


# 地盤調査講習会



- (1) 沈下事故の現実
- (2) SWS試験の概要
- (3) SWS試験結果の読み方
- (4) 沈下の判定方法
- (5) まとめ(キーワード)



**新築住宅**



**玄関に発生したくぼみ**

アースダイブ株式会社



**壁にも割れ目が...**





**建物の傾き**



**建物の割れ目**

# 1. 沈下事故の現実



沈下



「日経ホームビルダー」2006年9月号から掲載  
2003年：宮城県北部連続地震の主な住宅被害

## 不同沈下事故が起きてしまったら...

- ①工務店・ハウスメーカーの信頼問題
- ②裁判事例ではすべて設計業者が責任を負う
- ③莫大な修繕費用が発生する(例：沈下修正500万～)

## ●沈下の発生割合！

- ・ 1年あたり1000件に5～10件の割合で発生している
- ・ 火災の起こる頻度は1000件に4.5件(火災保険会社の統計)

## ●不同沈下の起こる原因



空 隙



腐植土層



盛 土



地層の傾斜



## 2. SWS試験の概要

### 2-1.スウェーデン式サウンディングとは？

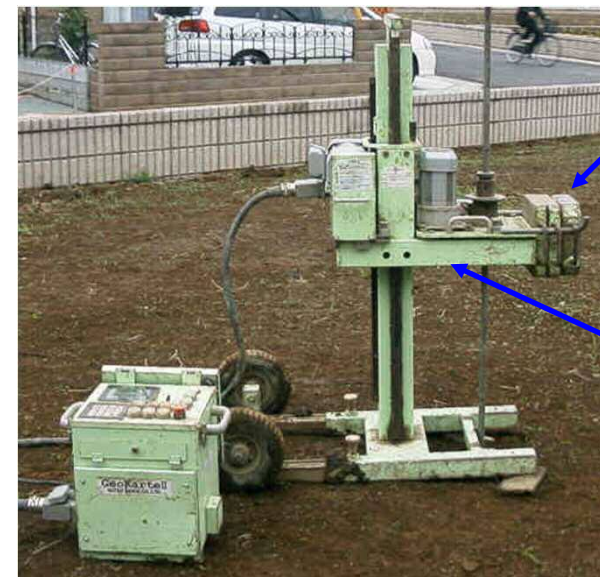
- ・地盤の強さを調べるのに、一般的な方法です(簡易調査)。
- ・手動式：調査者の技術レベルにより精度にバラツキやすい
- ・半自動：自沈層を見落とす可能性が高い
- ・全自動：調査者に影響されず均一なデータを得ることができる



手動式サウンディング



半自動式サウンディング



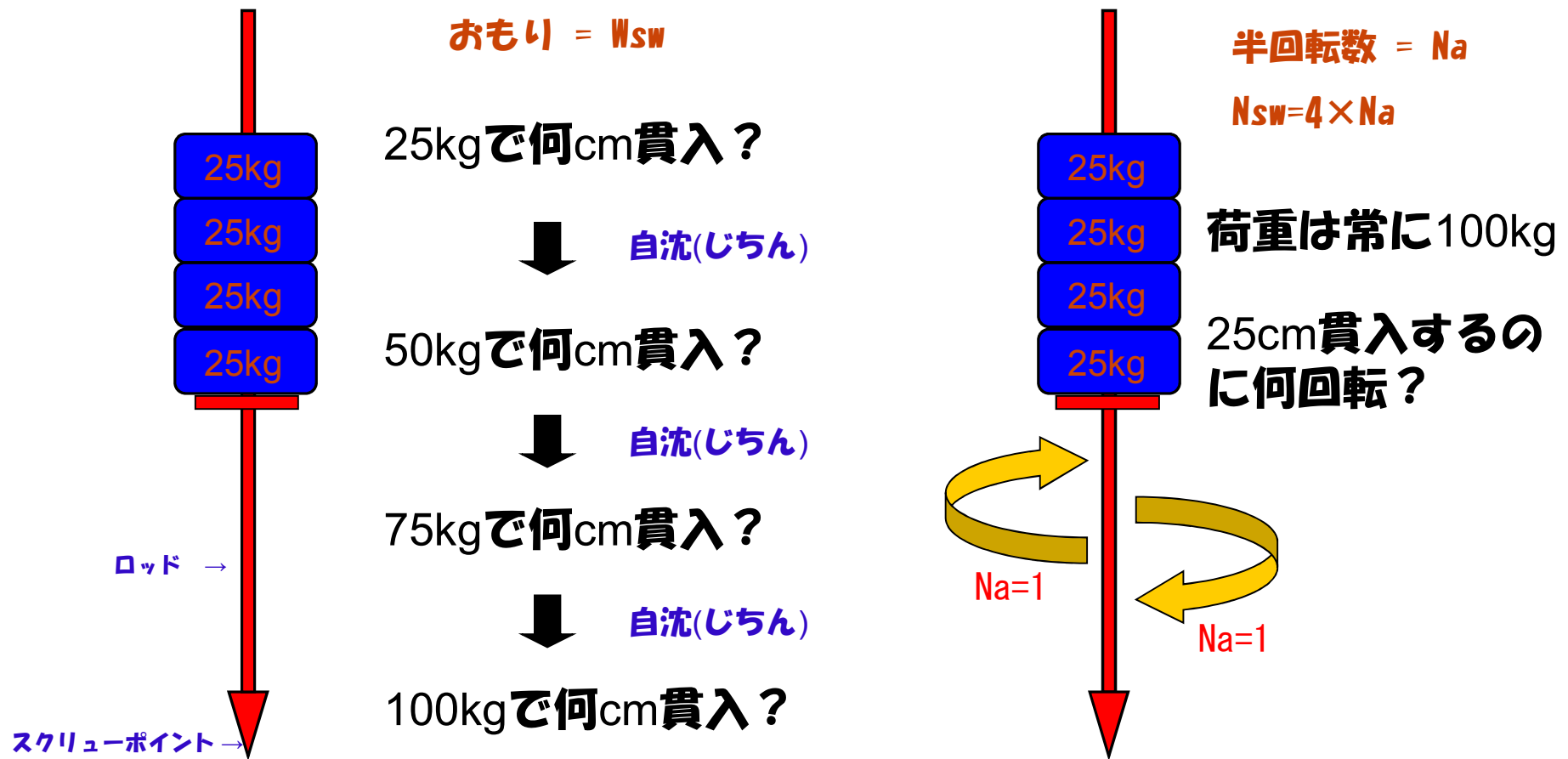
12.5kg  
12.5kg  
19.0kg

各ユニット  
25kg  
全147kg  
(103kg)

自動サウンディング

(日東精工)

# ※スウェーデン式サウンディングのイメージ



## 良好地盤の目安

$N_a = 35$  ( $N$ 値 ≒ 10) 1m連続確認       $N_a = 85$  ( $N$ 値 ≒ 20) 25cm確認

## 2-2.求めなければいけない「地耐力」の意味

**地耐力** (kN/m<sup>2</sup>)

(建築基礎構造設計指針：日本建築学会)  
(小規模建築物基礎設計の手引き：日本建築学会)

