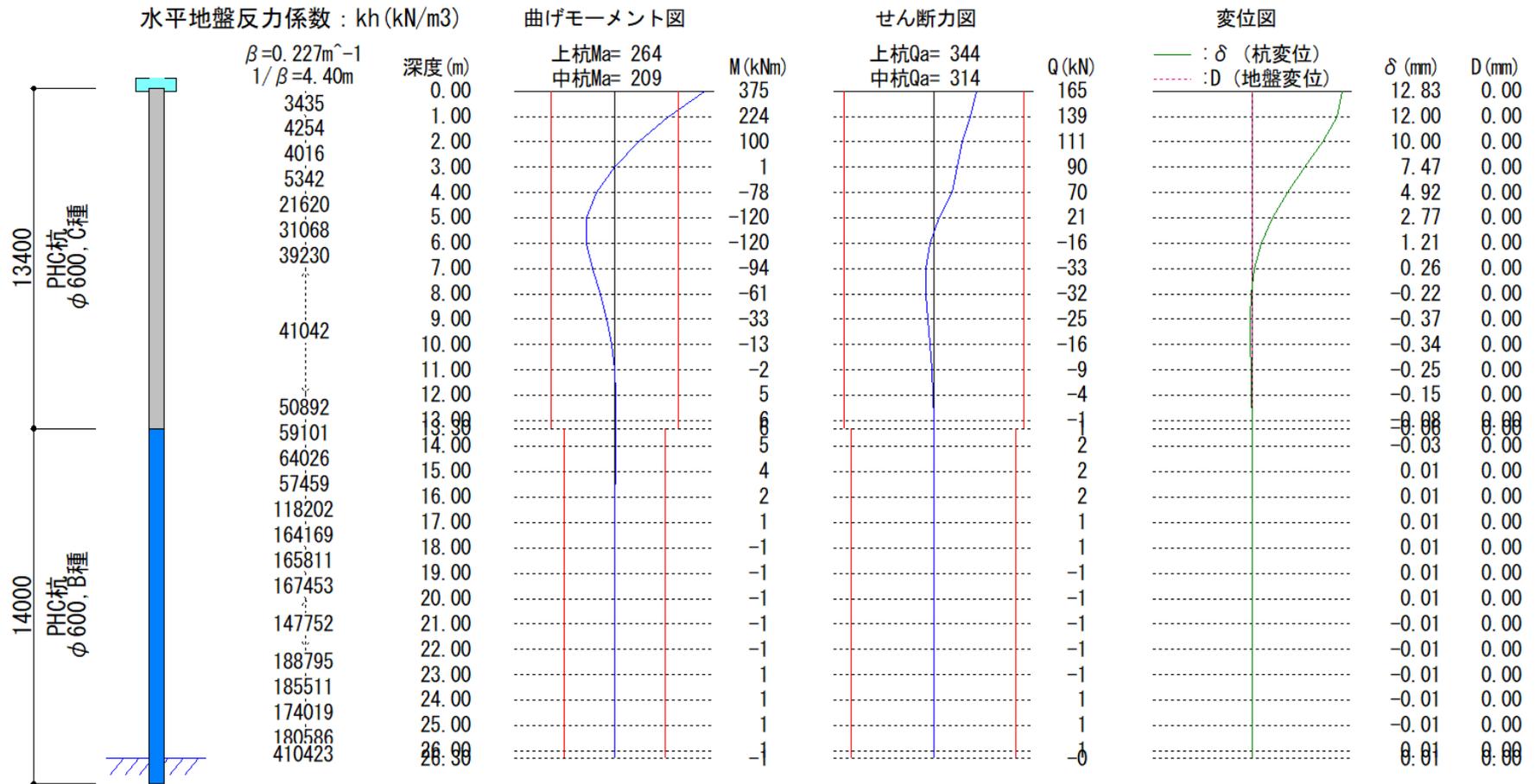
PHC杭 液状化考慮

地盤バネ(kh)非線形

杭水平力 考慮

地盤水平変位 無視

杭符号 : P1 杭頭固定度 : 1.000 決定ケース 曲げ : L+Ex せん断 : L+Ex
 支点位置 : X1 - Y1 杭先端の状態 : ピン(水平自由) 軸力(kN) : 44 44



ケーススタディ 2 砂質土(1.7m~7.7m)粘土層(7.7m~15.7m)

