

杭の安全性検討

咲洲庁舎建設地の地盤状況を図 1 に示す。

建物の基礎は、GL-63m以深に出現する Ds2 (第 2 天満層) を支持層とする鋼管巻き場所打ちコンクリート拡底杭とし、杭先端位置を GL-64.5mとしている (杭長約 50m)。

杭配置図を図 - 2 に示す。杭は高層部直下に対して軸部径 1800mm , 拡底径 3000mm の拡底杭を約 100 本 (杭符号 P1) 地下及び低層周辺部に軸部径 1100mm , 拡底径 1800mm の拡底杭を約 300 本 (杭符号 P2) とし、建物平面にほぼ均等に配置している。

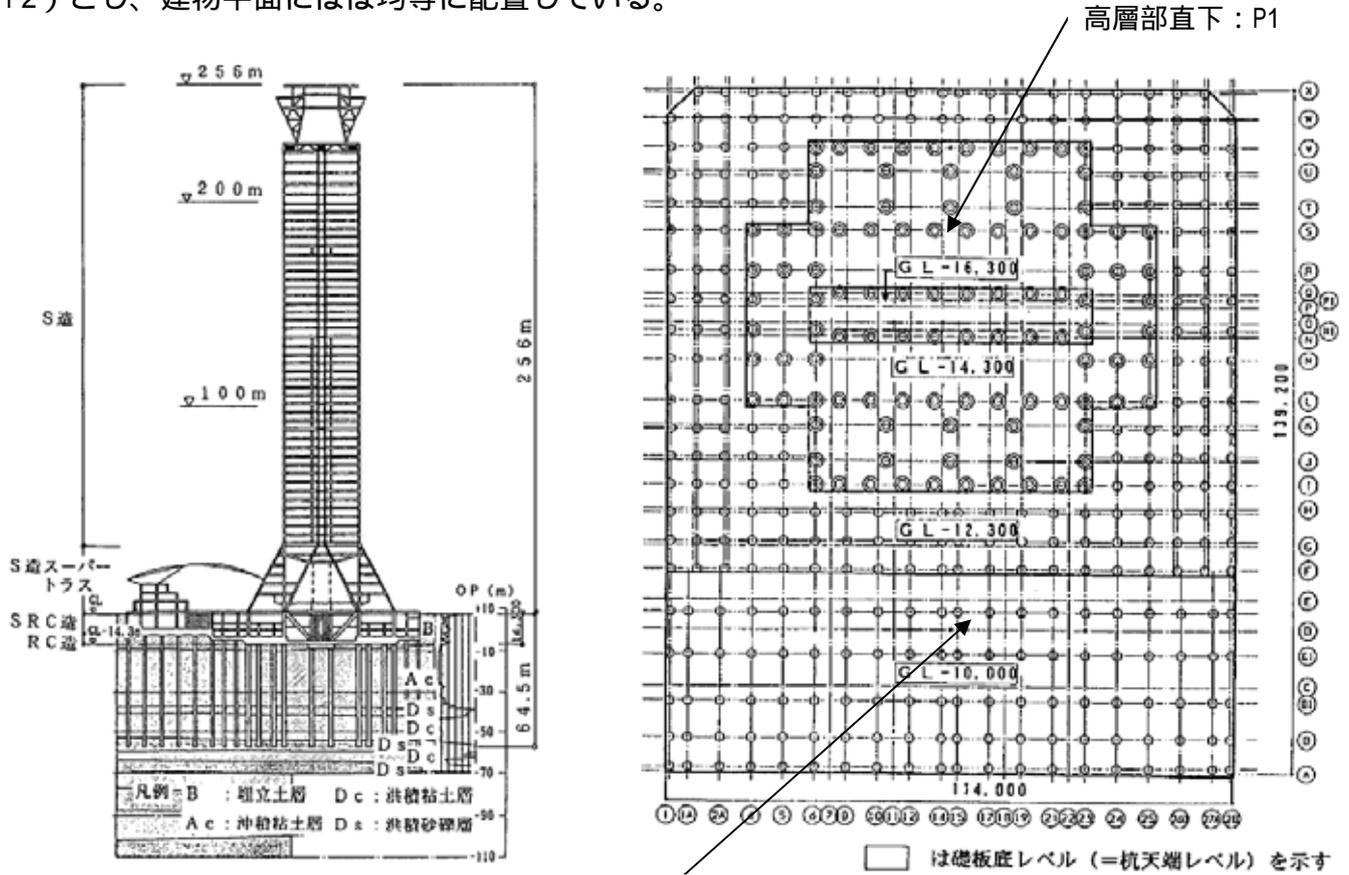


図 - 1 地盤概要図

地下及び低層周辺部：P2