**支持力** (kN/m<sup>2</sup>)

**沈下** (cm)

~~**地耐力** (kN/m<sup>2</sup>) = **支持力** (kN/m<sup>2</sup>)~~

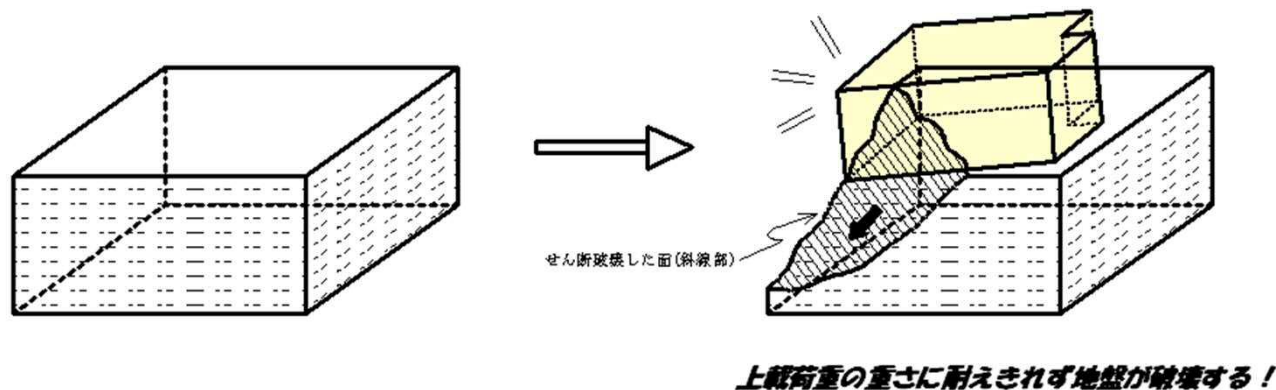
《キーワード1》

**地耐力とは、支持力と沈下の両方を検討するものです。**



## 2-3.支持力とはなにか？

**「支持力」とは地盤に荷重が加わったときにその重さに耐えきれずに地盤が破壊するかどうかを評価する荷重です。**



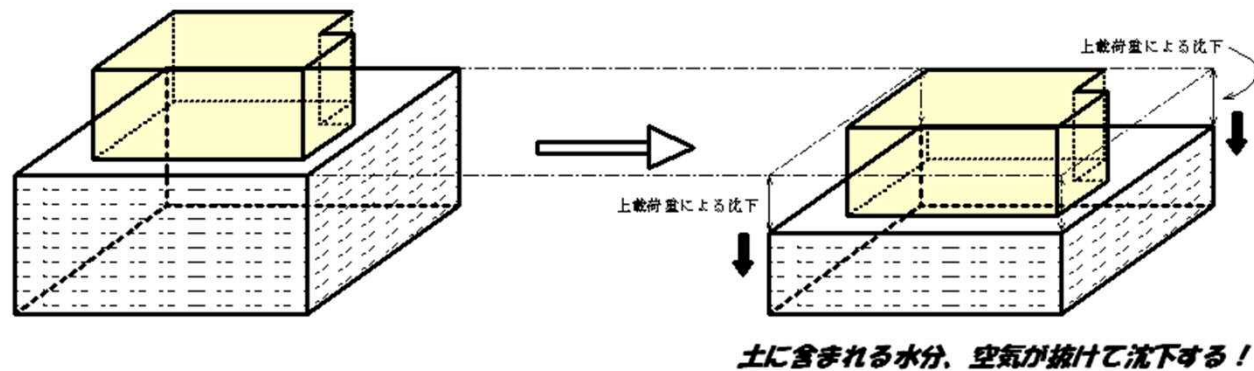
《キーワード2》

**支持力 (kN/m<sup>2</sup>) とは「地盤の破壊」を意味します。**

↑単位に注意!

## 2-4.沈下とはなにか？

「**沈下**」とは地盤に荷重が加わったときにその重さにより、地盤の体積が変形するかどうかを評価する言葉です。



《キーワード3》

**沈下 (cm) とは「地盤の変形」を意味します。**

↑単位に注意！

## 2-5.地耐力の求め方

地耐力 (kN/m<sup>2</sup>)

{	<u>支持力</u> (kN/m <sup>2</sup> )	→	<u>地盤の破壊</u>
	<u>沈下</u> (cm)	→	<u>地盤の変形</u>

- ・ **支持力**：試験結果から計算で求められます。
- ・ **沈下**：試験結果から推測することしかできません。



**資料調査・聞き取り調査・現地調査から  
総合的に解析して検討します。**

《キーワード4》

**支持力での事故は少ない、不同沈下事故は沈下で発生する！**

# 3. SS試験結果（データシート）の読み方

## 3-1. データシートから得られる情報

自沈する荷重 (軟弱) ↓ 回転層 (良好) ↓

貫入深さ D m	貫入量 L cm	荷重 W <sub>sw</sub> kN	半回転数 N <sub>s</sub>	1m当り半回転数 N <sub>sw</sub>	記事		推定 柱状図	荷重 W <sub>sw</sub> kN			貫入量1m当り半回転数 N <sub>sw</sub> トルク (N·m)			換算 N値 N	換算 q <sub>a</sub> kN/m <sup>2</sup>
					音・感触	貫入状況		.25	.50	.75	50	100	200		
0.25	25	1.00	28.6	114	ガリガリ	打撃貫入								8.7	109.0
0.50	25	1.00	4.0	16										3.8	47.5
0.75	25	1.00	0.0	0		回転急速								3.0	37.5
1.00	25	0.50	0.0	0		ロッド回転								1.5	18.8
1.25	25	0.75	0.0	0		無回転急速								2.3	28.1
1.50	25	0.25	0.0	0										0.8	9.4
1.75	25	0.15	0.0	0										0.5	5.6
2.00	25	0.75	0.0	0										2.3	28.1
2.25	25	1.00	0.0	0		ロッド回転								3.0	37.5
2.50	25	0.75	0.0	0		無回転急速									2.3
2.75	25	1.00	23.5	94										8.3	66.4
3.00	25	1.00	40.6	162										12.9	103.0
3.25	25	1.00	29.2	117										9.8	78.6
3.50	25	1.00	11.1	44										5.0	39.8
3.75	25	1.00	17.9	72											6.8
4.00	25	1.00	26.1	104										9.0	72.0
4.25	25	1.00	66.5	266										19.8	158.6
4.50	25	1.00	32.9	132										10.8	86.5

$W_{sw}$  = 荷重(kN)

$$N_{sw} = \frac{100cm}{貫入量(L)} \times Na = 4Na (L = 25cm \text{の場合})$$

### ※換算N値（稲田式）

粘性土： $N = 3W_{sw} + 0.05N_{sw}$  ( $W_{sw}$ はkN)

砂質土： $N = 2W_{sw} + 0.067N_{sw}$  ( $W_{sw}$ はkN)