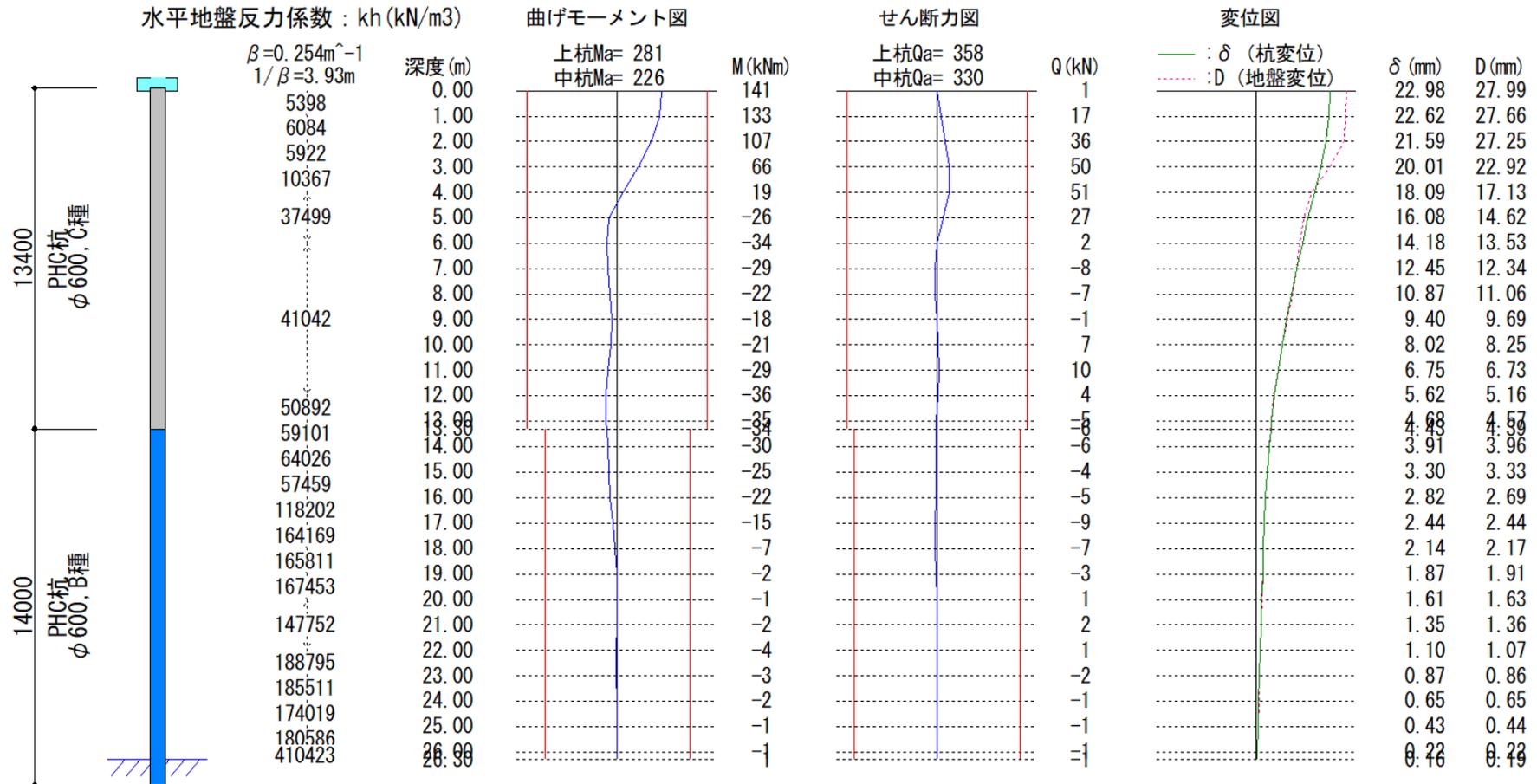
PHC杭 液状化考慮

地盤バネ(kh)非線形

杭水平力 無視

地盤水平変位 考慮

杭符号 : P1 杭頭固定度 : 1.000 決定ケース 曲げ : L+Ex せん断 : L+Ex
 支点位置 : X1 - Y1 杭先端の状態 : ピン(水平自由) 軸力(kN) : 199



ケーススタディ 2 砂質土(1.7m~7.7m)粘土層(7.7m~15.7m)

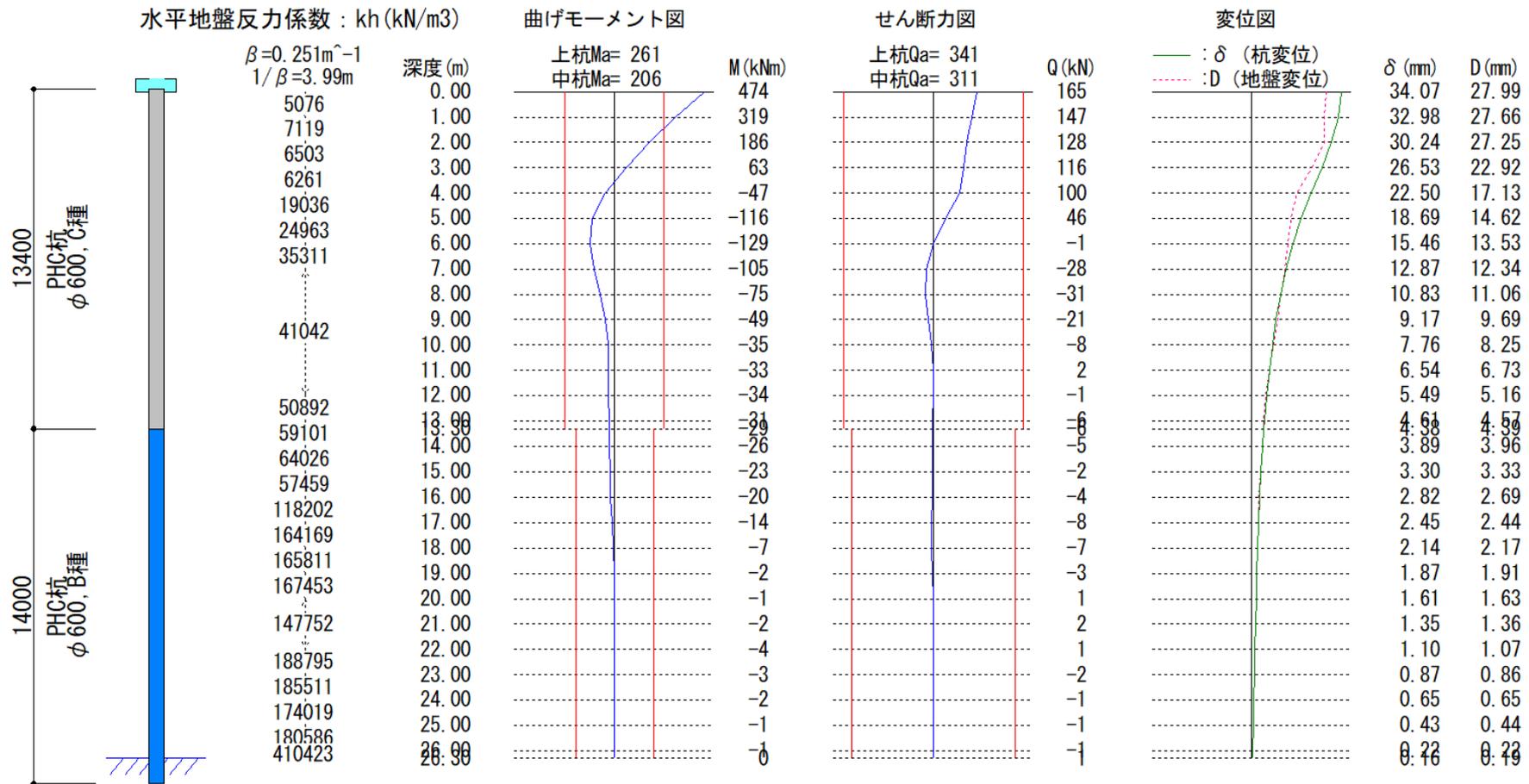
PHC杭 液状化考慮

地盤バネ(kh)非線形

杭水平力 考慮

地盤水平変位 考慮

杭符号 : P1 杭頭固定度 : 1.000 決定ケース 曲げ : L+Ex せん断 : L+Ex
 支点位置 : X1 - Y1 杭先端の状態 : ピン(水平自由) 軸力(kN) : 16 16



