

### 5.3 液状化について

国土交通省住宅局による「建築物の安全性の確保を図るための建築基準法等の一部を改正する法律等に関する構造関係告示の施行について(技術的助言)：国住指第1335号(平成19年6月20日)」では、「下記のすべての条件に該当する地盤にあっては、計算によって液状化のおそれのないことを確かめるものとしなければならない」とされている。

1. 地表面から 20mの深さ以内にあること。
2. 砂質土で粒径が比較的均一な中粒砂などからなること。
3. 地下水位以深にあって、水で飽和していること。
4. N値がおおむね 15 以下であること。

調査地は沖積低地に位置し、地下水位が GL-1.8mに分布し、N値 15 以下の飽和した砂質土が分布するため、液状化の判定をおこなう必要がある。

液状化発生の有無の検討は、「国住指第 1335 号」によれば「建築基礎構造設計指針(日本建築学会編)」による  $F_L$  値、「建物と地盤の動的相互作用を考慮した応答解析と耐震設計(日本建築学会編)」による  $P_L$  値に基づく方法を用いるとされている。

また、液状化のおそれのないことの判断基準として、地表面の加速度 150gal 以上で液状化しないこと、および地表面の加速度 350gal 以上で液状化の程度が軽微または液状化の危険度が低いことを確かめるものとする。

#### (1) 検討条件

- ・判定基準名：建築基礎構造設計指針(日本建築学会 2001)
- ・設計加速度：200gal(損傷限界)、350gal(終局限界)

損傷限界→建物の供用期間中に1回～数回遭遇する地震。  
終局限界→想定する最大級の地震。

- ・マグニチュード：7.5
- ・検討深度：No. 1 および No. 2 の GL-20m
- ・N 値：1 m毎の測定N値
- ・細粒分含有率：土質試験値(4.4章)と概略値(表 5.4)より推定する
- ・地下水位：ボーリング孔内の地下水位(GL-1.80m)
- ・単位体積重量：表 5.3 の地盤定数提案値を用いる

表 5.4 土質分類と平均粒径や細粒分含有率の概略値

出典：「建築基礎のための地盤改良設計指針案」(日本建築学会 2006)P306 より抜粋

土質分類	平均粒径 $D_{50}$ (mm)	細粒分含有率 $F_c$ (%)
表土	0.02	80
シルト	0.025	75
砂質シルト	0.04	65
シルト質細砂	0.07	50
微細砂	0.10	40
細砂	0.15	30
中砂	0.35	10
粗砂	0.60	0
砂礫	2.00	0

表 5.5 土層毎の単位体積重量

地層	土層	記号	単位体積重量 kN/m <sup>3</sup>
盛土	砂礫	B	20
沖積層	砂質土	As	17
	粘性土	Ac	16
碧海層	砂質土	Dhs1	18
	粘性土	Dhc1	16