### ※換算q<sub>a</sub> (kN/m<sup>2</sup>) → 支持力のこと

### ※N値とは？

標準貫入試験により得られる値(ボーリングのみ)。

63.5kgの重りを75cm自由落下させ、地盤に30cm貫入させるのに必要な打撃回数。

SWS試験からは換算N値を推定できる。

《キーワード5》

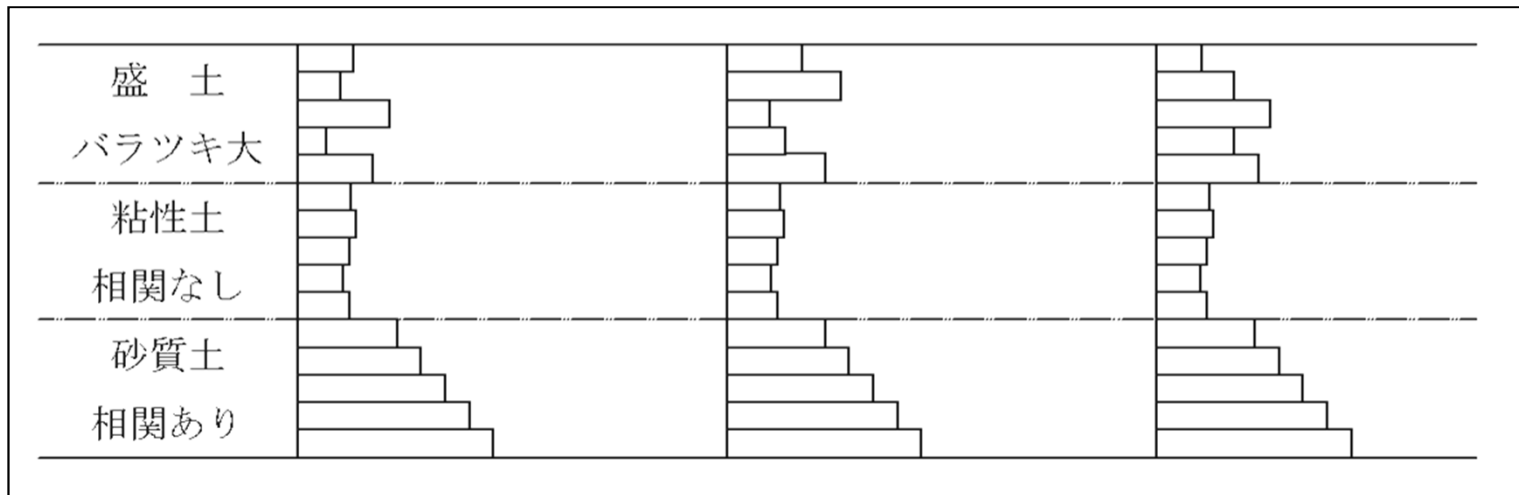
データシートからは、「換算N値」と「支持力」が得られる



## 3-2.砂質土と粘性土の見分け方

スウェーデン式サウンディング試験での土質の判定は推定にすぎません。  
アースダイブでは、以下に示す①～③から総合的に判定しています。

- ①地形区分から推定：地形から現場の土質を推定します
- ②ロッドに伝わる感触や音で推定する：現場で確認することができます
- ③試験データから推定する



## 3-3.いろいろな支持力の求め方

### ※1 テルツァーギの許容支持力式

$$qa = \frac{1}{3} \left( \underbrace{i_\gamma \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c}_{\text{(粘性土)}} + \underbrace{i_\gamma \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma}_{\text{(砂質土)}} + \underbrace{i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q}_{\text{(根入れ)}} \right)$$

(安全率)

### ※2 簡易式 (許容支持力)

粘性土 :  $qa = 12.5 \times N$

砂質土 :  $qa = 8 \times N$

### ※3 国土交通省告示1113号の第3式

$$qa = 30 + 0.6 \overline{N_{sw}} \quad (\overline{N_{sw}}: \text{基礎下2mまでの平均} N_{sw}, MAX150)$$

《キーワード6》

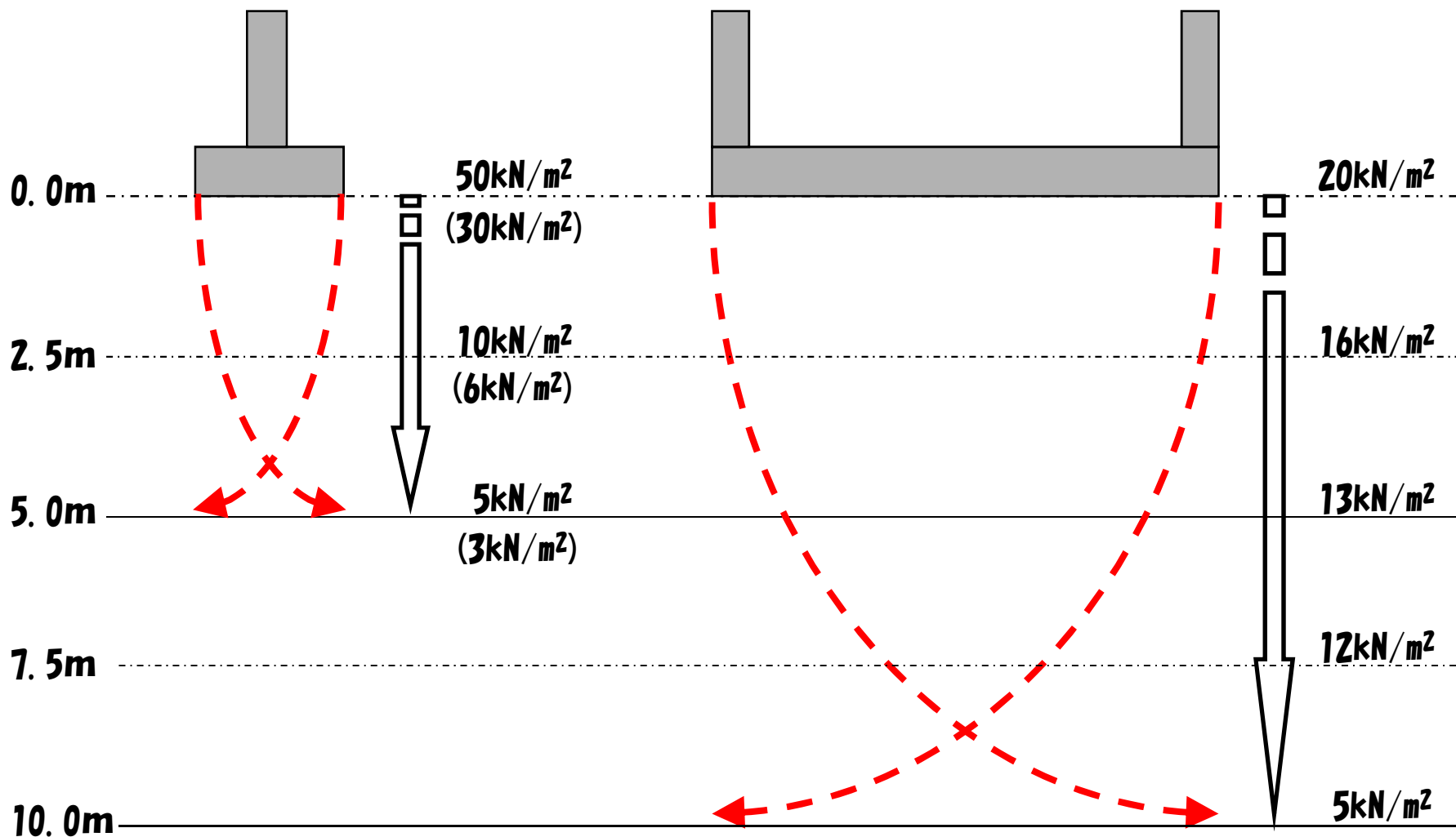
「許容」とは「安全率を考慮した」という意味

許容支持力は安全率1/3を考慮した支持力という意味！

# ※支持力の目安

布基礎 (底版狭い)