ケーススタディのまとめ

地盤1 (砂質土6m)				杭頭M (KNm)	地中部M (KNm)	杭頭変位 (cm)	地盤変位 (cm)	
PHC杭 Q=164KN	液状化なし	慣性力	線形	232	45	0.483	0.000	
			非線形	198	41	0.258	0.000	
		地盤変位		1.0倍	45	38	1.716	1.739
		慣性力+地盤変位			232	37	1.957	1.739
	液状化あり	慣性力	線形	364	101	1.398	0.000	
			非線形	375	120	1.283	0.000	
		地盤変位		1.3倍	141	34	2.298	2.799
		慣性力+地盤変位			474	129	3.407	2.799
場所打ち コンクリート杭 Q=572KN	液状化なし	慣性力	線形	1601	313	0.624	0.000	
			非線形	1447	316	0.389	0.000	
		地盤変位		1.53倍	1151	581	1.658	1.739
		慣性力+地盤変位			2452	672	1.957	1.739
	液状化あり	慣性力	線形	2465	614	1.241	0.000	
			非線形	2457	713	1.078	0.000	
		地盤変位		1.46倍	1181	588	1.677	2.799
		慣性力+地盤変位			3611	1083	2.735	2.799

基礎指針では地盤変位が小さく、杭応力に大きな影響を与えないと判断される場合は、レベル1荷重に対しては、地盤変位を無視した検討を行うことも可能という記載がありますが、同じ地盤変位(液状化なし1.739cm、液状化あり2.799cm)であっても、液状化の有無や、使用する杭の種類によって、影響の度合いが大きく異なることがわかります。

ケーススタディ 3 荷重の組み合わせ係数を指定

建物の固有周期(T_b)と地盤の固有周期(T_g)

『SS7』の構造計算書から T_b 、 T_g を抽出

- ・ T_b : [4.7.1 地震力に関する係数など]
[一次固有周期 T]
- ・ T_g : [12.1.6.1 地地盤の水平変位(略算)]
「地盤の初期固有周期 T_0 」と「地盤周期の延び α 」を掛けた値

今回のデータ

$T_b=0.84$ 秒(=0.02h)

$T_g=T_0 \times \alpha=0.756 \times 1.184=0.895$ 秒

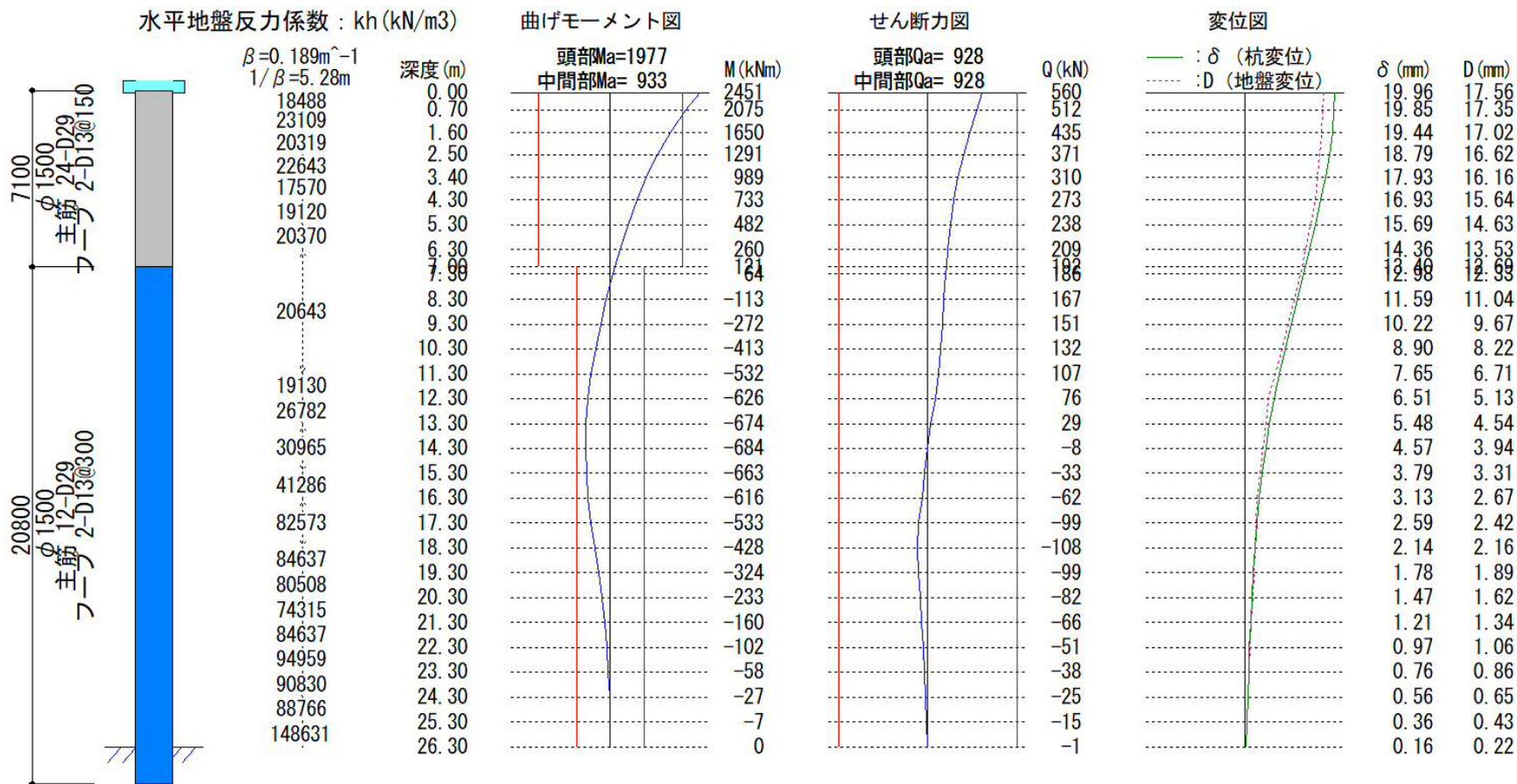
$T_b/T_g=0.93$ ですが、 $T_g \doteq T_b$ として逆位相も検討してみます。

ケーススタディ 3 荷重の組み合わせ係数を指定

場所打ちコンクリート杭 液状化がない場合

杭符号 : P1 杭頭固定度 : 1.000 決定ケース 曲げ : L+Ex せん断 : L+Ex
 支点位置 : X1 - Y1 杭先端の状態 : ピン(水平自由) 軸力 (kN) : -415 -415

