

『液状化被災建物の現状を考える』

平成27年2月2日

園部隆夫

東京理科大学講師

一般社団法人 日本建築構造技術者協会(JSCA) 関東甲信越支部 支部長(理事)

目次

§ 1. 地盤調査

§ 2. 資料調査による液状化判定

§ 3. 液状化地盤の対応策

§ 4. 液状化で不具合を受けた宅地・住宅基礎の対応策

§ 5. 小口径鋼管杭工事のトラブル

§ 6. 柱状改良工事のトラブル

§ 7. 地盤調査員の意識の向上

§ 8. 液状化対策事例

§ 1. 地盤調査

1. スウェーデン式サウンディング試験 (SWS試験)

戸建住宅のように軽量の建造物の支持力を求めるための試験

- ①土が直接確認できない。
- ②資料採取を行なえないため土質試験が出来ない。
- ③液状化の発生の判定は出来ない。

2. 電気式静的コーン貫入試験 (CPT試験)

測定器の先端にあるコーンの抵抗と間隙水圧(土粒子間にある水の圧力)、コーン自体の周面摩擦の3成分を同時に測定できる試験。

- ①現状、礫等が混入する地盤においては貫入能力に課題がある。
- ②貫入能力の改善がされれば、今後の液状化判定調査法として大いに期待できる。

- ③先端の角度が60度のコーン形をしたプローブを静的に地盤に圧入し、地盤の先端抵抗、周面摩擦、間隙水圧の3成分を連続的に深さ方向に測定する。

CPTによる液状化判定の特長

- ①標準で2cmごとのデータを測定し、詳細な地盤情報を得る。
- ②CPTによる液状化判定は「建築基礎構造設計指針」(2001年建築学会)に準拠している。
- ③1日で深度20mの調査が可能
- ④地盤の支持力や粘土地盤の長期的な沈下についても同時に判断できる。
- ⑤CPTの調査費用は、深さ20mの調査で1試験あたり20万円前後。

■ 写真1

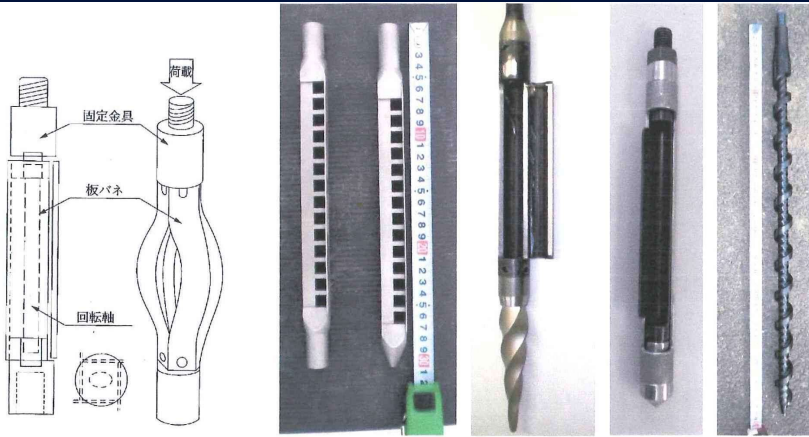


図1 板ばね式簡易サンプラー

写真1 簡易サンプラー

■ 写真2



写真4 全自動式による試験風景

■ 写真3

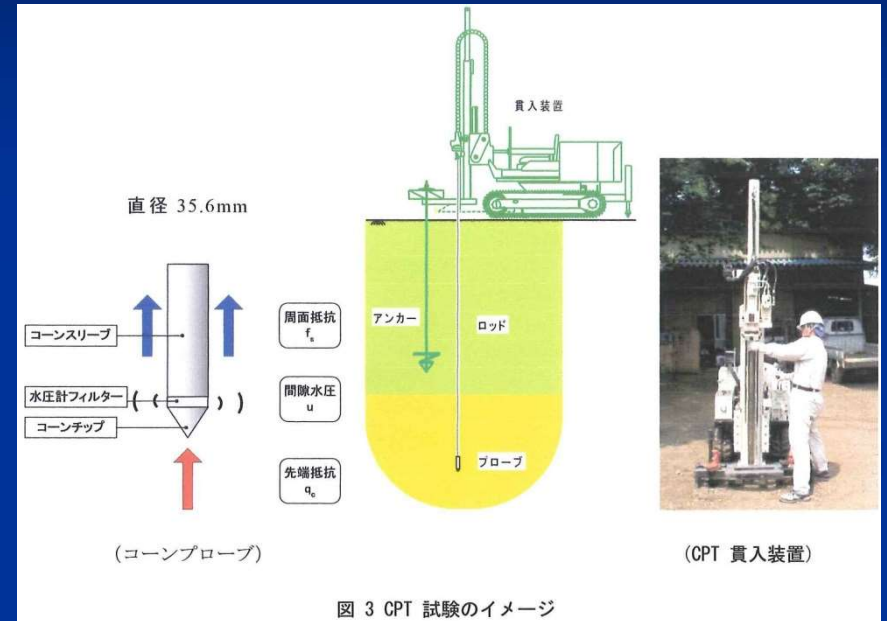
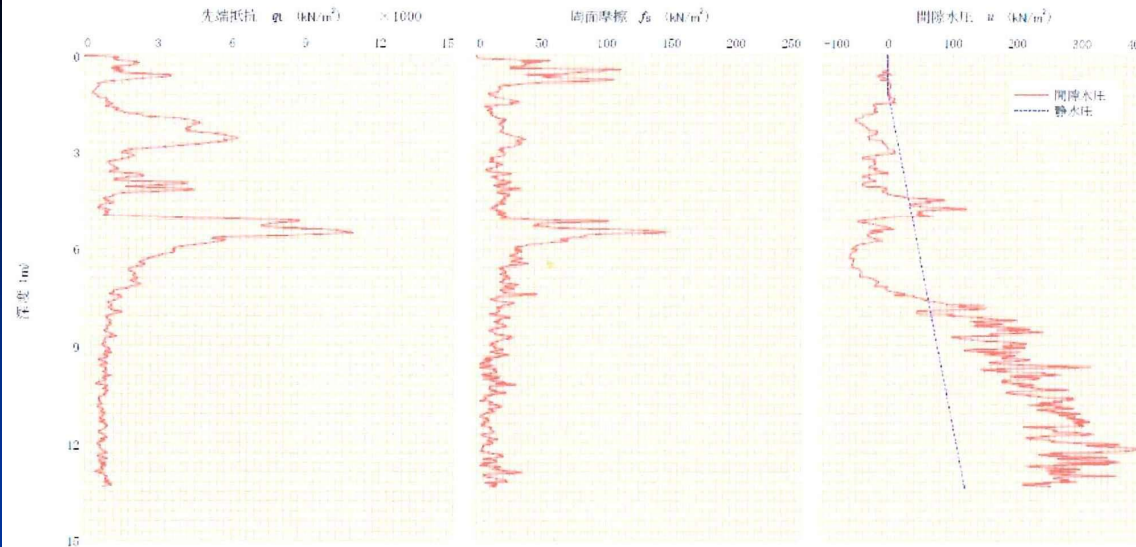