ベタ基礎 (底版広い)



布基礎 (30~50kN/m²が目安)

アースダイブ株式会社

ベタ基礎 (20kN/m²が目安)

# 4. 沈下の判定方法

## 4-1. 沈下の種類



- ・ 即時沈下 : 沈下が短期間で終了するため、長期的な問題となることはほとんどない。砂質土は即時沈下のケースが多い。
- ・ 圧密沈下 : 沈下が長期間にわたって継続するため問題となります。沈下量が均一であれば等沈下、不均一であれば不同沈下。我々が注意しなければならないのは「不同沈下」！粘性土・腐植土・盛土は不同沈下となるケースが多い。

### 《キーワード7》

- ・ 砂質土 : 支持力&液状化の検討が重要
- ・ 粘性土, 腐植土, 盛土 : 不同沈下の検討が重要



## 国土交通省告示第1113号

地盤の許容応力度を定める方法は、次の表の(1)項、(2)項又は(3)項に掲げる式によるものとする。  
ただし、a地震時に液状化するおそれのある地盤の場合又は(3)項に掲げる式を用いる場合において、  
基礎の底部から下方2m以内の距離にある地盤にスウェーデン式サウンディングの荷重が1kN以下  
で自沈する層が存在する場合若しくは基礎の底部から下方2mを超え5m以内の距離にある地盤に  
スウェーデン式サウンディングの荷重が0.5kN以下で自沈する層が存在する場合にあたっては、建  
物の自重による沈下その他の地盤の変形等を考慮して建築物又は建築物の部分に有害な損傷、変形  
及び沈下が生じないことを確かめなければならない。 国土交通大臣 林 寛子



地盤調査会社の解釈により判断基準が大きく異なる



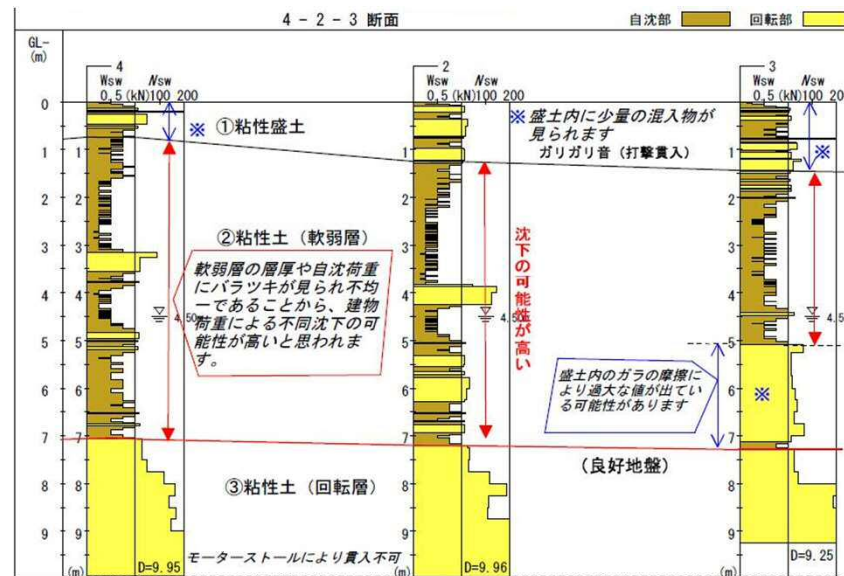
拡大解釈すれば・・・

- ・ 基礎下2mまで1kN自沈があれば地盤補強が必要
- ・ 基礎下2～5mの間に0.5kN自沈があれば地盤補強が必要

アースダイブでは・・・

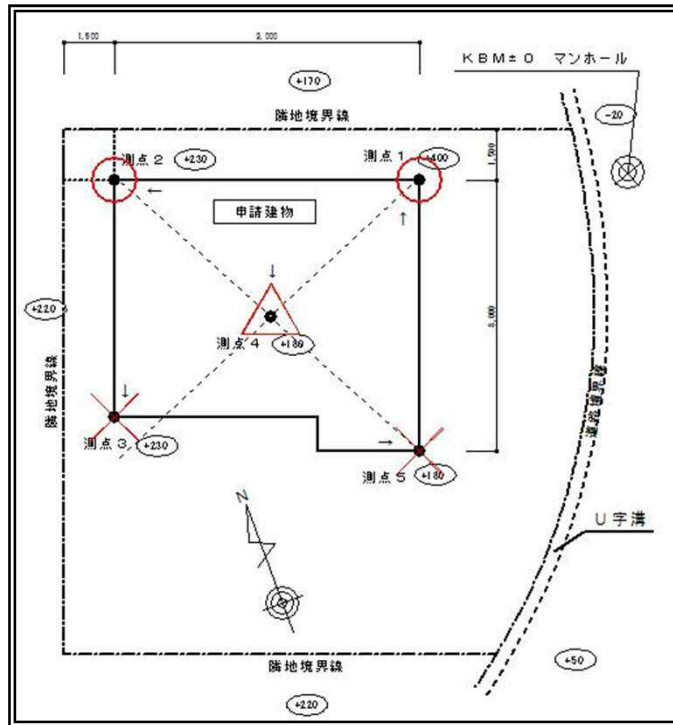
沈下の判定は資料調査・聞き取り調査・現地調査から総合的に解析して検討しています。




(1) 推定断面図からのアプローチ



- ・ 自沈部(沈下検討対象)が明確にわかる
- ・ 地盤構成が明らかになります(傾斜や起伏等)
- ・ 軟弱層の層厚・均質性が明らかになります

## (2)ポイント配置図からのアプローチ



-  アースダイブの沈下判定基準で沈下しない
-  アースダイブの沈下判定基準で沈下する可能性がある
-  アースダイブの沈下判定基準で沈下する

アースダイブ基準より、測点3,4,5方向に向かって、上載荷重の影響による不同沈下の可能性が懸念されます。

《キーワード8》

沈下の判定は資料調査・聞き取り調査・現地調査から総合的に解析して検討します。

## ※沈下が疑われる地盤

- 産業廃棄物などのガラ、ゴミおよび土丹礫などにより盛土したり厚く埋め立てた地盤。
- 丘陵や台地斜面を切盛りして造成した敷地で盛土がルーズ(締りがない、ゆるんだという意味)で軟らかい地盤。
- 腐植土(PEAT)が分布している地盤。谷底低地、堤間湿地、後背湿地、溺れ谷、旧河道等に堆積している。