上部構造の慣性力 1.0倍
 基礎部分の慣性力 1.0倍
 地盤の水平変位 1.0倍

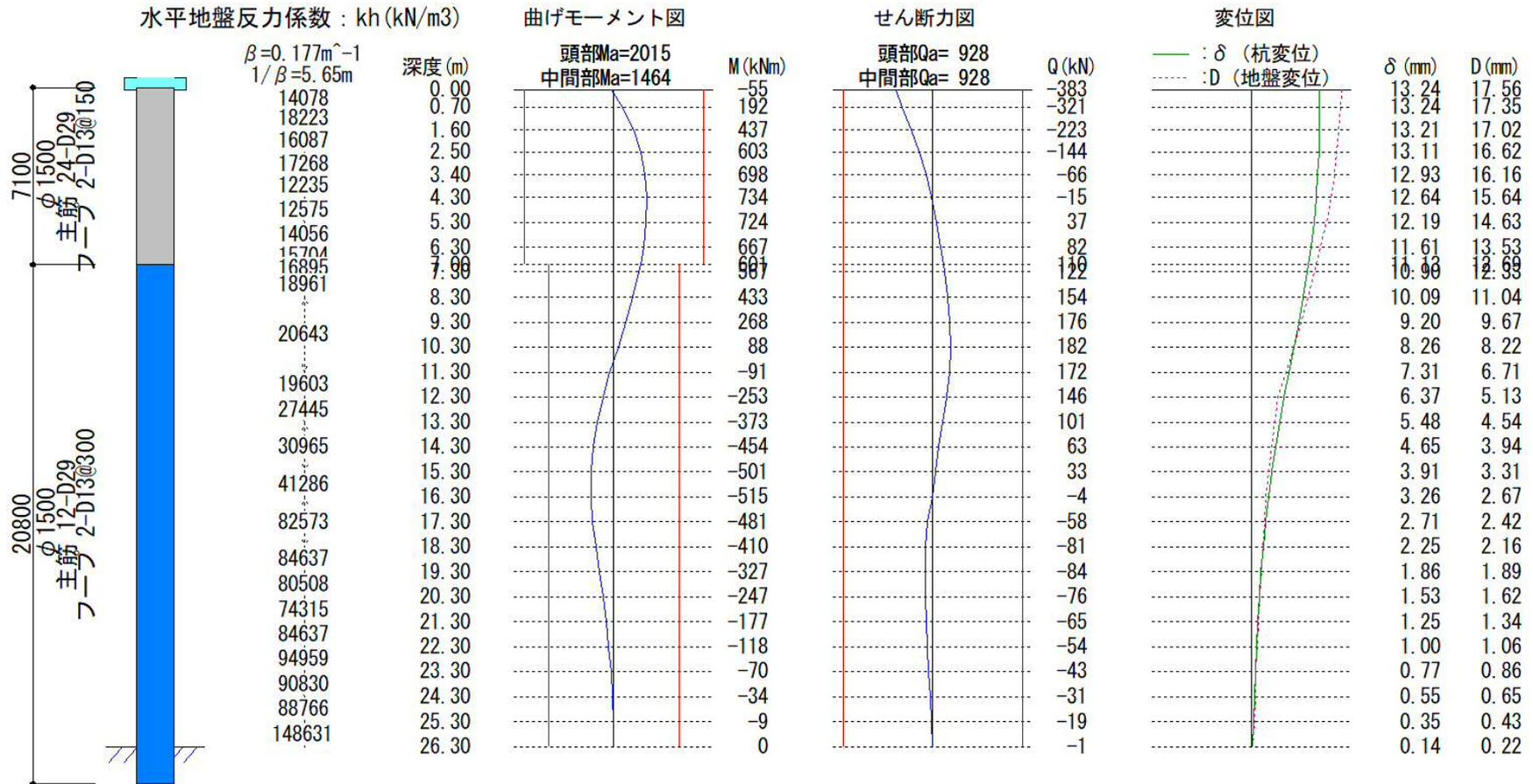


ケーススタディ 3 荷重の組み合わせ係数を指定

場所打ちコンクリート杭 液状化がない場合

上部構造の慣性力 -1.0倍
 基礎部分の慣性力 1.0倍
 地盤の水平変位 1.0倍

杭符号 : P1 杭頭固定度 : 1.000 決定ケース 曲げ : L+Ex せん断 : L+Ex
 支点位置 : X1 - Y1 杭先端の状態 : ピン(水平自由) 軸力(kN) : 819 819

