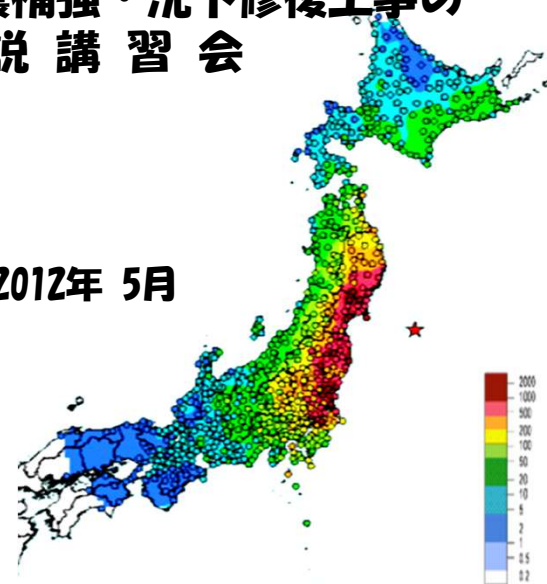


**東日本大震災の教訓から学ぶ
戸建住宅の耐震補強・沈下修復工事の
解説講習会**

2012年 5月

主催：財団法人 経済調査会
解説：金 哲 鎬



目 次

- 東日本大震災による浦安市の液状化被害例
- 戸建住宅を対象とした液状化の簡易判定法
- SWS試験を用いた液状化判定例
- 不同沈下の原因と沈下修復工事
- 沈下修復工事に対する質疑・応答

「東日本大震災による 浦安市の液状化被害例」

◎浦安市の液状化ハザードマップ及び埋立地範囲



液状化危険区域 (関東地震規模)

| ランク | 概要 | 対策の必要性 |
|-----|--------|-----------------------------|
| A | 危険性大 | 何らかの液状化対策が必要となる場合がある。 |
| B | 危険性中 | 被害が稀発では、液状化対策が必要となる場合がある。 |
| C | 危険性小 | 特に重要な施設では、詳細な調査が必要となる場合がある。 |
| D | 危険性小 | 特に重要な施設では、詳細な調査が必要となる場合がある。 |
| E | 危険性小 | 特に重要な施設では、詳細な調査が必要となる場合がある。 |
| F | 危険性はない | 液状化の心配はない。 |

浦安市液状化ハザードマップ



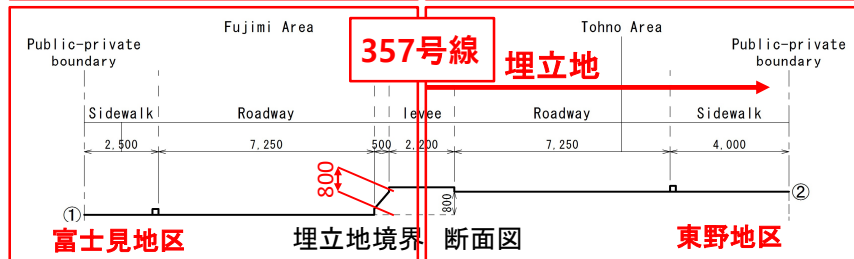
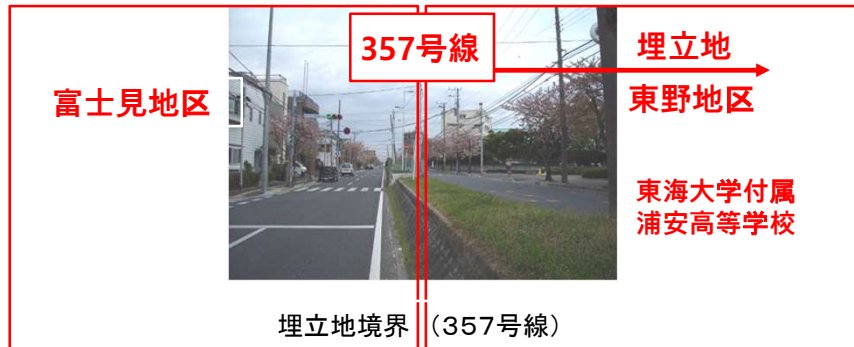
浦安市埋立地 年代別範囲

◎浦安市の液状化被害エリア



千葉県浦安市の約3700世帯、浦安市面積の約8割強の液状化被害が報告されている。

浦安市埋立地境界(357号線)



◎浦安市の液状化被害例



堤防側の歩道に亀裂による段差
(浦安市今川地区)



歩道上に突出したマンホール
(浦安市日の出地区)

◎浦安市の液状化被害例



液状化による
不同沈下が見られる交番
(浦安市富岡地区の交番)



歩道の亀裂から噴き出た泥で電柱が
大きく沈下し埋まった状態
(浦安市千鳥地区)

◎浦安市の液状化被害例



噴砂と沈下により傾いた工場外壁
(浦安市千鳥地区)



道路の亀裂から泥が噴き出した状態
(浦安市千鳥地区)

◎浦安市の液状化被害例

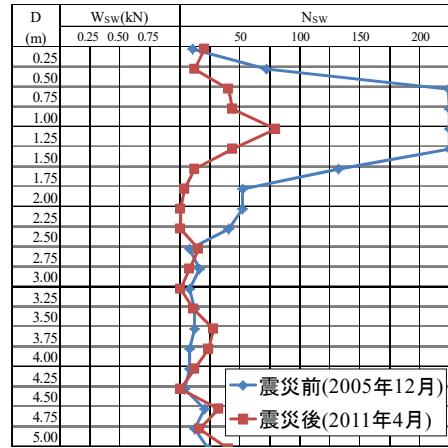
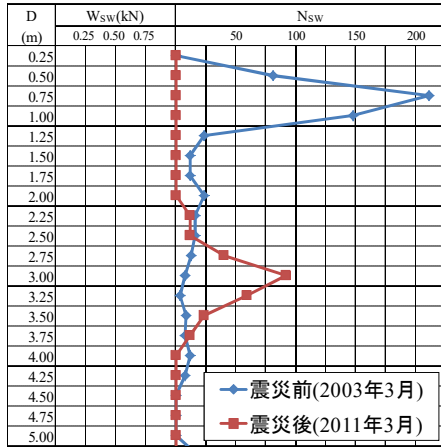


歩道上に噴き出た噴砂
(浦安市今川地区)

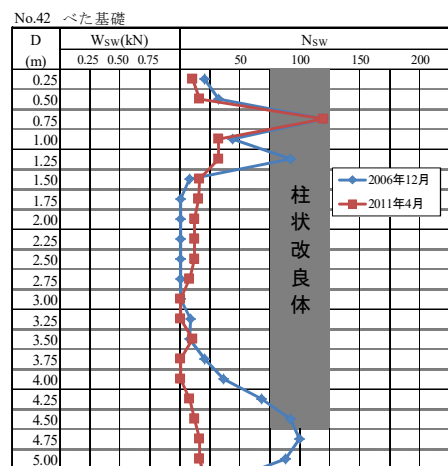
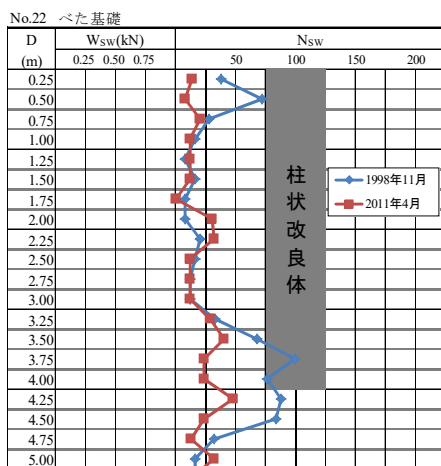


宅地内に噴き出た噴砂
(浦安市今川地区)

◎浦安市の液状化被害例



◎浦安市の液状化被害例



「戸建住宅を対象とした 液状化の簡易判定法」

◎ SWS試験を用いた液状化の簡易判定

☆国土交通省

国土交通省告示第1113号(2001.7)

地震時に液状化するおそれのある地盤の場合、建築物に有害な変形や沈下が生じないことを確かめることを義務づけている。

☆日本建築学会

「小規模建築物基礎設計指針」(2008.2) pp.88～92参照

中地震動に対して、微地形などからの概略判定と併せて簡易粒度分析と地下水位に基づく簡易判定法を推奨している。

☆現状

SWS試験による地下水位の測定は ロッドの濡れ具合による判断は信頼性に乏しい
試験孔に水位計を挿入して測定する方法などがあるが・・・

⇒砂質土の場合、孔が閉塞し、測定不可能な場合がある。

SWS試験孔を利用した地下水位測定法は、開発されている。(小規模建築物基礎設計例集日本建築学会 pp.154～156, 2011)

☆今後

阪神・淡路大震災、新潟中越沖地震、2011年3月11日に発生した東日本大震災では、広範囲の液状化被害を受けた。今後、液状化をはじめ圧密などの検討のため、宅地地盤の調査は、土質と地下水位の情報が必要とされている。

◎液状化の概略判定(微地形区分)

微地形から見た液状化可能性 大/中/小

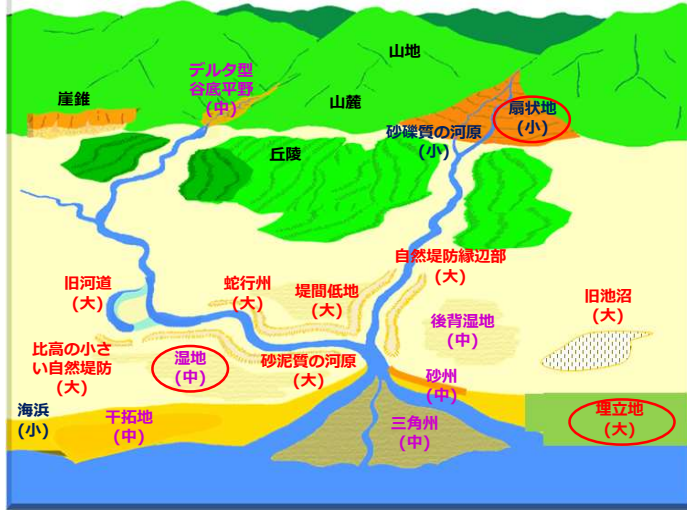
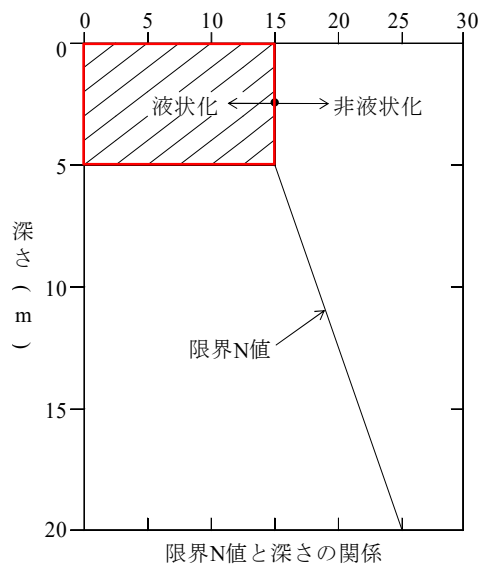