(2) 検討結果

液状化判定結果を表 5.6.1～表 5.6.2 および図 5.2.1～図 5.2.4 に示す。

表 5.6.1 No.1 液状化判定結果

土層	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	判定深度 (GL- m)	N値	細粒分 (%)	200gal (損傷限界)		350gal (終局限界)	
					F <sub>L</sub> 値	判定	F <sub>L</sub> 値	判定
B	20	1.40	7	10 (推定値)	地下水なし	○	地下水なし	○
Ac	16	2.30	2	75 (推定値)	粘性土で 対象外	○	粘性土で 対象外	○
As	17	3.30	11	2 (推定値)	1.1	○	0.6	×
		4.30	12	2 (推定値)	1.0	○	0.6	×
		5.30	2	48 (推定値)	Fc35%以上 で対象外	○	Fc35%以上 で対象外	○
Ac	16	6.30	1	75 (推定値)	粘性土で 対象外	○	粘性土で 対象外	○
		7.30	4	65 (推定値)	粘性土で 対象外	○	粘性土で 対象外	○
As	17	8.30	11	48 (推定値)	Fc35%以上 で対象外	○	Fc35%以上 で対象外	○
Dhs1	18	9.30	45	5 (推定値)	17.3	○	9.9	○
		10.30	32	5 (推定値)	7.2	○	4.9	○
		11.30	27	7 (推定値)	4.7	○	2.7	○
Dhc1	16	12.30	18	75 (推定値)	粘性土で 対象外	○	粘性土で 対象外	○
Dhs1	18	13.30	21	48 (推定値)	Fc35%以上 で対象外	○	Fc35%以上 で対象外	○
Dhc1	16	14.30	19	75 (推定値)	粘性土で 対象外	○	粘性土で 対象外	○
		15.30	19	65 (推定値)	粘性土で 対象外	○	粘性土で 対象外	○
Dhs1	18	16.30	18	48 (推定値)	Fc35%以上 で対象外	○	Fc35%以上 で対象外	○
		17.30	14	48 (推定値)	Fc35%以上 で対象外	○	Fc35%以上 で対象外	○
		18.30	43	7 (推定値)	10.7	○	6.1	○
		19.30	49	7 (推定値)	13.6	○	7.8	○
P <sub>L</sub> 値					0.00		7.35	

※1:○:液状化しない、×:液状化する、

表 5.6.2 No.2 液状化判定結果

土層	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	判定深度 (GL- m)	N 値	細粒分 (%)	200gal (損傷限界)		350gal (終局限界)	
					F <sub>L</sub> 値	判定	F <sub>L</sub> 値	判定
B	20	1.70	5	10 (推定値)	地下水なし	○	地下水なし	○
As	17	2.30	3	48 (試験値)	Fc35%以上 で対象外	○	Fc35%以上 で対象外	○
		3.30	13	2 (試験値)	1.3	○	0.8	×
		4.30	9※ <sup>2</sup>	2 (推定値)	0.8	×	0.5	×
Ac	16	5.30	6	65 (推定値)	粘性土で 対象外	○	粘性土で 対象外	○
As	17	6.30	19	5 (推定値)	10.5	○	6.0	○
		7.30	15	5 (試験値)	5.6	○	3.2	○
Dhc1	16	8.30	7	75 (推定値)	粘性土で 対象外	○	粘性土で 対象外	○
Dhs1	18	9.30	38	7 (推定値)	14.2	○	8.1	○
		10.30	36	7 (推定値)	11.6	○	6.7	○
		11.30	23	7 (試験値)	2.2	○	1.3	○
		12.30	34	7 (推定値)	8.6	○	4.9	○
		13.30	36	7 (推定値)	9.2	○	5.3	○
		14.30	37	7 (推定値)	9.2	○	5.2	○
		15.30	32	7 (推定値)	5.7	○	3.2	○
		16.30	20	48 (推定値)	Fc35%以上 で対象外	○	Fc35%以上 で対象外	○
Dhc1	16	17.30	11	65 (推定値)	粘性土で 対象外	○	粘性土で 対象外	○
Dhs1	18	18.30	49	30 (推定値)	48.2	○	10.7	○
		19.30	47	30 (推定値)	45.7	○	9.8	○
P <sub>L</sub> 値					1.37		5.57	

※1:○:液状化しない、×:液状化する、※2:4.3mのN値は、層境界部のため上部内訳の3倍を採用。

判定結果は、損傷限界 (200gal) と終局限界 (350gal) において以下のとおりである。

<F<sub>L</sub> (液状化発生に対する安全率)>

○損傷限界: No. 2 の 4m (As 層) を除く他は F<sub>L</sub>=1 以上となりほぼ液状化は発生しない。

○終局限界: No. 1 および No. 2 の 3m と 4m で F<sub>L</sub>=1 以下となり、As 層の上部で局所的に液状化が発生する結果となった。