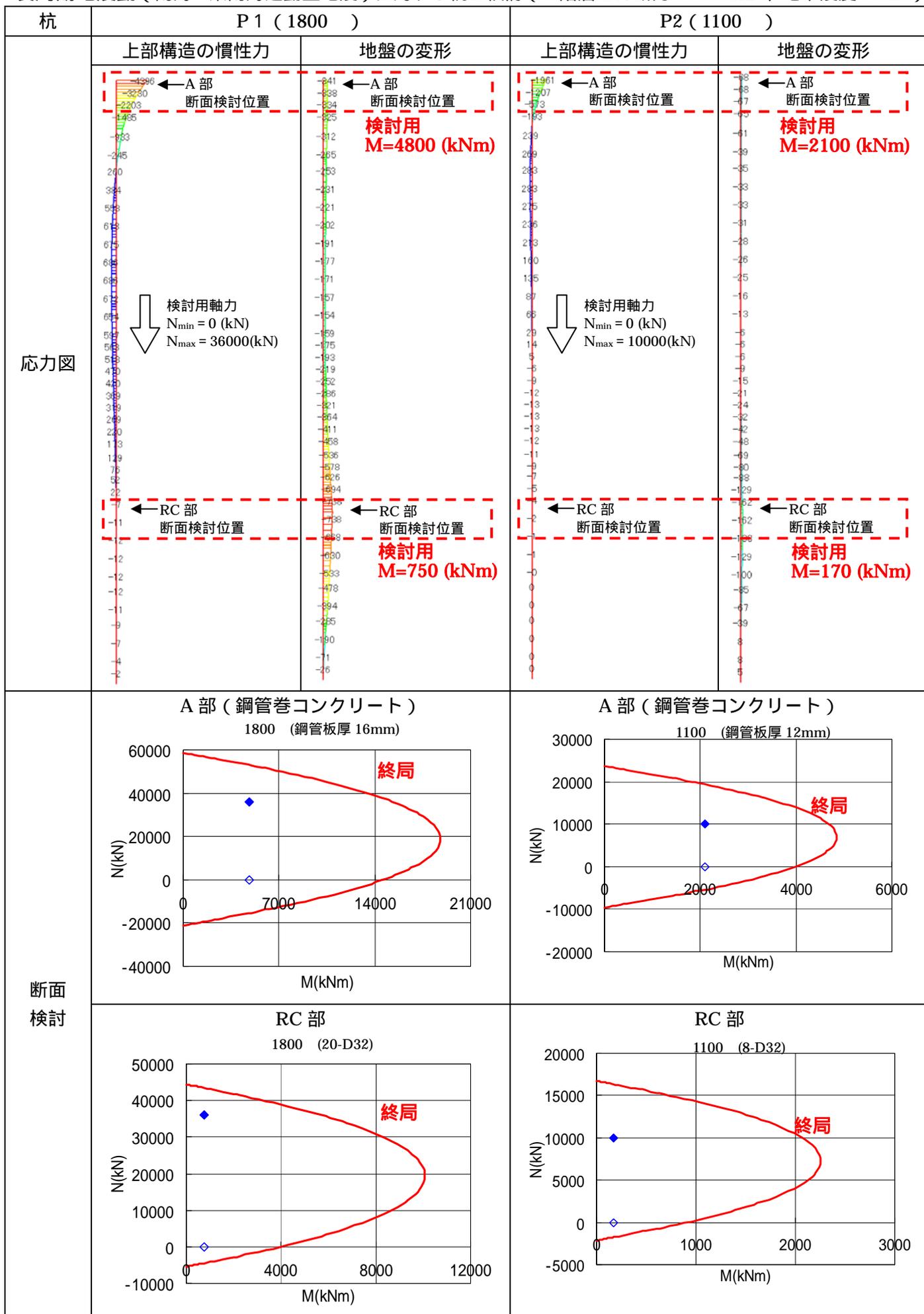
図 - 2 杭配置図

長周期地震動に対する杭の安全性検討結果を次ページに示す。

上部構造に作用する地震慣性力による杭応力と、地震時の地盤変形による杭応力の両方を考慮して、断面検討を行っている。地震慣性力算定に当たっては、地震応答解析結果から、1階の層せん断力を $Q1=75000kN$ とし、地下の水平震度は $K=0.2$ とした。

上記条件によって求めた杭の応力に対して、杭体が終局耐力以下となっていることを確認している。

長周期地震動 (南海・東南海連動型地震) に対する杭の検討 (1階層せん断力: 75000kN、地下震度: 0.20)



杭のネガティブフリクション対策

咲洲庁舎建設地の地盤状況を図-1 に示す。

上部埋土層は層厚約 20m で、N 値は概ね 10~20 である。上部沖積粘土層 Ac は設計当時、埋立土の荷重による 1 次圧密が未了で、残沈下量は 5~30cm と予想されていた。下部洪積粘土層は、上位より Dc1 (Ma12)、Dc2、Dc3、Dc4 と呼ばれ、ほぼ水平に成層している。このうち Dc1 及び Dc2 は過圧密状態であり、Dc3 及び Dc4 も概ね過圧密状態といえる (図-2 参照)。

建物の基礎は、GL-63m 以深に出現する Ds2 (第 2 天満層) を支持層とする鋼管巻き場所打ちコンクリート拡底杭であり、上部沖積層 Ac の圧密が未了であることから、ネガティブフリクション対策として、GL-53m までの杭周囲に摩擦力低減材を塗布している。次ページに設計に採用した杭の姿図と断面表を示す。

