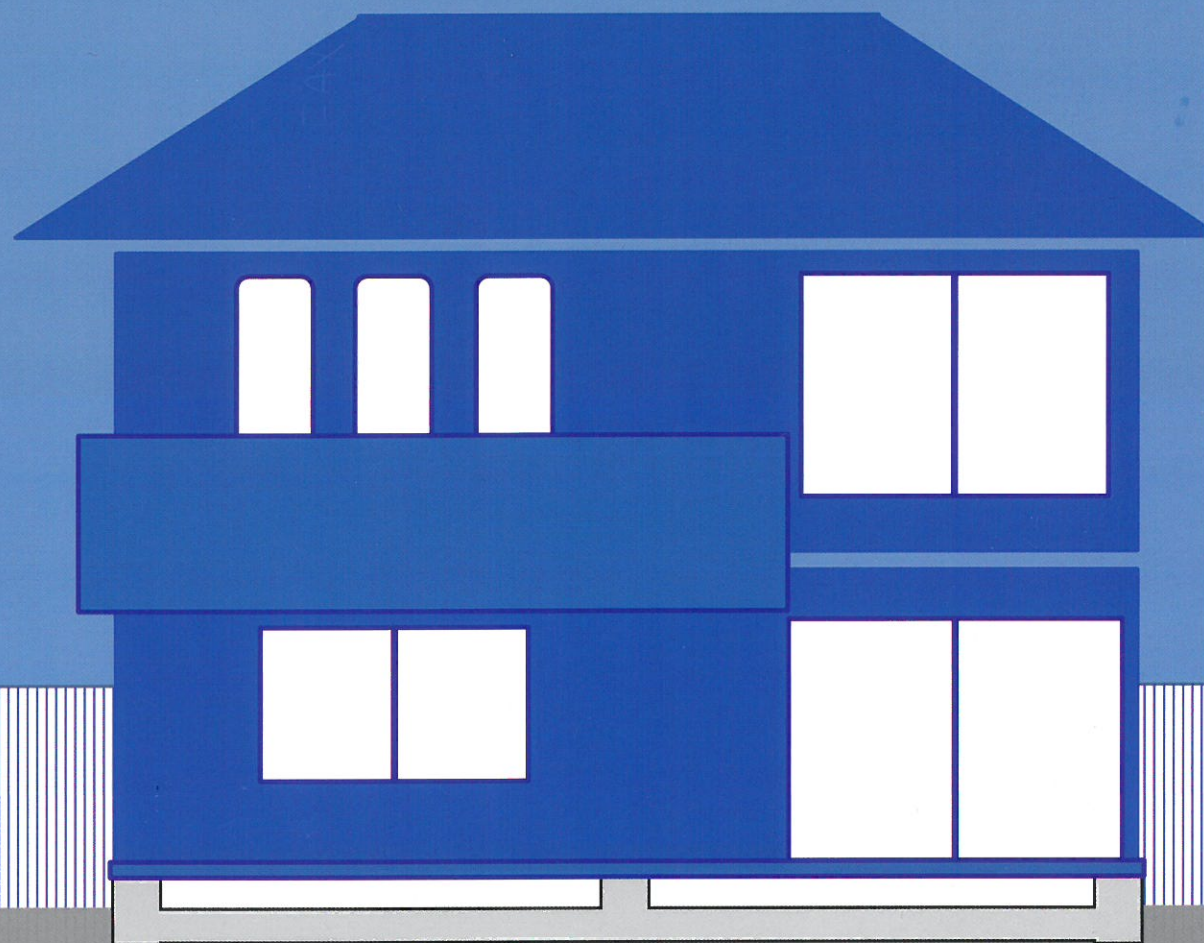


これだけは知っておきたい！

小規模建築物の基礎・地盤改良



ユーディーアイ確認検査株式会社

はじめに

建築基準法では、構造部分の取扱いについて、法20条をはじめとして施行令第3章に規定されています。

しかしながら、この法律では、第1条において「最低の基準」を定める旨記載されているように、取扱い方法の詳細については、関連書籍や文献に委ねているのが現状であり、私共審査機関の審査も同様、これらを参考に審査が行われています。

ただ、実務においては、参考文献として認められる範囲や、その内容に対して、どのように解釈していくのか、判断が分かれる部分もあり、審査機関の取扱いに違いが生まれることとなります。

このようなことから、このセミナーにおいて紹介させていただく内容についても、弊社の判断基準を示すという域を出ませんが、少しでも皆様のお役に立てる部分がありましたら幸いに存じます。

なお、本資料は、平成28年1月現在の法律、文献を参考に作成しておりますので、新たな規定や考え方が示された場合には、その規定に沿った判断が必要となります。

目次

基礎・地盤

- 1-1 基礎・地盤に関する法令
- 1-2 建築基準法施行令 第38条
- 1-3 平12建告第1347号 第1
- 1-4 建築基準法施行令 第93条
- 1-5 平13国交告第1113号
- 2-1 地盤計画のポイント
- 2-2 SWS試験の特徴・読み方
- 2-3 告示1113号第2(3)式 但書き
- 2-4 液状化現象について

地盤改良

- 3-1 地盤補強の目的
- 3-2 沈下現象について
- 3-3 形状・支持による分類
- 3-4 面的支持について
- 3-5 複合的支持について
- 3-6 杭的支持について
- 3-7 地盤補強の選定について
- 3-8 改良範囲における注意点
- 3-9 改良検討に必要な数値
- 3-10 杭状地盤補強工法 算定例

小規模建築物における基礎・地盤

基礎は、建物の規模・重量に応じた上部構造が地盤に対して、構造上支障のある有害な影響(沈下・浮き上がり・転倒・横移動等)を与えないよう、安全に支持できる形式とする必要がある

地盤は、建物上部からの荷重に対して、必要な支持力(強度)の確保および基礎の沈下の抑制、過大な変形による不同沈下が起こらないよう、安全に計画する必要がある



基礎と地盤に関する基本知識を身に付け、総合的な判断が必要

第一部 基礎・地盤

建築基準法 第20条

【構造耐力】

建築基準法施行令 第38条

【基礎】

告示 1347号

【建築物の基礎の構造方法及び構造計算の基準を定める件】

建築基準法施行令 第93条

【地盤及び基礎ぐい】

告示 1113号

【地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を求めるための地盤調査の方法並びにその結果に基づき地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を定める方法等を定める件】

6

建築基準法施行令 第38条

建築物の基礎の構造については、建築物の構造・形態・地盤の状況を考慮し国土交通大臣が定めた構造方法(告示1347号)を用いるものとしている

第1項

…基礎を設計する上での要求性能

第2項から第4項

…要求性能を満足させる為の具体的な基準

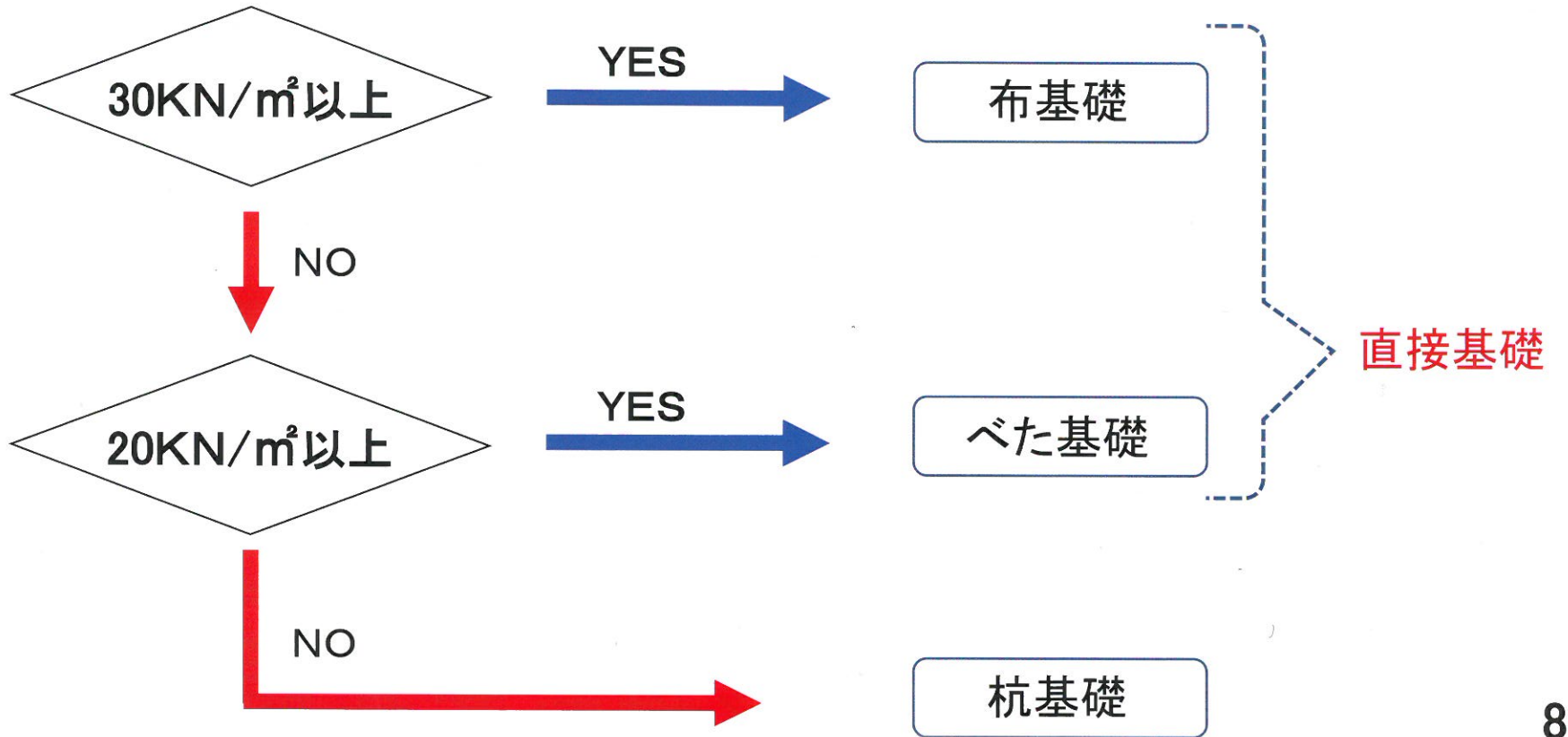
第5項及び第6項

…打撃ぐいの破損、木ぐいの腐食防止の処置など特に配慮が必要な事項について規定している

7

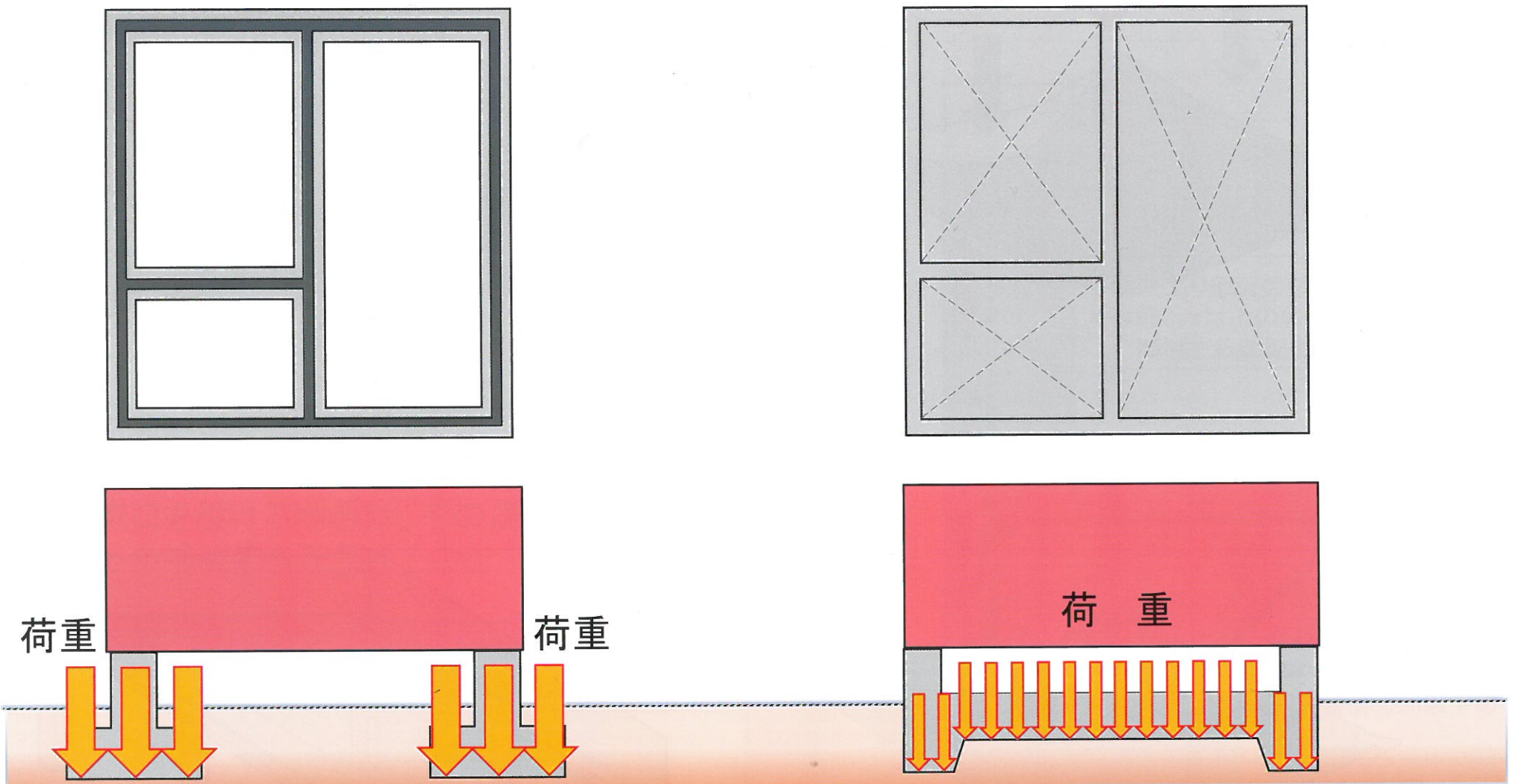
基礎ぐいの仕様や、べた基礎・布基礎の寸法、形状、配筋などの基本的な構造方法などが規定されている

地盤の長期に生ずる力に対する許容応力度



布基礎

べた基礎

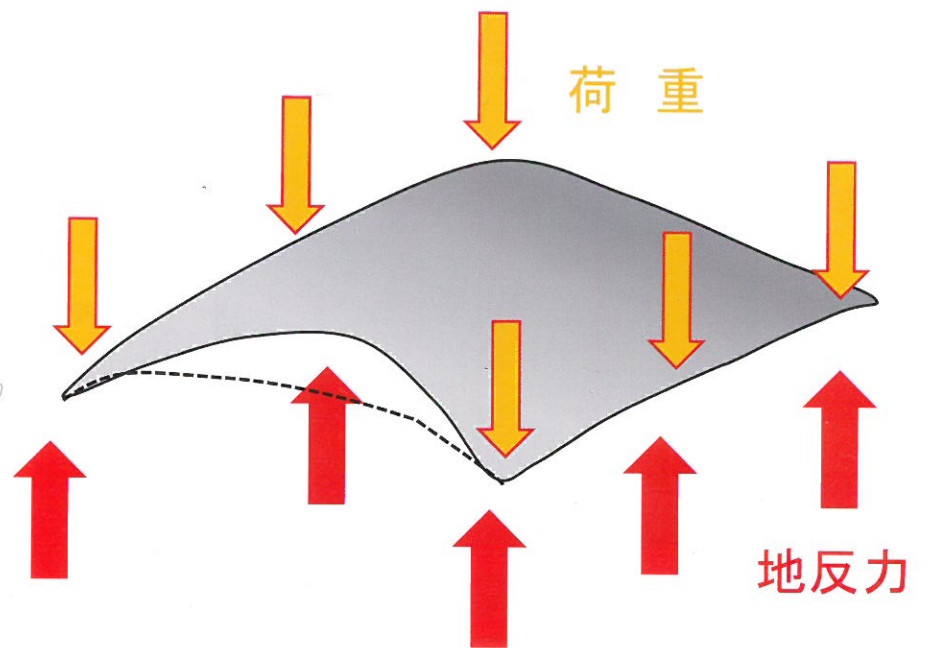
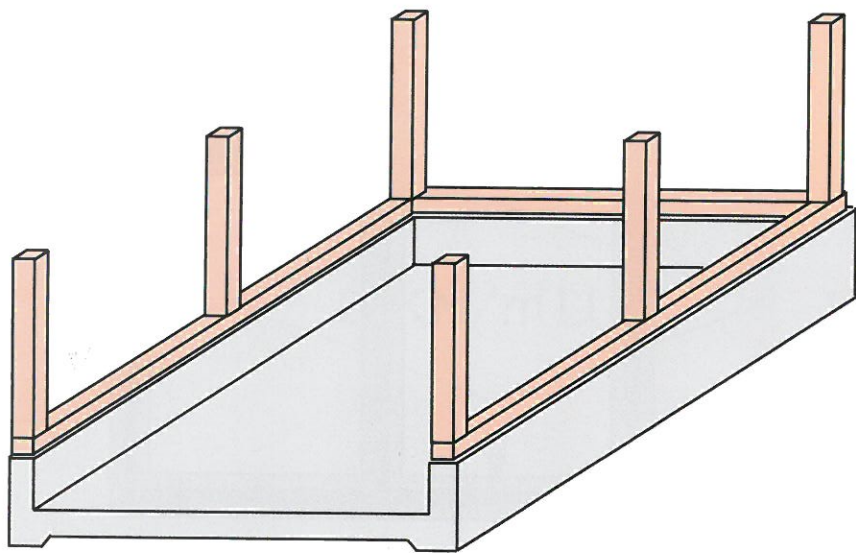
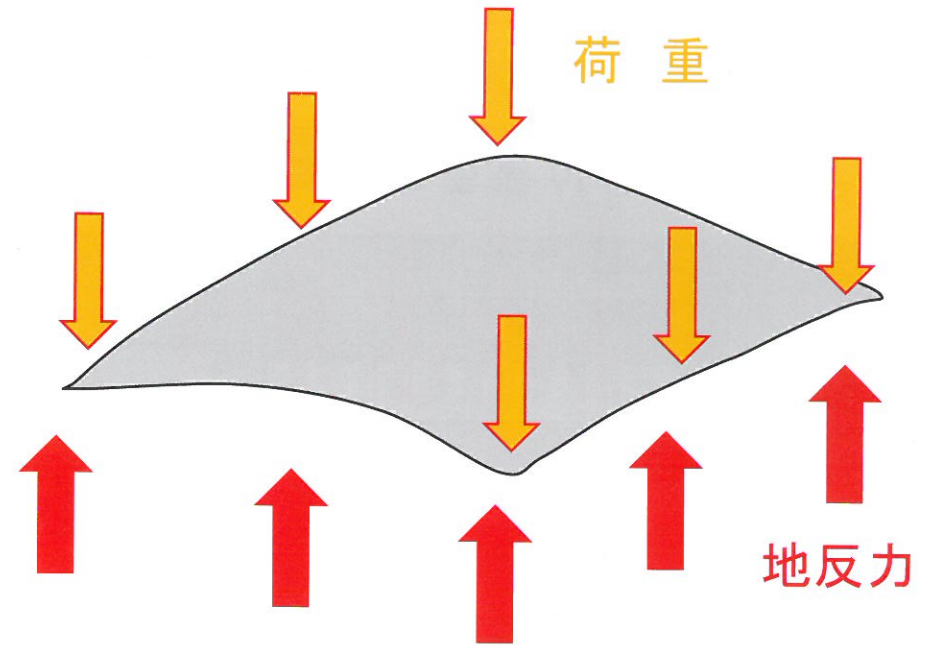
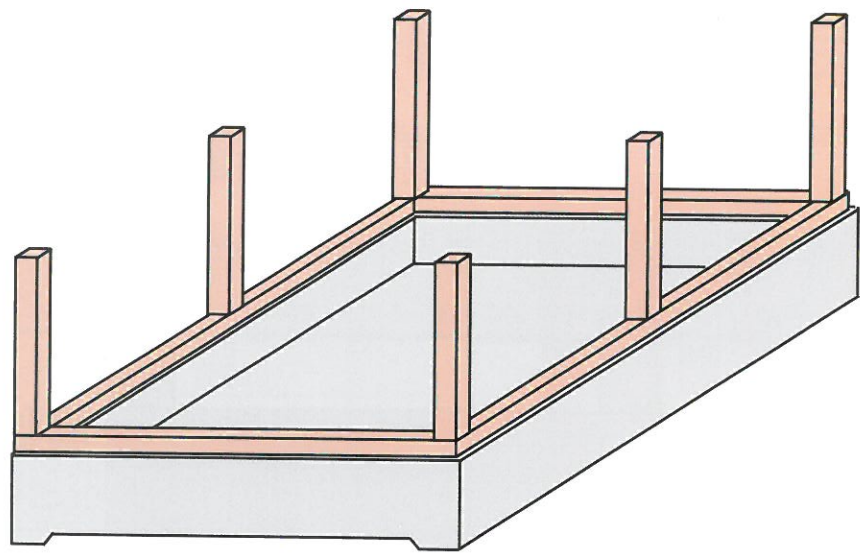