表-1.微地形から見た液状化可能性

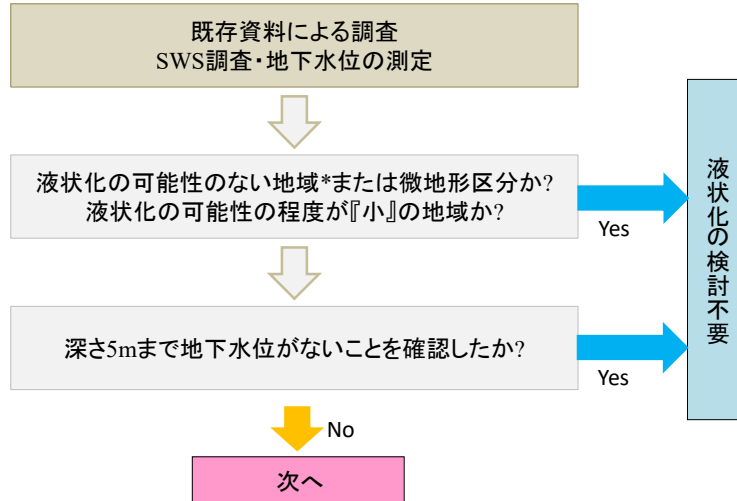
| 地盤表層の液状化可能性の程度 | 微地形区分 |
|----------------|--|
| 大 | 自然堤防縁辺部 比高の小さい自然堤防 蛇行州 旧河道 旧池沼 砂泥質の河原 砂丘末端傾斜面 人工海浜 砂丘間低地 堤間低地 埋立地 湧水地点(帯) 盛土地* |
| 中 | デルタ型谷底平野 緩扇状地 自然堤防 後背低地 湿地 三角州 砂州 干拓地 |
| 小 | 扇状地型谷底平野 扇状地 砂礫質の川原 砂礫州 砂丘 海浜 |

※: 崖・傾斜に隣接して盛土地、低湿地、干拓地、谷底平野の上の盛土地を示す。これ以外の盛土地は、盛土前の地形の区分と同様に扱う。

◎限界N値と深さの関係

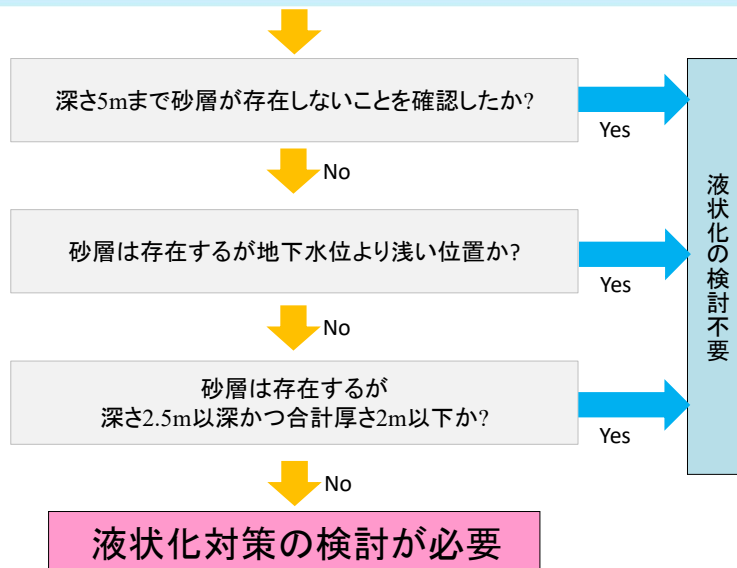


◎ 宅地の液状化概略判定フロー(中地震動を対象)

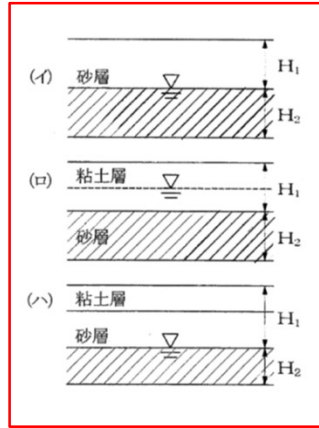
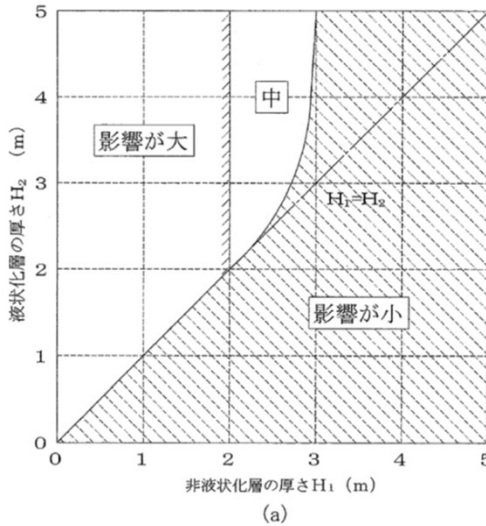


*過去の中地震動時の場合でおおむね5m程度までの地下水位で飽和した砂層「小規模建築物基礎設計指針」P89

◎ 宅地の液状化概略判定フロー(中地震動を対象)



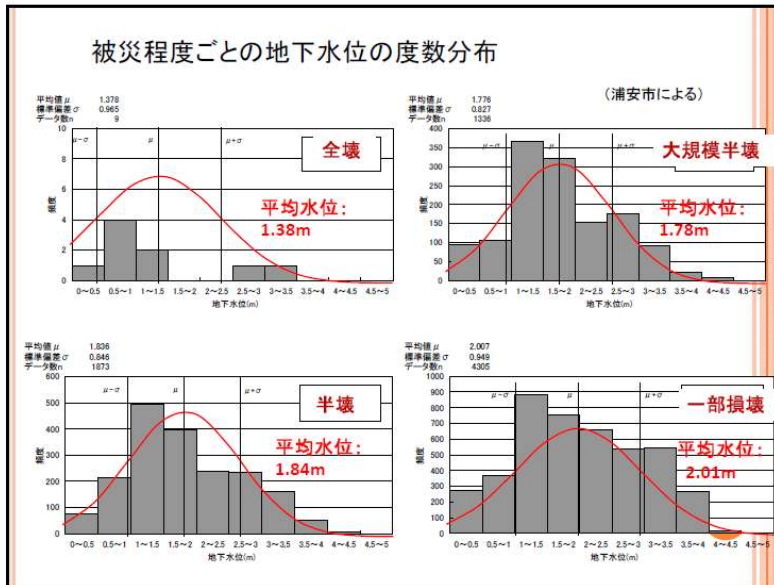
◎液状化の影響が地表面に及ぶ程度



地下水位の情報が非常に重要!!

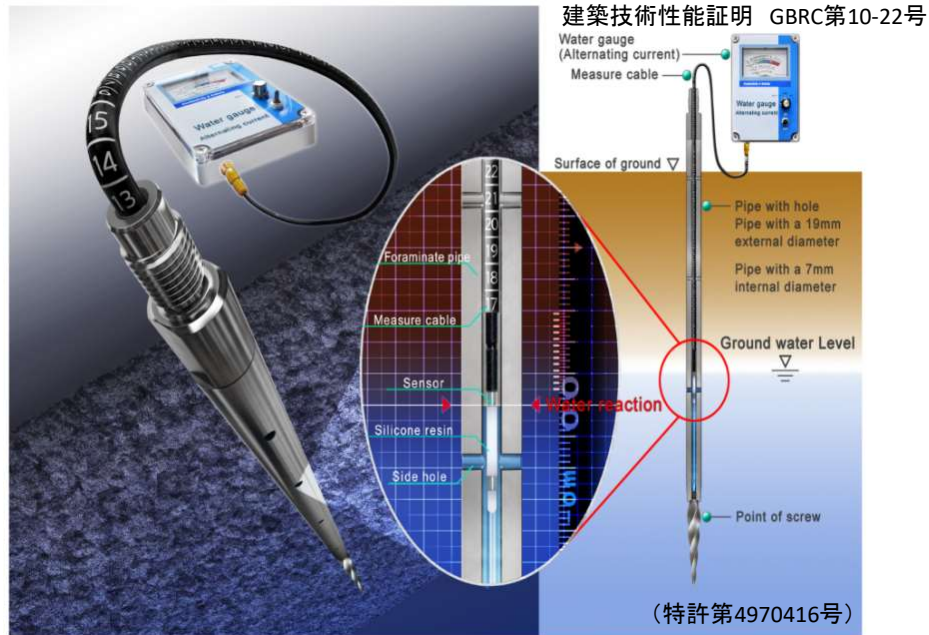
(日本建築学会:小規模建築物基礎設計指針p.90 図5.6.3)