なお、建物には地下部分があり、結果的に埋立土のほとんどが掘削されたため、沖積粘土層 (Ac) の圧密沈下はほとんど進行しなかったことが確認されている。

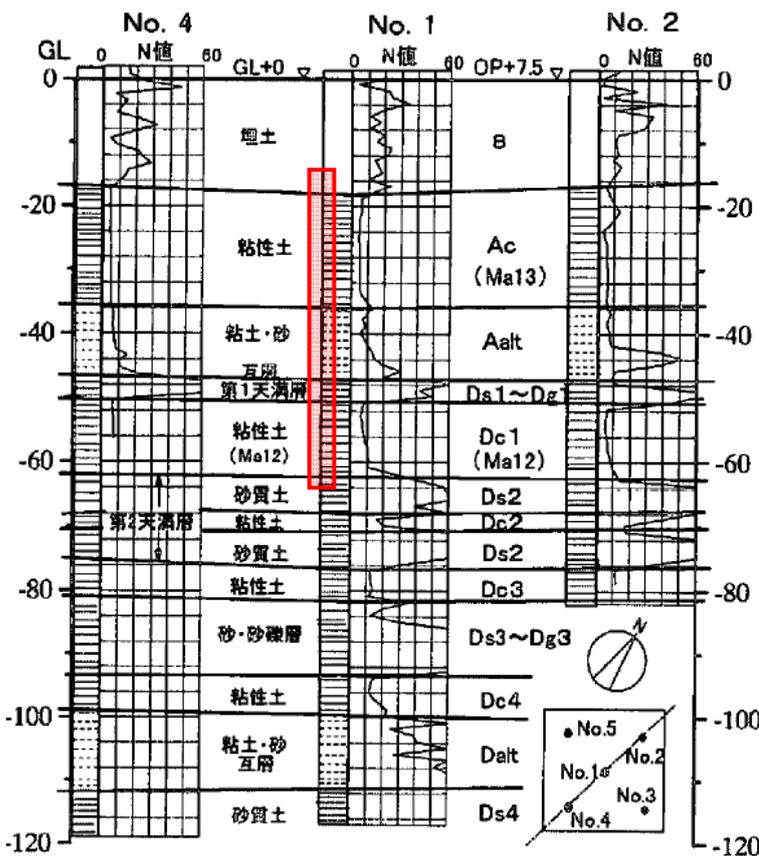


図 - 1 地盤概要図