建物の重量が集中

建物の重量が分散

地盤強度が大

地盤強度が小



べた基礎の仕様

- ① 一体の鉄筋コンクリート造とすること
- ② 木造の土台の下又は組積造の壁若しくは補強コンクリートブロック造の耐力壁の下にあっては、連続した立上り部分を設けること
- ③ 各部の断面寸法及び配筋については、右図参照
- ④ 換気口を設ける場合は、その周辺に径9mm以上の補強筋を配置すること

立上り部分の高さ 地上30cm以上

立上り部分の厚さ 12cm以上

底盤の厚さ 12cm以上

根入れ深さ 12cm以上かつ凍結深度よりも深く

立上り部分の上端と下端主筋
径12mm以上とし、
補強筋と緊結すること

立上り部分の補強筋
径9mm以上の鉄筋を30cm以下の
間隔で縦に配置すること

底盤部分の補強筋
径9mm以上の鉄筋を縦横30cm以下の
間隔で配置すること

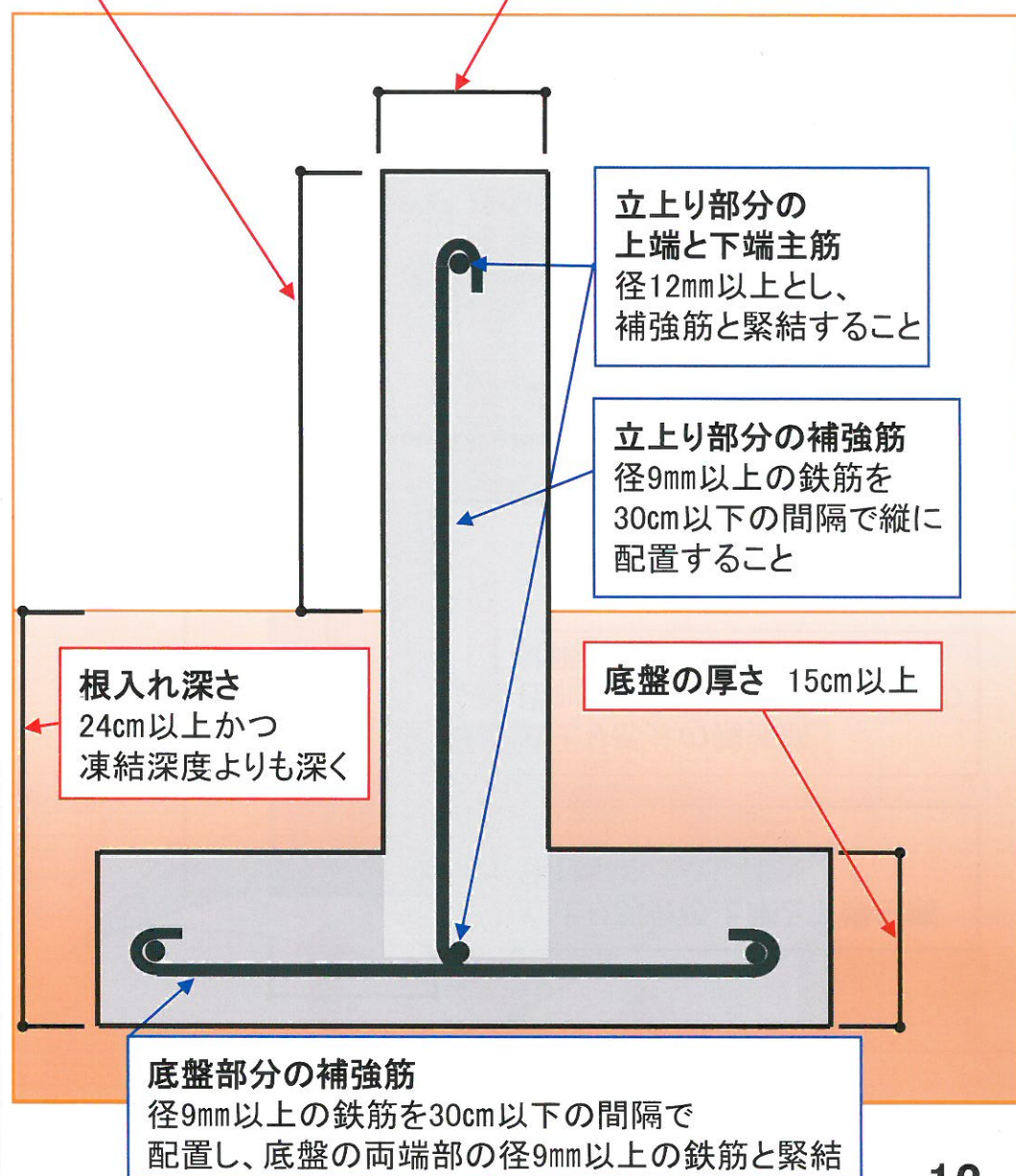
布基礎の仕様

- ① 一体の鉄筋コンクリート造とすること
- ② 木造の土台の下又は組積造の壁若しくは補強コンクリートブロック造の耐力壁の下にあっては、連続した立上り部分を設置すること
- ③ 各部の断面寸法及び配筋については、右図参照
- ④ 換気口を設ける場合は、その周辺に径9mm以上の補強筋を配置すること

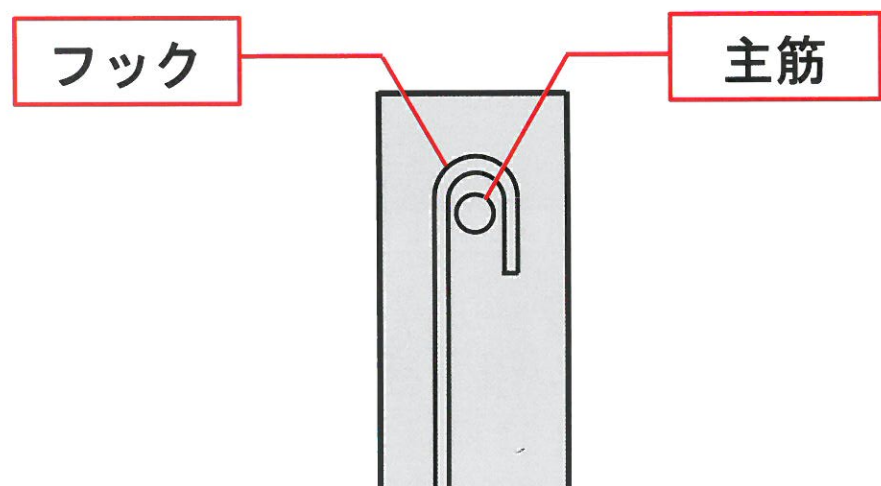
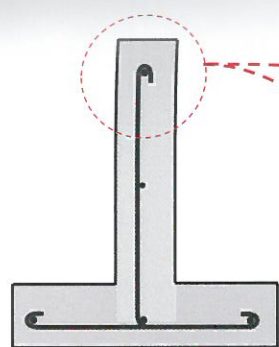
地盤の許容応力度【KN/m ² 】	底盤の幅【cm】		
	木造または鉄骨造その他これに類する重量の小さい建築物		その他の建築物
	平屋建て	2階建て	
30以上 50未満	30	45	60
50以上 70未満	24	36	45
70以上	18	24	30

立上り部分の高さ 地上30cm以上

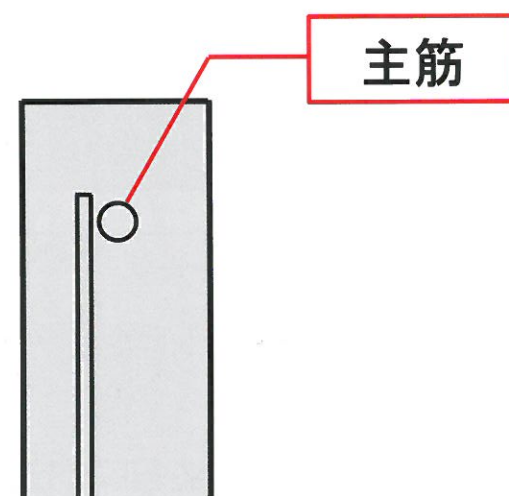
立上り部分の厚さ 12cm以上



12



フック有



フック無

13

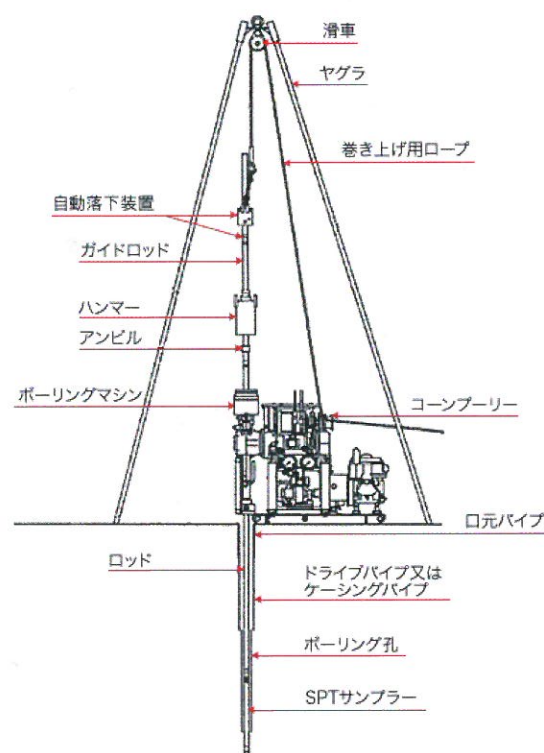
地盤の許容応力度および基礎杭の許容支持力は、国土交通大臣が定めた構造方法(告示1113号)を用いるものとしている。
 ただし、下記表に掲げる地盤の許容応力度については、地盤の種類に応じた数値とする事ができる。

地盤	長期応力に対する許容応力度【KN/m ² 】	短期応力に対する許容応力度【KN/m ² 】
岩盤	1,000	長期応力に対する許容応力度のそれぞれの数値の2倍
固結した砂	500	
土丹盤	300	
密実な礫層	300	
密実な砂質地盤	200	
砂質地盤(地震時に液状化の恐れがないものに限る)	50	
堅い粘土質地盤	100	
粘土質地盤	20	
堅いローム層	100	
ローム層	50	

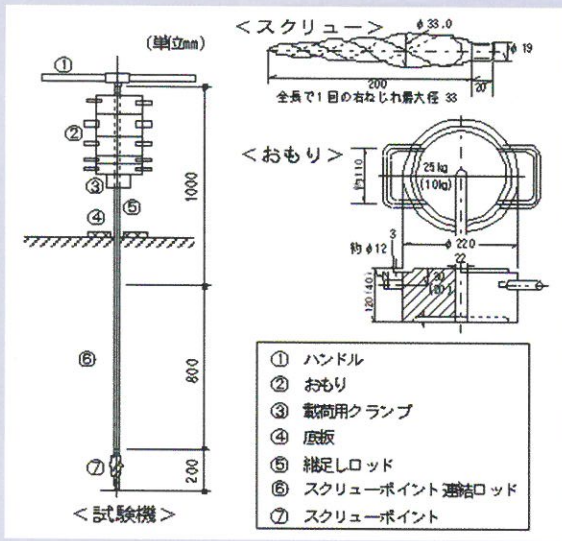
地盤調査の方法、地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を定める方法

第1 調査方法

- 一 ボーリング調査
- 二 標準貫入試験
- 三 静的貫入試験
- 四 ベーン試験
- 五 土質試験
- 六 物理探査
- 七 平板載荷試験
- 八 載荷試験
- 九 くい打ち試験
- 十 引抜き試験

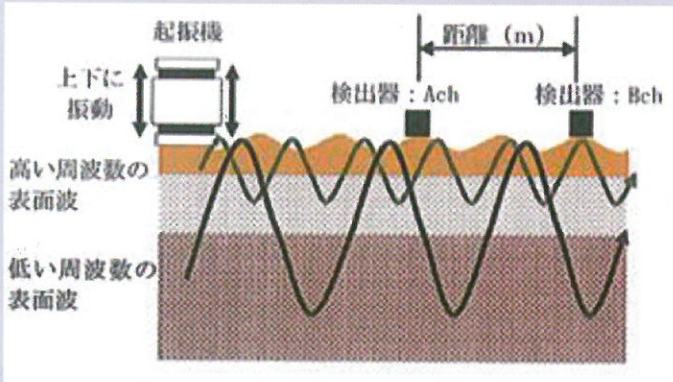


ボーリング調査



代表的な静的貫入試験
スウェーデン式サウンディング試験 (SWS試験)

スクリューポイントにロッドを取り付け、おもりを載せ、ロッドを回転させて地盤の硬軟を測定。調査深度は10m程度



代表的な物理探査
表面波探査法

起振機で人工的に振動を起こし、振動の伝播する速度をセンサーで測定。調査深度は20m程度

第2 支持力算定式

$$(1) 式 \quad qa = \frac{1}{3} \left(\overset{\textcircled{1}}{ic \cdot \alpha \cdot C \cdot Nc} + \overset{\textcircled{2}}{i\gamma \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot Nr} + \overset{\textcircled{3}}{iq \cdot \gamma_2 \cdot Df \cdot Nq} \right)$$

この式は、以下の3つの項目から成り立っている。

- ①: 土の粘着力による項目 (Cは、粘性土の粘着力)
- ②: 基礎の幅による項目 (Bは、基礎の幅)
- ③: 土の押え効果による項目 (Dfは、土の押え効果)

この他に地盤の支持力に影響を与える要素として、地盤内部の摩擦角に応じた支持力係数 $Nc, N\gamma, Nq$ がある。

粘性土の場合、 $\phi = 0$ $Nc = 5.1, N\gamma = 0, Nq = 1.0$

砂質土の場合、 ϕ に応じた数値

(ϕ は、内部摩擦角)

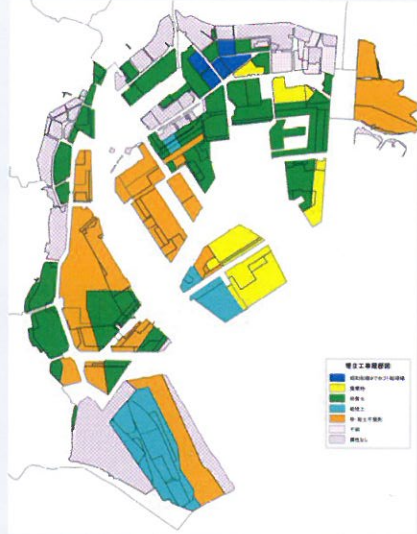
$$(3) 式 \quad qa = 30 + 0.6 \overline{Nsw}$$