地中混入物撤去状況 1

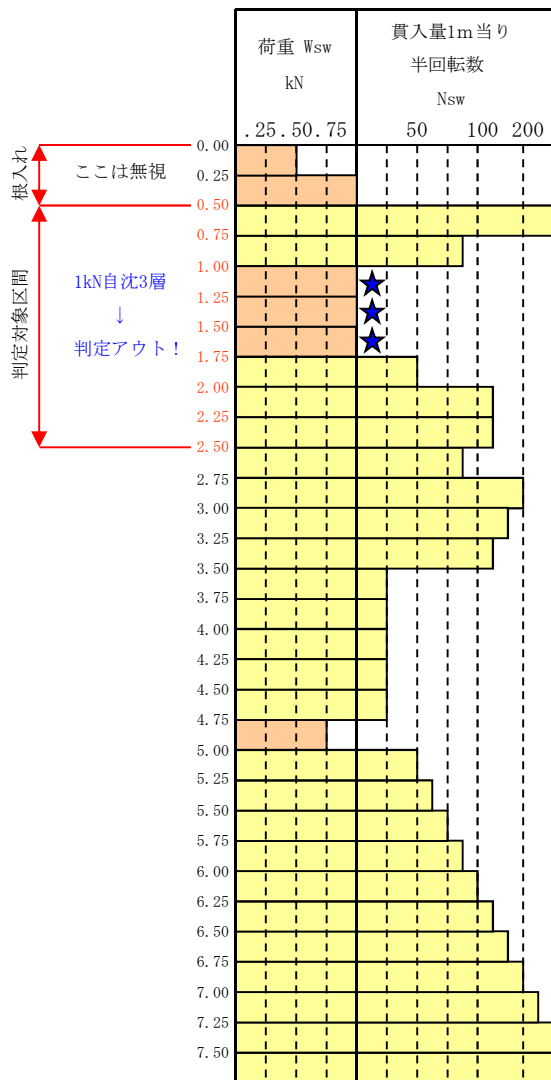


地中混入物撤去状況 2

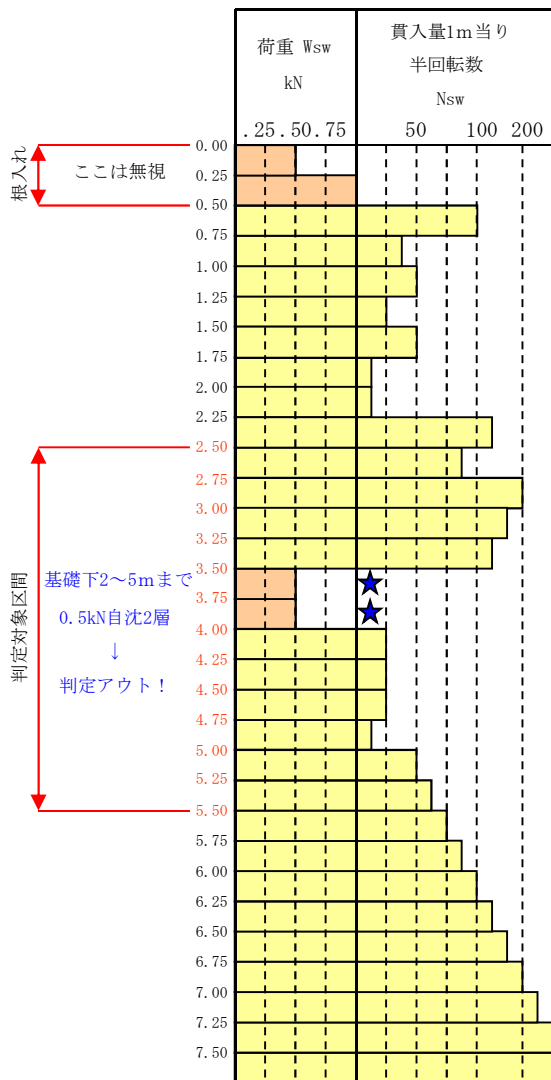


# ※アースダイブ基準による判定例

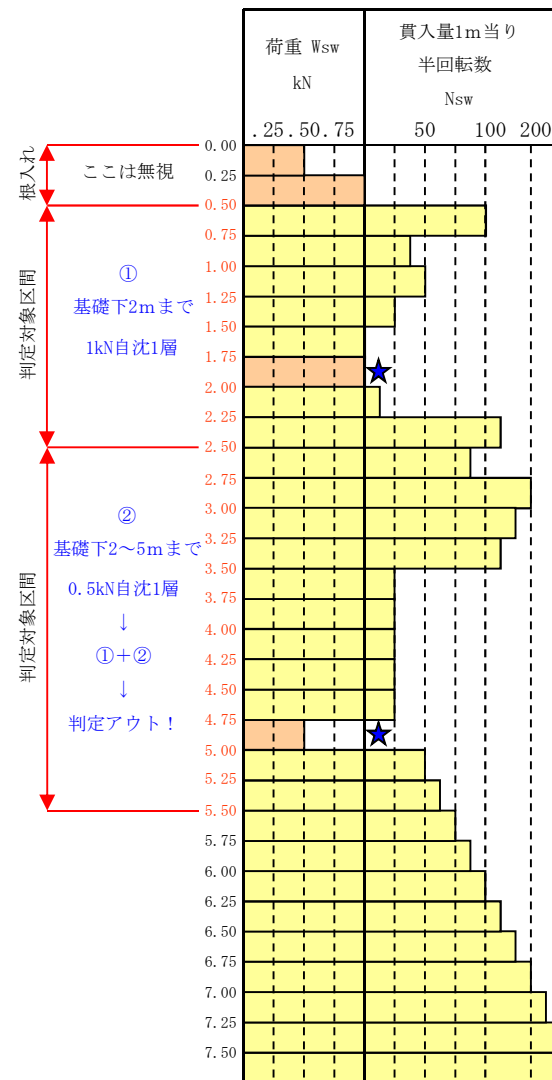
**判定アウト!**



**判定アウト!**



**判定アウト!**



## 4-2.盛土の判定について

### (1)盛土は重たい！→盛土下位の地盤沈下の可能性

盛土は1m<sup>3</sup>当たり、概ね16.0~18.0kN(1.6~1.8t)前後の重量があります。

$$\frac{(18\text{kN} \times 100\text{m}^2 \times 0.6\text{m})}{100\text{m}^2} = 11\text{kN/m}^2$$

(重量) (敷地面積) (盛土厚さ) (敷地面積) (盛土重量)

(一般的な住宅で10kN/m<sup>2</sup>程度の上載荷重)