◎液状化判定における地下水位の重要性



2012年2月10日三学会合同報告会資料より

SWS試験を利用した地下水位測定法



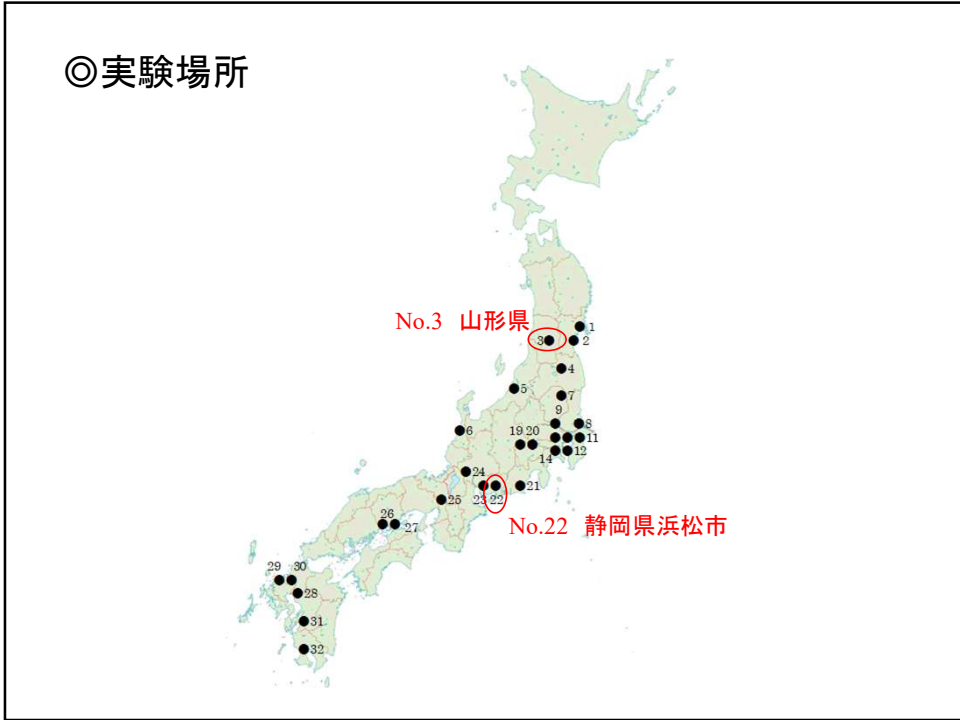
◎地下水位測定適用範囲

□ 適用地盤
SWS試験で貫入可能な地盤
(+冠水していないこと)

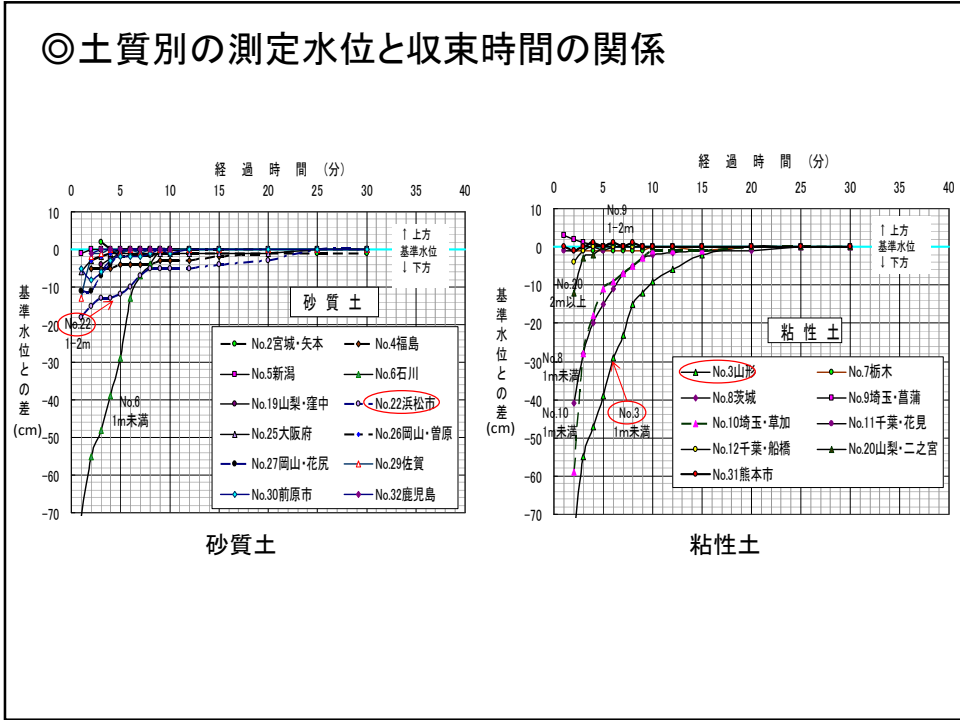


□ 適用深度
SWS試験の貫入可能な深さまで
(10m以内の軟弱層を対象)

◎実験場所



◎土質別の測定水位と収束時間の関係



SWS試験孔を利用した地下水位測定装置



交流式比抵抗水位計
定電圧正弦波[サインカーブ]



センサー
メジャーケーブル
直径5mm×長さ12m
(最小目盛 5mm)



有孔パイプ
長さ1000mm
外径 $\phi 19 \pm 0.2$ mm、内径 $\phi 7$ mm
横穴径4mm@250mm(4穴×2=8穴/m)

小規模建築物基礎設計例集
日本建築学会 pp.154～156, 2011

建築技術性能証明 GBRC第10-22号 (特許第4970416号)

◎交流式 比抵抗水位計の特長

交流式 比抵抗水位計が必要な理由

→有孔パイプ内の微妙な変化(泡、粘性土流入)を知ることが可能

● ロープ式水位計(市販品) → 直流式のプザータイプ

✓ 表示:アナログとデジタル表示 → 微妙な変化 → アナログ○

✓ 回路:交流式と直流式 → 電気分解(不安定) → 交流式○



交流式 — アナログ○ (微妙な読みに最適)

デジタル△ (微妙な読みのため結局アナログ近似)

直流式 — アナログ× (抵抗値変動のため信頼性なし)

デジタル× (変動と微妙な読み、両方とも不可)

※直流式は電極部の電気分解があり、抵抗値が変動する。

◎計測時着水反応

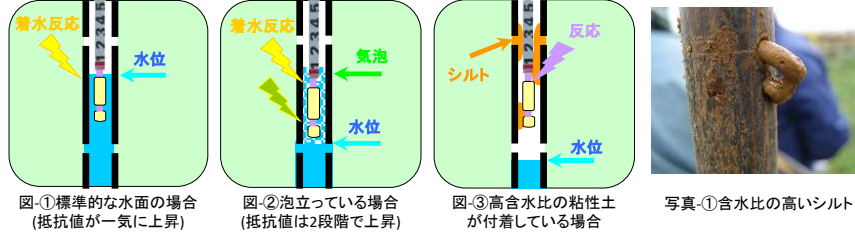


図-①標準的な水面の場合 (抵抗値が一気に上昇)
 図-②泡立っている場合 (抵抗値は2段階で上昇)
 図-③高含水比の粘性土が附着している場合
 写真-①含水比の高いシルト

| | 図-① | 図 - ② | | 写真-① |
|---------|------|--------|-------|-----------------|
| 水, 土の状態 | 透明な水 | 薄いにごり | 濃いにごり | 粘性土 (シルト, 砂質粘土) |
| 先端の観察 | きれい | さらさら | どろどろ | 含水比が高い |
| 着水反応 | ◎ | ○ | ○ | △ |
| 水面の泡 | 少ない | ある | 多い | - |
| 水面下の気泡 | ない | ほとんどない | ある | 多い |

◎データシートの例

SWS 地下水位測定

| | | |
|----------------|------------------|---------------------------|
| 調査名 | 東京都江戸川区〇〇丁目 〇〇〇〇 | |
| 測定日 | 平成23年 1月 14日 (金) | |
| 時間 (貫入時) | 15:00 | 30分以上 放置して水位に変動がないことを確認する |
| (測定時) | 15:40 ※ | |
| 天気(前日天気) | はれ (前日:小雨) | 前日の降雨影響を参考にする |
| SWS調査番号 | No.5 (敷地中央) | |
| 調査深度(有孔管の挿入深度) | G.L. -6.80m | |

傾斜地、擁壁のある造成地および盛土地盤で水位差が生じる場合は、複数測定の水位を確認する

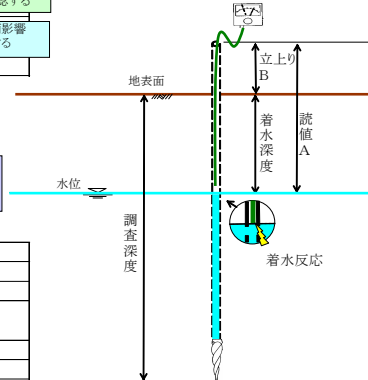
調査深度を記入する

着水反応がない場合
 有孔管の孔底まで着水反応が無かった場合は「調査深度(6.80m)まで着水反応なし」と記入する

| 孔内水位 | G.L. -2.25 m (読値A-立上りB) |
|---------------|---|
| 読 値:A | 3.25 m |
| 立上り:B | 1.00 m |
| メジャーケーブル先端の観察 | ・土の附着はなし, 附着水は透明であった。 ・有孔管内に砂質土の混入が見られた。 |
| 使用機器 | |
| 有 孔 管 | 外径19.0mm 内径7.0mm 横孔4.0mm@250mm |
| 水 位 計 | 交流式 比抵抗水位計 HE-200S, MC-02 |