\overline{Nsw} は、SWS試験における貫入量1mあたりの半回転数の平均値(回)

- 当該敷地の資料調査・現地踏査を行う
- 基礎形式や規模に応じた調査方法を選定する
- 適切な質・量の調査を計画する

資料調査について

- 地形、地質資料調査
- 地域の特性調査
- 近隣で行われた過去の地盤補強工事の内容
- 敷地の履歴等調査
- 過去の地盤災害調査
など



埋立工事履歴図

現地踏査について

- 敷地の状況調査
- 道路状況調査
- 周辺既存建物調査
- 設備、施工状況調査
など

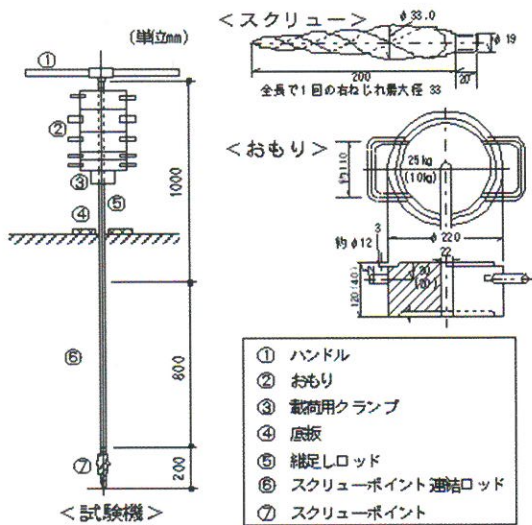


など

道路・既存建物異常

スウェーデン式サウンディング試験(SWS試験)

静的貫入試験の1種であり、JIS A 1221(試験方法)に規定されている。



特徴

- 試験装置、試験方法が簡易で容易に調査が可能。
- 調査測点数は、3～5点程度。
- 適用深度は、10m程度。
- 土質の判別が難しい。
- 地下水位の把握が難しい。
- 調査方法の違いによるバラつきがある。

得られるパラメータ

- W_{sw} : 荷重
- N_{sw} : 1mあたりの半回転数

スウェーデン式サウンディング試験

① 調査名	〇〇〇〇 様邸 新築工事			測点番号	1													
② 調査地点	〇丁目〇〇番地〇〇			年月日	2014年4月1日													
標高	KBM +0.00m	最終貫入深さ	5.00m	試験者	〇〇〇〇													
水位	④ 不明	⑤ 天気	晴れ	試験方法	スウェーデン式サウンディング試験													
荷重 Wsw (KN)	半回転数 Na	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当り半回転数 Nsw	記事			推定状況図	荷重Wsw KN					貫入量1m当り半回転数 Nsw	換算N値 N	換算qa KN/m ²		
					音・感触	貫入状況	土質名		0.25	0.50	0.75	0	50				100	150
1.00	4.0	0.25	25	16	ジャリジャリ		砂質土										3.1	39.6
1.00	0.0	0.50	25	0	ユックリ		粘性土										3.0	--
1.00	4.0	0.75	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	4.0	1.00	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	4.0	1.25	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	5.0	1.50	25	20			粘性土										4.0	42.0
1.00	4.0	1.75	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	4.0	2.00	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	4.0	2.25	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	4.0	2.50	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	4.0	2.75	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	4.0	3.00	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	5.0	3.25	25	20			粘性土										4.0	42.0
1.00	4.0	3.50	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	4.0	3.75	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	15.0	4.00	25	60			粘性土										6.0	66.0
1.00	24.0	4.25	25	95			粘性土										7.8	87.0
1.00	56.0	4.50	25	222			粘性土										10.5	120.0
1.00	63.0	4.75	25	250			粘性土										10.5	120.0
1.00	84.0	5.00	25	336			粘性土										10.5	120.0
1.00	125.0	5.25	25	500			粘性土										10.5	120.0
							貫入不可											

※Nswの上限
150を超える場合は、150とする。

qa (許容支持力)
算出の為に読み取る項目

- ① 調査地点
当該地若しくは近隣かを確認
- ② 標高
調査の基準高さ
標高と設計GLの高さを確認
- ③ 荷重Wsw
0.05KN,0.15KN,0.25KN,0.5KN,
0.75KN,1.0KNの荷重段階が
記載されている
- ④ 貫入深さ
地中障害や堅い地層で
貫入不可となるまでは、
10m程度まで調査する
- ⑤ 1mあたり半回転数Nsw
半回転数Naを1mあたりに
換算して記載されている
Nswが0の層=『自沈層』

2-3 告示1113号第2(3)式 但書き

②告示1113号第2(3)式による支持力算定

スウェーデン式サウンディング試験

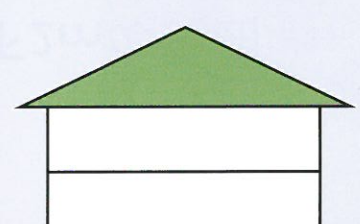
調査名	板橋区上板橋 〇〇〇〇 様邸 新築工事			測点番号	1													
調査地点	東京都板橋区上板橋〇丁目〇〇番地〇〇			年月日	2013年4月1日													
標高	KBM +0.00m	最終貫入深さ	5.00m	試験者														
水位	GL-5.00m	天気	晴れ	試験方法	スウェーデン式サウンディング試験													
荷重 Wsw (KN)	半回転数 Na	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当り半回転数 Nsw	記事			推定状況図	荷重Wsw KN					貫入量1m当り半回転数 Nsw	換算N値 N	換算qa KN/m ²		
					音・感触	貫入状況	土質名		0.25	0.50	0.75	0	50				100	150
1.00	4.0	0.25	25	16	ジャリジャリ		砂質土										3.8	39.6
1.00	0.0	0.50	25	0	ユックリ		粘性土										3.0	--
1.00	4.0	0.75	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	4.0	1.00	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	4.0	1.25	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	5.0	1.50	25	20			粘性土										4.0	42.0
1.00	4.0	1.75	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	4.0	2.00	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	4.0	2.25	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	4.0	2.50	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	4.0	2.75	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	4.0	3.00	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	5.0	3.25	25	20			粘性土										4.0	42.0
1.00	4.0	3.50	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	4.0	3.75	25	16			粘性土										3.8	39.6
1.00	15.0	4.00	25	60			粘性土										6.0	66.0
1.00	24.0	4.25	25	95			粘性土										7.8	87.0
1.00	56.0	4.50	25	222			粘性土										10.5	120.0
1.00	63.0	4.75	25	250			粘性土										10.5	120.0
1.00	84.0	5.00	25	336			粘性土										10.5	120.0
1.00	125.0	5.25	25	500			粘性土										10.5	120.0
							貫入不可											

(3)式 $qa = 30 + 0.6\overline{Nsw}$

この式は、Nswが0であっても、最低 30kN/m²は確保される。

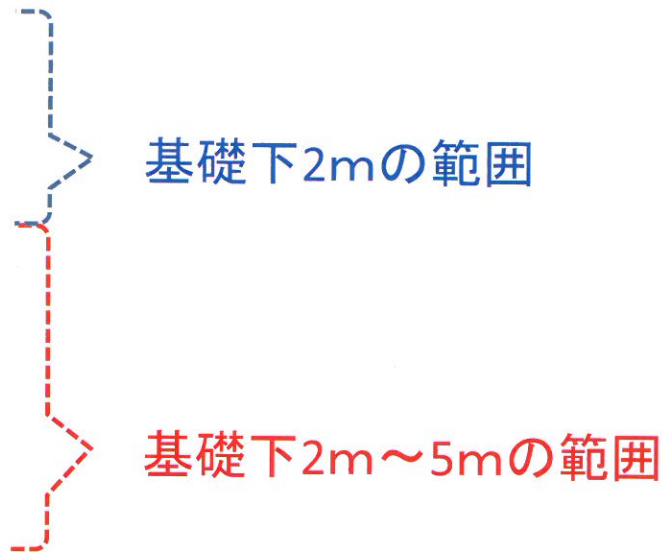
使用する為の条件は

- ① 液状化するおそれのない地盤の場合
- ② 下記に該当した場合に
沈下等に対して安全が確認された場合



- ① 基礎底面から2m以内の範囲で
Wsw=1kN以下の自沈層がある場合
- ② 基礎底面から2~5m以内の範囲で
Wsw=0.5kN以下の自沈層がある場合

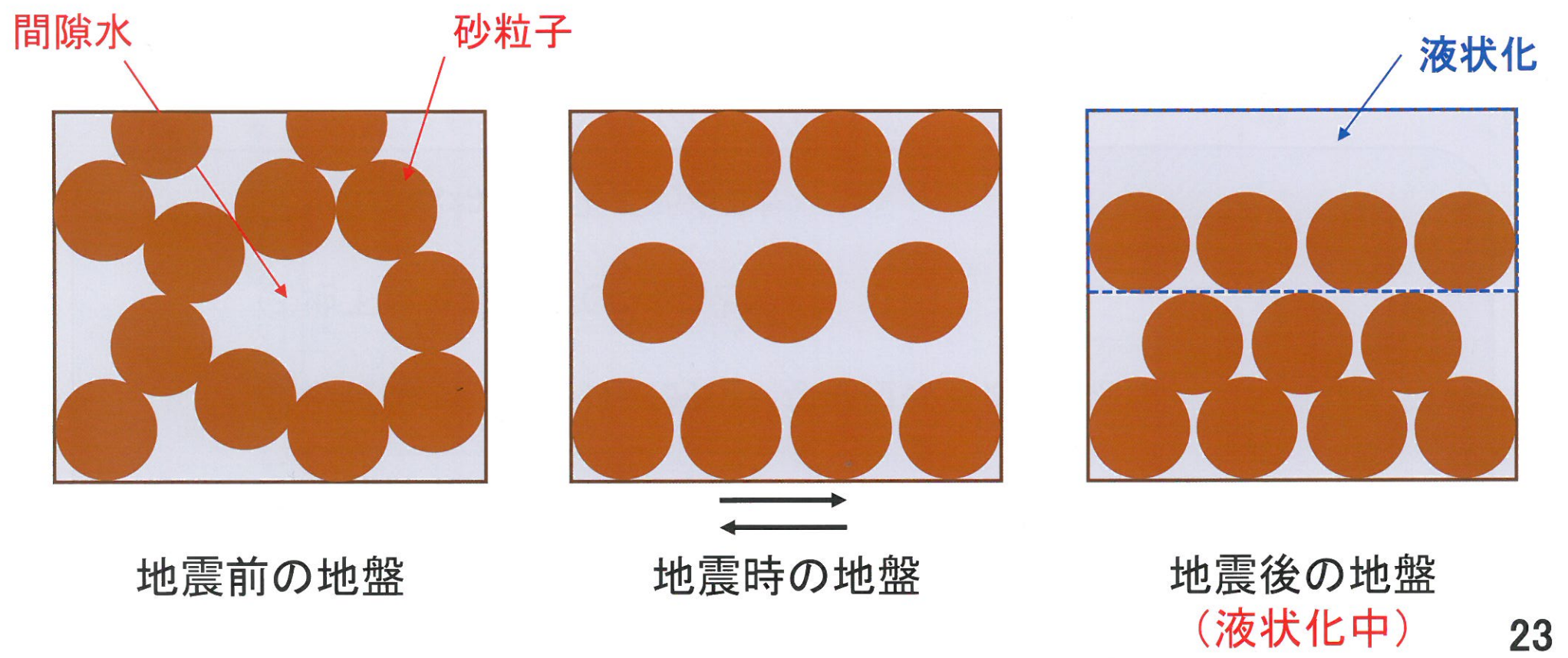
スウェーデン式サウンディング試験											
調査名	〇〇 〇〇 様邸 新築工事					測点番号	1				
調査地点	東京都△△区〇丁目〇〇番地〇〇					年月日	2016.02.13				
標高	KBM +0.00m	最終貫入深さ	10.00m			試験者					
水位	不明	天候	晴れ			試験方法	スウェーデン式サウンディング試験				
荷重 Wsw (KN)	半回転数 Na	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当り半回転数 Nsw	記事 音・感触 貫入状況 土質名	推定状況図	荷重 Wsw (KN)	貫入量1m当り半回転数 Nsw	換算 N値 N	換算 qa (KN/m ²)	
1.00	0.0	0.25	25	0	ユックリ	粘性土	0.50	0	3.0	30.0	
1.00	0.0	0.50	25	0	ユックリ	粘性土	0.75	0	3.0	30.0	
1.00	4.0	0.75	25	16		粘性土	1.00	16	3.8	39.6	
1.00	20.0	1.00	25	80		粘性土	2.00	80	7.0	78.0	
1.00	24.0	1.25	25	96		粘性土	2.40	96	7.8	87.6	
1.00	43.0	1.50	25	170		粘性土	4.30	170	10.5	120.0	
1.00	56.0	1.75	25	222		粘性土	5.60	222	10.5	120.0	
1.00	92.0	2.00	25	365		粘性土	9.20	365	10.5	120.0	
1.00	75.0	2.25	25	300		粘性土	7.50	300	10.5	120.0	
1.00	41.0	2.50	25	162		粘性土	4.10	162	10.5	120.0	
1.00	14.0	2.75	25	55		粘性土	1.40	55	5.8	63.0	
1.00	0.0	3.00	25	0	ユックリ	粘性土	0.00	0	3.0	30.0	
0.75	0.0	3.25	25	0	ストン	粘性土	0.75	0	2.3	---	
0.50	0.0	3.50	25	0	ストン	粘性土	0.50	0	1.5	---	
0.50	0.0	3.75	25	0	ストン	粘性土	0.50	0	1.5	---	
0.50	0.0	4.00	25	0	ストン	粘性土	0.50	0	1.5	---	
0.50	0.0	4.25	25	0	ストン	粘性土	0.50	0	1.5	---	
0.50	0.0	4.50	25	0	ストン	粘性土	0.50	0	1.5	---	
0.50	0.0	4.75	25	0	ストン	粘性土	0.50	0	1.5	---	
0.50	0.0	5.00	25	0	ストン	粘性土	0.50	0	1.5	---	
0.50	0.0	5.25	25	0	ストン	粘性土	0.50	0	1.5	---	
0.50	0.0	5.50	25	0	ストン	粘性土	0.50	0	1.5	---	
0.50	0.0	5.75	25	0	ストン	粘性土	0.50	0	1.5	---	
0.50	0.0	6.00	25	0	ストン	粘性土	0.50	0	1.5	---	
0.50	0.0	6.25	25	0	ストン	粘性土	0.50	0	1.5	---	
0.50	0.0	6.50	25	0	ストン	粘性土	0.50	0	1.5	---	
0.75	0.0	6.75	25	0	ストン	粘性土	0.75	0	2.3	---	
0.75	0.0	7.00	25	0	ストン	粘性土	0.75	0	2.3	---	
0.75	0.0	7.25	25	0	ストン	粘性土	0.75	0	2.3	---	
1.00	0.0	7.50	25	0	ユックリ	粘性土	1.00	0	3.0	30.0	
1.00	0.0	7.75	25	0		粘性土	1.00	0	3.0	30.0	
1.00	1.0	8.00	25	3		粘性土	1.00	3	3.2	31.8	
1.00	4.0	8.25	25	16		粘性土	4.00	16	3.8	39.6	
1.00	7.0	8.50	25	25		粘性土	7.00	25	4.3	45.0	
1.00	8.0	8.75	25	30		粘性土	8.00	30	4.5	48.0	
1.00	8.0	9.00	25	32		粘性土	8.00	32	4.6	49.2	
1.00	15.0	9.25	25	60		粘性土	1.50	60	6.0	66.0	
1.00	25.0	9.50	25	100		粘性土	2.50	100	8.0	90.0	
1.00	75.0	9.75	25	300		粘性土	7.50	300	10.5	120.0	
1.00	111.0	10.00	25	444		粘性土	11.10	444	10.5	120.0	



2-4 液状化現象について

液状化とは

地下水位以下にある緩い砂が地震力を受けると、土の粒子間のかみ合わせがはずれ、土の粒子間の有効応力が減少し、せん断力強さを失う現象



地震時に液状化のおそれのある砂質地盤は次の①～④までに該当する地盤

- ①地表面から20m以内の深さにあること
- ②砂質土で粒径が比較的均一な中粒砂等からなること
- ③地下水で飽和していること
- ④N値が概ね15以下であること

液状化検討(参考)