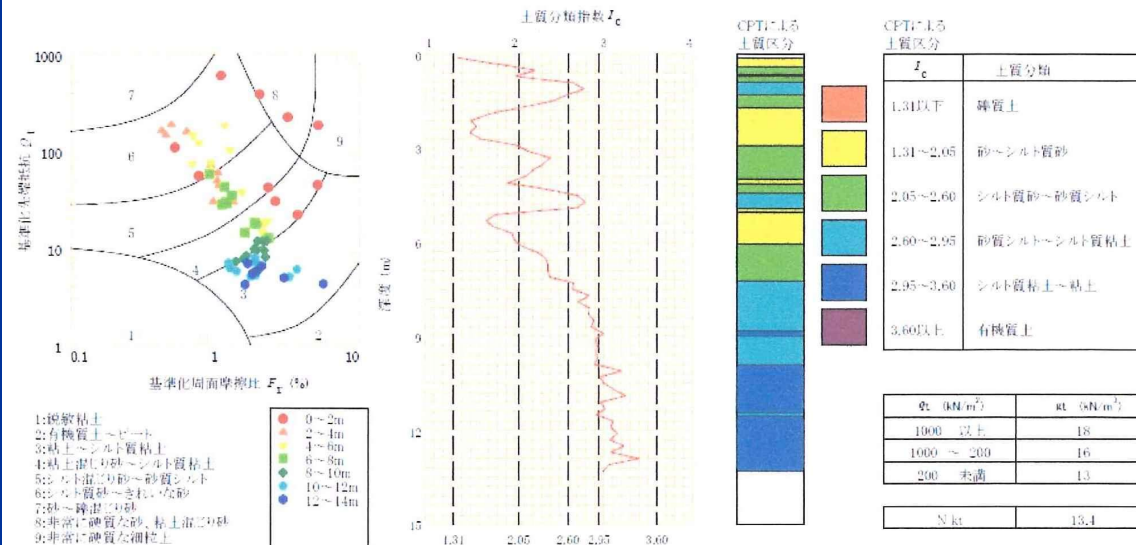
図3 CPT 試験のイメージ

■ 写真4



コーンプローブの先端抵抗、周面（摩擦）抵抗、間隙水圧が深さ方向に連続的に測定されます。

図 5 CPT による地盤分類例（折りたたむ）



測定された先端抵抗と周面摩擦抵抗の比から土質を推定することができます。例えば、図の 6 の領域にプロットされると、土質は「砂」と判断されます。

図 6 CPT による液状化判定例（折りたたむ）

■ 写真5

● 設計用地震動

・地震のマグニチュード M

M	7.5
-----	-----

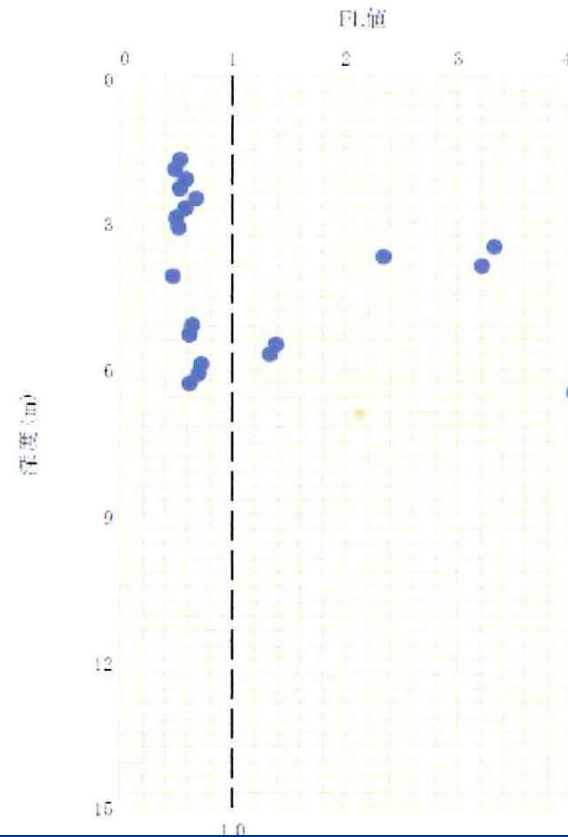
・地表最大加速度 a_{max} (cm/s²)

a_{max}	200
-----------	-----

● 地表変位 D_{cy} = 7.7 (cm)