60cmの盛土で住宅1棟分の重さに相当！

### (2)盛土の安定は？→盛土自体の沈下の可能性

スウェーデン式サウンディングでは、造成直後でもレキ・岩等を含んだ盛土材の場合、過大な値(支持力)を示すことが多くなります！

盛土の安定には、大体3~5年程度の経過年数が必要といわれています。

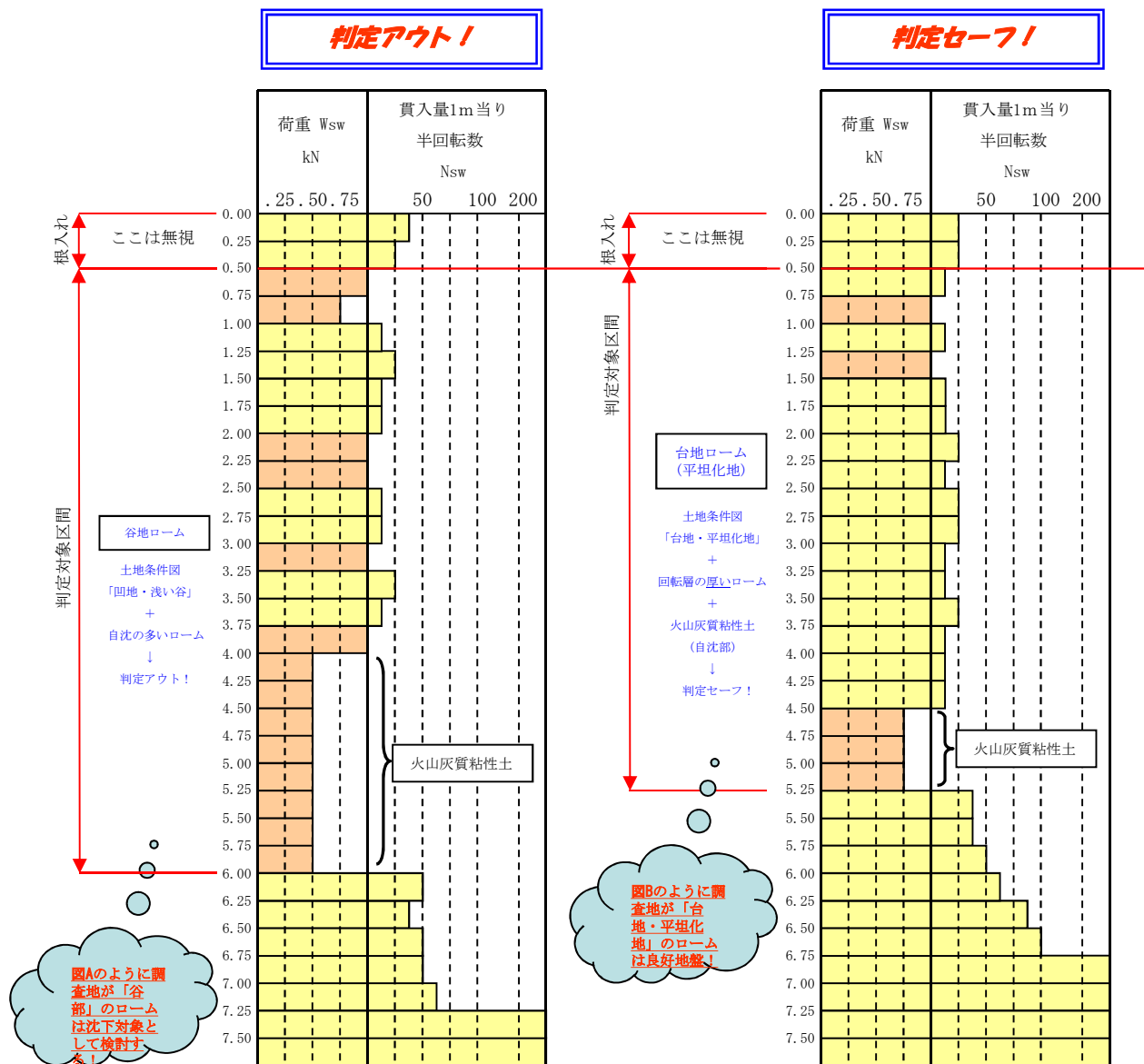
支持力が大きくても、経過年数の短い盛土は要注意です！！

《キーワード9》

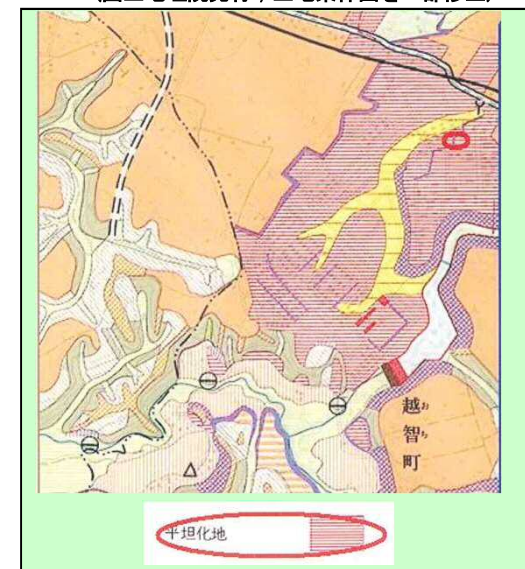
沈下事故は盛土や擁壁等の人工改変に起因した事例が非常に多い！



# ※アースダイブ基準によるローム地盤の判定例



図A 調査地(台地上の谷部の例)  
(国土地理院発行; 土地条件図を一部修正)



図B 調査地(台地上の平坦化地の例)  
(国土地理院発行; 土地条件図を一部修正)

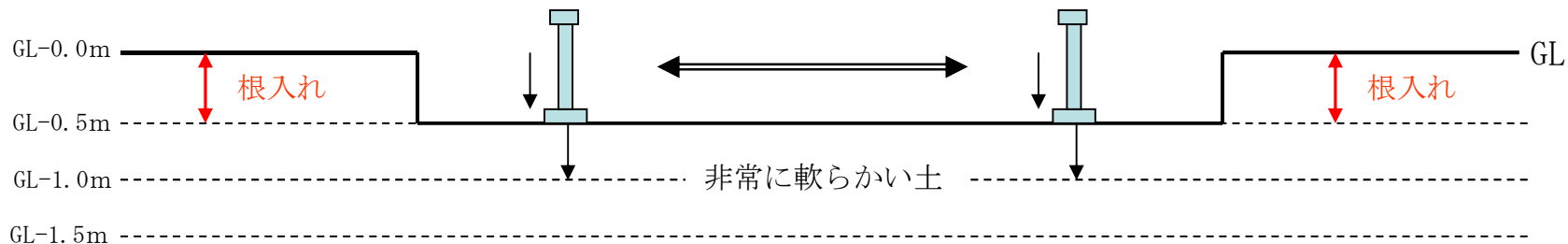
# 5. まとめ (キーワード)

- ① 地耐力とは、支持力と沈下の両方を満足するものです。
- ② 支持力 (kN/m<sup>2</sup>) とは「地盤の破壊」を意味します。
- ③ 沈下 (cm) とは「地盤の変形」を意味します。
- ④ 支持力での事故は少ない、不同沈下事故は沈下で発生する！
- ⑤ テータシートからは、「換算N値」と「支持力」が得られる
- ⑥ 「許容」とは「安全率を考慮した」という意味  
許容支持力は安全率1/3を考慮した支持力という意味！
- ⑦ 砂質土：支持力&液状化の検討が重要  
粘性土、腐植土、盛土：不同沈下の検討が重要
- ⑧ 沈下の判定は資料調査・聞き取り調査・現地調査から総合的に解析して検討します。
- ⑨ 沈下事故は盛土や擁壁等の人口改変に起因した事例が非常に多い！
- ⑩ ロームはこね返しに非常に弱い！谷ロームは不同沈下の対象となる！