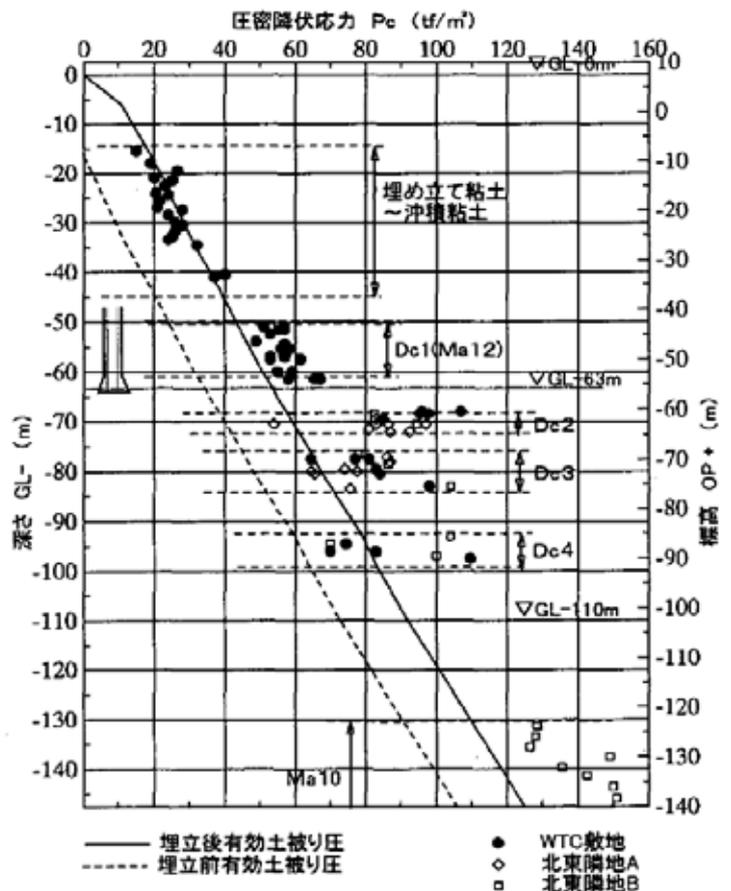
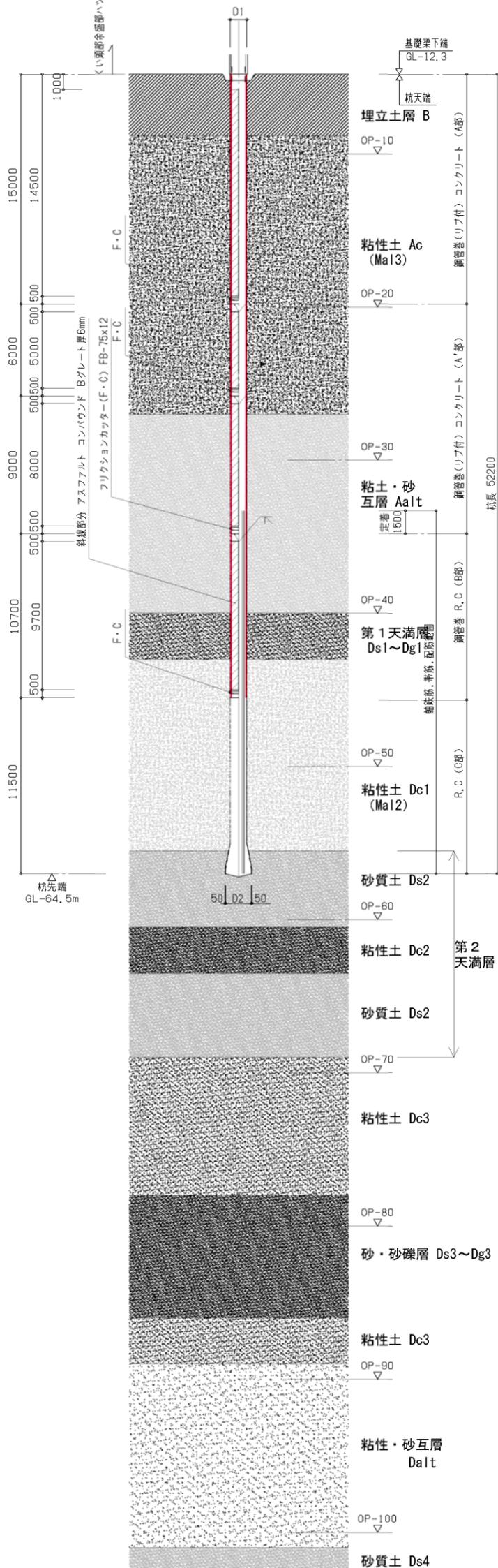
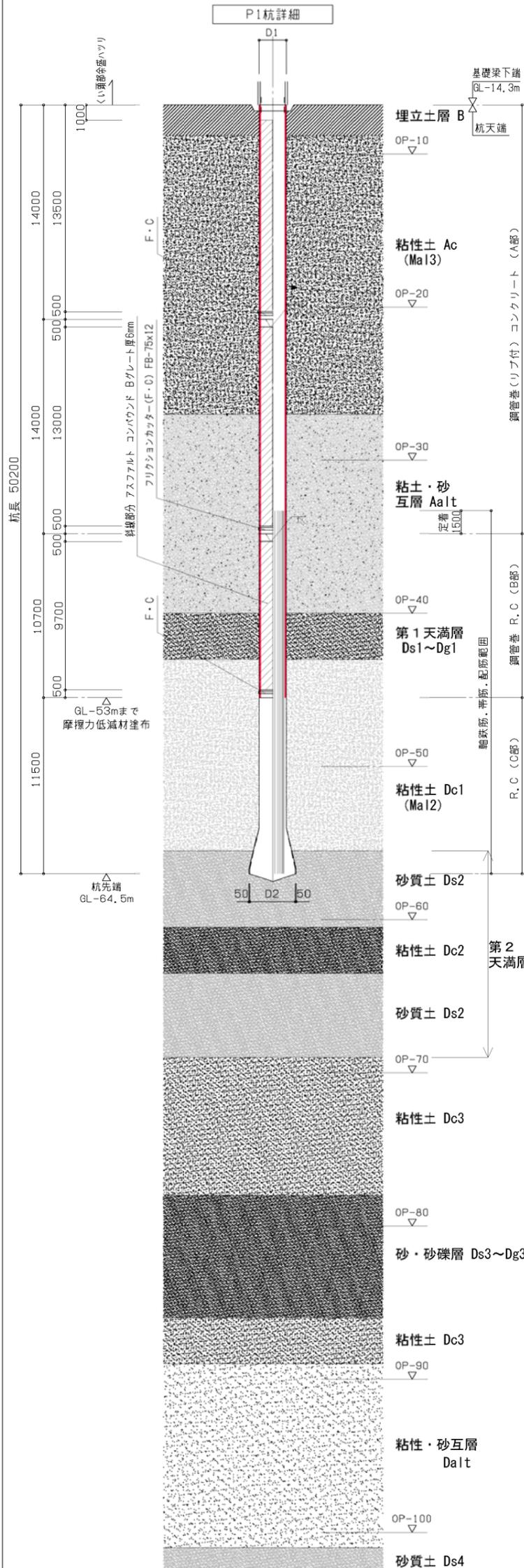