液状化による被害程度: 小

D_{cy} (cm)	液状化による被害程度
0	なし
~ 5	軽微
5 ~ 10	小
10 ~ 20	中
20 ~ 40	大
40	甚大



CPTによる
土質区分



CPTによる
土質区分

I_c	土質分類
1.31以下	礫質土
1.31~2.05	砂~シルト質砂
2.05~2.60	シルト質砂~砂質シルト
2.60~2.95	砂質シルト~シルト質粘土
2.95~3.60	シルト質粘土~粘土
3.60以上	有機質土

q_t (kN/m ²)	R_L (kN/m ²)
1000 以上	18
1000 ~ 200	16
200 未満	13

N_{kt}	13.4
----------	------

§ 2. 資料調査による液状化判定

液状化を判断する資料としては、①微地形区分による判定(表1)、液状化履歴図(図1)、③液状化危険度マップ(図2)などが良く用いられる。図1は東日本大震災における関東地方の液状化発生分布を示した図であり、液状化履歴図である。過去に液状化被害が出た地域は液状化が起こりやすいと考えて差し支えない。

また、新旧標高データを比較して造成開発時の切盛土量を推定する場合は、その地形の精度と結果の解釈には十分注意を払わなければならない。

図2は液状化危険度マップである。当図は作成された自治体によって、想定する地震動や規模などが異なったり、格子(メッシュ)も50mから1km間隔と大きく間隔が異なったりする。大半の液状化危険度マップは、地形や地質情報、ならびに既存のボーリングデータ等を集積して作成されるため、その情報量によっては安全側に評価せざるを得ないマップも多い。

図1と図2を重ね合わせるように見比べると、液状化可能性の高い地域と可能性のある地域で液状化が発生していることが分かる。これらより危険区域を一次抽出するには、液状化危険度マップの利用価値は十分高いと言える。

個々の資料には解釈の仕方に注意点も多い。よって複数の資料で判断し、一つでも液状化可能性が見られる場合には、原位置調査にて二次判断するようにして、リスクを回避するのが良いと思われる。

表5 微地形から見た液状化可能性

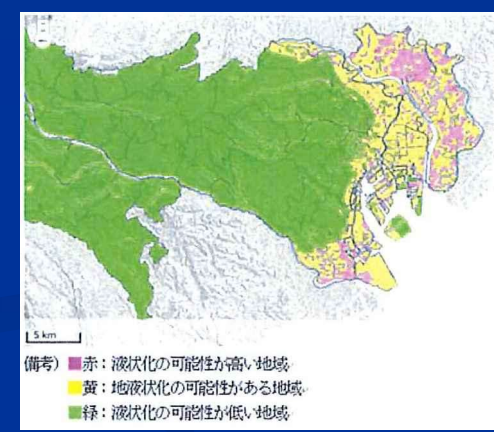
地盤表層の液状化可能性の程度	微地形区分
大	自然堤防縁辺部, 比高の小さい自然堤防, 蛇行州, 旧河道, 旧池沼, 砂泥質の河原, 砂丘末端緩斜面, 人工海浜, 砂丘間低地, 堤間低地, 埋立地, 湧水地点(帯), 盛土地*
中	デルタ型谷底平野, 緩扇状地, 自然堤防, 後背低地, 湿地, 三角洲, 砂州, 干拓地
小	扇状地方谷底平野, 扇状地, 砂礫層の河原, 砂丘, 海浜