地盤の液状化抵抗(液状化強度比R)
 想定する地震による荷重(繰返しせん断応力比L)
 液状化に対する安全率 F_L

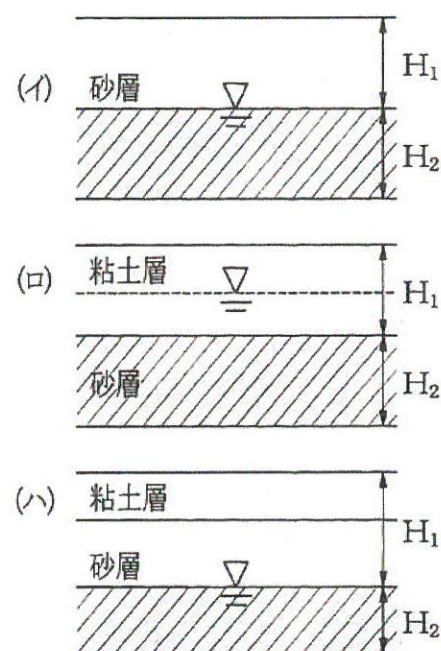
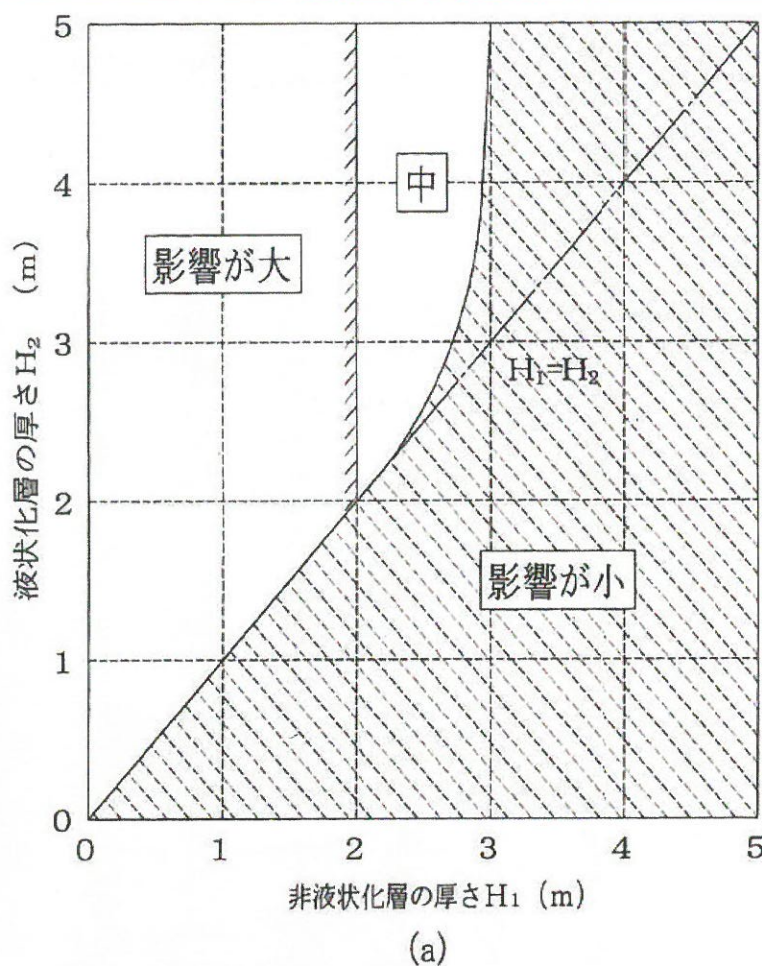
$$F_L = \frac{R}{L} \qquad F_L < 1 \qquad \text{液状化の可能性有}$$

SWS試験だけでは検討が困難

小規模建築物の液状化判定の参考

簡易判定法

下記の表から液状化の可能性について予測する



液状化の影響が地表面に及ぶ程度の判定(地表面水平加速度200gal相当)

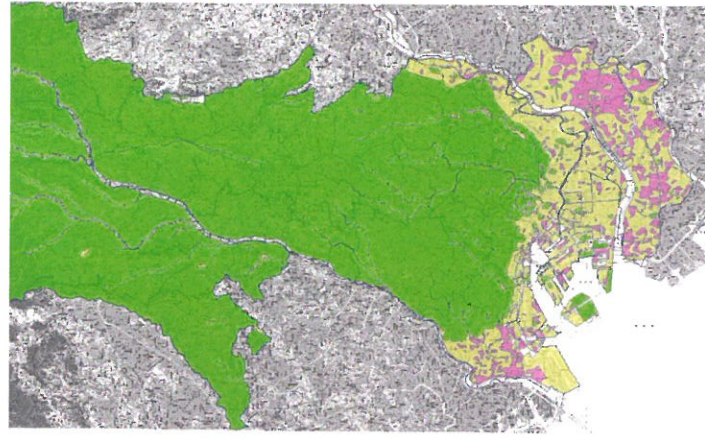
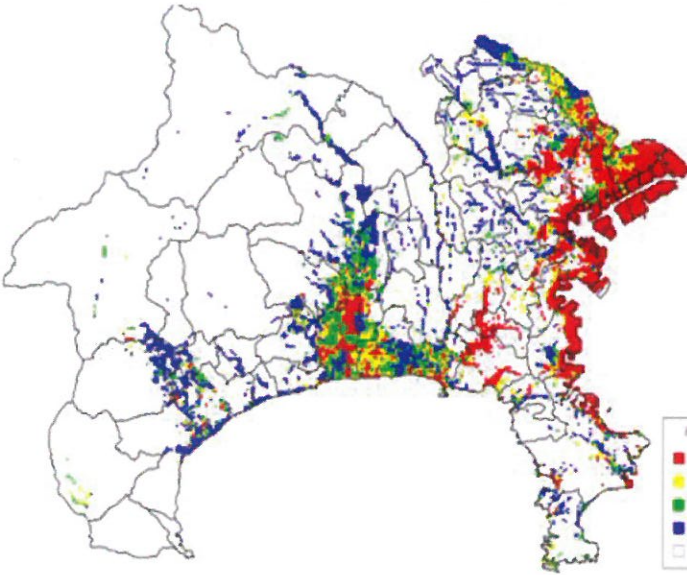
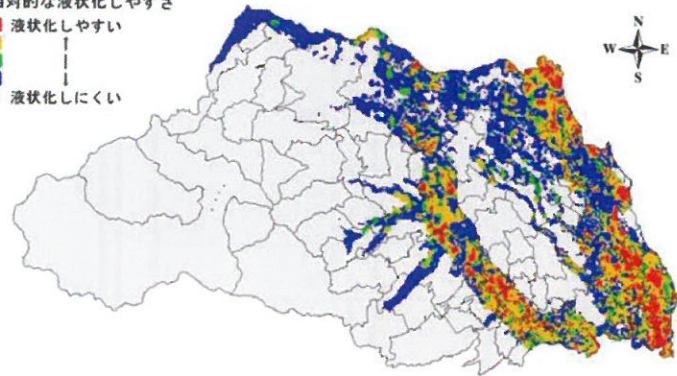
概略判定法

下記による情報から液状化の可能性について予測する

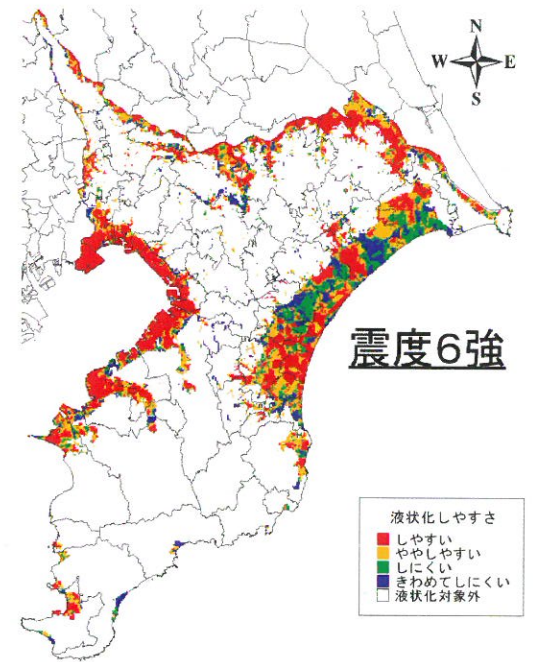
- ・資料調査や現地踏査といった事前調査で得られた地形区分
- ・当該敷地の履歴や造成に関する資料
- ・行政窓口で閲覧できる資料、液状化マップや過去の液状化履歴

相対的な液状化しやすさ

- 液状化しやすい
- 液状化しにくい



- 液状化の可能性が高い地
- 液状化の可能性のある地域
- 液状化の可能性が低い地



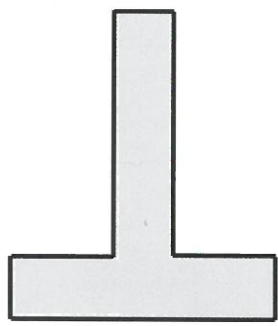
震度6強

- 液状化しやすさ
- やや容易に液状化しやすい
- 液状化しにくい
- 液状化対象外

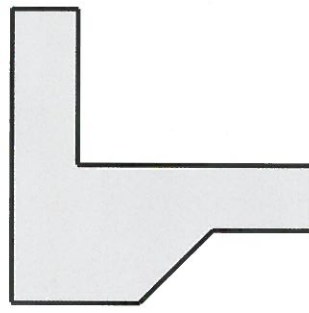
第二部 地盤改良

地耐力の増加

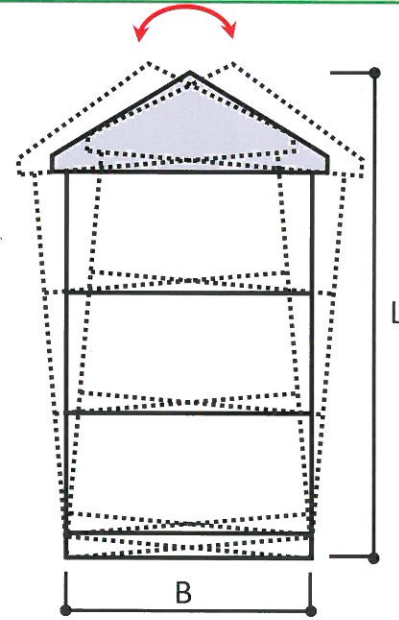
- ・上部建築物の基礎形式による必要地耐力を確保出来ない場合
- ・構造計算で算出した上部荷重に対して地耐力が不足している場合
- ・建物の間口が狭く、建物が転倒の恐れがある場合



布基礎
30kN/m²



べた基礎
20kN/m²

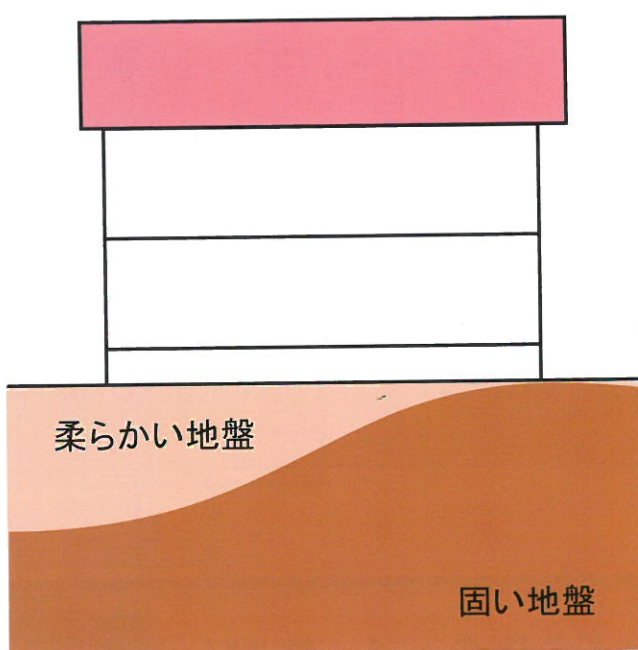


細長い建物

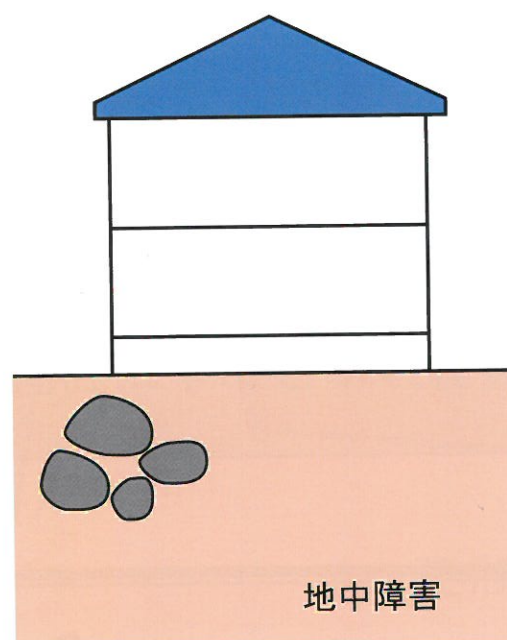
$L/B > 2.5$

沈下の抑制

- ・告示1113号第2(3)式但書きの検討が必要な地盤
- ・地盤調査の各測点の結果でバラつきが生じている地盤
- ・既存建築物の変形や周辺地形による影響を考慮する場合



バラつきが生じてる地盤



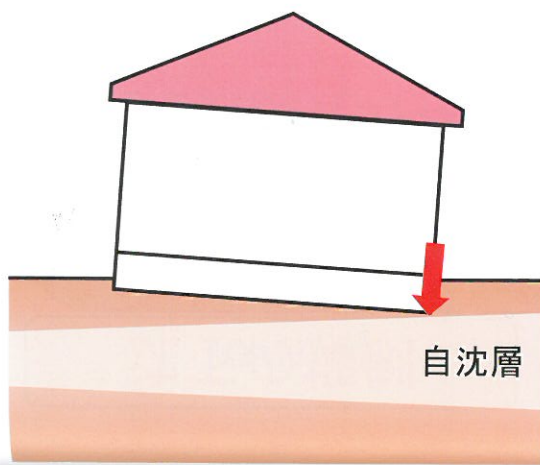
地中に障害がある地盤

即時沈下

透水性の高い砂質土に生じ、荷重が加わると同時に土中の水が移動し起こる沈下現象

圧密沈下

建物荷重等により土中の間隙水が長時間を経て排出され、結果として体積が減少する沈下現象
主に、軟弱な粘性土に生じる。



許容沈下量の参考値

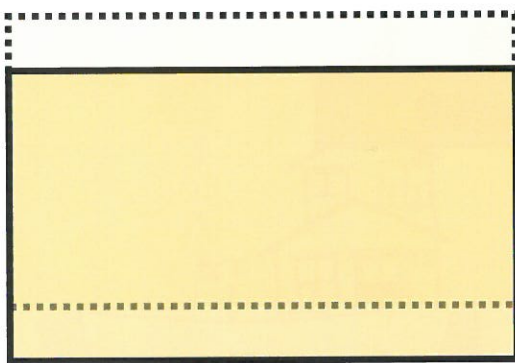
沈下の種類	即時沈下量【cm】		圧密沈下量【cm】	
	布基礎	べた基礎	布基礎	べた基礎
標準値	2.5	3～(4)	10	10～(15)
最大値	4	6～(8)	20	20～(30)