特記事項

本方法と部分的に異なる方法を用いた場合は、その内容を記載する



小規模建築物基礎設計例集
 日本建築学会 pp.154~156, 2011

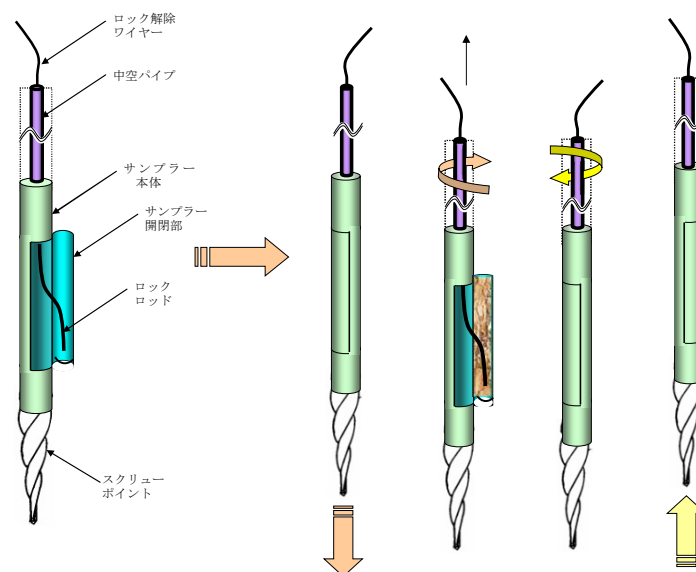
◎ SWS試験を利用した試料採取装置

SSTサンプラー土壤すくい



とーるくん

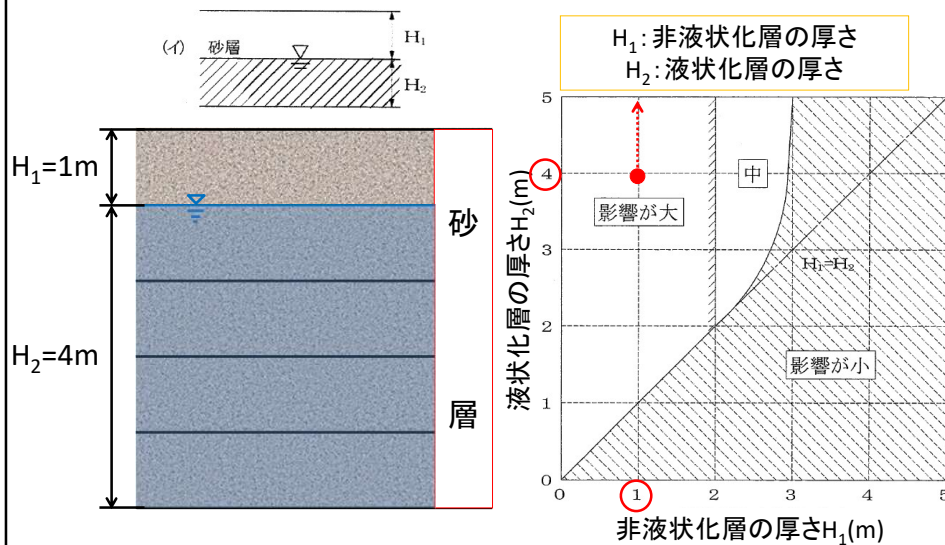
◎ SWS試験孔を利用した試料採取装置



「SWS試験を用いた液状化判定例」

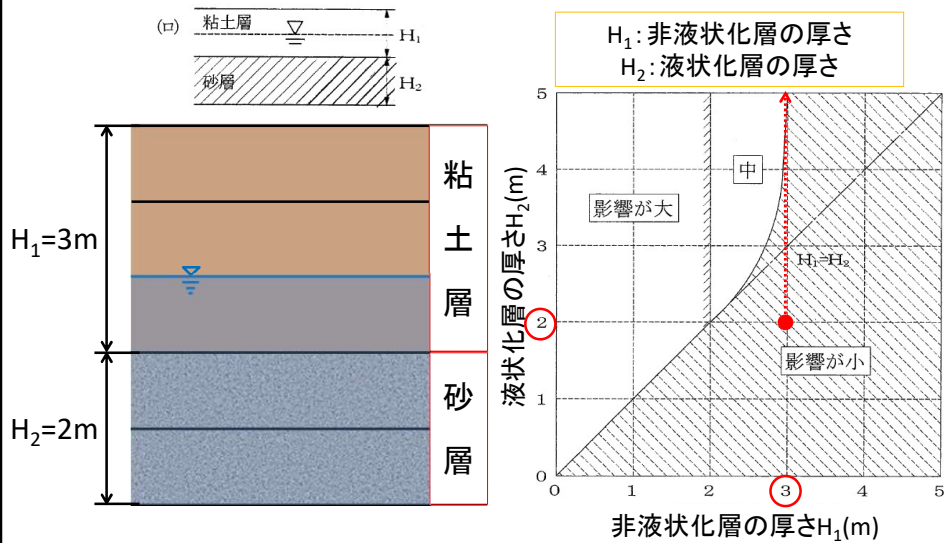
・千葉県浦安市今川地区

簡易液状化判定例(1)



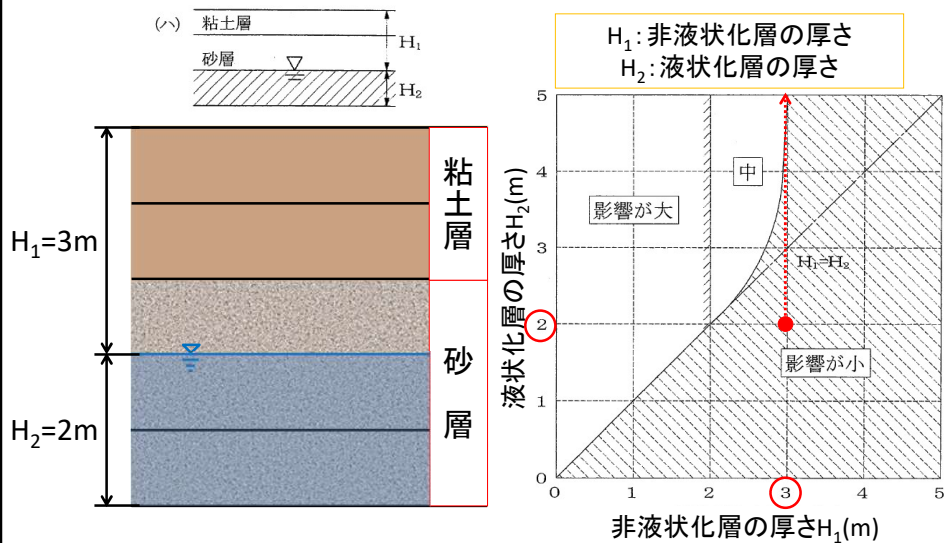
液状化が地表面に及ぼす影響は「大」と判定される

簡易液状化判定例(2)



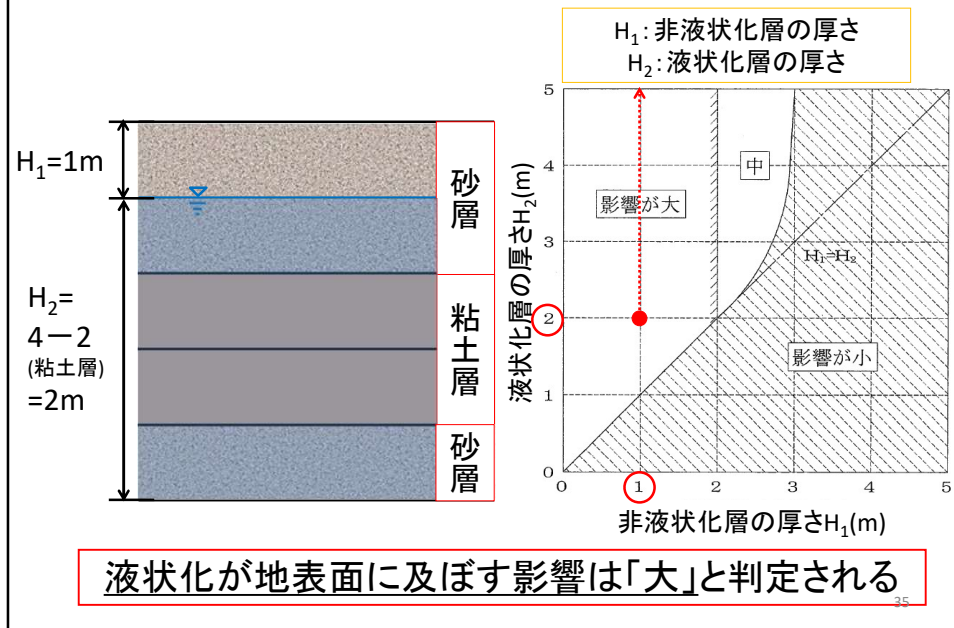
液状化が地表面に及ぼす影響は「小」と判定される

簡易液状化判定例(3)