*: 崖・斜面に隣接した盛土地, 低湿地, 干拓地・谷底平野の上の盛土地を指す。これ以外の盛土地は, 盛土前の地形の区分と同等に扱う。

図1 東日本大震災による液状化発生分布



図2 液状化危険度マップの一例



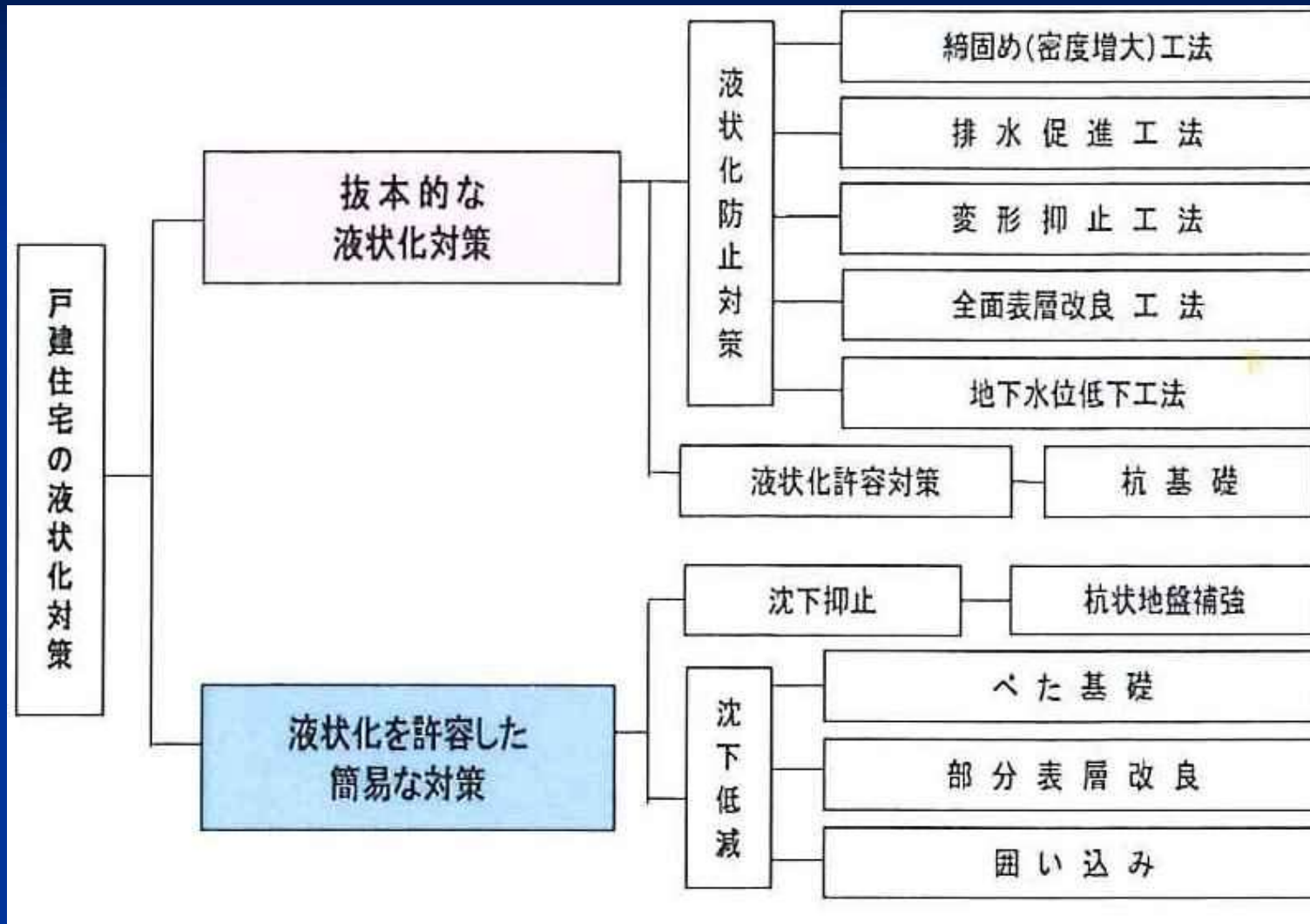
§ 3. 液状化地盤の対応策

宅地の地盤補強工法は、浅層地盤補強工法と杭状地盤補強工法に大別される。いずれも地盤支持力の増強や長期的に生じる圧密沈下抑止を主目的とした補強である。建物荷重に対する静的な挙動に対する補強である。補強効果の確認も載荷試験等を実施すれば概ね把握できる。ところが、液状化対策となると、効果の確認も震災が生じない限り実証できない難しさがある。費用対効果が不明瞭な点に加え、従来の補強工法に比べてコスト高になることや、地盤保証が困難な面もあって液状化対策の実施には繋がりにくい現状がある。

現在、住宅分野でも適用可能な液状化対策と称した工法が各種開発されている。各工法には適用実績、費用対効果や設計・施工基準の完成度に違いがあり、利用には十分注意すべき工法も多い。

図3は中地震動を対象とした住宅の液状化対策の分類を示している。実績が多いのは、圧倒的に液状化を許容した簡易な対策「杭状地盤改良（柱状改良、鋼管杭など）」があるが、抜本的な対策として締固め工法や排水促進工法などが適用されている。

表3 住宅の液状化対策の分類



§ 4. 液状化で不具合を受けた宅地・住宅基礎の対応策

液状化で不具合を受けたということは、新築時に施工した基礎が地震前まで健全で、地震時の液状化に耐えられなかったわけである。よって、将来的なことを考えれば、基礎の水平化だけではなく、地盤補強も含めた対応策が望まれる。

しかし、住宅の不同沈下は、関係者にとっては予期せぬ事故であり、施主は、限られた予算の中で復旧したいと考える。基礎の不同沈下修正工事は、新築基礎の工事費用とは比にならないほど高額で、場合によっては建替えた方が安価なことさえある。

このような状況下で安易に沈下修正工事を行い、また、液状化にも効果があるなどの謳い文句にだまされたといったトラブル相談も多い。

以下に各工法の注意点を述べる。

■ 【鋼管圧入工法】

鋼管圧入工法は建物荷重を反力として鋼管を圧入し、深い堅固な地層に到達されるとその地層が反力となって建物が修正できる。

他の工法に比べて工事費は高いが、確実に鋼管が支持層に貫入できれば、液状化を許容した簡易な対策となる可能性が高い。ただし、効果を出すためには、液状化層の深さを見極めて液状化層を貫通させておくことが重要である。実際には、住宅だと建物荷重が軽量のため、貫入能力も低くなり、液状化層を貫通できない事もある。

■ 【耐圧版工法】

耐圧版工法は、浅い地盤を反力として建物を持ち上げるため、液状化対策とは呼び難い。

ただし、対策も含めて考えるならば、建物を修正した後のトンネル掘削部分を表層改良のように改良土で埋め戻し転圧するような工夫ができれば、浅層改良による効果（沈下低減）も期待できる。