※()の数値は剛性が高い二重スラブの場合

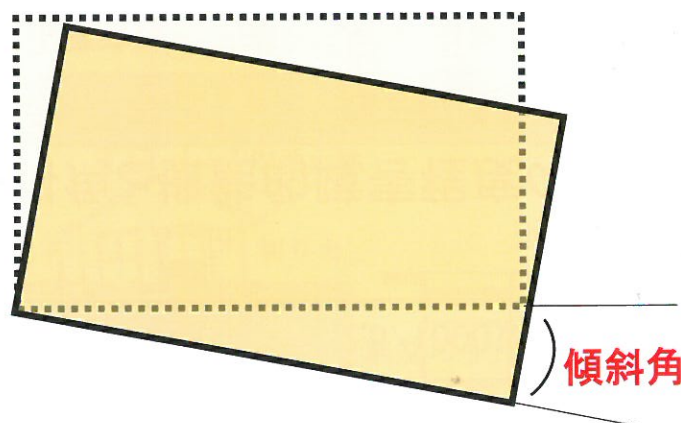
不同沈下

高有機質土(腐植土)などが堆積する地盤や地層が傾斜または土の種類が不均質な地盤で起こる可能性が高い

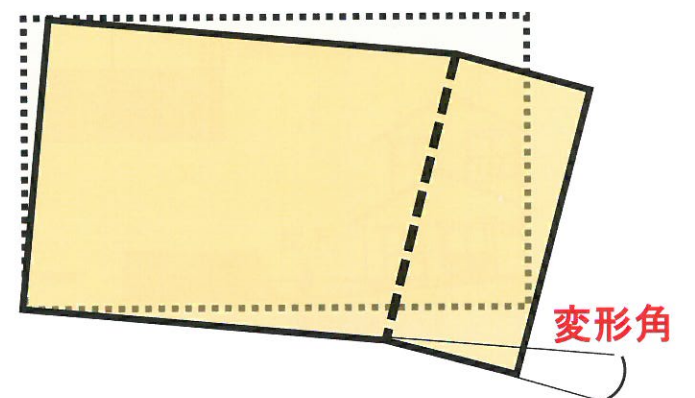
沈下の種類



等沈下



一体傾斜



変形傾斜

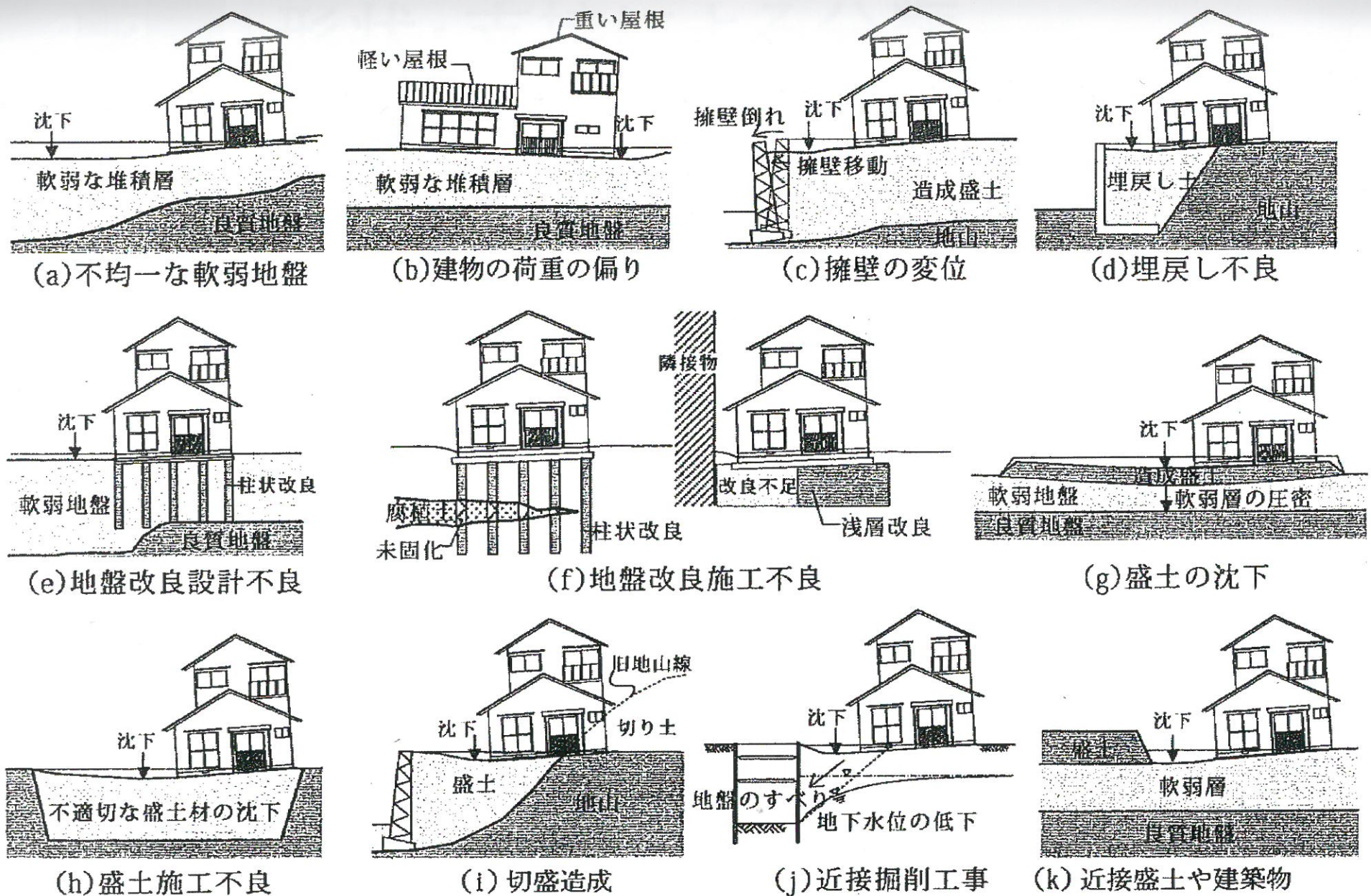
不同沈下の設計目標値の参考値

不同沈下	設計目標値
傾斜角	3/1000以下
変形角	2.5/1000以下

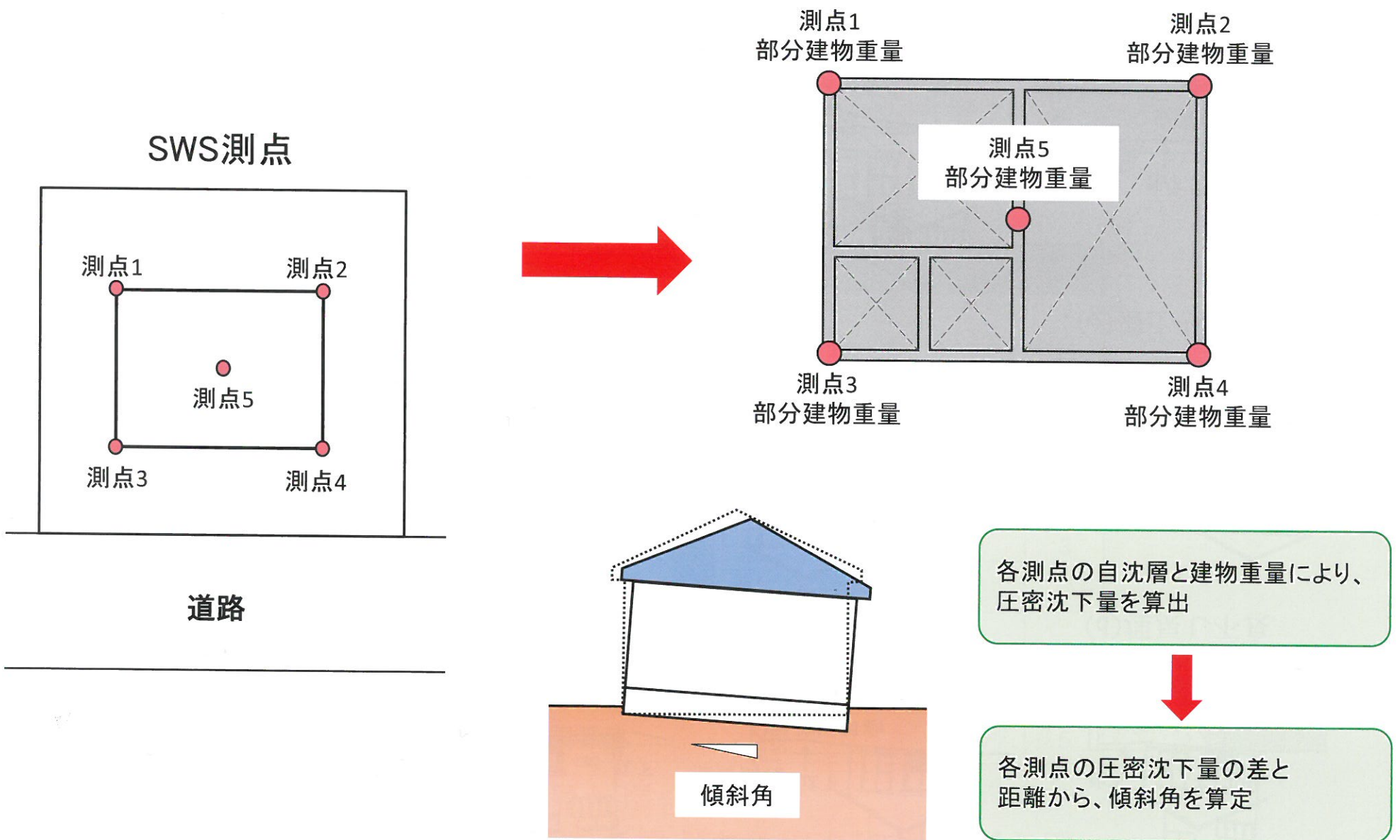
傾斜角と機能的障害程度の関係

傾斜角	障害程度	区分
3/1000以下	品確法技術的基準レベル-1相当	1
4/1000	不具合が見られる	2
5/1000	不同沈下を意識する 水はけが悪くなる	
6/1000	品確法技術的基準レベル-3相当 不同沈下を強く意識し申し立てが急増する	3
7/1000	建具が自然に動くのが顕著に見られる	
8/1000	ほとんどの建物で建具が自然に動く	4
10/1000	排水管の逆勾配	
17/1000	生理的な限界値	5