<P<sub>L</sub> (地盤液状化指数)>

液状化の範囲や程度については、深さ方向にある重みを持たせて積分して得られる P<sub>L</sub> (液状化抵抗指数) が提案されている。P<sub>L</sub> は次式より算定され、過去の被害事例から P<sub>L</sub> 値と液状化危険度の関係が表 5.7 に示されているが、その判断基準は P<sub>L</sub> 値が 5 以上の場合に液状化の危険性が大きいとされている。



$$P_L = \int_0^H (1 - F_L) w dz$$

$$w = 10 - 0.5z$$

ここに、 $P_L$ ：液状化指数

$F_L$ ：液状化抵抗率

$W$ ：液状化抵抗率の深さ方向の重み関数

$z$ ：地表面からの深度 (m)

$H$ ：液状化の判定を行う表層地盤の厚さで  $H \leq 20\text{m}$  とする。

表 5.7 地盤液状化指数( $P_L$ )

$P_L$ 値	液状化の判定
$P_L = 0$	液状化の危険度はかなり低い
$0 < P_L \leq 5$	液状化の危険度は低い
$5 < P_L \leq 15$	液状化の危険度が高い
$15 < P_L$	液状化の危険度が極めて高い

調査地の  $P_L$  値は、以下の結果となった。

○損傷限界：No. 1 で  $P_L = 0.00$ 、No. 2 で  $P_L = 1.37$  あり液状化の危険度は「かなり低い～低い」となる。

○終局限界：No. 1 で  $P_L = 7.35$ 、No. 2 で  $P_L = 5.57$  となり液状化の危険度は「高い」となる。

### (3) まとめ

調査地は、沖積低地に位置し沖積層の飽和した緩い砂質土が分布するものの、その分布範囲は GL-2～9m 付近と薄く、かつ粘性土を 3 層程度挟んでいる。また、沖積層の下位は N 値が 20～40 程度の砂質土と粘性土からなる洪積層の碧海層が分布する。

検討結果は、損傷限界 (200gal) では  $F_L$  (液状化発生に対する安全率) がほぼ 1 以上となり液状化の危険度は「かなり低い～低い」結果となった。

終局限界 (350gal) では、GL-3m～4m で  $F_L$  値が 0.5～0.8 と 1 以下となり As 層の上部で局所的に液状化が発生し、 $P_L$  値より液状化の危険度は「高い」結果となった。