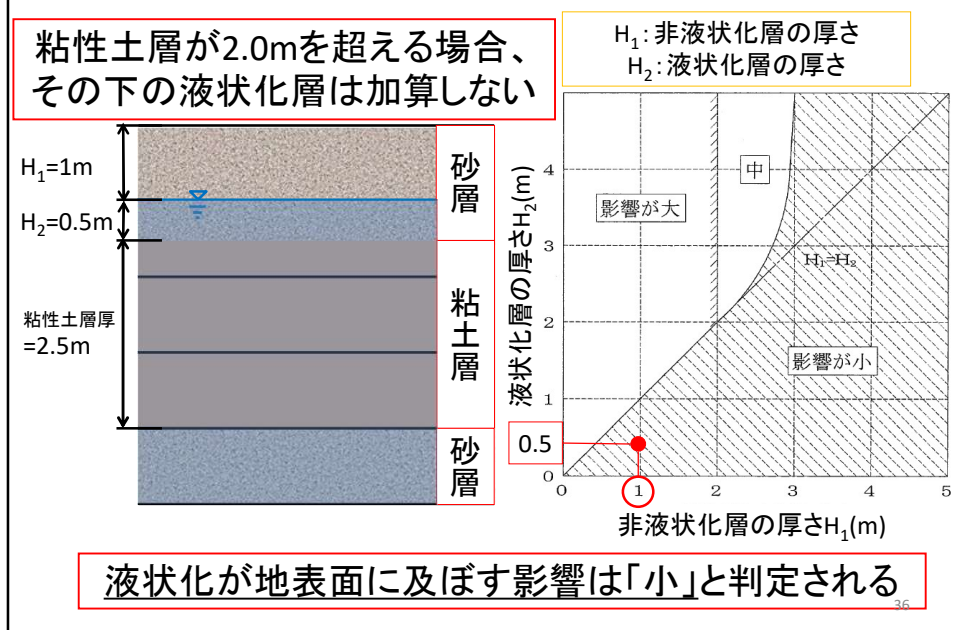


液状化が地表面に及ぼす影響は「小」と判定される

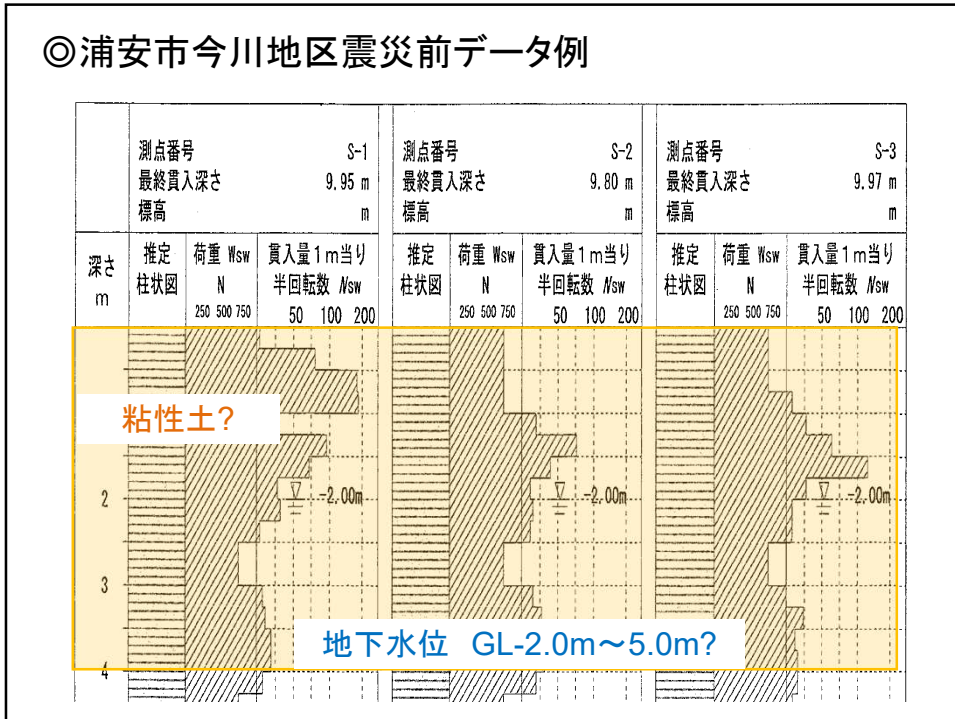
簡易液状化判定例(4)



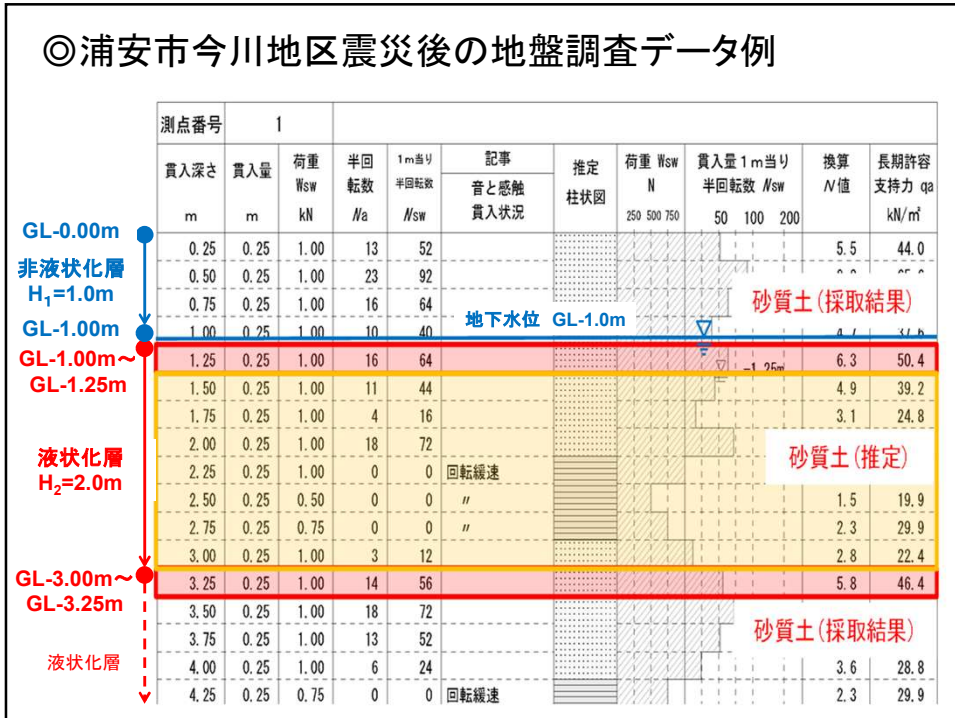
簡易液状化判定例(5)



◎浦安市今川地区震災前データ例



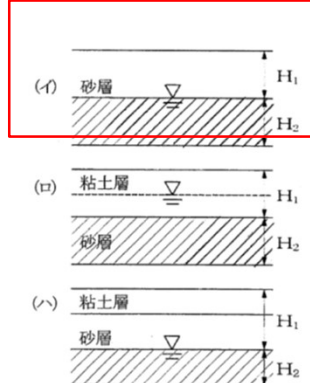
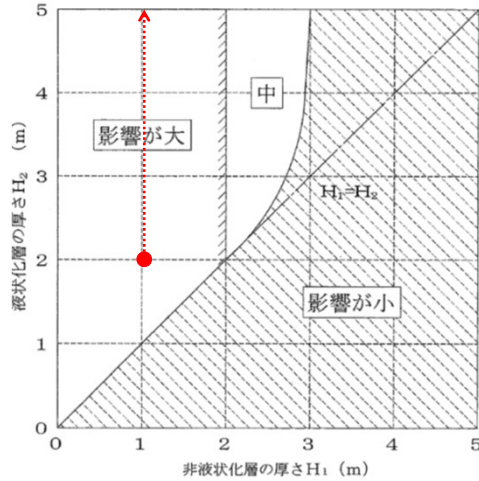
◎浦安市今川地区震災後の地盤調査データ例



◎浦安市今川地区の簡易液状化判定例

小規模建築物基礎設計例集
日本建築学会 pp.154~156, 2011

浦安今川地区は、(イ)パターン



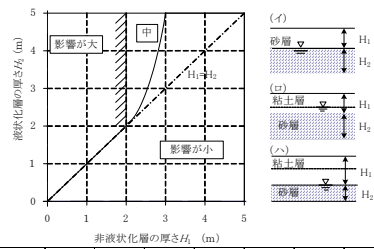
地下水位の情報が非常に重要!!

液状化が地表面に及ぼす影響は「大」と判定される

簡易液状化判定

＜小規模建築物の簡易液状化判定＞

- ・小規模建築物基礎設計指針を基に考える。
- ・非液状化層 H_1 : 地下水位より浅い砂層、または粘性土層
- ・液状化層 H_2 : 非液状化層下面から地表面下5mまでの砂層 (粘性土層が2mより厚い場合、以深の液状化層はカウントしない)



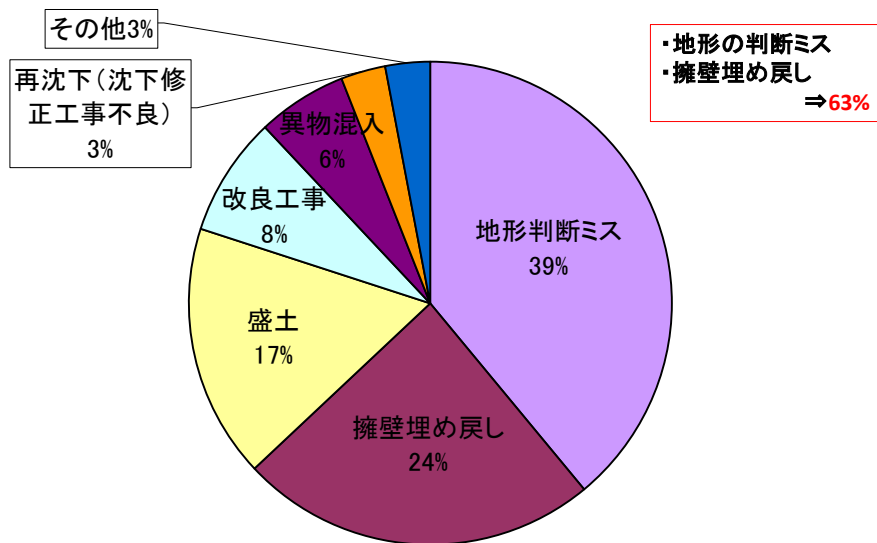
砂質土 粘性土

| パターン | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 水位(GL-m) | 1.00 | 3.00 | 1.50 | 1.00 | 2.50 | 3.00 | 1.50 | 0.75 | 2.25 | 1.75 | 1.75 | 1.50 | 0.50 | 1.00 | 0.50 |
| 深度(GL-m) | 0.5 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.0 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.5 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.0 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.5 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3.0 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3.5 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.0 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.5 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5.0 | | | | | | | | | | | | | | |
| 非液状化層厚 H_1 (m) | 1.00 | 3.00 | 2.00 | 2.50 | 2.50 | 3.00 | 2.00 | 0.75 | 2.75 | 3.75 | 1.75 | 1.50 | 0.50 | 1.00 | 1.25 |
| 液状化層厚 H_2 (m) | 4.00 | 2.00 | 3.00 | - | - | - | 2.25 | 0.50 | 1.50 | - | 1.50 | 1.75 | 2.25 | 2.25 | 1.50 |
| 簡易判定結果 | 大 | 小 | 大 | 小 | 小 | 小 | 大 | 小 | 小 | 小 | 小 | 小 | 小 | 大 | 大 |