**SWS試験の結果から見た場合、
Wswが0.75KN程度以下の層がある場合は注意が必要**



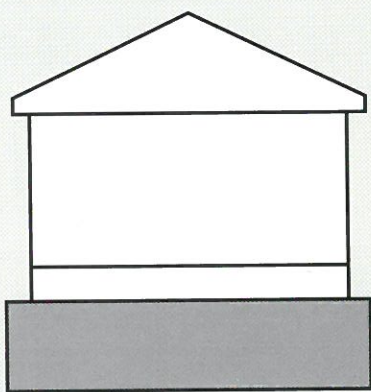
不同沈下の原因例



3-3

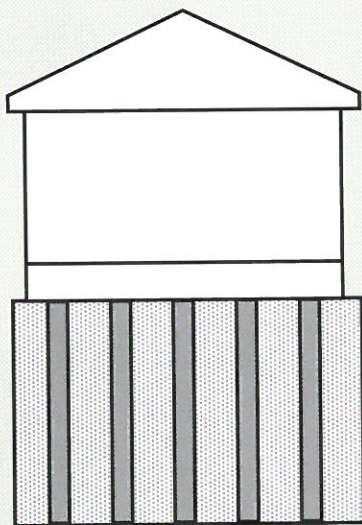
形状・支持による分類

1. 面的支持



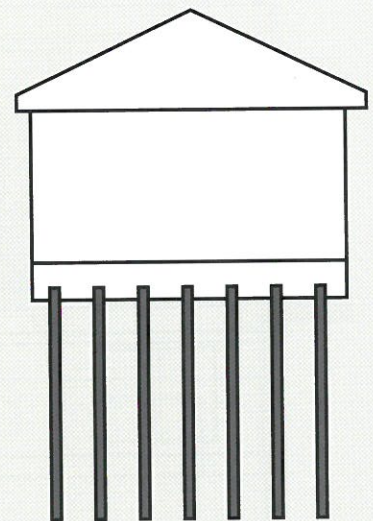
表層の軟弱層に対して、
全面改良もしくは全面置
換して建築物を支える

2. 複合的支持



杭上補強体の支持力と
原地盤の支持力を併用し
て建築物を支える

3. 杭的支持



杭または杭状補強体の
支持力のみで建築物を
支える

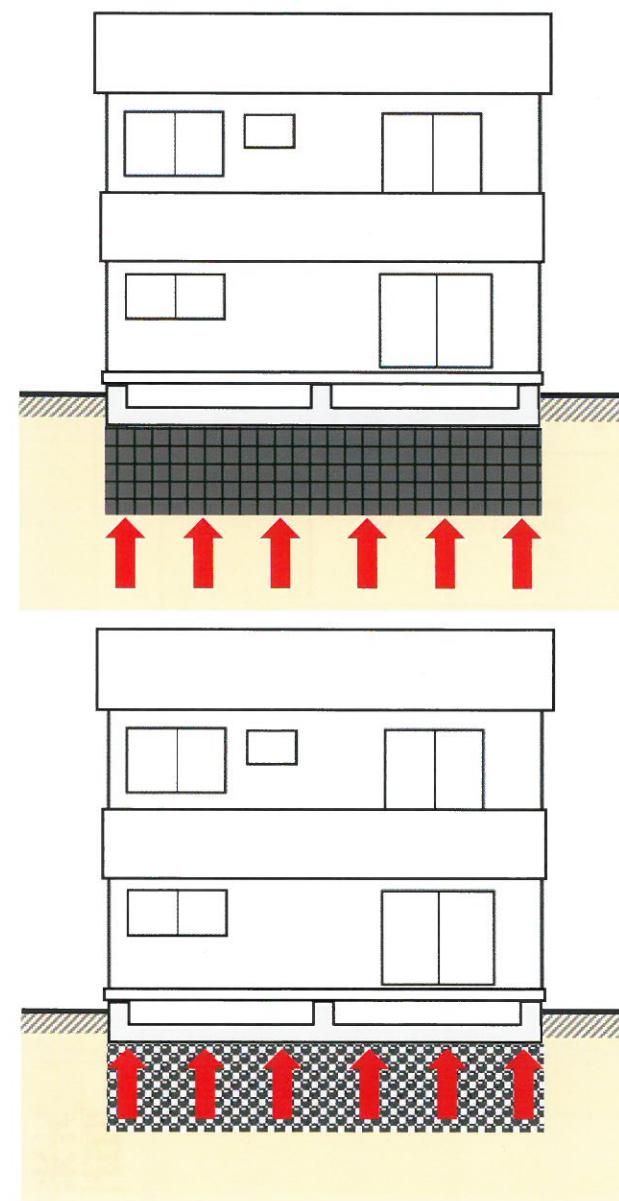
①置換工法

当該地盤の軟弱層の範囲を、建物荷重に対して十分な強度・支持力を有した材料と入れ替える工法

砕石、コマ型ブロック等

②浅層混合処理工法

当該地盤の表層の軟弱層に、セメント系の固化材を混合した後、締め固めて固化体を造成する工法



36

①砕石パイル+原地盤

砕石パイルへの荷重負担を期待しているが荷重の一部を地盤でも負担する工法

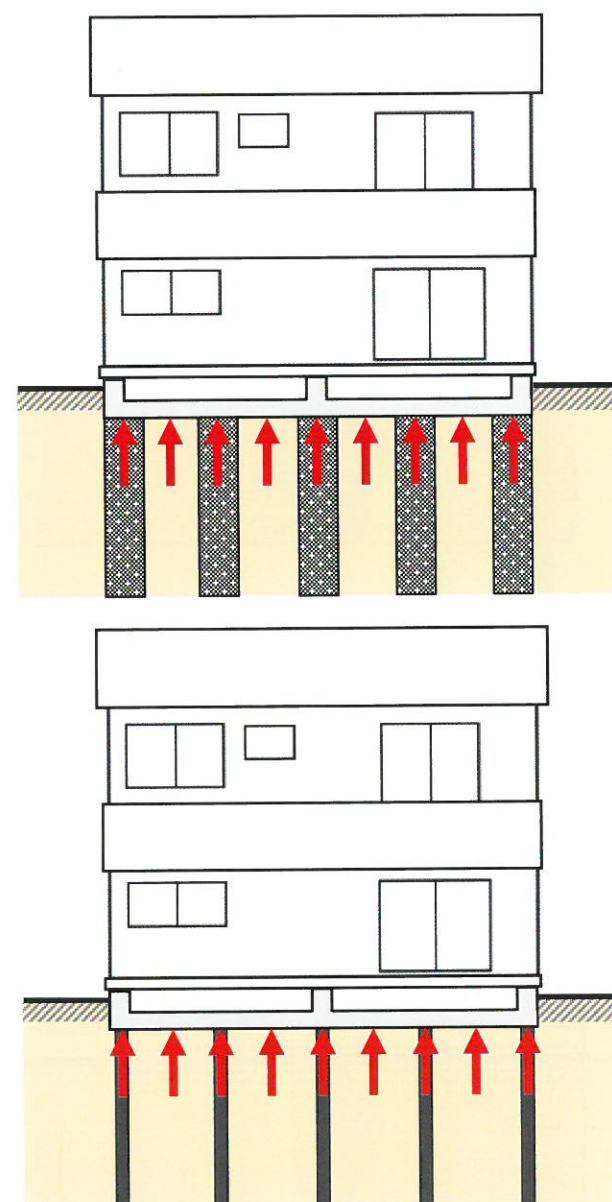
天然砕石、再生砕石

②杭状補強体+原地盤

杭状補強体への荷重負担を期待しているが荷重の一部を地盤でも負担する工法

既製品 鋼管、木杭 等

現場造成 芯材入り柱状改良

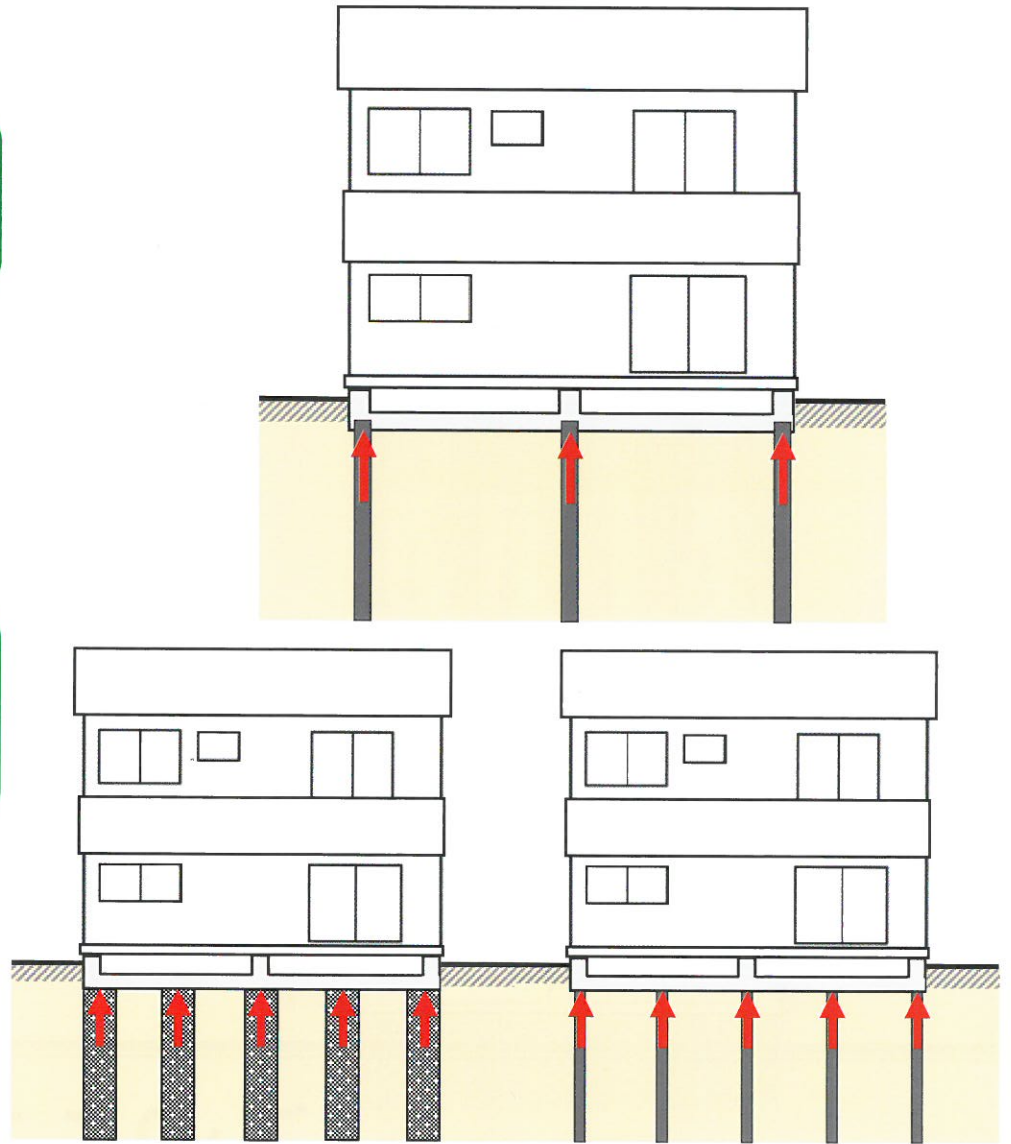


37

① 杭基礎

鋼管等の頭部を建物基礎と連結させた形式【地盤補強】とは位置づけが異なる

鋼管、鉄筋コンクリート

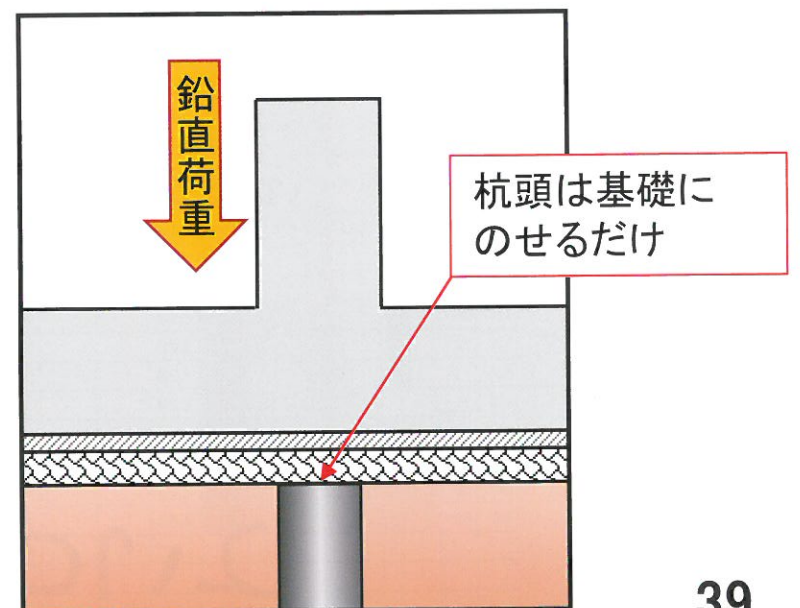
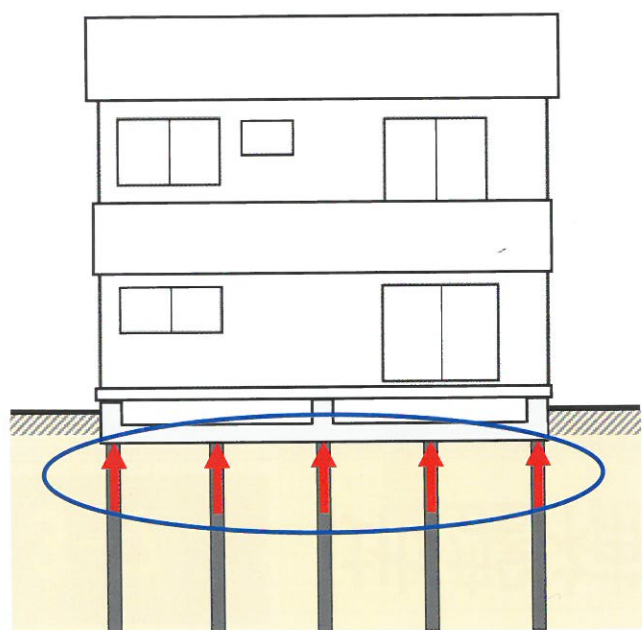
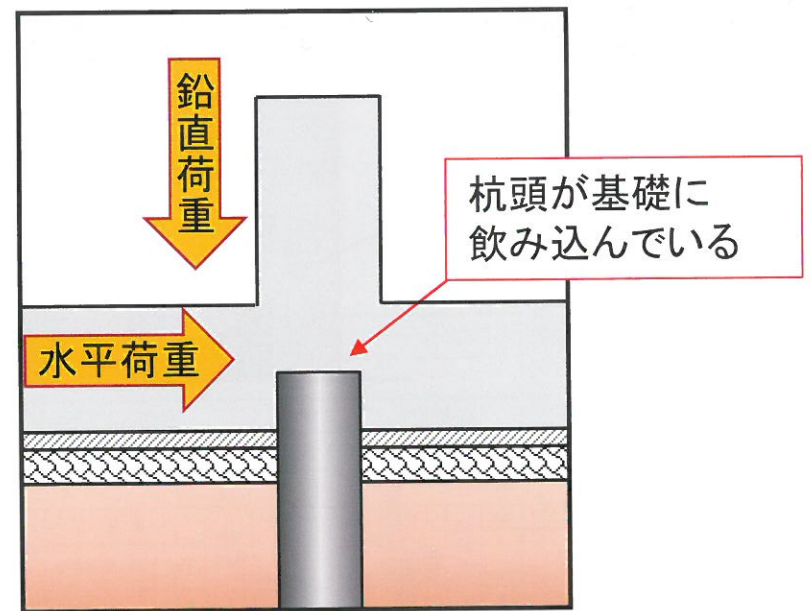
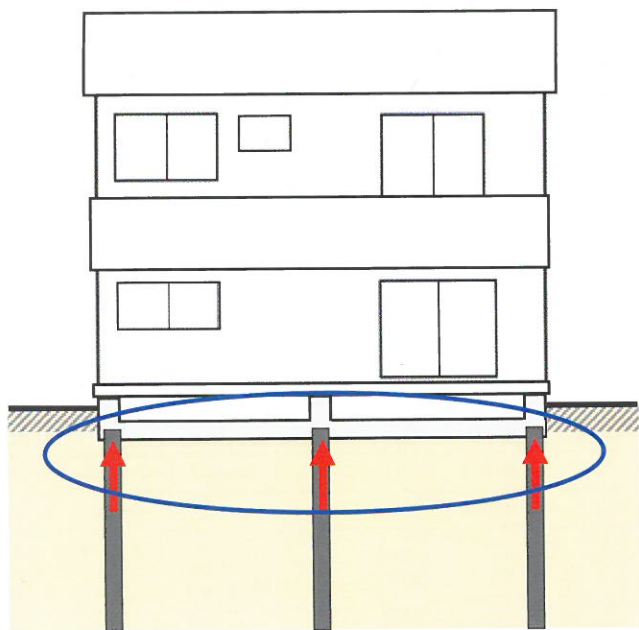


② 杭状地盤補強

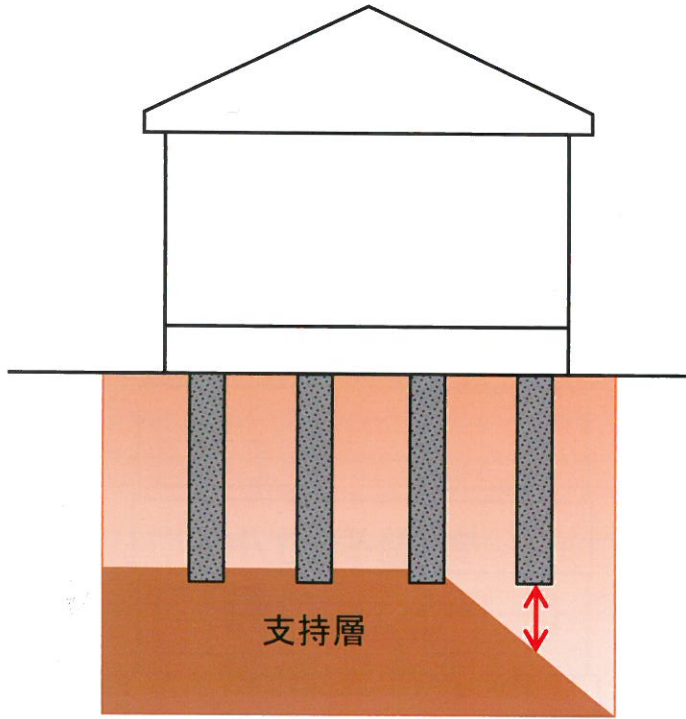
セメント系固化材で固化した柱状改良体や小口径杭を建物基礎直下に配置し、補強する工法

- 既製品 小口径鋼管
鉄筋コンクリート、丸太 等
- 現場造成 深層混合処理
(柱状改良・芯材入り柱状改良)
コンクリート 等

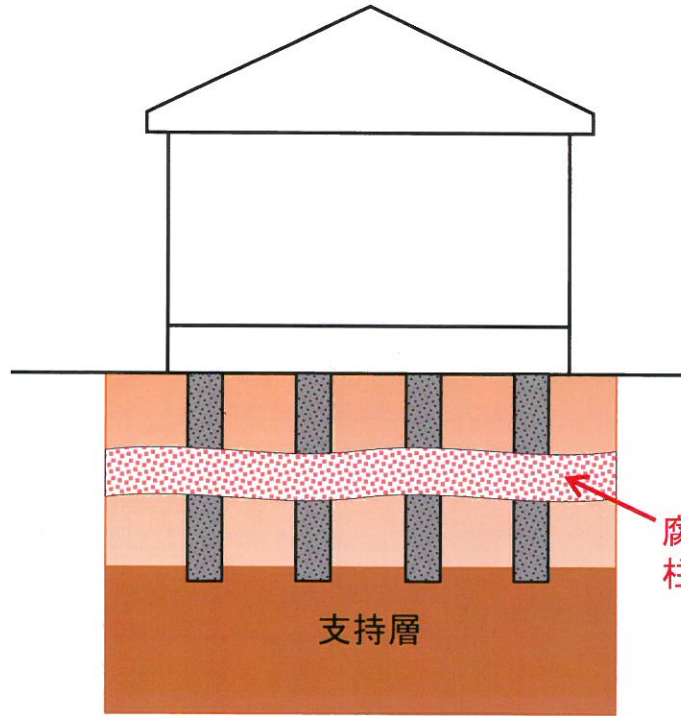
杭基礎・杭状地盤補強の違い



支持層まで届いていない



腐植土に対応していない



腐植土のところでは、
柱状改良体が固まらない

基礎の根入れ寸法0.3m 改良体長さ4.2m

設計GLがKBM±0の場合

設計GLがKBM+0.5mの場合

スウェーデン式サウンディング試験													
調査名	板橋区上板橋 0000 様邸 新築工事			測点番号	1								
調査地点	東京都板橋区上板橋OT目00番地00			年月日	2013年4月1日								
標高	KBM +0.00m	最終貫入深さ	5.00m	試験者									
水位	GL-5.00m	天候	晴れ	試験方法	スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 Wsw (KN)	半回 転数 Na	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当り 半回転数 Nsw	記事		推定 状況図	荷重Wsw KN				換算 N値 N	換算 qa KN/m ²
					音・感触	貫入状況		土質名	0.25	0.50	0.75		
1.00	4.0	0.25	25	16	ジャリ/ヤ		砂質土					3.8	39.6
1.00	0.0	0.50	25	0	ユックリ		粘性土					3.0	—
1.00	4.0	0.75	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	1.00	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	1.25	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	1.50	25	20			粘性土					4.0	42.0
1.00	4.0	1.75	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	2.00	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	2.25	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	2.50	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	2.75	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	3.00	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	3.25	25	20			粘性土					4.0	42.0
1.00	4.0	3.50	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	3.75	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	4.00	25	60			粘性土					6.0	66.0
1.00	4.0	4.25	25	95			粘性土					7.8	87.0
1.00	4.0	4.50	25	222			粘性土					10.5	120.0
1.00	4.0	4.75	25	250			粘性土					10.5	120.0
1.00	4.0	5.00	25	336			粘性土					10.5	120.0
1.00	4.0	5.25	25	500			粘性土					10.5	120.0
1.00	4.0	5.50	25	貫入不可									
1.00	4.0	5.75											
1.00	4.0	6.00											

▽設計GL±0

▽改良体先端位置
現況GL-4.50m

スウェーデン式サウンディング試験													
調査名	板橋区上板橋 0000 様邸 新築工事			測点番号	1								
調査地点	東京都板橋区上板橋OT目00番地00			年月日	2013年4月1日								
標高	KBM +0.00m	最終貫入深さ	5.00m	試験者									
水位	GL-5.00m	天候	晴れ	試験方法	スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 Wsw (KN)	半回 転数 Na	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当り 半回転数 Nsw	記事		推定 状況図	荷重Wsw KN				換算 N値 N	換算 qa KN/m ²
					音・感触	貫入状況		土質名	0.25	0.50	0.75		
1.00	4.0	0.25	25	16	ジャリ/ヤ		砂質土					3.8	39.6
1.00	0.0	0.50	25	0	ユックリ		粘性土					3.0	—
1.00	4.0	0.75	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	1.00	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	1.25	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	1.50	25	20			粘性土					4.0	42.0
1.00	4.0	1.75	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	2.00	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	2.25	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	2.50	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	2.75	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	3.00	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	3.25	25	20			粘性土					4.0	42.0
1.00	4.0	3.50	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	3.75	25	16			粘性土					3.8	39.6
1.00	4.0	4.00	25	60			粘性土					6.0	66.0
1.00	4.0	4.25	25	95			粘性土					7.8	87.0
1.00	4.0	4.50	25	222			粘性土					10.5	120.0
1.00	4.0	4.75	25	250			粘性土					10.5	120.0
1.00	4.0	5.00	25	336			粘性土					10.5	120.0
1.00	4.0	5.25	25	500			粘性土					10.5	120.0
1.00	4.0	5.50	25	貫入不可									
1.00	4.0	5.75											
1.00	4.0	6.00											

▽設計GL=KBM+0.5m

▽改良体先端位置
現況GL-4.00m

換算N値

スウェーデン式サウンディング試験																
調査名	板橋区上板橋 〇〇〇 様邸 新築工事			測点番号	1											
調査地点	② 東京都板橋区上板橋〇丁目〇〇番地〇〇			年月日	2023年4月1日											
標高	KBM +0.00m	最終貫入深さ	① 5.00m	試験者	③											
水位	GL-5.00m	天候	晴れ	試験方法	スウェーデン式サウンディング試験											
荷重 Wsw (KN)	半回転数 Na	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当り半回転数 Nsw	記事	推定状況図	荷重Wsw KN				貫入量1m当り半回転数 Nsw	換算N値 N	換算qa KN/m ²			
					音・感触	貫入状況	土質名	0.25	0.50	0.75	1.00	150	200	250		
1.00	4.0	0.25	25	16	ジャリ		砂質土								3.0	39.6
1.00	0.0	0.50	25	0	ユックリ		粘性土								3.0	--
1.00	4.0	0.75	25	16			粘性土								3.8	39.6
1.00	4.0	1.00	25	16			粘性土								3.8	39.6
1.00	4.0	1.25	25	16			粘性土								3.8	39.6
1.00	5.0	1.50	25	20			粘性土								4.0	42.0
1.00	4.0	1.75	25	16			粘性土								3.8	39.6
1.00	4.0	2.00	25	16			粘性土								3.8	39.6
1.00	4.0	2.25	25	16			粘性土								3.8	39.6
1.00	4.0	2.50	25	16			粘性土								3.8	39.6
1.00	4.0	2.75	25	16			粘性土								3.8	39.6
1.00	4.0	3.00	25	16			粘性土								3.8	39.6
1.00	5.0	3.25	25	20			粘性土								4.0	42.0
1.00	4.0	3.50	25	16			粘性土								3.8	39.6
1.00	4.0	3.75	25	16			粘性土								3.8	39.6
1.00	15.0	4.00	25	60			粘性土								6.0	66.0
1.00	24.0	4.25	25	95			粘性土								7.8	87.0
1.00	56.0	4.50	25	222			粘性土								10.5	120.0
1.00	63.0	4.75	25	250			粘性土								10.5	120.0
1.00	84.0	5.00	25	336			粘性土								10.5	120.0
1.00	125.0	5.25	25	500			粘性土								10.5	120.0
							貫入不可									

① 土質を確認する

粘性土 $3W_{sw} + 0.050N_{sw}$

砂質土 $2W_{sw} + 0.067N_{sw}$



② W_{sw} と N_{sw} の数値を換算式に代入



③ 換算N値の算定が完了

※ N_{sw} の上限は150を超える場合は、150として計算する

N値からの変換
土質により算出式が異なる。

粘着力

・ 粘性土 粘着力 $C = 6.25 N$

内部摩擦角

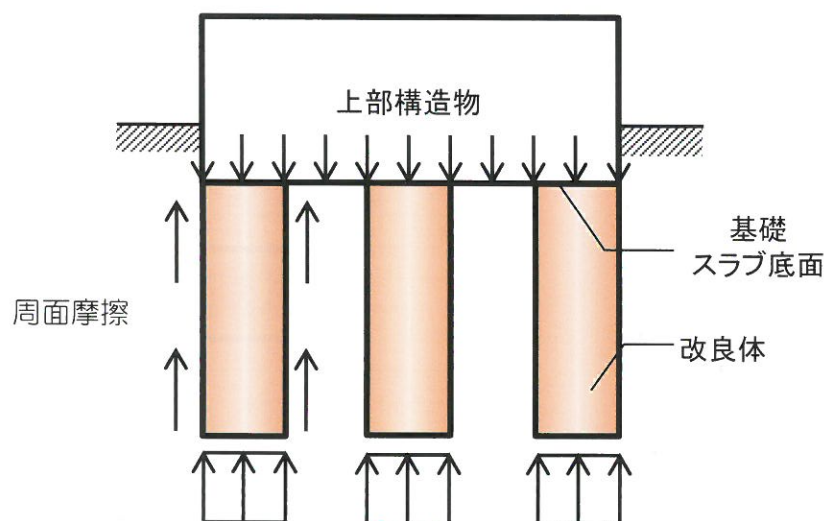
・ 砂質土 内部摩擦角 $\phi = \sqrt{20N} + 15$

内部摩擦角	0度	5度	10度	15度	20度	25度	28度	32度	36度	40度以上
支持力係数 N_c	5.1	6.5	8.3	11.0	14.8	20.7	25.8	35.5	50.6	75.3
N_γ	0	0.1	0.4	1.1	2.9	6.8	11.2	22.0	44.4	93.7
N_q	1.0	1.6	2.5	3.9	6.4	10.7	14.7	23.2	37.8	64.2

この表に掲げる内部摩擦角以外の内部摩擦角に応じた N_c 、 N_γ 及び N_q は、表に掲げる数値をそれぞれ直線的に補間した数値とする。

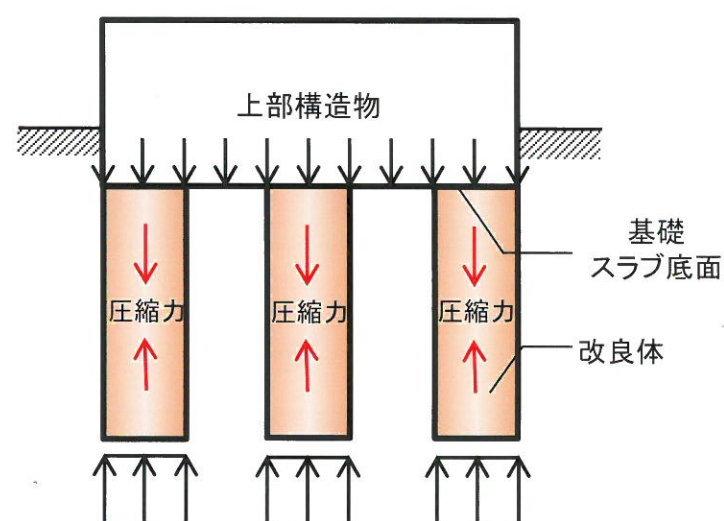
杭状地盤補強工法の考え方

鉛直荷重支持力機構(イメージ)