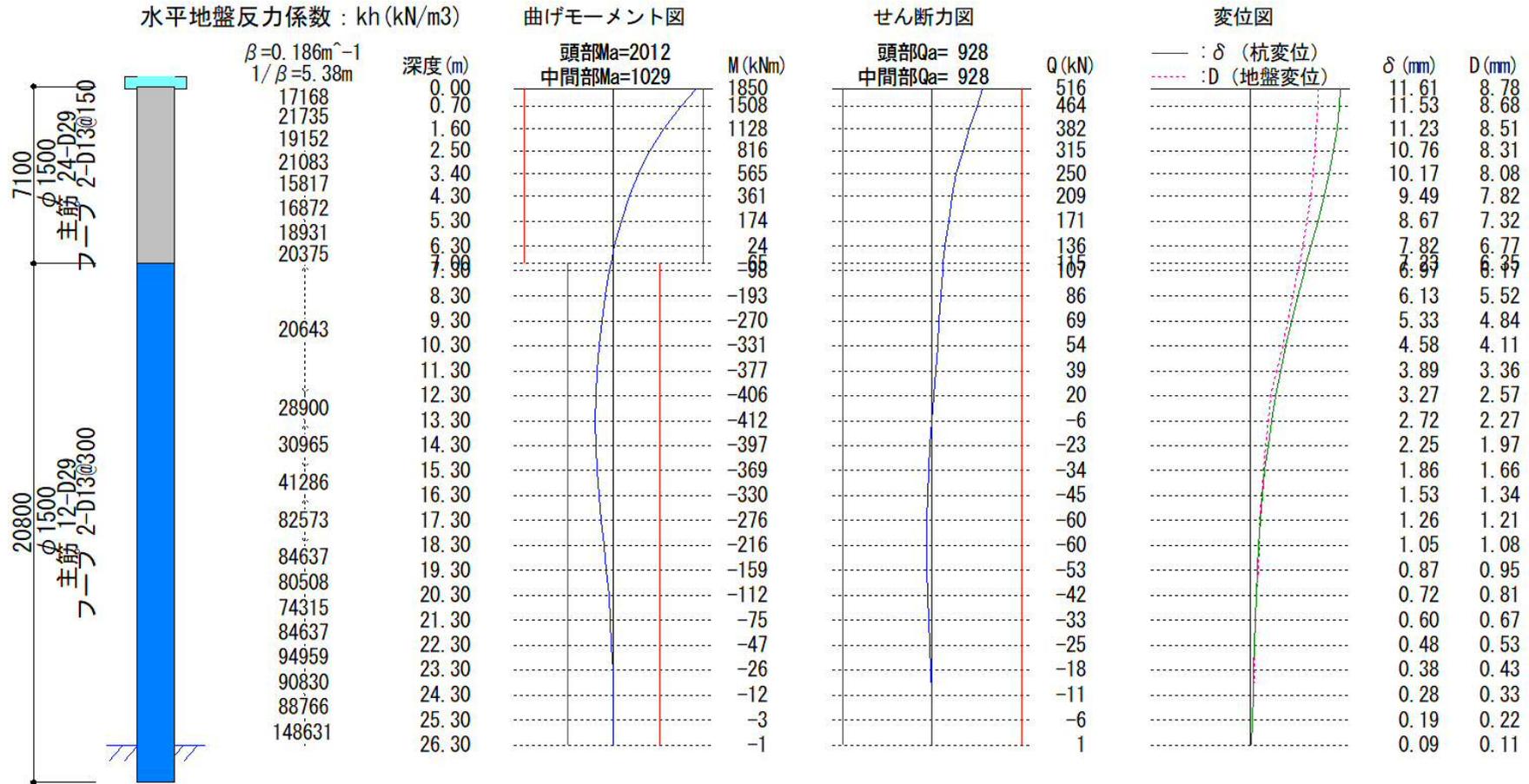


ケーススタディ 3 荷重の組み合わせ係数を指定

場所打ちコンクリート杭 液状化がない場合

杭符号 : P1 杭頭固定度 : 1.000 決定ケース 曲げ : L+Ex せん断 : L+Ex
 支点位置 : X1 - Y1 杭先端の状態 : ピン(水平自由) 軸力 (kN) : -232 -232

上部構造の慣性力 1.0倍
 基礎部分の慣性力 0.5倍
 地盤の水平変位 0.5倍

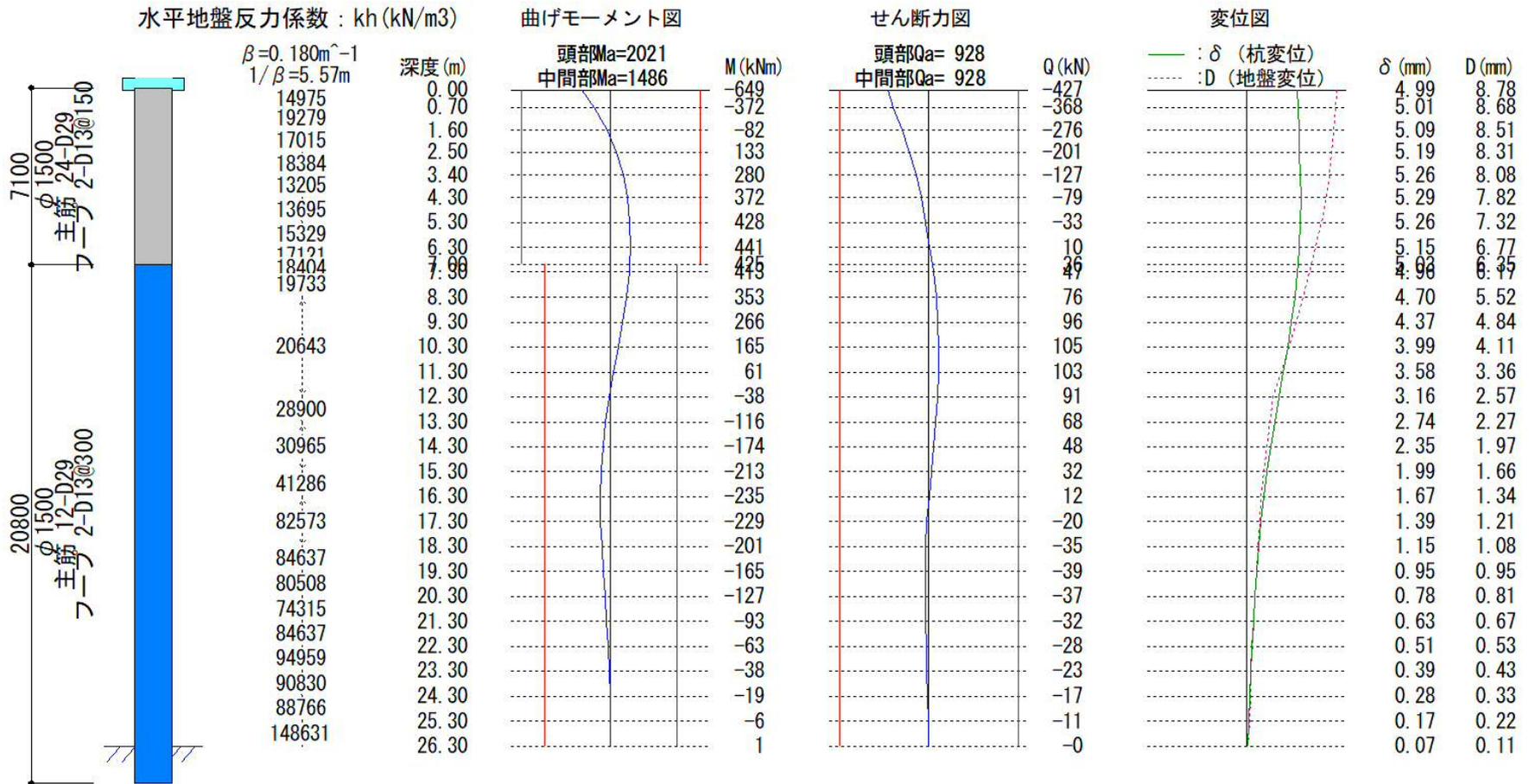


ケーススタディ 3 荷重の組み合わせ係数を指定

場所打ちコンクリート杭 液状化がない場合

上部構造の慣性力 -1.0倍
 基礎部分の慣性力 0.5倍
 地盤の水平変位 0.5倍

杭符号 : P1 杭頭固定度 : 1.000 決定ケース 曲げ : L+Ex せん断 : L+Ex
 支点位置 : X1 - Y1 杭先端の状態 : ピン(水平自由) 軸力 (kN) : 1000