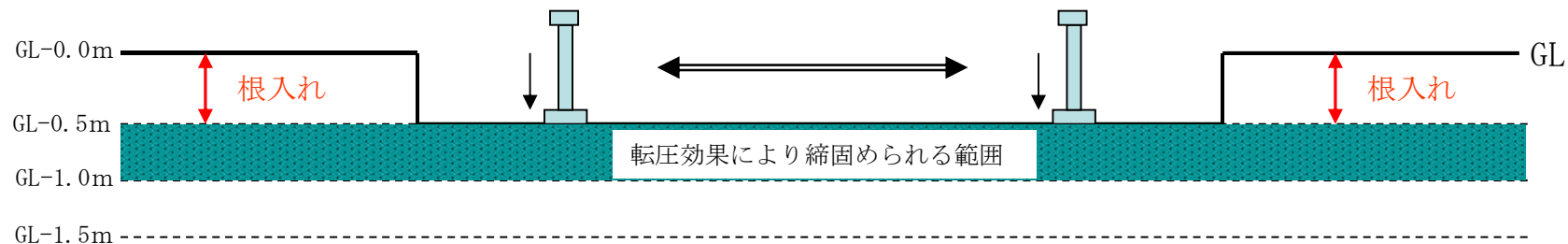


# ①ランマー転圧

同一箇所を5～6回走行(3往復)が適当

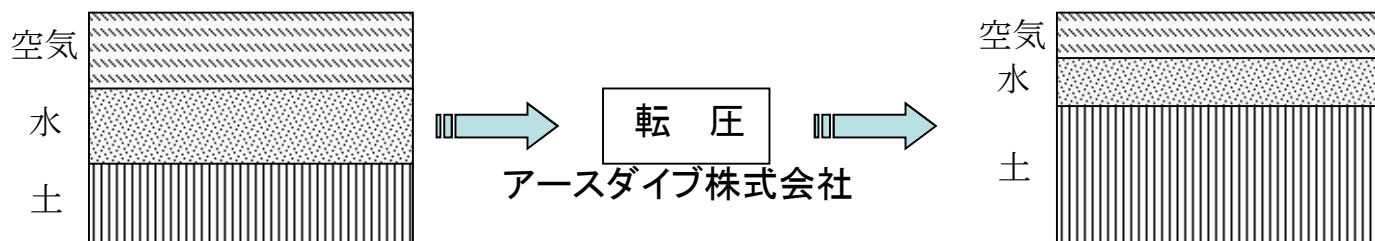


# ②転圧効果が期待できる範囲



- ※粘性土地盤：25cm程度の転圧効果が期待できる
- ※砂質土地盤：50cm程度の転圧効果が期待できる

# ③転圧効果のメカニズム



# 千葉県柏市高柳

貫入 深さ D m	推定 柱状図	荷重 Wsw kN 25.50.75	貫入量1m当り 半回転数 Nsw トルク(N·m)			換算 N値 N	換算 qa kN/m <sup>2</sup>	推定 柱状図	荷重 Wsw kN 25.50.75	貫入量1m当り 半回転数 Nsw トルク(N·m)			換算 N値 N	換算 qa kN/m <sup>2</sup>	推定 柱状図	荷重 Wsw kN 25.50.75	貫入量1m当り 半回転数 Nsw トルク(N·m)			換算 N値 N	換算 qa kN/m <sup>2</sup>			
			50	100	200					50	100	200					50	100	200			50	100	200
0.25					0.8	9.4						3.0	37.5						0.8	9.4			2.3	
0.50					1.5	18.8						3.8	47.5						2.3	28.1			3.5	
0.75					1.5	18.8						4.4	55.5						3.0	37.5			3.0	
1.00					2.3	28.1						5.5	68.3						2.3	28.1			3.0	
1.25					2.3	28.1						6.7	84.0						2.3	28.1			4.3	
1.50					3.0	37.5						7.2	90.0						3.0	37.5			6.6	
1.75					3.5	43.5						9.0	112.0						2.3	28.1			8.4	
2.00					3.0	37.5						9.9	123.8						0.8	9.4			9.3	
2.25					2.3	28.1						8.7	108.3						3.0	37.5			8.0	
2.50					3.0	37.5						7.4	92.5						2.3	28.1			8.8	
2.75					4.2	52.0						6.1	76.3						3.8	47.8			5.8	
3.00					3.6	45.0						5.7	71.8						3.8	48.0			4.3	
3.25					3.0	37.5						5.1	64.3						3.4	42.0			4.4	
3.50					3.4	43.0						4.8	59.7						3.3	41.5			4.7	
3.75					3.3	41.5						5.0	62.5						3.4	42.5			4.8	
4.00					2.3	18.8						5.1	63.3						3.8	48.0			5.2	
4.25					6.8	84.2						4.9	61.3						3.8	48.0			5.3	66.5
4.50					20.0	160.0						11.7	93.4						13.6	108.8			11.5	91.7
4.75					20.0	160.0						20.0	160.0						18.2	145.7			20.0	160.0
5.00					17.3	138.6						20.0	160.0						17.0	136.3			20.0	160.0
5.25					20.0	160.0						20.0	160.0						15.2	121.9				
																			19.5	156.2				
																			20.0	160.0				
																			19.3	154.7				
																			17.9	143.4				
																			15.9	127.1				
																			6.5	131.8				
																			16.4	131.1				
																			17.3	138.2				
																			15.2	121.9				
																			14.8	118.1				
																			15.6	125.1				
																			13.7	109.7				
																			14.4	115.3				
																			14.9	119.6				
																			15.0	120.0				
																			14.4	115.1				
																			11.9	95.3				
																			11.1	89.1				
																			12.3	98.3				



沈下状況

地形: 台地・端部  
盛土: 10年以上  
0.3~2.5m

SS試験による調査深度と基礎下2.00m  
(GL-0.50m~-2.50m)付近までの平均支持力  
測点1 深度5.25m 32.4kN/m<sup>2</sup>  
測点2 深度5.00m 91.8kN/m<sup>2</sup>  
測点3 深度10.00m 28.1kN/m<sup>2</sup>  
測点4 深度5.00m 81.2kN/m<sup>2</sup>