写真6 耐圧版工法によるジャッキアップ状況

■ 【注入工法】

注入工法は、“地盤を固める”イメージがあり、液状化対策だと思われやすい。たしかに注入による液状化対策は土木構造物においても採用実績が多くあり、一般的にも認知されている。しかし、建物を修正する注入と、液状化防止で行なう注入では、注入材料、注入形態、注入量がまったく異なる。

建物を修正する注入は、割裂注入となる材料を注入し、注入後の地盤は、液状化層と割裂脈の複合状態となる。また、注入量も改良目的の注入に比べると少なく、建物が修正できればそれ以上の注入は不要である。

液状化防止で行なう浸透注入となる材料を注入し、注入後の地盤は、全体が固化するため非液状化層となる。注入量も比較的多くなる。

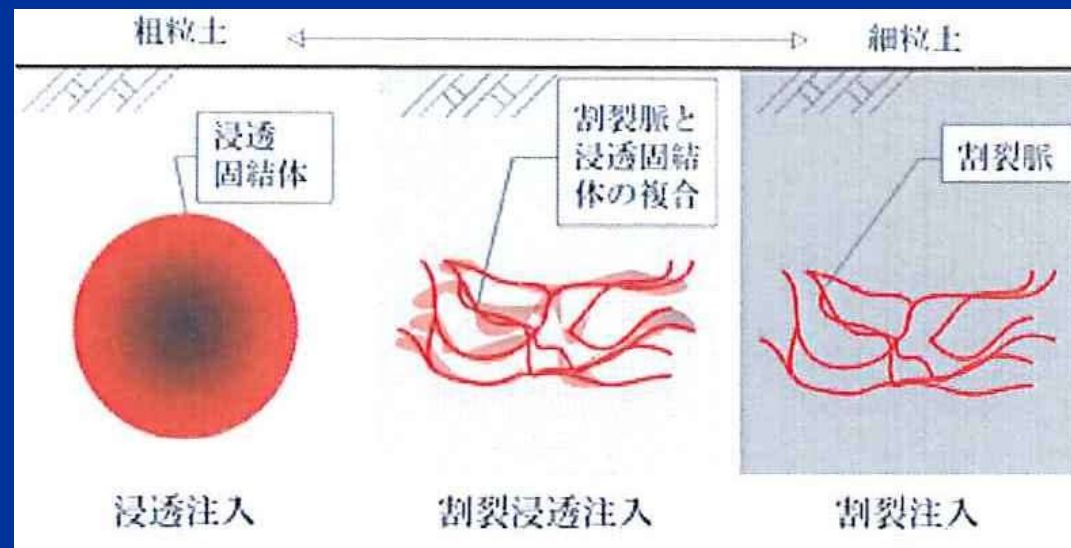


写真4 注入形態の模式図

■ 【土台上げ工法】

当工法は東日本大震災による液状化被災家屋に対して、多くの施工実績を有している。基本的には基礎への補強効果がないので、液状化への対応にはなっていない。



【再沈下にも多少の対応は可能：写真提供；富山建設】

写真7 土台上げ工法による補修完了状況

§ 5. 『小口径鋼管杭工事のトラブル』

軟弱な地盤が概ね地表面から2m以深まで存在する場合は、主に不同沈下防止や鉛直支持力の確保を目的として、杭状地盤補強工法が採用されることが多い。

杭状地盤補強工法の代表的なものとしては、柱状改良、既成コンクリート杭、小口径鋼管杭などの工法がある。

概ね支持層が深い場合や腐植土などにより固化不良のおそれがある場合には、小口径鋼管杭が多く採用される。

小口径鋼管杭の施工方法としては、杭打ち機により鋼管を回転貫入して地中に埋設し、そのときの施工トルクが設定値以上になったことを確認して、所定の支持層に達したと判断し打ち止めるという工法が多く見られる。本工法の施工実績は多く蓄積されているが、支持層で打ち止める際に、あらかじめ設定したトルクに達する前に施工トルクが下がり所定の深度で打ち止めることができず、杭先端が抜けるといったトラブルが稀に報告されている。一般的に杭径または先端翼径の3～5倍程度の支持層厚さを確認すべきといわれている。