長期許容鉛直支持力
(Ra1)

改良体に働く圧縮力(イメージ)



採用した杭状地盤補強の
許容圧縮力
(Ra2)

(Ra1) or (Ra2)の小さい方で支持力が決まる

主な補強の種類

- ・深層混合処理工法
- ・小口径鋼管杭

長期許容鉛直支持力Ra1の検討

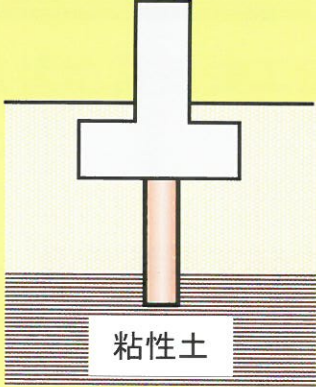
$$Ra_1 = \frac{1}{3} (R_p + R_f)$$

R_p : 杭状地盤補強先端部における極限先端支持力(KN)

R_f : 杭状地盤補強周面の地盤による極限摩擦力(KN)

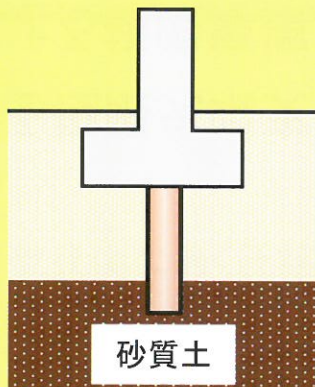
R_p : 杭状地盤補強先端部における極限先端支持力(KN)

先端地盤が粘性土



$$R_p = 6 \times c \times A_p$$

先端地盤が砂質土



$$R_p = \alpha \times \bar{N} \times A_p$$

c : 下部粘性土層の粘着力(KN/m²)

A_p : 杭先端断面積(m²)

α : 先端支持力係数

深層混合処理工法の場合 $\alpha = 75$

小口径杭の場合 $\alpha = 200$

\bar{N} : 杭先端から下に1D(D=杭径)、上に1Dの範囲におけるN値の平均値

A_p : 杭先端断面積(m²)

例) 深層混合処理工法: 杭径D=0.5m ($A_p = 0.196\text{m}^2$) $\bar{N} = 5$

粘性土の場合

$$c = 6.25N = 6.25 \times 5 = 31.25 \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

$$R_p = 6 \times 31.25 \times 0.196 = \mathbf{36.75 \text{ (KN)}}$$

砂質土の場合

$$\alpha = \text{深層混合処理工法の為} = 75$$

$$R_p = 75 \times 5 \times 0.196 = \mathbf{73.50 \text{ (KN)}}$$

46

R_f : 杭状地盤補強周面の地盤による極限摩擦力(KN)

$$R_f = D \times \sum (\tau_d \times L_i) \times \pi$$

D : 杭径(m) L_i : 各層の層厚(m)

τ_d : 杭状地盤補強に作用する各層の極限周面摩擦力度(KN/m²)

周面地盤が粘性土 $\tau_d = c$

周面地盤が砂質土 $\tau_d = \frac{10}{3} N$

例) 深層混合処理工法: 杭径D=0.5m $L_i = 3\text{m}$ 周面地盤平均N値=3

粘性土の場合

$$c = 6.25N = 6.25 \times 3 = 18.75 \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

$$R_f = 0.5 \times (18.75 \times 3) \times 3.14 = \mathbf{88.31 \text{ (KN)}}$$

砂質土の場合

$$\tau_d = 10$$

$$R_f = 0.5 \times (10 \times 3) \times 3.14 = \mathbf{47.1 \text{ (KN)}}$$

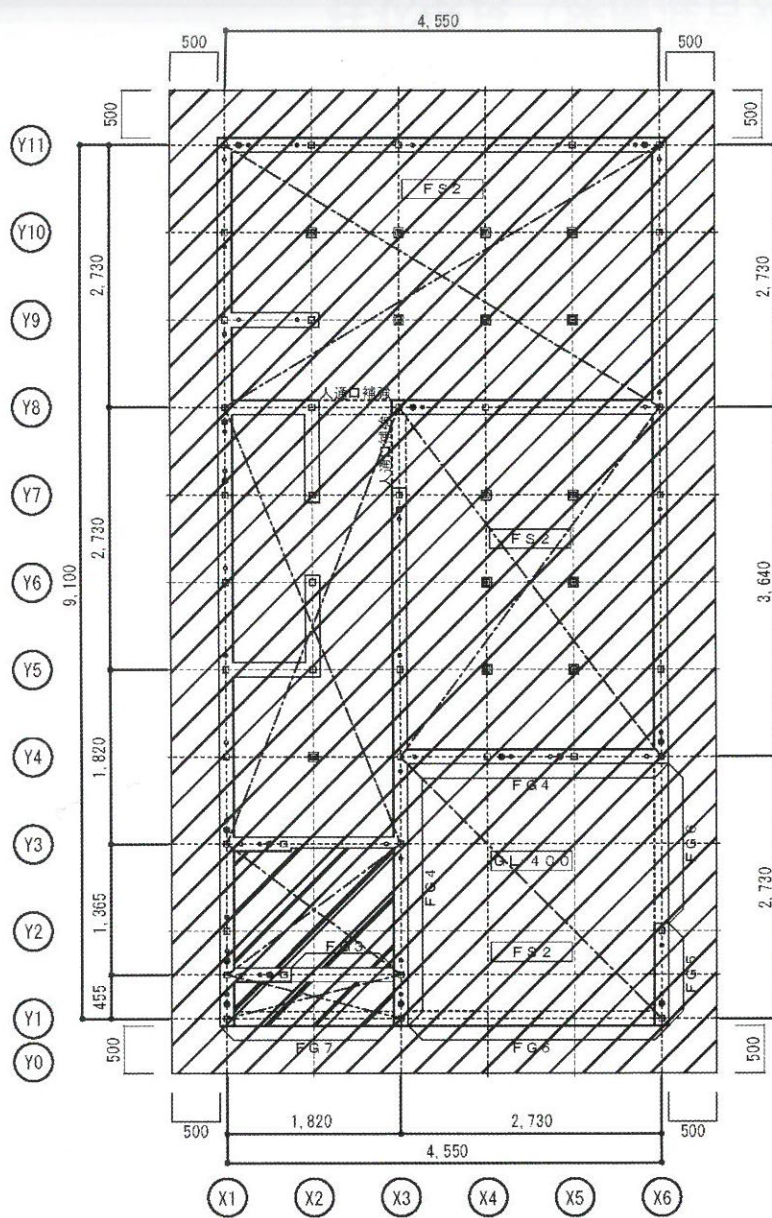
$$Ra_1 = \frac{1}{3} (R_p + R_f)$$



改良体 1本当たりの長期許容鉛直支持力を算出

47

付録



明示事項

- ・改良範囲
- ・改良深さ
- ・材料の設計基準強度
- ・固化材の添加量

改良仕様	
改良形式	表層改良（浅層混合処理工法）
改良深さ	GL-1.0m
設計基準強度	$F_c = 180 \text{ kN/m}^2$
固化材の添加量	120 kg/m ³

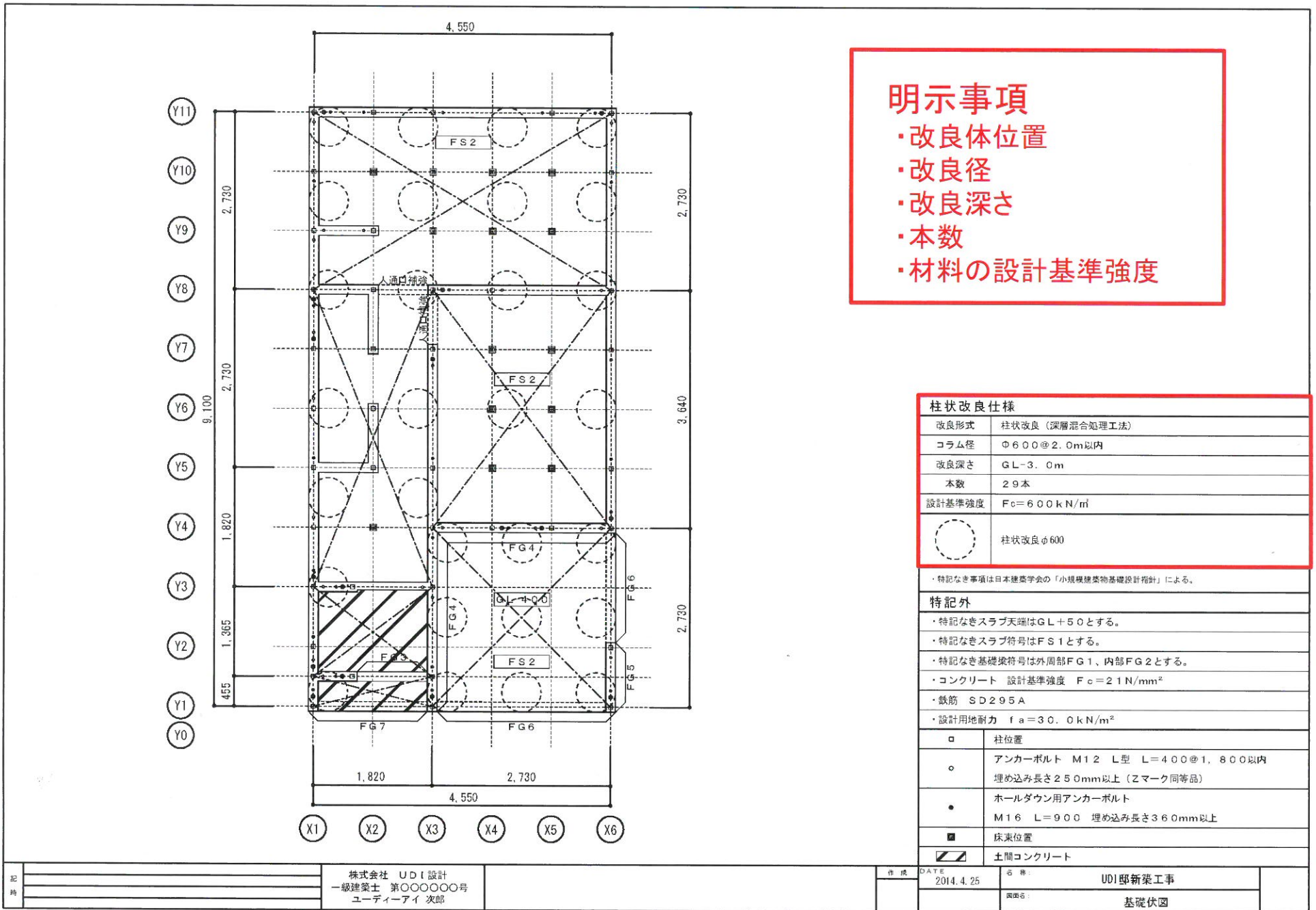
・特記なき事項は日本建築学会の「小規模建築物基礎設計指針」による。

特記外

- ・特記なきスラブ天端はGL+50とする。
- ・特記なきスラブ符号はFS1とする。
- ・特記なき基礎符号は外周部FG1、内部FG2とする。
- ・コンクリート 設計基準強度 $F_c = 21 \text{ N/mm}^2$
- ・鉄筋 SD295A
- ・設計用地耐力 $f_a = 30.0 \text{ kN/m}^2$

□	柱位置
○	アンカーボルト M12 L型 L=400@1,800以内 埋め込み長さ250mm以上（Zマーク同等品）
●	ホールダウン用アンカーボルト M16 L=900 埋め込み長さ360mm以上
■	床束位置
▨	土間コンクリート

記 明	株式会社 UDI 設計 一級建築士 第〇〇〇〇〇〇号 ユーディーアイ 次郎	DATE 2016.2.13	名 称 UD1部新築工事
			図表名 基礎伏図



明示事項

- ・改良体位置
- ・改良径
- ・改良深さ
- ・本数
- ・材料の設計基準強度

柱状改良仕様	
改良形式	柱状改良 (深層混合処理工法)
コラム径	φ600@2.0m以内
改良深さ	GL-3.0m
本数	29本
設計基準強度	$F_c = 60.0 \text{ kN/m}^2$
	柱状改良φ600

・特記なき事項は日本建築学会の「小規模建築基礎設計指針」による。

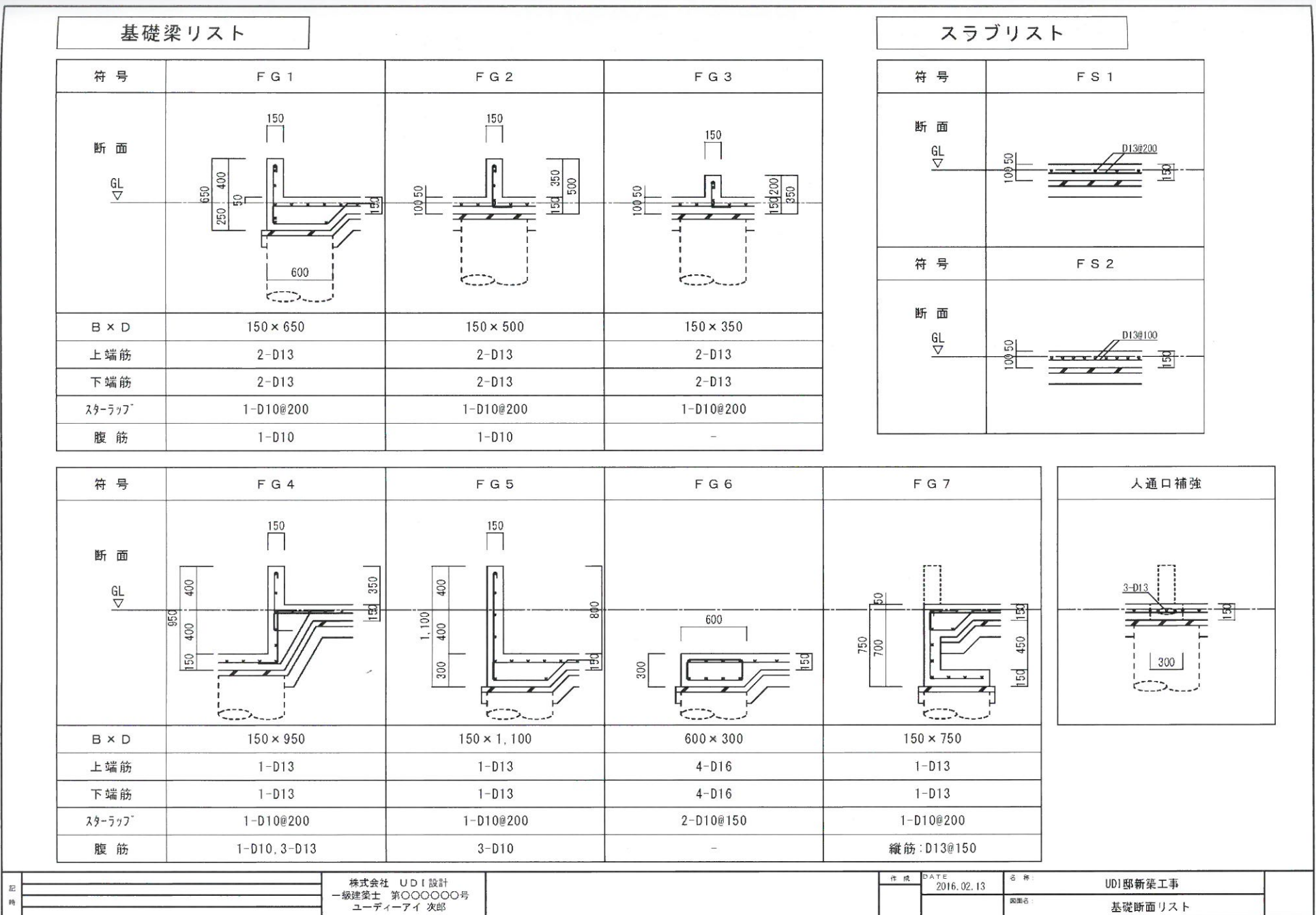
特記外

- ・特記なきスラブ天端はGL+50とする。
- ・特記なきスラブ符号はFS1とする。
- ・特記なき基礎符号は外周部FG1、内部FG2とする。
- ・コンクリート 設計基準強度 $F_c = 21 \text{ N/mm}^2$
- ・鉄筋 SD295A
- ・設計用地耐力 $f_a = 30.0 \text{ kN/m}^2$