したがって、調査地では安全側から杭基礎検討時において、沖積層の杭周面摩擦力や水平方向地盤反力係数を低減する必要があると考えられる。

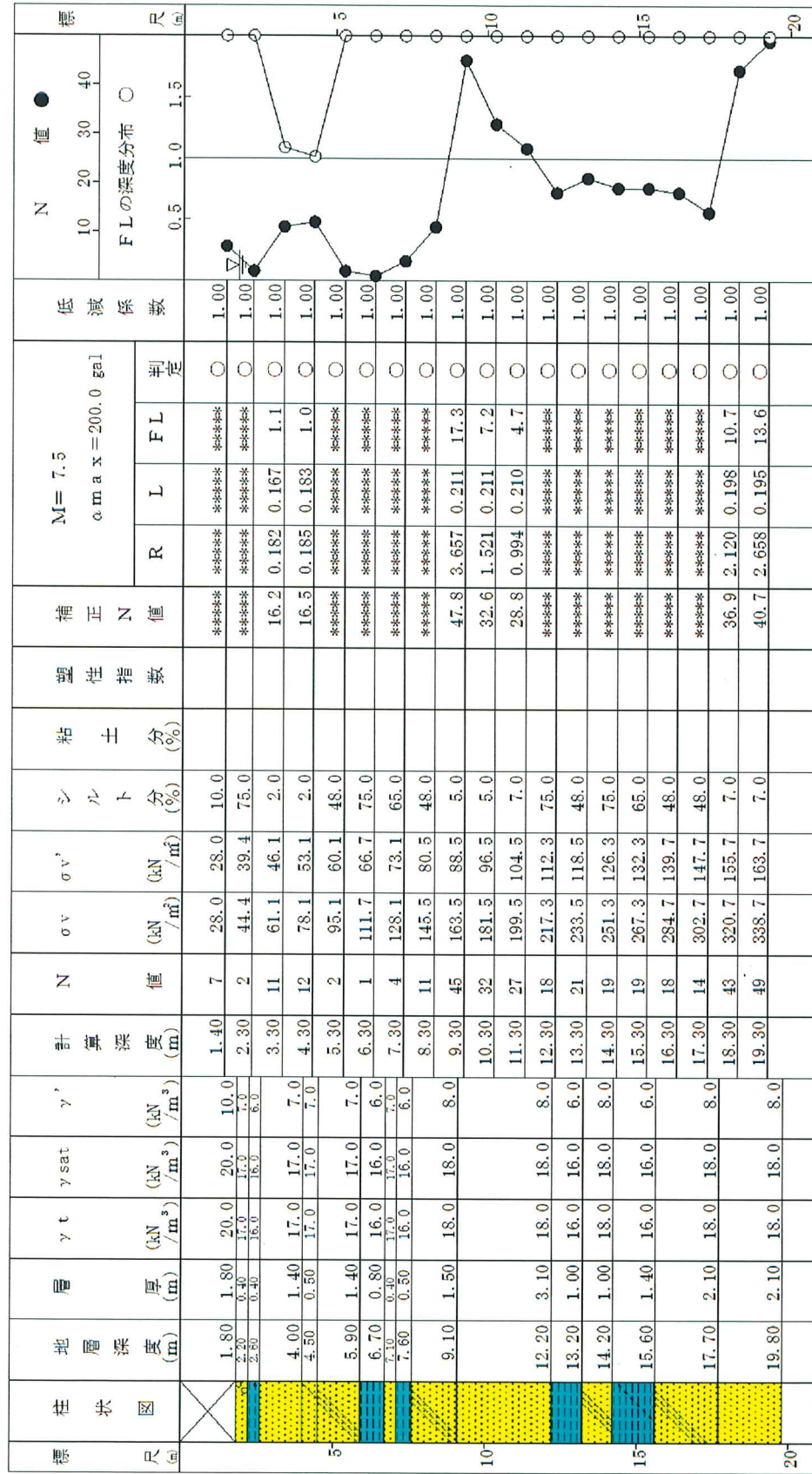
液状化簡易判定結果 (建築基礎構造設計指針 (新))

件名: 藍緑住宅地質調査 (第1次)

ボーリングNo. No.1

地盤標高: 2.66m

地下水位: GL - 1.80m



※: 図中の\*\*\*\*は、液状化判定の対象外を示す。

FL値による判定  
 X-液状化すると判定  
 O-液状化しないと判定  
 PL法による判定  
 X-PL>15 液状化危険度が極めて高い  
 △-1.5≧PL>5 液状化危険度が高い  
 O-PL≦5 液状化危険度が低い

図 5.2.1 No.1 液状化判定結果(200gal)