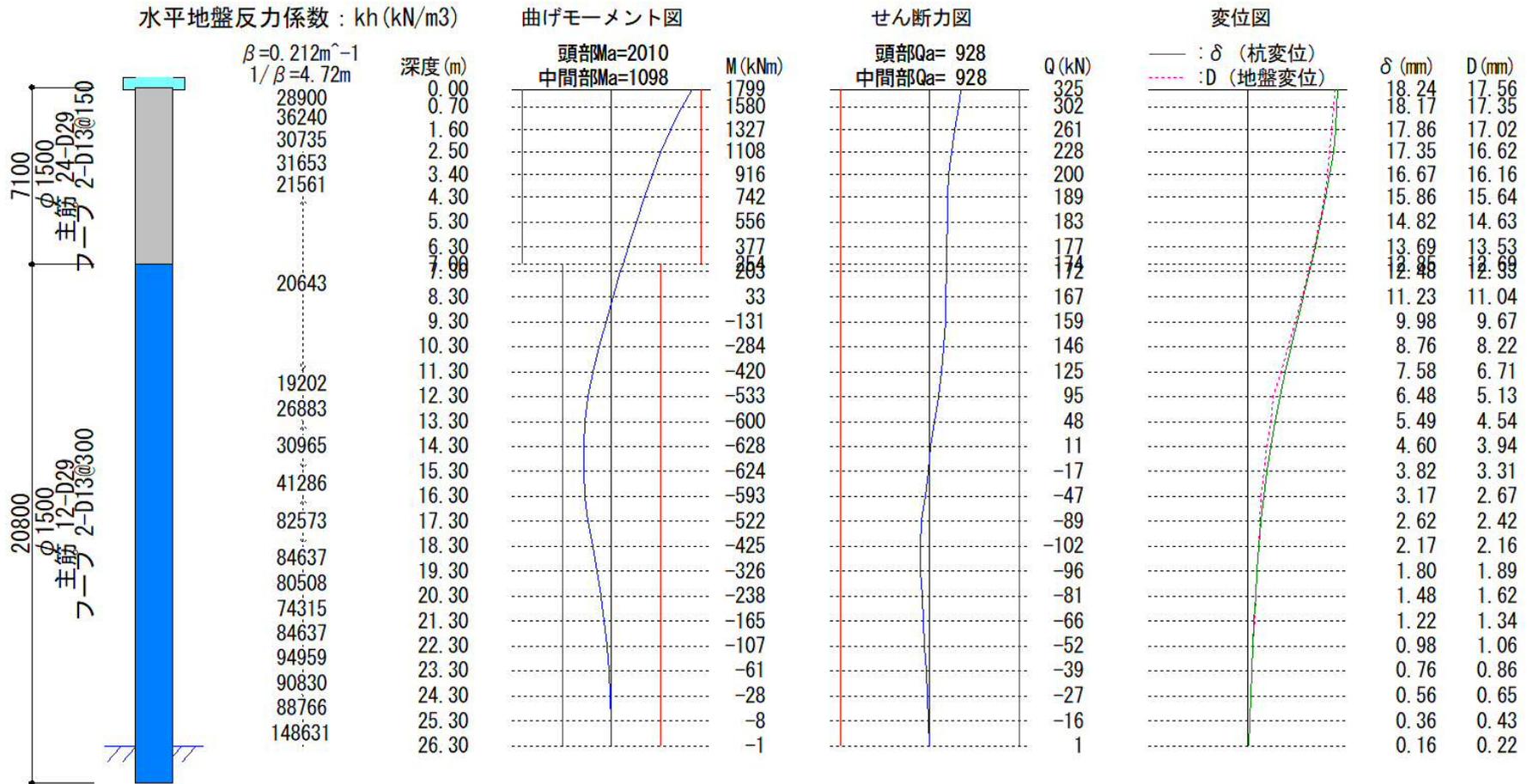


ケーススタディ 3 荷重の組み合わせ係数を指定

場所打ちコンクリート杭 液状化がない場合

上部構造の慣性力 0.5倍
 基礎部分の慣性力 1.0倍
 地盤の水平変位 1.0倍

杭符号 : P1 杭頭固定度 : 1.000 決定ケース 曲げ : L+Ex せん断 : L+Ex
 支点位置 : X1 - Y1 杭先端の状態 : ピン(水平自由) 軸力 (kN) : -99

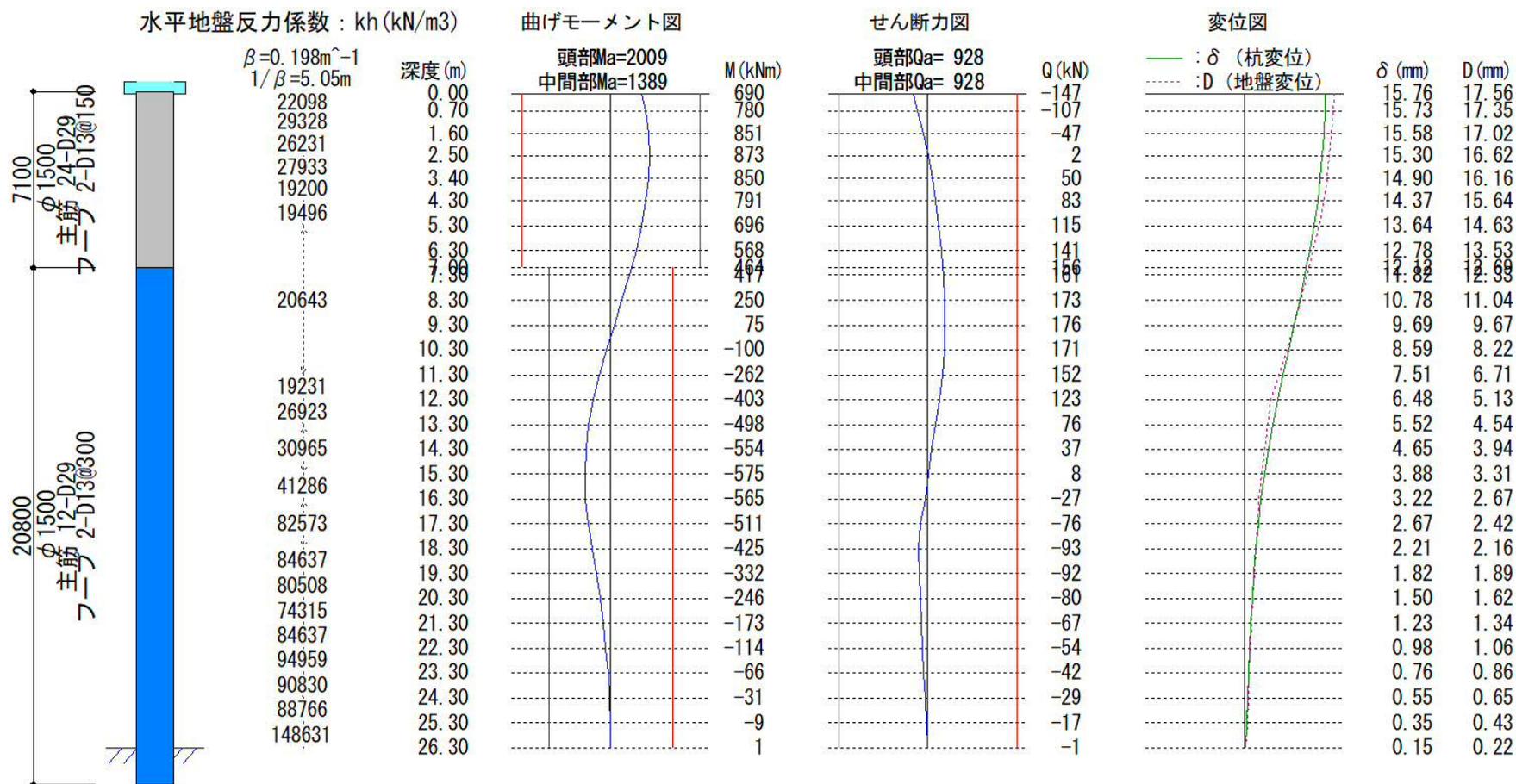


ケーススタディ 3 荷重の組み合わせ係数を指定

場所打ちコンクリート杭 液状化がない場合

上部構造の慣性力 -0.5倍
 基礎部分の慣性力 1.0倍
 地盤の水平変位 1.0倍

杭符号 : P1 杭頭固定度 : 1.000 決定ケース 曲げ : L+Ex せん断 : L+Ex
 支点位置 : X1 - Y1 杭先端の状態 : ピン(水平自由) 軸力 (kN) : 478 478