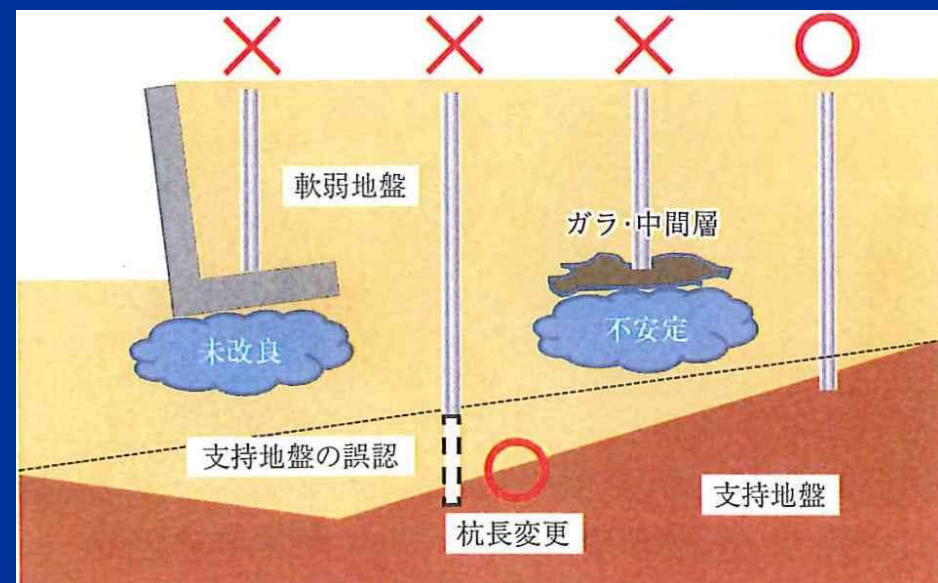
写真8 小口径鋼管杭の施工状況



写真9 回転コマの損傷, 過大なトルクによる損傷



図5 高止まりと低止まりの要因



■ 貫入不能になるケースとその対策

回転貫入杭工法で鋼管杭が貫入不能となるには、

- a. 固結シルト・泥岩などの岩盤層
- b. N値が大きい砂質・礫質地盤
- c. 粘性が非常に高く杭周面摩擦力が増大する地盤
- d. 粘土質地盤(特殊な粘性土)
- e. 地中埋設物
- f. 転石
- g. 施工機械の選定ミス

以上のようなケースが考えられる。

ところで、回転貫入杭工法の支持力特性が先端支持力型であるために、ケースa. b. のような地盤では、支持層への根入れ施工が非常に重要である。この施工品質が担保されなければ期待する支持力を確保することが困難となる。

ケースc. は粘土質地盤の中に予測以上に粘性の高い地盤がある。

このような地盤は、N値の大きさに比例することなく杭の周面摩擦力が増大し、施工回転トルクが上昇する場合がある。ケースb. と同様に杭のねじ切れ、もしくは施工機械の能力不足という状況となる。場合によっては、杭の周面摩擦力の増大により回転不能になることもある。このような地盤に対しては、フリクションカッターなどを用いて杭に作用する摩擦力を軽減させる対策を講じることで、回転貫入を容易にさせることが出来る。

ケースe. f. は地中障害物の影響によるものである。鋼管杭自体の貫入力には限界があるため基本的には地中障害物を避けるか撤去するしかない。

以上のように、小口径鋼管杭、特に回転貫入杭工法では杭材のねじれ強度が小さく、また施工機械が小型のために施工回転トルク性能が小さくなる傾向がある。施工機械の選定や、杭径、杭材質などの杭仕様選定の判断を誤ると、貫入不能となる確立が大きくなるので慎重な施工計画を心がけたい。

§ 6. 『柱状改良工事のトラブル』

近年、小規模建築物が建てられる住宅地は、沖積平野における軟弱地盤や切盛造成などの人口地盤が多くを占めている。そのため不同沈下防止として、自ずと地盤補強の実施率が高い。地盤補強の種類では杭状地盤補強の割合が高く、その中でも柱状改良工法が多く採用されている工法の一つである。小規模建築物が建てられる宅地は狭小地も多くあり、宅地に対して余裕をもった建物配置をできることが少なく、そのため宅地境界付近に建物が配置されることが多くなる。敷地境界付近には、確認申請における工作物申請対象外の2m以下の高さの擁壁が存在する場合があります、その擁壁近傍で柱状改良の施工が実施されたときに、擁壁が押し出されるケースが発生しやすい。

2m以下の擁壁は断面設計や地盤補強の有無が設計者の判断に委ねられていること、あるいは古い擁壁であり、きちんとした設計、検討がされていないものなどが存在する。押し出された擁壁の補修には、背面を掘削し、擁壁のレベルを調整し、必要な部分には背面に鋼管杭を打ち込み、擁壁を引張り込んで修正をするなど、擁壁基礎部分の補修に工期とコストが掛かることとなる。擁壁がある場合は、地盤改良により擁壁に作用する土圧が増加しないような準備をすることが必要である。

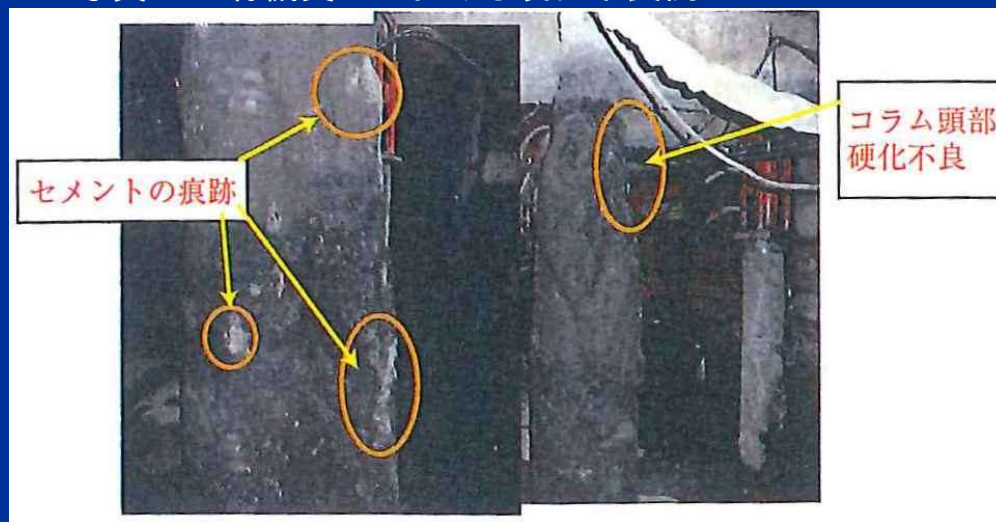
表1 改良効果に影響を及ぼす要因

(1)材 料	①固化材の種類 ②配合条件
(2)改良対象土	①土固有の性質 ②含水比や粒度組成 ③有機物含有量 ④土のpH
(3)混 合 条 件	①施工方法 ②攪拌羽根の形状 ③混合性状
(4)養 生 環 境	①温度 ②材齢 ③乾湿繰返し, 凍結融解ほか