図 - 2 各粘土層の圧密降伏応力度



杭符号	P1
杭頭	
鋼管	1800φ×16
アンカー筋	64-D38
帯筋	D13 Ø300
A部	
A'部	
鋼管	1800φ×16
A部	-
A'部	-
B部	
鋼管	1800φ×12
軸鉄筋	20-D32
帯筋	D13 Ø300
C部	
軸鉄筋	20-D32
帯筋	D13 Ø300
杭符号	P2
杭頭	
鋼管	1100φ×12
アンカー筋	32-D32
帯筋	D13 Ø300
A部	
A'部	
鋼管	1100φ×12
A部	1100φ×12
A'部	1100φ×10
B部	
鋼管	1100φ×9
軸鉄筋	8-D32
帯筋	D13 Ø300
C部	
軸鉄筋	8-D32
帯筋	D13 Ø300
備考	

杭符号	杭 径		鋼管径及び厚さ			杭 配 筋		杭頂部アンカー筋
	軸部D1	拡底部D2	A部	A'部	B部	軸鉄筋	帯筋	
P1	1800φ	3000φ	1800φ×16	-	1800φ×12	20-D32	D13 Ø300	64-D38(SD390)
P2	1100φ	1800φ	1100φ×12	1100φ×10	1100φ×9	8-D32	D13 Ø300	32-D32(SD345)

(注) 特記なき限り下記とする
 1. 杭鋼管の材質は SKK400 とする
 2. 鋼板、形鋼の材質は SS400, SM40CA とする

常時微動測定と建物内振動測定による解析モデルの妥当性の検討

1. 常時微動測定結果

咲洲庁舎の敷地地盤の卓越周期を調べる目的で、敷地内地表面で水平動と上下動の常時微動測定を行った。

測定された水平動波形のフーリエスペクトルを上下動のスペクトルで除して求めたスペクトル比図を図-1に示す。また表-1にその卓越周期を示す。

常時微動における長周期側の地盤周期は、5.8秒前後（5～7秒程度）、及び2.2秒前後であると考えられる。

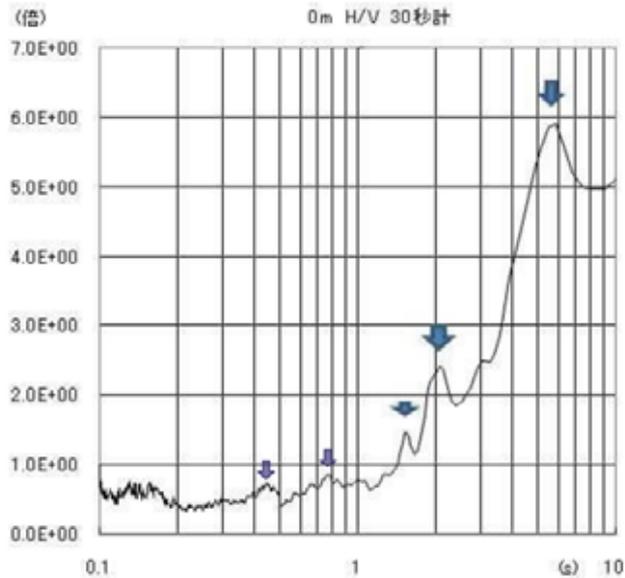


図-1 地表スペクトル比図 (H/V 比)
(矢印は顕著なピークの位置を示す)

表-1 地表スペクトル比から求めた卓越周期 (秒)

		卓越周期 (秒)				
地表	H/V	0.44	0.77	1.6	2.2	<u>5.8</u>

下線：顕著なピーク

2. 建物内地震観測結果

咲洲庁舎に設置した地震計で観測された地震記録のうち、表-2に示す7つの地震動記録について検討を行った。

表-2 咲洲庁舎に設置した地震計で観測された代表的な地震記録

#	日時	震央	深さ (km)	M	Δ (km)	I _{JMA}	1階の最大加速度 (cm/s ²)		
							N229°E	N319°E	UD
1	2011/03/11 14:46	三陸沖	24	9.0	770	3.0	34.3	33.5	80.0
2	2011/03/11 15:15	茨城県沖	43	7.7	555	2.5	8.9	9.2	7.1
3	2011/03/12 03:59	長野県北部	8	6.7	388	1.1	1.5	1.2	0.7
4	2011/03/15 22:31	静岡県東部	14	6.4	310	1.3	1.6	1.4	0.7
5	2011/04/07 23:32	宮城県沖	66	7.1	704	1.3	2.2	1.5	0.6
6	2011/04/11 17:16	福島県浜通り	6	7.0	539	1.0	1.5	1.1	0.9
7	2011/07/05 19:18	和歌山県北部	7	5.5	74	1.6	4.7	2.8	1.7

M: 気象庁マグニチュード, Δ: 震央距離, I_{JMA}: 1階の記録から算出した計測震度

3月11日の東北地方太平洋沖地震(#1)と、その約30分後に発生した茨城県沖の余震(#2)では1階の記録から算出した震度は3を記録している。このうち#1の1階最大加速度が他の記録に比べて大きくなっているが、この値はノイズの影響である可能性がある。