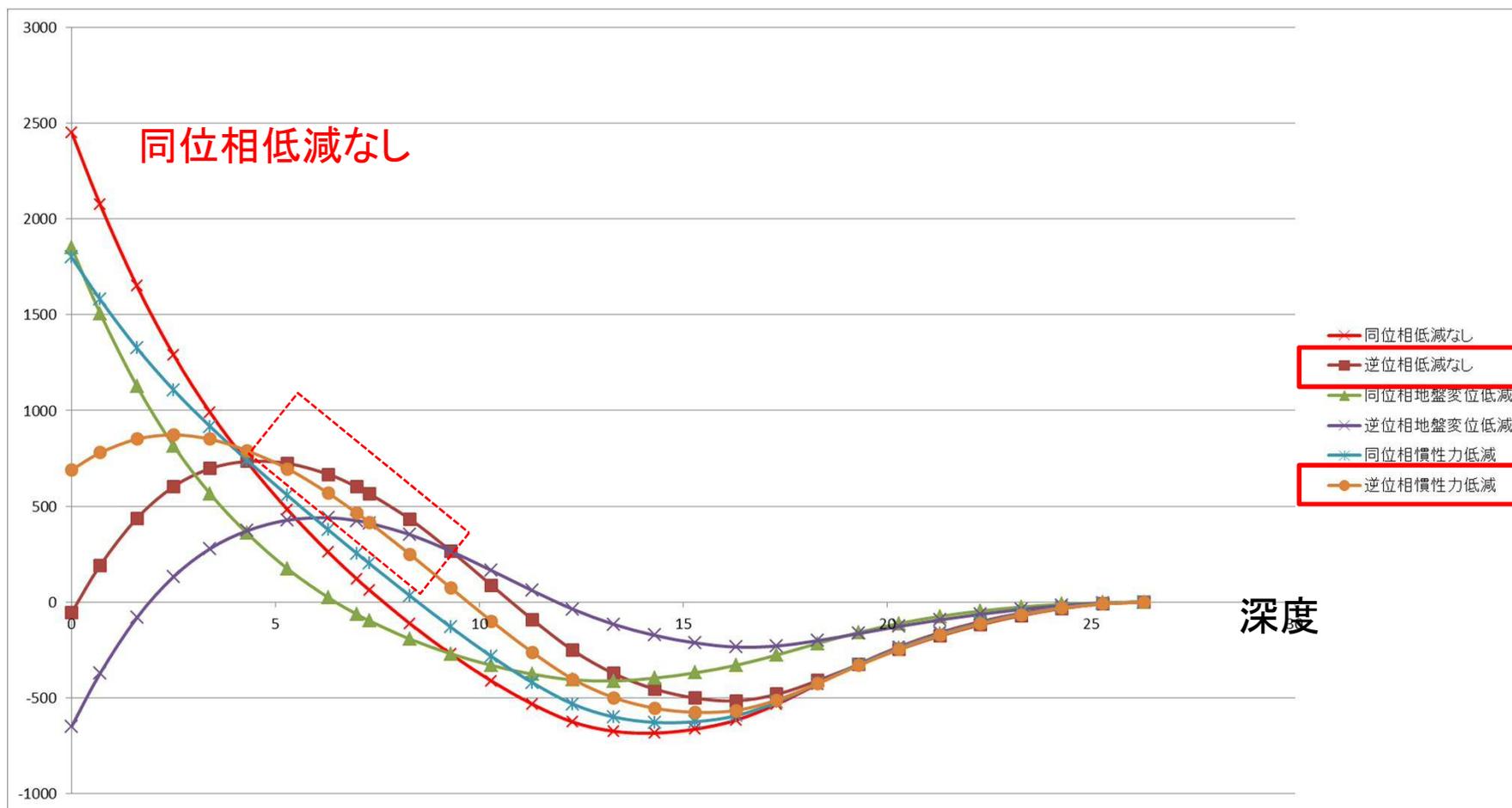


ケーススタディ 3 荷重の組み合わせ係数を指定

場所打ちコンクリート杭 液状化がない場合

各深度で最大を取った応力
(曲げモーメント)