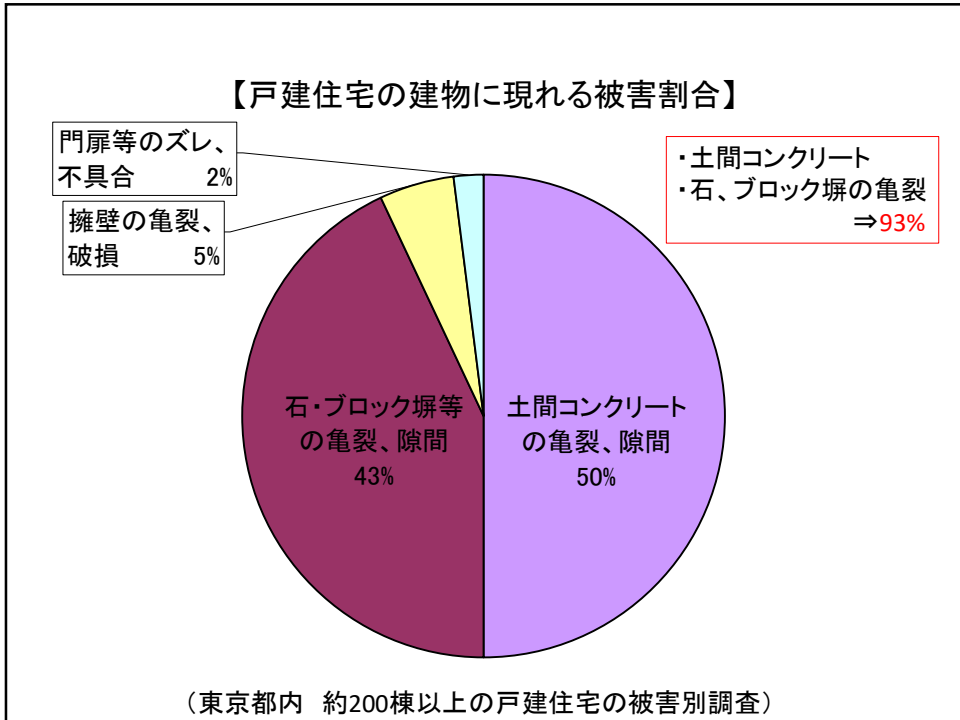
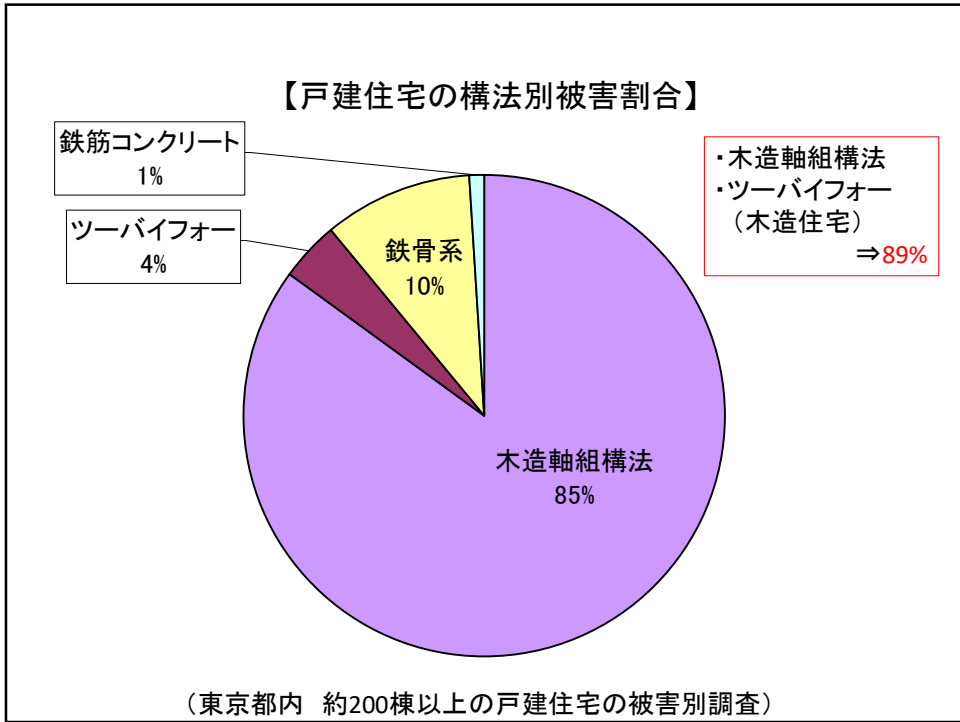
「不同沈下の原因と沈下修復工事」

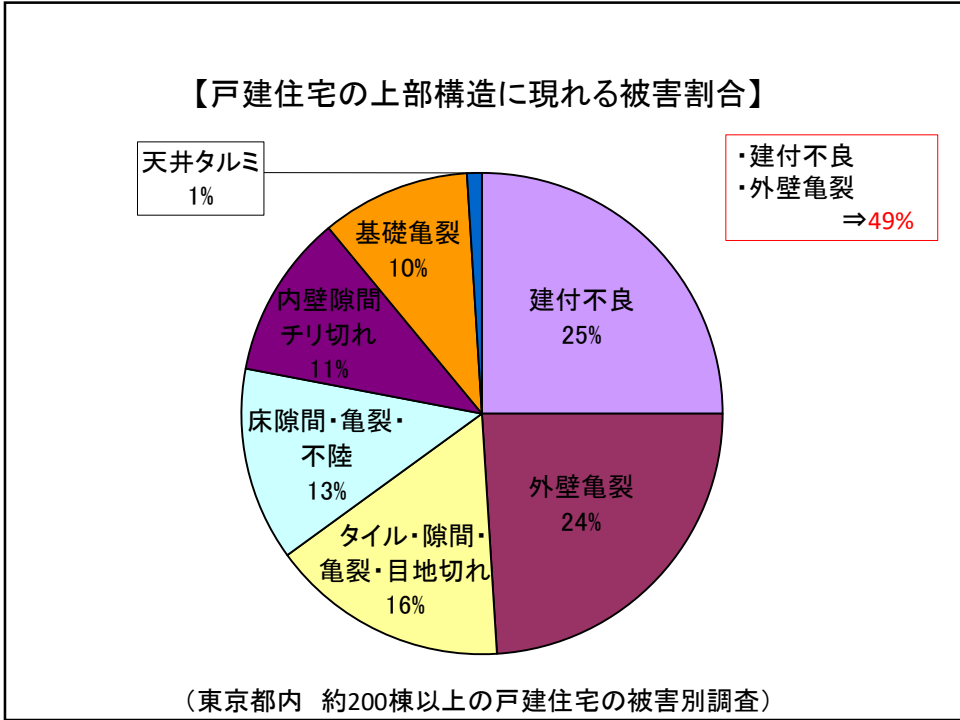
◎不同沈下の現状

【戸建住宅の沈下原因別被害割合】



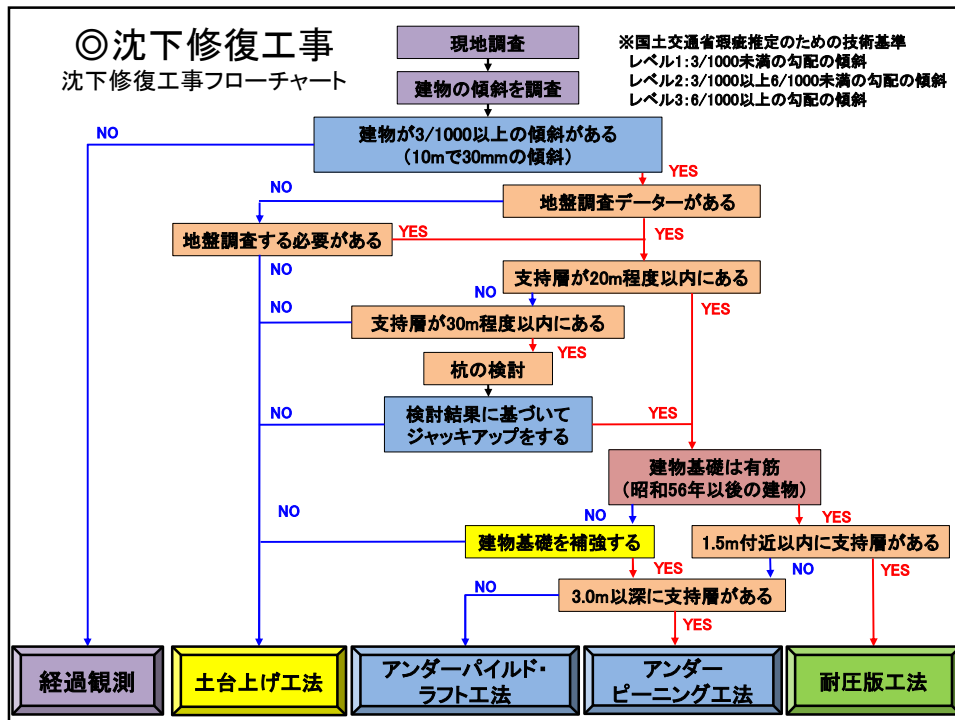
(全国 約200棟以上の戸建住宅の被害別調査)





長期保証に関して参考となる技術的基準
住宅品質確保促進法第70条技術基準

| 不具合事象 | | レベル | 左記の不具合事象と構造耐力上主要な部分における瑕疵の存在との相関関係 | 木造住宅 | 鉄筋 コンクリート造 住宅鉄骨鉄筋 コンクリート造 住宅 | 鉄骨造住宅 |
|---|--|-----|---|--------------------------------|--|------------------------------------|
| 部位 | 内容 | | | | | |
| 床 (排水等の 目的で傾斜 が設けられ たものを除く) | 傾斜 (凹凸の少ない 仕上げによる床 の表面における 2点間を結ぶ直 線(長さが3m程 度以上のものに 限る)と水平面と の間の傾斜) | 1 | 右記の不具合事象が発生している場合、構造耐力上主要な部分に瑕疵が存在する可能性が低い | 3/1000未満の 勾配の傾斜 | 3/1000未満の 勾配の傾斜 | 3/1000未 満の勾配 の傾斜 |
| | 傾斜 (凹凸の少ない 仕上げによる壁 または柱の表面 と鉛直面との交 差する線(長さが 2m程度以上の ものに限る)と縦 直線との間の傾 斜) | 2 | 右記の不具合事象が発生している場合、構造耐力上主要な部分に瑕疵が存在する可能性が一定程度存する | 3/1000以上 6/1000未満の 勾配の傾斜 | 3/1000以上 6/1000未満の 勾配の傾斜 | 3/1000以 上6/1000 未満の勾 配の傾斜 |
| 壁および柱 | 傾斜 (凹凸の少ない 仕上げによる壁 または柱の表面 と鉛直面との交 差する線(長さが 2m程度以上の ものに限る)と縦 直線との間の傾 斜) | 3 | 右記の不具合事象が発生している場合、構造耐力上主要な部分に瑕疵が存在する可能性が高い | 6/1000以上の 勾配の傾斜 | 6/1000以上の 勾配の傾斜 | 6/1000以 上の勾配 の傾斜 |