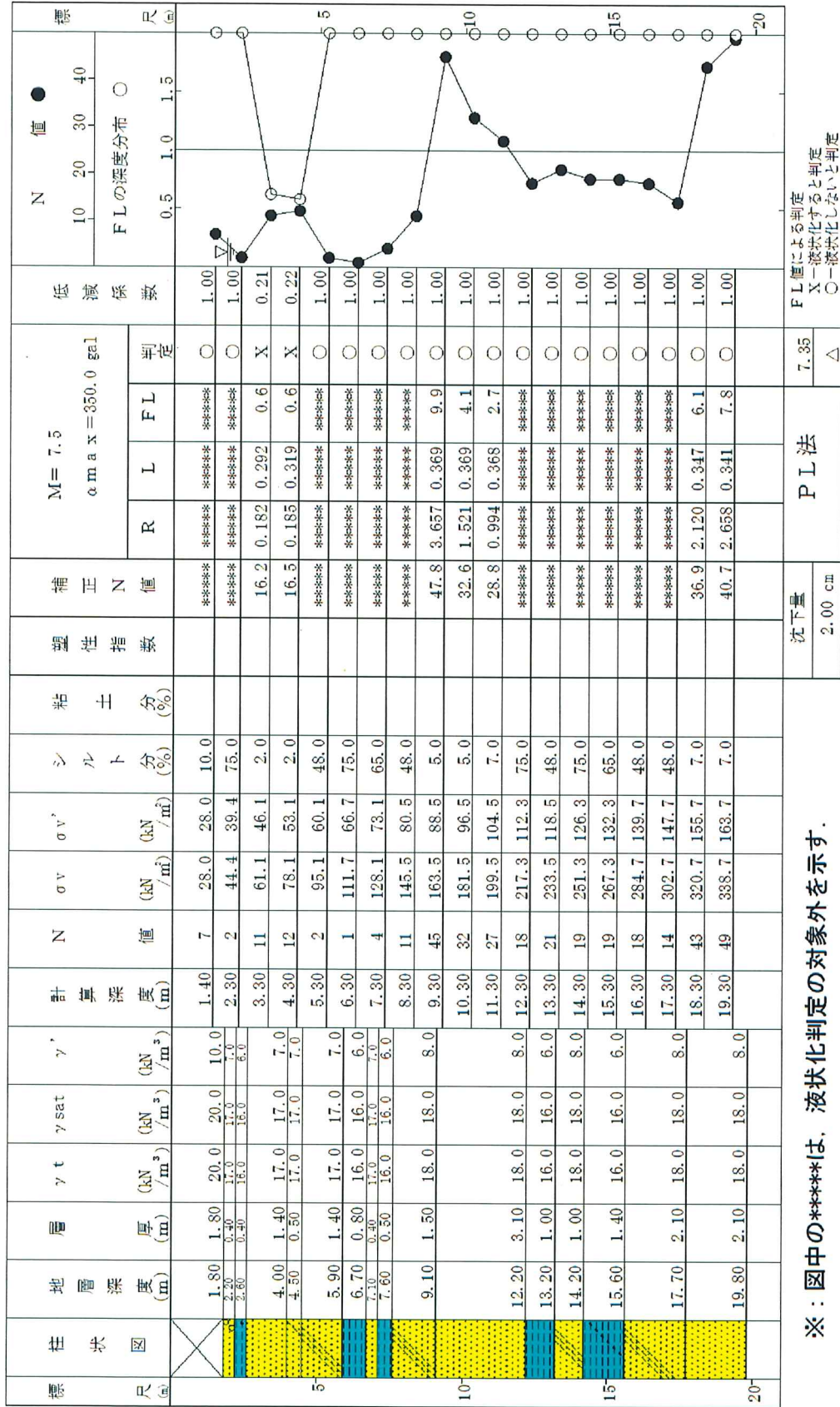
液状化簡易判定結果 (建築基礎構造設計指針 (新))

件名: 鷺塚住宅地質調査 (第1次)

ボーリングNo. No.1

地盤深高: 2.66m

地下水位: GL- 1.80m



※: 図中の\*\*\*\*は、液状化判定の対象外を示す。

図 5.2.2 No.1 液状化判定結果(350gal)



液状化簡易判定結果 (建築基礎構造設計指針 (新))