杭頭曲げモーメント



『Op.杭応答変位法』機能アップ予定

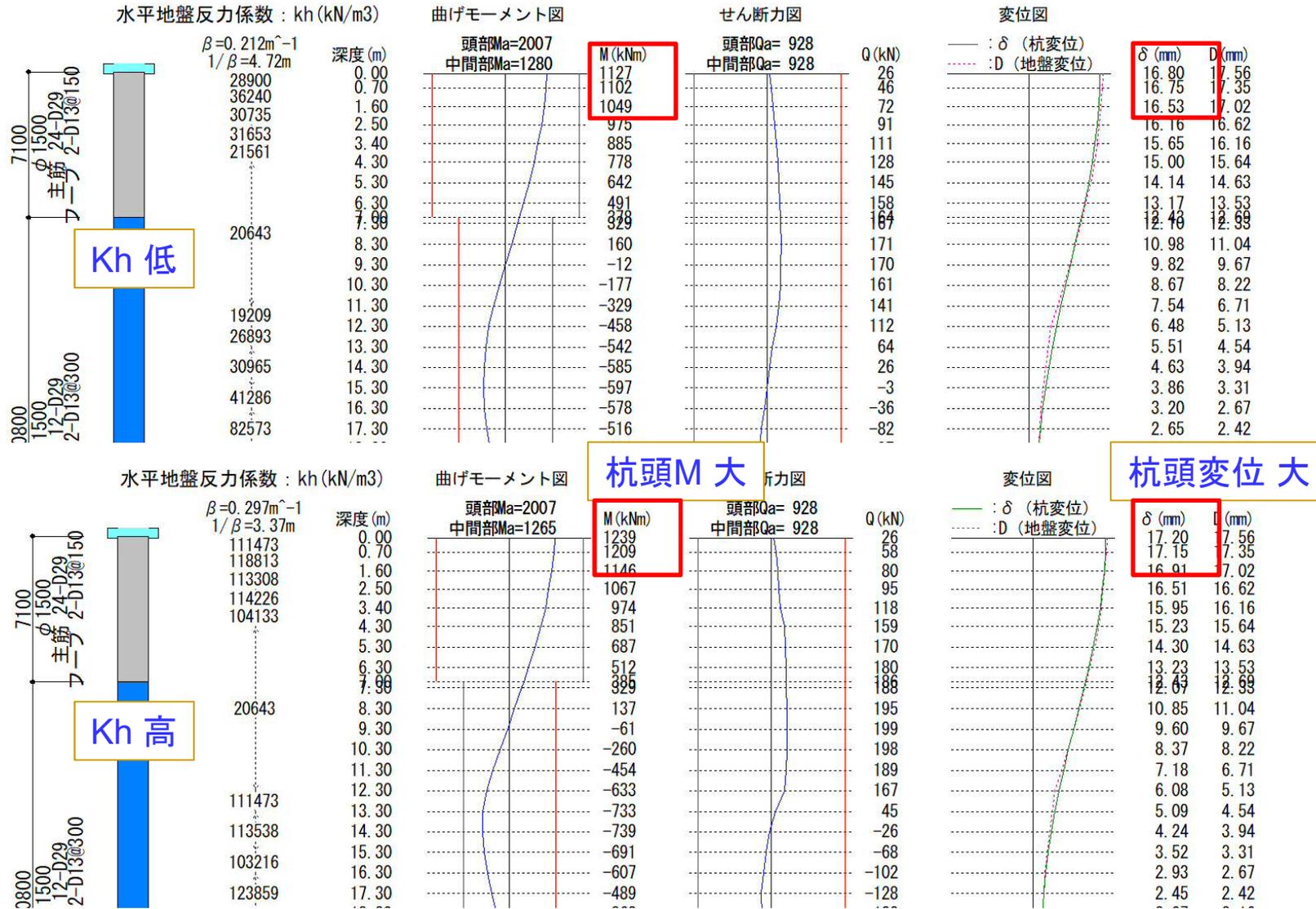
地盤の水平変位(略算)において

- ・荷重レベルを表す定数を指定できるようにします。
- ・地震動の設定位置を「工学的基盤」と「地表面」で選択可能にします。

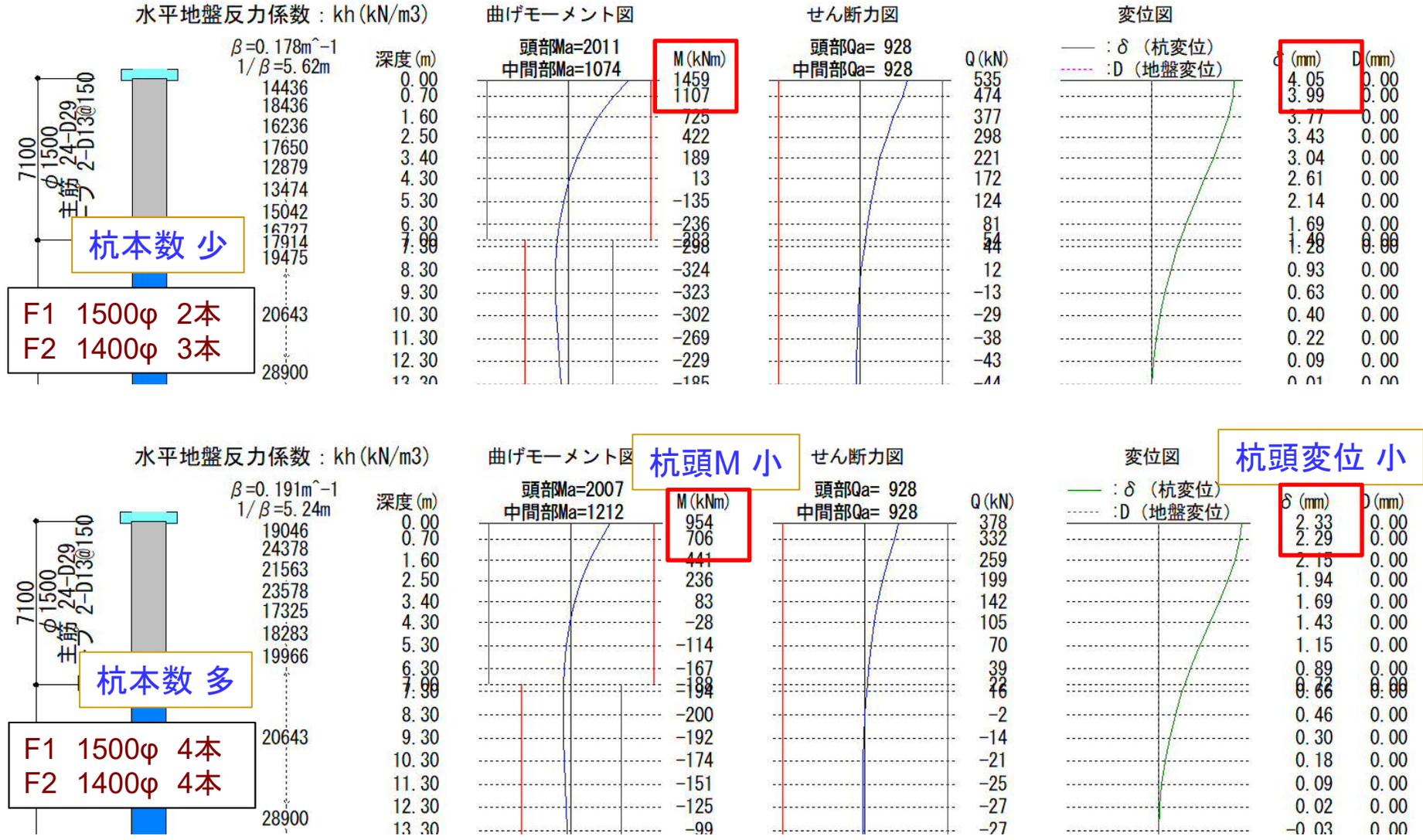
地盤のkh計算において

- ・塑性水平地盤反力度(p_y)を考慮できるようにします。
- ・群杭の影響を考慮できるようにします。
- ・塑性水平地盤反力度の計算では前方杭・後方杭を考慮します。

Khの違い(地盤変位)



杭本数の違い(慣性力)



杭本数の違い(地盤変位)