◎各工法の概算費用総括表 (積算資料ポケット版 リフォーム2012,p.93)

| 工法名 | 見積条件 | 概算費用(税抜) |
|-------------|--|------------------------|
| アンダーピーニング工法 | <ul style="list-style-type: none"> 建築面積: 65m² 最大ジャッキアップ量: 100mm 杭: φ 139.8mm (STK400、t=6mm、ネジ加工品) 杭長: 10m | 11~13万円/m ² |
| 耐圧版工法 | <ul style="list-style-type: none"> 建築面積: 65m² 最大ジャッキアップ量: 100mm 使用鋼材: 500mm × 500mm × 12mm (SS400) | 5~7万円/m ² |
| 土台上げ工法 | <ul style="list-style-type: none"> 建築面積: 65m² 最大不陸調整高: 100mm | 3~5万円/m ² |

◎新工法「アンダーパイル・ラフト工法」の概算費用

| | | |
|---------------|---|-----------------------|
| アンダーパイル・ラフト工法 | <ul style="list-style-type: none"> 建築面積: 65m² 最大ジャッキアップ量: 100mm 使用鋼材: 600mm × 600mm × 16mm 杭: φ 139.8mm (STK400、t=6mm、ネジ加工品) 杭長: 5m | 8~11万円/m ² |
|---------------|---|-----------------------|

◎工法説明

アンダー ピーニング工法

「積算資料ポケット版
リフォーム2012」,
pp.94～95より抜粋

建物を支える地盤は、短期間では変動があまり見られません。一般的には建物の変動を半年～1年毎の経過を観察します。

支持地盤が3.0m以上で選択する工法です。基礎の直下を掘削し、建物を反力として油圧ジャッキにより、鋼管を支持地盤まで圧入。これを支持層として基礎ごとジャッキアップする水平修復工法です。住んだまま施工出来るのが特徴です。



掘削状況



鋼管圧入状況



ジャッキセット



ジャッキアップ状況

アンダーピーニング工法

基礎下を掘削して建物荷重により0.6m～1m程度の鋼管杭を継ぎ足しながらジャッキで圧入する。支持層まで貫入後、これを反力にジャッキアップする。

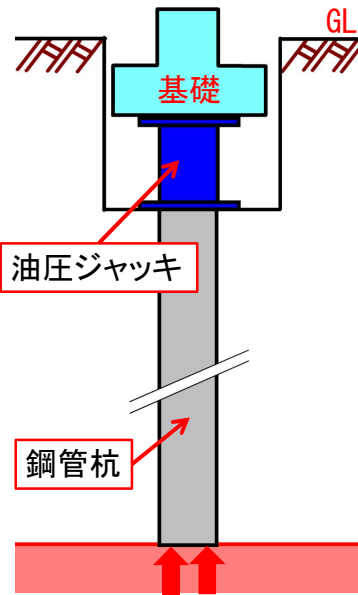
適用範囲 GL-3.0m程度以上に支持層がある場合

長所
・液状化層下部の地盤で支持すれば液状化に対しても効果が期待でき、現状の修復工法では最も信頼性が高い。

短所
・支持層が深くなると継ぎ足す箇所が多くなるため、継手部の品質や鉛直度に注意が必要。

工事費用
(右記条件)
・建築面積: 65m²
・最大ジャッキアップ量: 100mm
・杭: φ139.8mm
(STK400、t=6mm、ネジ加工品)
・杭長: 10m
・700～850万円(11～13万円/m²)
「積算資料ポケット版 リフォーム2012」,
pp.94～95より抜粋

復旧・復興支援WG「液状化被害の基礎知識」より抜粋
(日本建築学会)



耐圧版工法

「積算資料ポケット版
リフォーム2012」,
pp.96～97より抜粋

支持地盤が1.5m付近より浅い場合や補助的に支える場合
に選択する工法です。基礎の直下を掘削し、支持地盤
に耐圧版(鉄板)を設置。基礎ごとジャッキアップする水平
修復工法です。
アンダーピーニング工法同様、住んだまま施工出来るの
が特徴です。



掘削状況



耐圧版設置状況



ジャッキアップ状況



基礎本受け状況

耐圧版工法

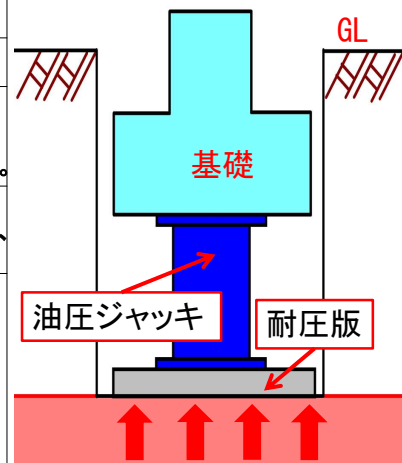
基礎下を順次掘削して仮受けと打設を繰り返して
良質な地盤面に一体の耐圧版を構築し、耐圧版を
反力にジャッキアップする。

適用範囲 GL-2.0m以内に支持層がある場合

- | | |
|----|---|
| 長所 | <ul style="list-style-type: none"> ・支持層が浅い場合や沈下が終息しているときに可能。 ・アンダーピーニング工法より費用が安い。 |
| 短所 | <ul style="list-style-type: none"> ・支持層が浅い場合や沈下が終息しているときに採用される工法であるため、液状化に対しては注意が必要。 |

| | |
|----------------|--|
| 工事費用 (右記条件) | <ul style="list-style-type: none"> ・建築面積: 65m² ・最大ジャッキアップ量: 100mm ・使用鋼材: 500mm × 500mm × 12mm (SS400) ・300～450万円 (5～7万円/m²) <p>「積算資料ポケット版 リフォーム2012」, pp.96～97より抜粋</p> |
|----------------|--|

復旧・復興支援WG「液状化被害の基礎知識」より抜粋
(日本建築学会)



土台上げ工法

「積算資料ポケット版
リフォーム2012」,
p.102より抜粋

基本的に無筋基礎または、沈下が収束している地盤の場合に選択する工法です。基礎と土台を切り離し、土台から上部をジャッキアップし、不陸調整を行います。床材の撤去が必要な為、リフォーム時に施工する場合があります。



アンカーボルト取り外し



ジャッキセット状況

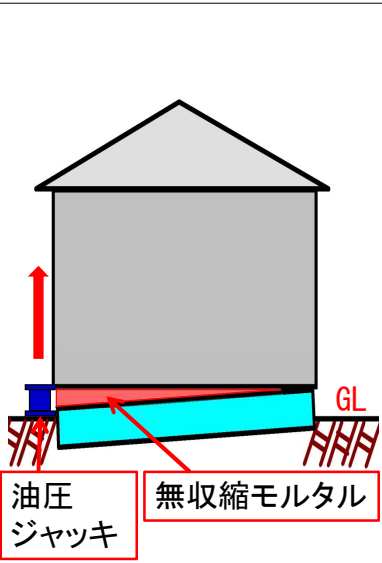


固定金物取付け



ジャッキアップ完了

| 土台上げ工法 | |
|--|---|
| <p>基礎を一部はつり、土台下に爪付きジャッキを挿入してジャッキアップする。補強等を行い既存基礎を再使用する場合があります。</p> | |
| 適用範囲 | <ul style="list-style-type: none"> ・地盤沈下が終息している場合において、水平修復可能。 |
| 長所 | <ul style="list-style-type: none"> ・工期が短く、費用が安い。 |
| 短所 | <ul style="list-style-type: none"> ・沈下が終息しているときに採用される工法であるため、再液状化に対しては注意が必要。 ・アンカーボルトを切断してジャッキアップするため、基礎と土台のアンカー締結に注意が必要。 |
| 工事費用 (右記条件) | <ul style="list-style-type: none"> ・建築面積: 65m² ・最大不陸調整高: 100mm ・200~300万円 (3~5万円/m²) <p>「積算資料ポケット版 リフォーム2012」, p.102より抜粋</p> |
| <p>復旧・復興支援WG「液状化被害の基礎知識」より抜粋 (日本建築学会)</p> | |



「沈下修復工事に対する質疑・応答」

| | |
|-----|--|
| 質問① | 施工前、施工後のレベル調査は、どのように行うか。 |
| 回答 | <p>傾斜の測定は、「住宅品質確保促進法第70条技術基準」で床、壁、柱と記されています。</p> <p>施工前、施工後のレベル調査は、一般的には、室内の床で凹凸の少ない仕上げ面における2点間を結ぶ直線(長さ3m程度以上のものに限る)と水平面との間の傾斜で、レベル1~3の段階に住宅紛争処理の参考となる基準を定めております。</p> <p>レベル1: 3/1000未満の勾配の傾斜(瑕疵が存する可能性が低い)</p> <p>レベル2: 3/1000以上6/1000未満の勾配の傾斜(瑕疵が存する可能性が一定程度存する)</p> <p>レベル3: 6/1000以上の勾配の傾斜(瑕疵が存する可能性が高い)</p> |
| 質問② | 地盤調査はSS試験(スウェーデン式サウンディング)だけで十分なのか? ボーリング試験は行わなくてもよいのか? |
| 回答 | <p>SS試験では、土質や支持層の層厚等は、確認できません。しかしボーリングも1箇所だけのデータで判断するのも危険です。SS試験データとボーリング試験データがあればそれにこした事はありませんが対象物が木造物2階建であり、支持層までの深さが分かり近隣ボーリングデータ等がある、その地域の地盤が把握できれば問題ない場合もあります。</p> |

| | |
|-----|--|
| 質問③ | 調査方法は、どのようなものが想定されるか。 |
| 回答 | <p>調査方法には、いろいろありますが、住宅に用いる地盤の調査方法は、下記の3種類が一般的に採用される。</p> <p>①スウェーデン式サウンディング試験(SS試験) 住宅用地の地盤調査で主流となっているこの試験法は、簡易で信頼性も高く、深さ10m程度までの調査が可能です。</p> <p>②表面波探査法(レイリー波) この調査法は、起振機で地盤に微妙な上下震動を加え、振動波が伝わる速度を受振機で測定、コンピューターで地盤の状態を分析する調査システム。</p> <p>③ボーリング調査(標準貫入試験) この調査法は、一般的に普通の住宅よりも大きい中高層ビルなどの調査に用いられることが多く、63.5kgのハンマーを76cm(±1cm)自由落下させ、標準貫入試験用サンプラーを30cm打ち込むのに要する打撃数を計り、これを繰り返し集めたデータにより、詳しい(地耐力)を解析します。</p> |