続く4つの地震(#3~#6)は1階の最大加速度が2 cm/s²程度である。#7の地震は和歌山県北部で発生したもので、震央距離は74 kmとこの中では最も咲洲庁舎に近いが、マグニチュードは5.5と最も小さい。

各記録の水平2方向について、1階と52階(52階は2ヶ所設置)の加速度波形、1階の記録の減衰定数5%の疑似速度応答スペクトル、及び52階の記録の1階に対するフーリエ振幅スペクトル比を、図-2から図-7に示す。なお、加速度波形は10Hzに間引いて描画している。またフーリエ振幅スペクトルは、幅0.01HzのParzen Windowで平滑化後、その比を取っている。

1階と52階のフーリエ振幅スペクトル比から読み取った卓越周期を表-3にまとめて示す。

表-3 建物1階-52階の卓越周期(秒)

(a) 長辺方向

卓越周期：6.6~6.9秒

#	日時	震央	深さ(km)	M	Δ(km)	I _{JMA}	1階の最大加速度(gal)	卓越周期				
1	2011/3/11/14:46	三陸沖	24	9.0	770	3.0	33.5		1.40	2.34		6.90
2	2011/3/11/15:15	茨城県沖	43	7.7	555	2.5	9.2	1.00	1.40	2.36		7.01
3	2011/3/12/3:59	長野県北部	8	6.7	388	1.1	1.2			2.31		6.62
4	2011/3/15/22:31	静岡県東部	14	6.4	310	1.3	1.4			2.23		6.69
5	2011/4/7/23:32	宮城県沖	66	7.1	704	1.3	1.5		1.34	2.35		6.93
6	2011/4/11/17:16	福島県浜通り	6	7.0	539	1.0	1.1		1.28	2.27		6.83
7	2011/7/5/19:18	和歌山県北部	7	5.5	74	1.6	2.8		1.21	2.14		6.33

(b) 短辺方向

卓越周期：6.4~6.6秒

#	日時	震央	深さ(km)	M	Δ(km)	I _{JMA}	1階の最大加速度(gal)	卓越周期				
1	2011/3/11/14:46	三陸沖	24	9.0	770	3.0	34.3			2.08		6.59
2	2011/3/11/15:15	茨城県沖	43	7.7	555	2.5	8.9	1.13		2.09		6.49
3	2011/3/12/3:59	長野県北部	8	6.7	388	1.1	1.5			2.04		6.49
4	2011/3/15/22:31	静岡県東部	14	6.4	310	1.3	1.6			2.06		6.43
5	2011/4/7/23:32	宮城県沖	66	7.1	704	1.3	2.2	1.09		2.06		6.62
6	2011/4/11/17:16	福島県浜通り	6	7.0	539	1.0	1.5			2.08		6.59
7	2011/7/5/19:18	和歌山県北部	7	5.5	74	1.6	4.7			2.02		6.36

地震記録によって卓越周期にばらつきはあるが、概ね建物長辺方向の卓越周期は6.6~6.9秒、短辺方向は6.4~6.6秒であると考えられる。

一方、建物解析モデル(上部構造の他に基礎や杭の剛性を考慮)の1次固有周期は、長辺方向7.0秒、短辺方向6.5秒であり、観測結果とほぼ対応する結果となっている。このことから検討に採用した建物解析モデルは妥当であると判断している

液状化危険度

- 極めて発生しやすい
- 発生しやすい
- 発生しにくい
- 極めて発生しにくい

ライフラインの供給地や供給ルートの中には液状化の影響を受けるエリアもあると考えられるため、咲洲庁舎において自家発電機の設置、飲料水・仮設トイレの確保等を行う。

- 電 ——— : 電気 関電敷津変電所・テクノポート変電所
- ガ - - - - : ガス 大ガス南港北ステーション・堺管理所
- 水 ——— : 水道 咲洲配水場
- N ——— : 電話 NTT西日本住之江 NTT西日本南港
- 下 - - - - : 下水道 住之江下水処理場