表2 固化材の種類と特徴

分 類	種 類	特 徴
JIS規格品	普通ポルトランドセメント	セメント水和物の生成により強度増加が期待でき、主に砂質土や一部の粘性土に対して改良効果がある。
	高炉セメント B 種	セメントの改良効果に加えて、高炉スラグの性質を利用した強度増加が期待できる。
セメント系 固 化 材 (JIS規格外)	一般軟弱土用	軟弱地盤（砂質土・シルト・粘土・火山灰質粘性土）に幅広く使用できる汎用固化材。
	有機質土用	腐植土・有機質土・ヘドロなどの有機物含有量の多い土に効果がある固化材。
	特殊土用	土の種類によっては、溶出するおそれのある六価クロムの溶出量を抑制する固化材。

写真10 有機質土における硬化不良例



§ 7. 『地盤調査員の意識の向上』

調査時間や調査費用との兼合いになるが、地盤調査員の方々に対しては、SWS試験の前に実施する資料調査や現地踏査の結果から小口径鋼管杭の採用が予測される場合は、支持層厚さを確認するという観点で、いったん貫入不能となっても打撃を併用するなどして、入念に試験する意識を持っていただきたい。

また、敷地周辺の地形を見渡し、近くに山や海がある場合には、支持層が傾斜しているかもしれないと予測し、敷地内の対角もしくは全測点について貫入不能となるまで試験を実施するようにしていただきたい。

写真11はオートマチックラムサウンディング試験(SRS試験)機の1例であるが、本試験機では、打撃回数、貫入深さおよびトルクを自動計測することができ、作業性も優れている。また、地盤工学会では動的コーン貫入試験の試験方法の基準化が進められており、今後の動向が期待できる。



写真11 オートマチックラムサウンディング試験機の例

■ 7-1. 小規模建築物を対象とした地盤技術者認定制度と「地盤品質判定士」の役割

1. はじめに

初年度の「地盤品質判定士」および「地盤品質判定士補」の登録が2014年3月末に締め切られ、それぞれ383名と243名が地盤品質判定士協議会のホームページ上に公開されている。2013年9月22日に東京と大阪で行なわれた第1回の検定試験合格者に対する登録者の割合がそれぞれ99.7%と91.4%と極めて高い。すなわち、登録者の社会貢献に対する熱意と、周囲からの登録者への期待が大きいことを表している。

2. 資格制度構築の経緯

2011年3月11日の東日本大震災では津波による極めて大きな被害、福島第一原子力発電所の甚大な事故、加えて地盤災害も数多く起こり、国民の安全と安心が大きく損なわれた。

今回の地盤災害の特色として①広い範囲で数多くの液状化被害が生じた。②地盤災害は「想定外」ではなく、概ね予測ができ、適切な対策を講じた地盤では被害を免れたことを、地盤技術者は忘れてはならない。すなわち、地盤技術者が的確に災害の危険性を社会(特に住民)に知らせ、可能な対策を講じるように社会を動かせば、甚大な地盤被害の発生を防止ないし軽減できたはずである。地盤工学会は次の3点を指摘している。

- ①民間(個人)・小規模自治体などが、大規模災害を経験することは非常にまれであり、技術的・財政的準備が困難である。
- ②戸建住宅の設計・施工・維持管理に関する技術者に対して、学校・社会での地盤工学教育を普及させる必要がある。
- ③地盤工学(技術)者は、住宅地盤の危険度判定に応じていく必要がある。被災を受けた住宅地盤の被害状況を調査し、危険度を判定する「被災宅地危険度判定士」が既に制度化されている。しかし予防する観点が不十分である。加えて、宅地盛土の変状や若年の埋立地の液状化などにより被災する可能性のある宅地の危険度を予測できるとともに、既存や新設の宅地の品質判定ができる「地盤品質判定士」が待望された。

■ 地盤技術者の資格制度リスト

表3 地盤技術者の資格制度リスト

分野	資格名称	資格種別	認定・代行機関	実務経験	下位資格	受験要件
建設	技術士〔建設部門：土質および基礎，応用理学部門：地質〕	国家	技術士会	要	有	有
	一級建築士	国家	建築技術教育普及センター	要	有	有
	二級建築士	国家	建築技術教育普及センター	要	有	有
	1級土木施工管理技士	国家	全国建設研修センター	要	有	有
	土木学会認定土木技術者〔特別上級・上級・一級：地盤・基礎〕	団体	土木学会	要	有	有
	シビル コンサルティング マネージャ (RCCM)〔地質，土質および基礎〕	団体	建設コンサルタンツ協会	要	無	有
	地質調査技士	団体	全国地質調査業協会連合会	要	無	有
	住宅地盤主任技士	団体	住宅地盤品質協会	要	有	有
	一級地盤検査技士	団体	地盤保証検査協会	不要	有	有
	地盤品質判定士	団体	地盤品質判定士協議会	(要資格)	有	／
	1級建築施工管理技士	国家	建設業振興基金	要	有	無
	1級造園施工管理技士	国家	全国建設研修センター	要	有	無
	被災宅地危険度判定士	国家	被災宅地危険度判定連絡協議会	(要)	無	無
	宅地造成設計者※	国家	全国建設研修センター	要	無	無
	港湾海洋調査士〔土質・地質調査〕	国家	海洋調査協会	要	無	無
農業	農業土木技術管理士	団体	土地改良測量設計技術協会	要	無	無
環境	土壤汚染調査技術管理者	国家	環境省	要	無	無
	環境計量士	国家	経済産業省	不要	無	無