| | |
|-----|--|
| 質問④ | 支持層はどのように決定しているか。また、支持層厚がどの程度あればよいか。 |
| 回答 | <p>「支持層=基礎に接して荷重を支える支持層⇒硬質層とは限らない。」と専門書に記されています。アンダーピーニング工法は、建物荷重を反力とし、建物をジャッキアップさせる工法であり、支持層のN値は、通常10～15程度で建物がアップし、そこを支持層としています。</p> <p>また、砂層など高止まりして、設計杭長に達しない場合もありますが、十分な支持力を得られ建物がアップすれば再沈下はないと言えるでしょう。(ここでの支持層は、N値=15～20程度)</p> |
| 質問⑤ | 支持杭の杭等処理はどのように考えているのか。 |
| 回答 | <p>鋼管杭とは、直径φ318.5mm、肉厚6.0mm以上をいい、ここでいう支持杭とは、直径φ318.5mm以下で、肉厚6.0mm以下の小口径鋼管は、あくまでも住宅業界の地盤改良の地業に当たります。よって、基本的には、基礎と杭の連結はいたしません。</p> <p>これには二つ理由があります。一つは、平成7年におきた阪神・淡路大震災の時に基礎と杭を連結していた建物基礎に損傷を与えたケースが多かった。基礎を連結する場合は、杭頭部の基礎を補強しなければならず工事費が高くなる。二つ目の理由は、基礎と連結する場合は、地業扱いとならないため、認定杭を使用しなければならず、これもまた、工事費が高くなる。</p> <p>ただし、上記で述べた二つの理由は、新築時の場合であって、アンダーピーニング工法による施工では、基礎との連結は難しい。</p> |

| | |
|-----|--|
| 質問⑥ | アンダーピーニング工法施工後に、荷重が増加（建て増し、ピアノの設置等）した場合、再沈下があるか。 また、どの程度の荷重の増加まで許容範囲と考えるか。 |
| 回答 | <p>実験結果から圧入工法は打ち込み工法と同等の支持力があることが専門書に記されています。</p> <p>よって、打ち込み杭同様必要支持力3t以上×3倍（短期安全率）=9t以上あれば必要支持力を確保、長期安全率1.5を確保出来ると言えるでしょう。</p> <p>質問②で述べた通り、支持層に達していることを条件に安全率の範囲内であれば再沈下は、ないと思われます。また、設計の際は、杭一本当り30kN/本程度で考えており、布基礎で12kN/m²程度以上の荷重を見込んだ杭本数を設定しております。よって長期安全率の1.5倍、12×1.5=18kN/m²程度であるため、約600kg/m²、ピアノが1.5×0.65≒1m²で約240kgであるか600kg/m²≧240kg/m²で許容範囲内と考えられます。</p> <p>ただし、免責事項に係る保障の場合もございますので、詳細については予めご相談賜りますようお願いいたします。</p> |

| | |
|-----|--|
| 質問⑦ | 鋼管を継ぎ足すことで、鋼管の耐力低下はないか？また杭接続部の問題はないか。 |
| 回答 | <p>Φ139.8mm t=6.0mmの圧縮座屈荷重780kNに対して角ネジ継ぎ手は620～640kNという結果となっております。これを単純に比較いたしますと原管に比べて18～20%DOWNとなります。</p> <p>よって、原管に対してネジ耐力は20%DOWNとして検討しています。</p> <p>また、鋼管杭圧入工法は、1m程度の鋼管を継ぎ足して施工するため、継ぎ手部には、十分な配慮が必要です。継ぎ手の際は、中当てリングを鋼管内側に入れ、上杭と下杭の外周を突き合わせ溶接によりしっかり溶接できますが、鋼管裏側にまわり込むには、その分余計に掘削しなければなりませんし、溶接技術者によって良し悪しがはっきりします。</p> <p>圧縮については十分な耐力があり、継ぎ手部の曲げに対しては、t=4.5mm設計とした場合、曲げ応力度を確保されています。</p> <p>当社では、一般的に使われてるφ139.8mm 肉厚4.5mmの鋼管杭の杭先端をねじ切りすることによる強度不足を肉厚6.0mmを使って解消。</p> <p>また、接続部をねじ切りにして肉厚を6.0mmにしたことで誰が施工しても均一な強度の確保と施工が出来るようにしております。</p> |

| | |
|-----|--|
| 質問⑧ | 工事費が莫大な金額なので6ヶ月あるいは、1年後に再度レベル調査のみ(室内レベル)をお願いできるのでしょうか？また費用はいくらかかりますか？ |
| 回答 | 既存建物の下に杭を圧入する工事は、ほとんど人力作業で、確かに工事費がかなりかかります。 しかし、これは、沈下防止及び水平修復工事を行うからで、沈下が収まっているのであれば、水平修復工事のみが良いと思います。この場合、工事費は、約3分の1程度(室内改装費は別)ですが、工事保証対象外となります。 6ヶ月、1年の追跡調査は、基本的に同じ測定者が良いと思います。当社にて行いますと1回の調査で3万円程度の費用がかかります。 |
| 質問⑨ | 工事をお願いした場合、住んでいただけますか？(工事中)床材等解体撤去もするのでしょうか。 |
| 回答 | 工事中お住まい頂いても安全上支障ございません。住環境としてはお客様の個人差により、音や振動を伴うこともありますが、お住まいになりながら施工させていただくケースがほとんどです。ただし土台上げ工法などの場合は、床材を一部撤去する場合もございます。 |

| | |
|-----|---|
| 質問⑩ | 市などの助成金、補助金等の対象になりますか？ なるとすればどのような内容になりますか？ |
| 回答 | 市などの助成、補助金などは、各市町村で異なります。 横浜市の場合は、耐震補強の一環として昭和56年5月31日以前に建築確認申請が提出されていて、建築面積に関係なく、横浜市の耐震診断を受けている木造住宅で、耐震診断の評価が1.0未満の建物が対象となりますが、沈下修復や水平修復工事は、耐震補強とは異なりますので、補助金の対象には、なりません。 |
| 質問⑪ | アンダーピーニング工法施工にあたり、特に注意が必要なことがあるか。 |
| 回答 | 本工法では、圧入時、ジャッキアップ時、圧入後において基礎梁や鋼管に生じる応力度が異なるが、施工段階を含めた構造計算の考え方は、明確ではありません。特に、施工後の基礎の構造方法は、単なる布基礎ではなく基礎梁付きの杭に類する構造となり、基礎の寸法、配筋、強度等が満足していない基礎におきましては、コンクリート強度不足の基礎等におきまして破壊する恐れがあり、基礎補強を検討する必要があります。 |

| | |
|-----|---|
| 質問⑫ | 鋼管杭圧入工法は建物の基礎を破壊するのでは？ |
| 回答 | コンクリート強度不足の基礎等におきまして破壊する恐れがあります。よって圧入の際には、基礎の寸法、配筋、強度等が満足していない基礎におきましては、基礎補強を検討する必要があります。基準を満たしている基礎におきましても0.3mm程度以下のヘアークラックが出る場合もありますが、エポキシ樹脂等による補修で十分です。 |
| 質問⑬ | 使用している杭が、鋼管杭であるが、腐食(サビ等)はないか。ある場合その影響をどのように考えているか。 |
| 質問⑭ | 杭の座屈はおこり得ないか(管であり、杭の長さも短いので無いと思われるが)。 |
| 回答 | 腐食は、一般的に1年0.02mmと言われていています。よって、0.02mm×50年=1mmの腐食代の影響を考慮して国土交通省告示1113号(平成13年7月)に定める規定により圧縮及び曲げに対する許容応力度に対してJIS G3444鋼管STK400の基準強度を用いて計算しております。(別途 長期杭体強度一覧表参照) |

| | |
|-----|--|
| 質問⑮ | 杭の保証は10年あるとのことですが、それは再沈下した場合に再度施工をし直す補償か。それとも杭自体が10年しか持たないとのことか。 |
| 回答 | 質問⑪で述べた通り鋼管杭は、腐食代を1mm考慮して約50年の対用年数で考えております。ここでの杭10年保証は、再沈下の場合(床レベル5/1000以上の傾斜)に再度施工をし直す保障であります。 |
| 質問⑯ | 地震時においてもアンダーピーニング工法は安全か。 |
| 回答 | 「地震時=水平力」で地震時の水平方向の安全性で、木造2階建ての一般家屋につきましては、水平力は考慮しておりません。これは、新築の工事に限らず、鋼管杭圧入工法におきましても同じことです。 |
| 質問⑰ | 部分的にアンダーピーニング工法で施工した場合不具合が生じる場合があるか。 |
| 回答 | 部分的に施工した場合で不具合がでる場合もあります。特に地盤沈下が進行している場合、杭施工していない箇所で、束等が下がりが床が下がったり、建具等に支障が出る場合がございます。なぜならば、アンダーピーニング工法は建物のジャッキアップ工法であって、地盤沈下を抑制する地盤改良ではないからです。地盤沈下を抑制するには、別途薬液注入等の地盤改良が必要となります。 |

| | |
|-----|--|
| 質問⑩ | 推力(及び油圧)が個々の杭で異なるが、地主にどう説明するのか。 |
| 回答 | 建物は一般的に建物の角は軽く、重心部分が重くなっております。先ほども述べたようにアンダーピーニング工法は建物荷重を反力とするため、重い箇所程推力が必要となるので、個々の杭で推力は異なります。 |
| 質問⑪ | 今まで、再沈下した事例はないとの話であるが、これまでのアンダーピーニング工法の施工実績はどれくらいあるか。 また、何年から施工を行っているのか。 |
| 回答 | 当社のアンダーピーニング工法の実績は、約36年です。1年間に約50件～100件、施工実績としては、大小合わせて少なくとも約3000件以上はあると思います。その中でアンダーピーニング工法による再沈下は、過去に3例程ありますので、当社実績では1/1000の割合です。 |
| 質問⑫ | 今回杭が圧入できることから周面摩擦も指示に加味されると思うが、その後、杭周面の地盤が沈下することにより、周面摩擦が小さくなり、支持力が下がることはないか。 |
| 回答 | 質問①でも述べたように支持層に達している支持杭としての扱いとなり、周面摩擦は、考慮しておりません。 (新築時の杭も同様)よって、杭周辺の地盤が沈下することによって、支持力が下がることはありませんが杭施工個所以外の束等は地盤が沈下すると共に下がる可能性が高いです。 |