件名: 藍塚住宅地質調査 (第1次) ボーリングNo. No. 2 地盤標高: 2.68m 地下水位: GL-1.80m

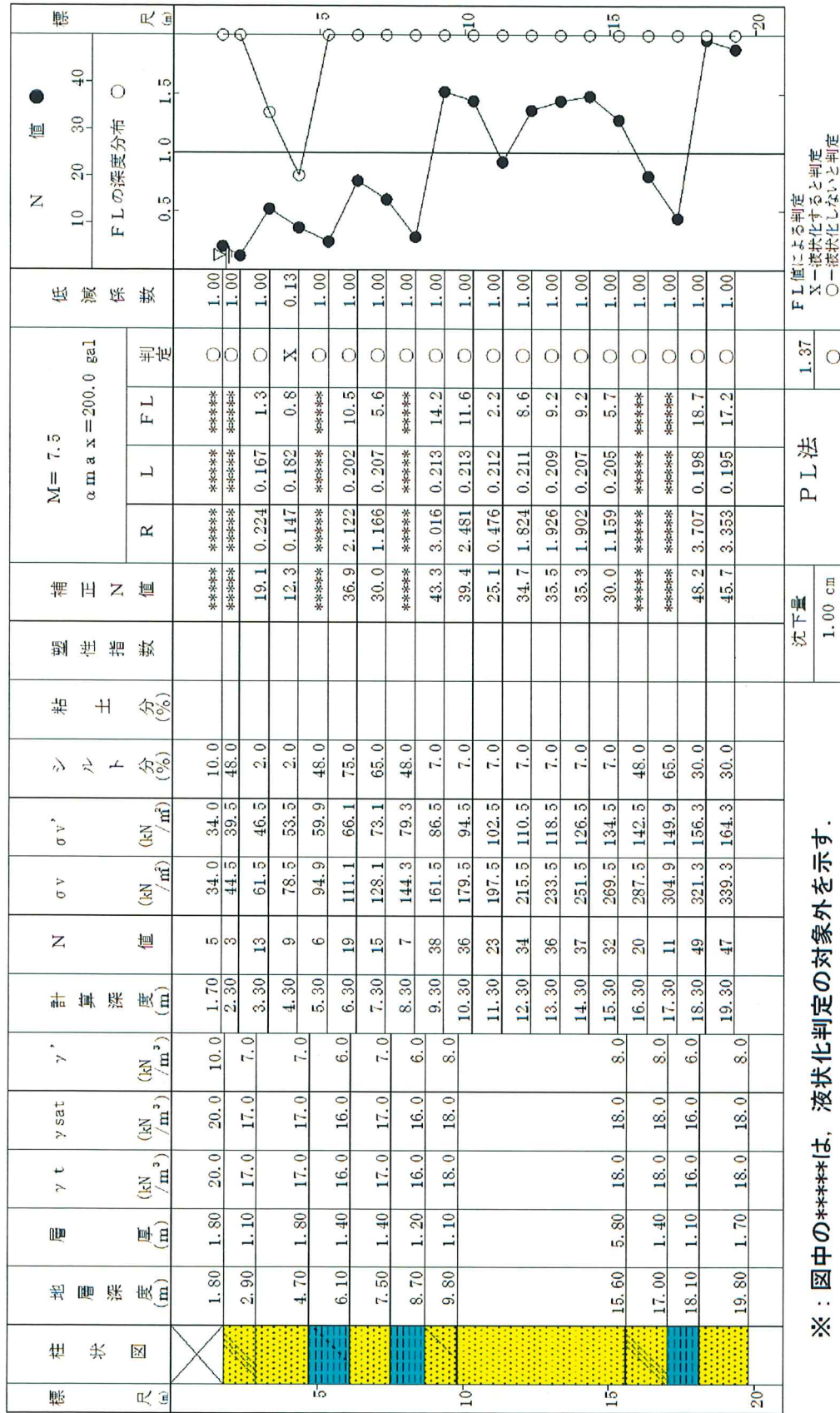
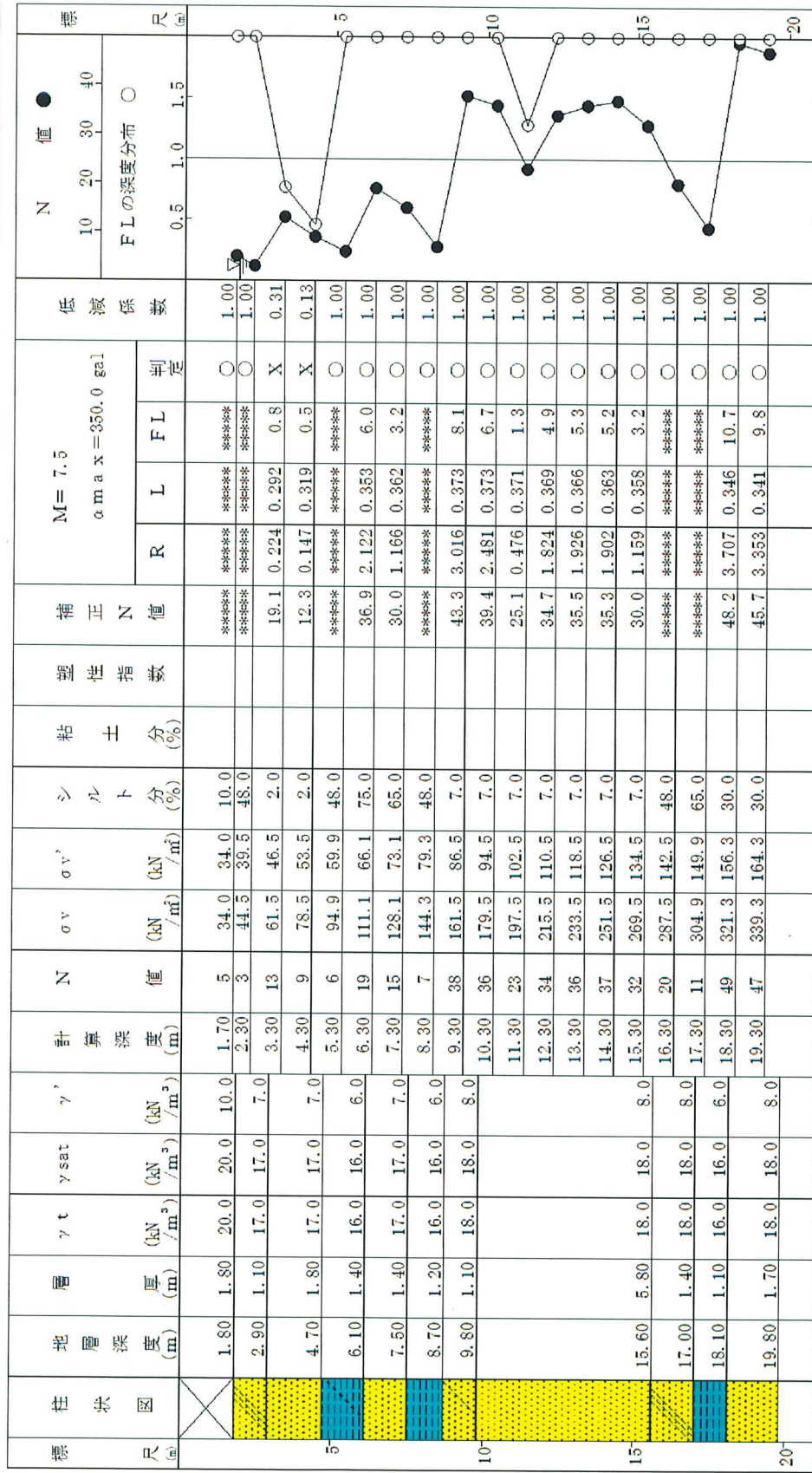


図 5.2.3 No.2 液状化判定結果(200gal)

液状化簡易判定結果 (建築基礎構造設計指針 (新))

住名: 葛城住宅地質調査 (第1次) ボーリングNo. No. 2 地盤標高: 2.68m 地下水位: GL-1.80m



※: 図中の\*\*\*\*は、液状化判定の対象外を示す。

FL 値による判定  
 X-液状化すると判定  
 ○-液状化しないと判定  
 PL 法による判定  
 X-PL > 1.5 液状化危険度が極めて高い  
 △-1.5 ≤ PL < 5 液状化危険度が高い  
 ○-PL ≤ 5 液状化危険度が低い

沈下量  
 3.00 cm  
 P L 法  
 5.57  
 △

図 5.2.4 No.2 液状化判定結果(350gal)