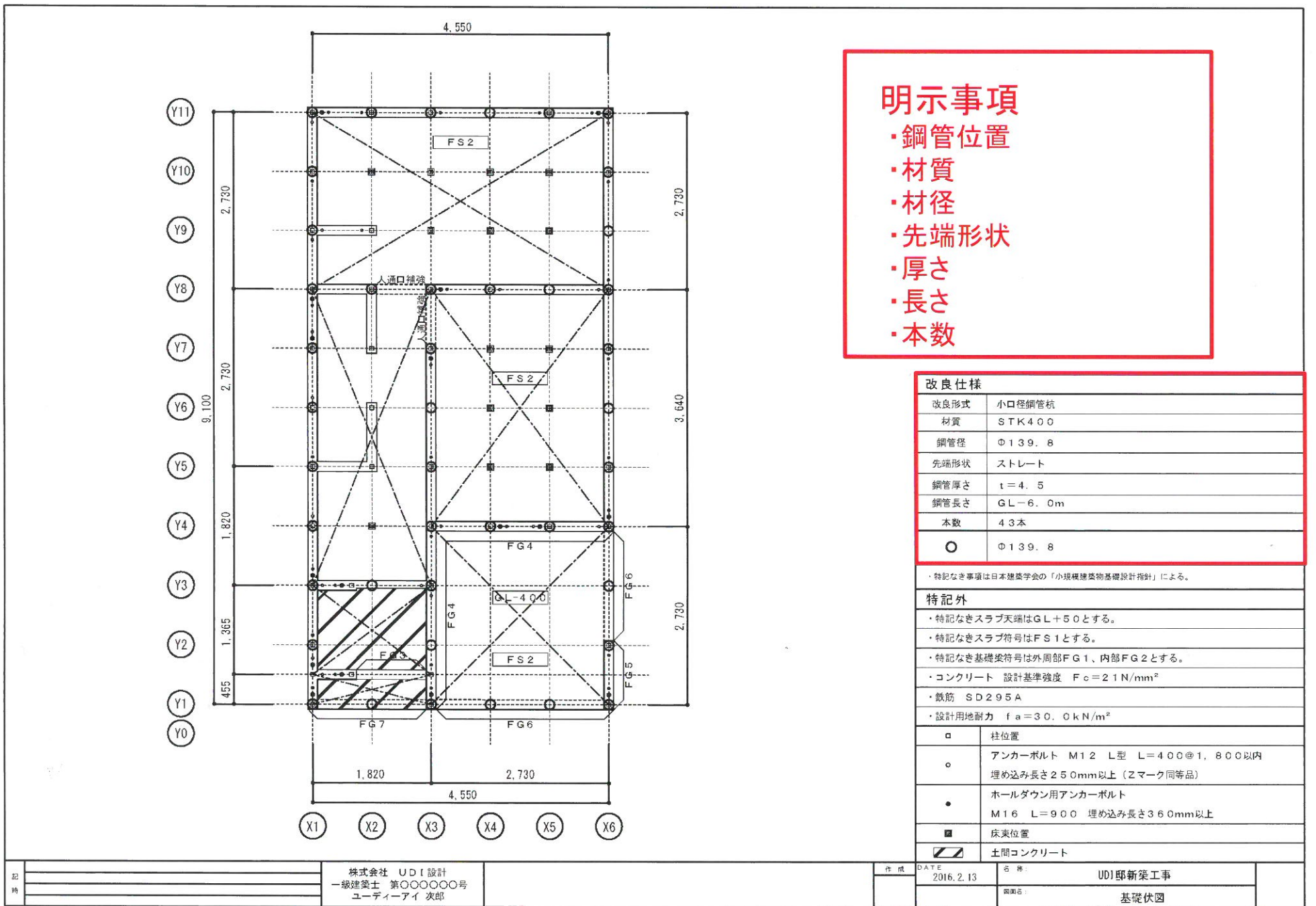
□	柱位置
○	アンカーボルト M12 L型 L=400@1,800以内 埋め込み長さ250mm以上 (Zマーク同等品)
●	ホールダウン用アンカーボルト M16 L=900 埋め込み長さ360mm以上
■	床裏位置
	土間コンクリート

作成	DATE: 2014.4.25	名称	UD1邸新築工事
図名		図番	基礎伏図

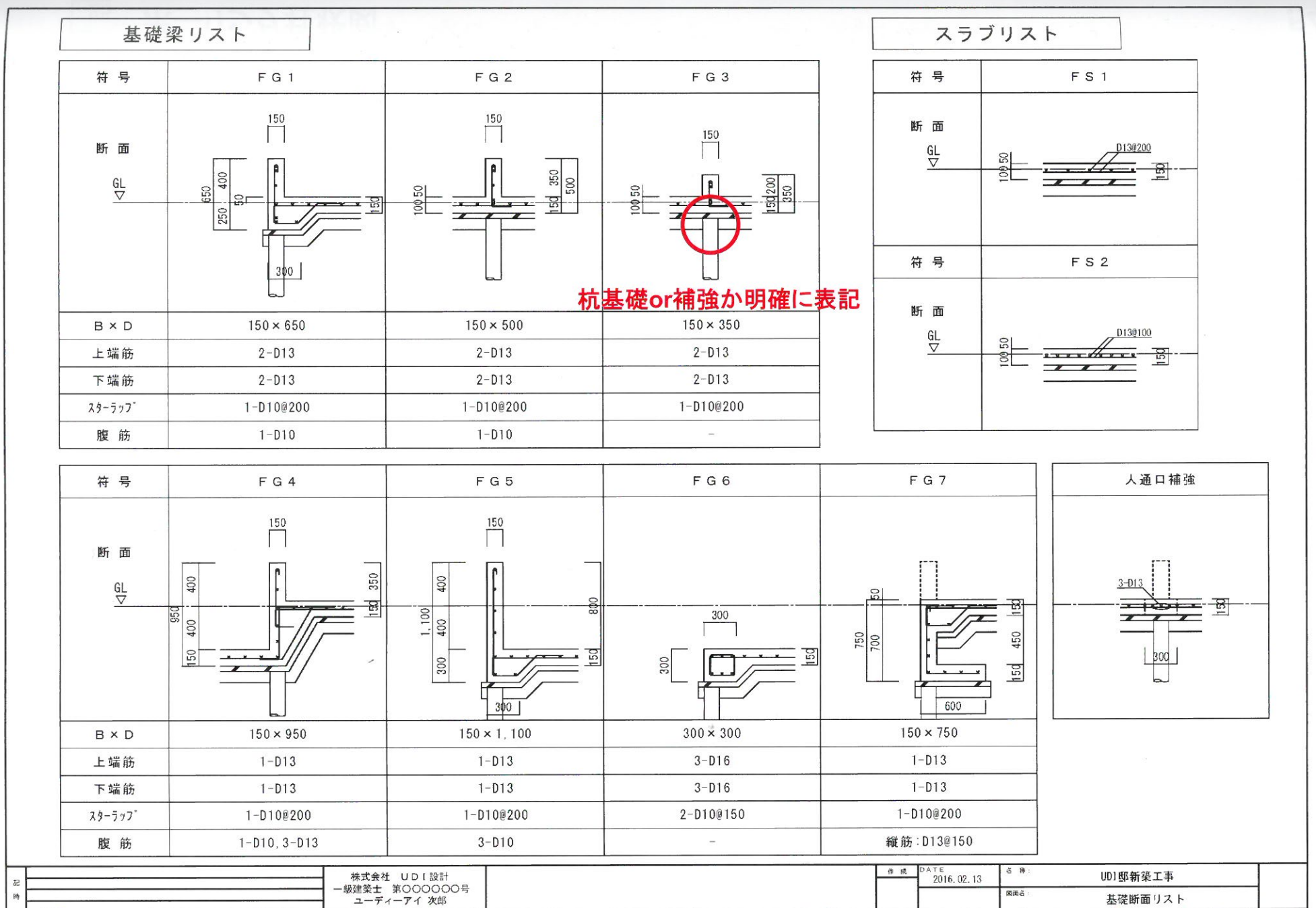
柱状改良 (深層混合処理工法) の場合



柱状改良 (深層混合処理工法) の場合



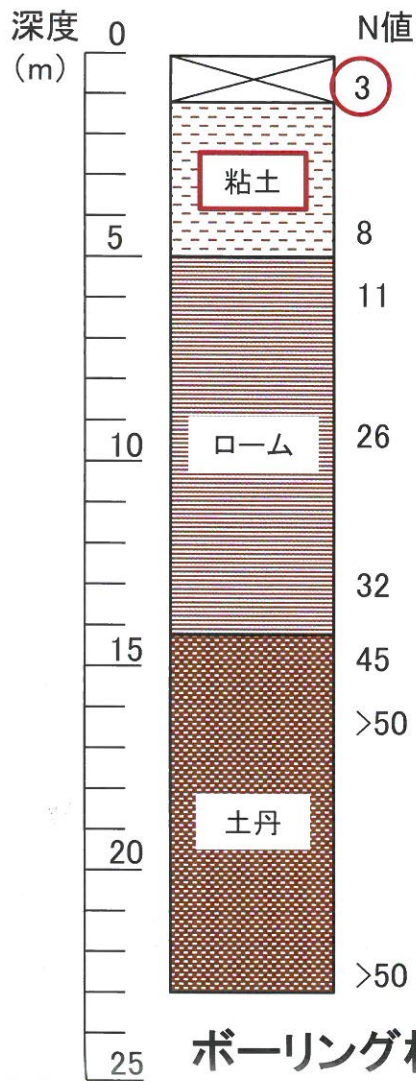
小口径鋼管杭の場合



小口径鋼管杭の場合

地盤支持力の算定

地盤支持力算定例 ボーリングデータから算定する告示1113号第2(1)式



- ボーリングデータから、土質(粘性土or砂質土)を決定する。 → 粘性土
- ボーリングデータから、採用するN値を決定する。 → N=3

□ 準備計算

$$\text{必要地耐力} = 30.0 \text{ kN/m}^2$$

Df 効果 未考慮

$$\alpha = 1.0$$

$$i_c = i_\gamma = i_q = 1.0$$

$$C = 1/2 q_u = 6.25 \text{ N} = 6.25 \times 3 = 18.75$$

粘性土 → $\phi = 0$ → 告示の表より、 $N_c = 5.1$ 、 $N_\gamma = 0$ 、 $N_q = 1.0$

$$(1式) \quad q_a = \frac{1}{3} (\overset{\text{粘着力の項目}}{i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c} + i_\gamma \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r + i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q)$$

$$= \frac{1}{3} (1.0 \times 1.0 \times 18.75 \times 5.1 + 0 + 0)$$

$$= 31.87 \text{ kN/m}^2 \geq 30.0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{OK}$$

ボーリング柱状図

地盤支持力の算定

地盤支持力算定例 スウェーデン式サウンディング試験から算定する告示1113号第2(1)式

スウェーデン式サウンディング試験													
調査名	板橋区上板橋 ○○○○ 様邸 新築工事			測点番号	1								
調査地点	東京都板橋区上板橋○丁目○○番地○○			年月日	2013年4月1日								
標高	KBM +0.00m	最終貫入深さ	5.00m	試験者									
水位	GL-5.00m	天候	晴れ	試験方法	スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 Wsw (KN)	半回転数 Na	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当り半回転数 Nsw	記事	推定状況図	荷重 Wsw KN					換算 N値 N	換算 q _a KN/m ²
							0.25	0.50	0.75	1.00	1.50		
1.00	4.0	0.25	25	16	ジャリジャリ							3.0	39.6
1.00	0.0	0.50	25	0	ユックリ							3.0	—
1.00	4.0	0.75	25	16								3.8	39.6
1.00	4.0	1.00	25	16								3.8	39.6
1.00	4.0	1.25	25	16								3.8	39.6
1.00	5.0	1.50	25	20								4.0	42.0
1.00	4.0	1.75	25	16								3.8	39.6
1.00	4.0	2.00	25	16								3.8	39.6
1.00	4.0	2.25	25	16								3.8	39.6
1.00	4.0	2.50	25	16								3.8	39.6
1.00	4.0	2.75	25	16								3.8	39.6
1.00	4.0	3.00	25	16								3.8	39.6
1.00	5.0	3.25	25	20								4.0	42.0
1.00	4.0	3.50	25	16								3.8	39.6
1.00	4.0	3.75	25	16								3.8	39.6
1.00	15.0	4.00	25	60								6.0	66.0
1.00	24.0	4.25	25	95								7.8	87.0
1.00	56.0	4.50	25	222								10.5	120.0
1.00	63.0	4.75	25	250								10.5	120.0
1.00	84.0	5.00	25	336								10.5	120.0
1.00	125.0	5.25	25	500								10.5	120.0
					貫入不可								

H13告示1113号第2(1)式は

$$\text{支持力 } q_a = \frac{1}{3} (\overset{\textcircled{1}}{i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c} + \overset{\textcircled{2}}{i_\gamma \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r} + \overset{\textcircled{3}}{i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q})$$

この式は、以下の3つの項目から成り立っている。

- ①: 土の粘着力による項目 (Cは、粘性土の粘着力)
- ②: 基礎の幅による項目 (Bは、基礎の幅)
- ③: 土の押え効果による項目 (Dfは、土の押え効果)

この他に地盤の支持力に影響を与える要素として、地盤内部の摩擦角に応じた支持力係数 N_c 、 N_γ 、 N_q がある。

粘性土の場合、 $\phi = 0$ $N_c = 5.1$ 、 $N_\gamma = 0$ 、 $N_q = 1.0$

砂質土の場合、 ϕ に応じた数値(ϕ は、内部摩擦角)

左図赤枠は、べた基礎の基礎直下2m程度の地中応力の影響範囲を示す。

スウェーデン式サウンディング試験												
調査名	板橋区上板橋 〇〇〇〇 様邸 新築工事				測点番号	1						
調査地点	東京都板橋区上板橋〇丁目〇〇番地〇〇				年月日	2013年4月1日						
標高	KBM +0.00m	最終貫入深さ	5.00m			試験者						
水位	GL-5.00m	天候	晴れ			試験方法	スウェーデン式サウンディング試験					
荷重 Wsw (KN)	半回転数 Na	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当り半回転数 Nsw	記事			推定状況図	荷重 Wsw (KN)	貫入量1m当り半回転数 Nsw	換算N値 N	換算qa (KN/m ²)
					音・感触	貫入状況	土質名					
1.00	4.0	0.25	25	16	ジャリ		砂質土				3.0	39.6
1.00	0.0	0.50	25	0	ユックリ		粘性土				3.0	--
1.00	4.0	0.75	25	16			粘性土				3.8	39.6
1.00	4.0	1.00	25	16			粘性土				3.8	39.6
1.00	4.0	1.25	25	16			粘性土				3.8	39.6
1.00	5.0	1.50	25	20			粘性土				4.0	42.0
1.00	4.0	1.75	25	16			粘性土				3.8	39.6
1.00	4.0	2.00	25	16			粘性土				3.8	39.6
1.00	4.0	2.25	25	16			粘性土				3.8	39.6
1.00	4.0	2.50	25	16			粘性土				3.8	39.6
1.00	4.0	2.75	25	16			粘性土				3.8	39.6
1.00	4.0	3.00	25	16			粘性土				3.8	39.6

平均N値は、
 $(3.0+3.8+3.8+3.8+4.0+3.8+3.8+3.8)/8=3.725$

粘着力Cは、
 $6.25 \times 3.7 = 23.125$
 粘着力C=23.1となる。

$$qa = \frac{1}{3} (\overset{\textcircled{1}}{ic \cdot \alpha \cdot C \cdot Nc} + \dots)$$

①:土の粘着力による項目 (Cは、粘性土の粘着力)

告示1113号第2(1)式で支持力を算出する場合は、土質が粘土層の場合には、式中①の土の粘着力による部分で検討を考える。

N値から粘着力Cを算出する

$$C = qu/2 \dots (quは一軸圧縮強度)$$

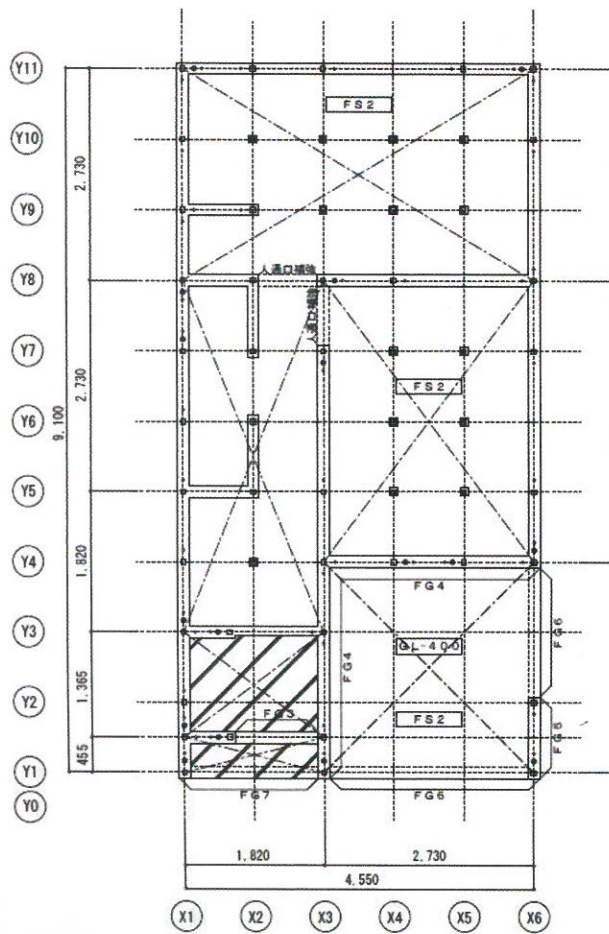
$$qu = 12.5N$$

C=に変換すると



$$C = 12.5/2 \times N = 6.25N \text{ となる。}$$

B=基礎短辺長さ 4.55m



L=基礎長辺長さ 9.1m

ic(基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角に応じて計算した数値)

$$ic = (1 - \theta/90)^2$$

今回は土質が粘土の為、 $ic = 1$ となる

α (基礎荷重面の形状に応じて掲げる係数)

$$\alpha = 1.0 + 0.2(B/L) \dots (\text{円形以外の形状})$$

B=基礎荷重面の短辺寸法(4.55m)

L=基礎荷重面の長辺寸法(9.1m)

$$\alpha = 1.0 + 0.2(4.55/9.1) = 1.1 \text{ となる。}$$

Nc(地盤内部の摩擦角に応じて表に掲げる支持力係数)

告示1113号第2 表より、

$$Nc = \text{粘性土の場合、} \phi = 0 \text{ } Nc = 5.1$$

よって、①の項目にすべての数値を当てはめて支持力算出すると
 $qa = 1/3(1 \times 1.1 \times 23.1 \times 5.1) = 43.197 \text{ kN/m}^2$ となる。