# 神奈川県相模原市南橋本

真入 深さ D m	推定 柱状図	荷重 Wsw kN	真入量1m当り 半回転数		換算 N値	換算 qa kN/m <sup>2</sup>	推定 柱状図	荷重 Wsw kN	真入量1m当り 半回転数		換算 N値	換算 qa kN/m <sup>2</sup>	推定 柱状図	荷重 Wsw kN	真入量1m当り 半回転数		換算 N値	換算 qa kN/m <sup>2</sup>	推定 柱状図	荷重 Wsw kN	真入量1m当り 半回転数		換算 N値	換算 qa kN/m <sup>2</sup>
			50	100					200	N					50	100					200	N		
0.25		25,50.75	3.0	37.5	0.2	1.1		25,50.75	3.0	37.5	0.2	1.9		25,50.75	3.5	44.3	3.9	48.8		25,50.75	3.0	37.5	3.9	48.8
0.50			0.8	9.4	3.0	37.1			2.3	28.1	0.2	1.9			3.8	47.0	3.0	37.5			0.5	5.6	3.0	37.5
0.75			1.5	18.8	2.3	28.1			1.5	18.1	0.5	5.6			3.7	46.5	3.4	43.0			1.5	18.8	3.4	43.0
1.00			3.0	37.5	0.2	1.9			3.0	37.5	0.2	1.9			5.9	73.8	2.3	28.1			3.0	37.5	2.3	28.1
1.25			3.4	43.0	3.5	44.1			3.0	37.5	3.0	37.5			3.9	48.8	6.8	84.7			3.0	37.5	6.8	84.7
1.50			3.0	37.5	3.6	45.0			2.3	28.1	2.3	28.1			3.7	46.5	7.0	88.0			3.0	37.5	7.0	88.0
1.75			1.5	18.8	3.2	40.1			3.0	37.5	3.0	37.5			5.9	73.8	3.6	45.5			1.5	18.8	3.6	45.5
2.00			3.0	37.5	3.7	46.1			3.0	37.5	3.0	37.5			3.9	48.8	3.0	37.5			3.0	37.5	3.0	37.5
2.25			2.3	28.1	3.9	49.1			3.3	41.0	3.3	41.0			4.0	49.5	1.5	18.8			2.3	28.1	1.5	18.8
2.50			2.3	28.1	4.0	50.1			3.7	46.3	3.7	46.3			3.8	47.8	1.5	18.8			2.3	28.1	1.5	18.8
2.75			1.5	18.8	3.8	47.1			3.8	47.1	3.8	47.1			3.6	45.5	1.5	18.8			1.5	18.8	1.5	18.8
3.00			1.5	18.8	3.7	46.1			3.5	43.2	3.5	43.2			3.5	43.2	2.3	28.1			1.5	18.8	2.3	28.1
3.25			1.5	18.8	3.6	45.1			4.6	56.5	4.6	56.5			3.8	48.0	3.0	37.5			1.5	18.8	3.0	37.5
3.50			0.8	9.4	3.7	46.1			3.8	47.5	3.8	47.5			4.3	53.3	3.3	40.7			0.8	9.4	3.3	40.7
3.75			1.5	18.8	4.7	59.1			3.8	48.0	3.8	48.0			4.3	53.3	3.3	41.3			1.5	18.8	3.3	41.3
4.00			2.3	28.1	4.1	51.1			4.3	53.3	4.3	53.3			4.8	60.0	3.8	47.0			2.3	28.1	3.8	47.0
4.25			1.5	18.8	4.0	50.1			4.8	60.0	4.8	60.0			4.5	56.8	4.0	50.0			1.5	18.8	4.0	50.0
4.50			4.8	59.5	4.2	52.1			5.4	67.0	5.4	67.0			6.7	83.5	4.5	56.5			4.8	59.5	4.5	56.5
4.75			6.2	77.0	4.4	54.1			6.7	83.5	6.7	83.5			5.6	69.8	6.9	86.5			6.2	77.0	6.9	86.5
5.00			3.9	48.5	4.2	52.1			6.6	83.0	6.6	83.0			10.0	125.5	6.8	85.5			3.9	48.5	6.8	85.5
5.25			2.3	28.1	4.8	59.1			5.6	69.8	5.6	69.8			11.0	137.8	5.3	66.0			2.3	28.1	5.3	66.0
5.50			4.4	55.5	5.1	63.1			6.6	83.0	6.6	83.0			11.5	144.0	7.4	92.7			4.4	55.5	7.4	92.7
5.75			12.2	153.0	10.4	130.1			10.0	125.5	10.0	125.5			14.3	178.5	10.5	131.5			12.2	153.0	10.5	131.5
6.00			11.5	144.0	14.5	181.1			11.0	137.8	11.0	137.8			20.0	250.0	12.1	151.8			11.5	144.0	12.1	151.8
6.25			8.2	102.0	20.0	250.1			11.5	144.0	11.5	144.0			14.3	178.5	12.3	154.3			8.2	102.0	12.3	154.3
6.50			10.1	126.5					11.5	144.0					14.3	178.5	12.0	150.0			10.1	126.5	12.0	150.0
6.75			12.1	151.3					11.5	144.0					14.3	178.5	10.2	127.0			12.1	151.3	10.2	127.0
7.00			14.7	183.3					14.3	178.5					20.0	250.0	13.1	163.2			14.7	183.3	13.1	163.2
7.25			20.0	250.0					20.0	250.0							14.7	183.5			20.0	250.0	14.7	183.5
																	12.0	150.0					12.0	150.0
																	7.0	88.0					7.0	88.0
																	13.3	166.3					13.3	166.3
																	20.0	250.0					20.0	250.0

粘性盛土

ロー

粘性土

地形:台地・谷底低地  
盛土:10年以上  
1.25~1.50m

SS試験による調査深度と基礎下2.00m (GL-0.25m~2.25m)までの平均支持力  
 測点1 深度7.25m 24.8kN/m<sup>2</sup>  
 測点2 深度6.25m 38.7kN/m<sup>2</sup>  
 測点3 深度2.75m 23.9kN/m<sup>2</sup>  
 測点4 深度7.25m 47.9kN/m<sup>2</sup>  
 測点5 深度8.25m 47.9kN/m<sup>2</sup>







直径30mmの穴 [スクリーンの検証]



良い例



悪い例

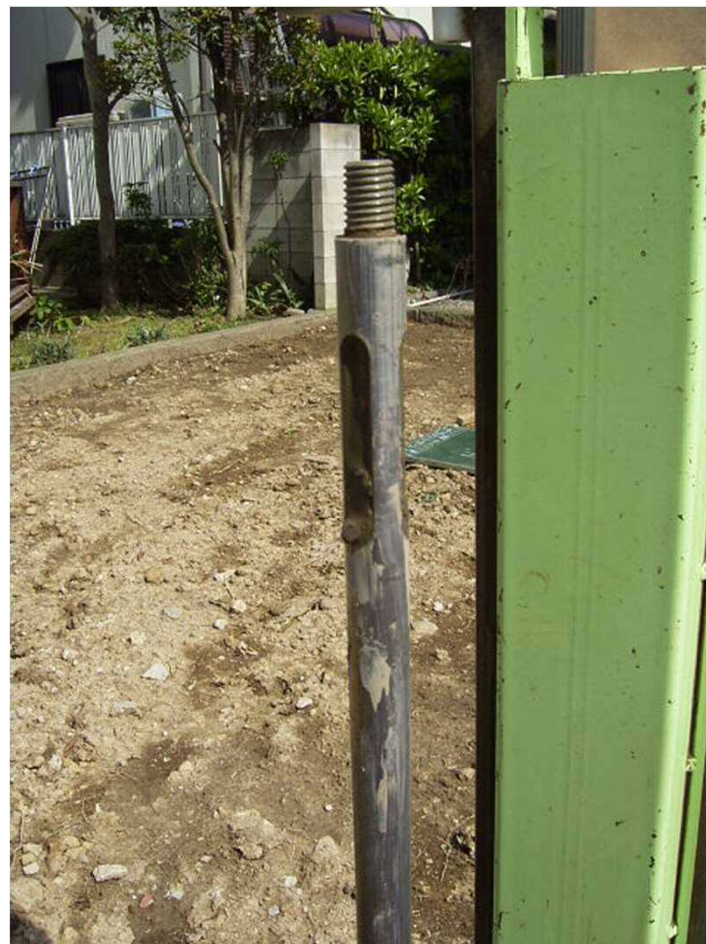




土質確認



データ確認



含水状態確認