※：正式名称ではなく，通称を記載した。 注) 資格種別など，筆者の判断を一部含んでいる。

■ 地盤技術者の資格制度リスト

1. 公益の重視	地盤品質判定士は、公共の利益を重視し、業務を誠実に遂行する。
2. 法令・倫理綱領の遵守	地盤品質判定士は、業務に関わる法令や倫理綱領を遵守する。
3. 地盤災害の防止・軽減	地盤品質判定士は、的確な地盤の評価（品質判定）を通じて、住宅及び造成宅地における地盤災害の防止・軽減に貢献する。
4. 地質・地盤情報の重視	地盤品質判定士は、正しい地質・地盤情報が重要であることを認識し、不十分・不適切な情報に基づいて地盤の評価（品質判定）を行ってはならない。
5. 地盤品質の的確な評価	地盤品質判定士は、その能力を最大限に発揮して、地盤の評価（品質判定）を的確に行う。
6. 説明の責務	地盤品質判定士は、地盤の評価（品質判定）の内容について、住宅及び造成宅地の取引に関わる人が正しく理解できるように評価書を作成し、分かり易く説明する。
7. 信用の保持	地盤品質判定士は、信用を失う行為をしてはならない。さらに、その社会的地位の向上に努める。
8. 守秘義務の遵守	地盤品質判定士は、業務上知り得た秘密を漏らしてはならない。
9. 継続的な自己研鑽	地盤品質判定士は、新しい専門知識と技術を積極的に修得する。

表4 地盤品質判定士 倫理綱領(2014.2.3)

§ 8. 液状化対策 事例

8-1. 改修工事の際に発生した諸問題について

- ①震災直後6月～7月の修正工事では、まだ地下水位が高く、ジャッキ設置の際に地下水処理が施工を困難にしていました。まだ、ライフラインの復旧もできていなかった為、掘削縦穴の地下水は泥水状態でろ過して場外に放出する必要がありました。
- ②相対沈下量が20cmを超える物件もあり、修正後基礎下がGL面より高くなってしまった。
- ③震災後1年は、全国からあらゆる住宅修正業者が浦安地区に集結していました。当社が施工を行っている時に作業手順・施工方法を教えてくれないかといった俄か業者も少なくありませんでした。
- ④住宅ではないが事務所棟の修正でベタ基礎が敷地境界をまたいで隣の事務所棟と連結されていた。
- ⑤当社の施工は、建物外周部に耐圧版を設置するため掘削を伴います。あるお宅では、建物に近接した庭に愛犬のお墓が数ヶ所埋葬されていて、掘削を拒否され施工を断念致しました。

8-2. 他の改修業者の事例で発生した問題点

A社(樹脂注入のみで修正行う)の場合は、地震発生直後に修正を行ったが再沈下してしまった。

原因としては、樹脂注入の施工は、基礎と基礎直下の地表面で樹脂を膨張させ膨張圧力で建物の修正を行います。震災直後は、まだ地下水位が高く自然水位(基の水位)まで低下するには半年程度時間を有します。従って、この地下水位が低下すると同時に地表面が沈下したことで建物が再沈下したものと考えられます。

N社(セメント系注入で修正行う)の場合は、結果的に建物の修正が出来ず再度当社が修正依頼を受けました。

原因としては、基礎の構造が把握できなかった事に起因します。これは、建物の基礎が外構部の階段及び門の基礎と構造体として一体となっていたため、いくら家屋直下に注入を行っても家屋の上昇が出来なかったと考えられます。

8-3. 改修コストについて(地震直後と現在との差など)

当社の修正方法としてウレタン樹脂注入工法と耐圧版工法の併用で行っています。

一般住宅で1階の床面積が70㎡前後の場合。

ベタ基礎形式の併用工法では、震災当時300万～400万円、現在では200万円～230万円。

布基礎形式の耐圧版工法では、震災当時400万円～500万円、現在では、300万円前後。

アンダーピニング工法では、震災当時800万円前後でした。現在住宅場合は、アンダーピニング工法を推薦していません。

住宅の沈下修正工事は、震災前では年間を通して各会社とも10～20件程度であります。震災後修正の依頼を受けた業者は、震災前の一般的な工事単価で受注を行っていました。

しかし、震災以後1年後には、業者も半減しかつ月平均10件以上の依頼を受けようになり、必然的に施工金額が安価になっていきました。また、昨年から補助金以上の金額以上は、手出ししたくないといった依頼が多くなってきているのも影響しています。

但し、液状化の被害を受けてない地域では、一般的(震災直後)な工事金額となっています。

8-4. 補助金の交付に関する問題点

震災補助金として千葉県から100万円、浦安市から100万円の合わせて200万円が交付されています。しかし、浦安市民以外は、千葉県の補助金＋見舞金で105～110万円程度しか交付されません。

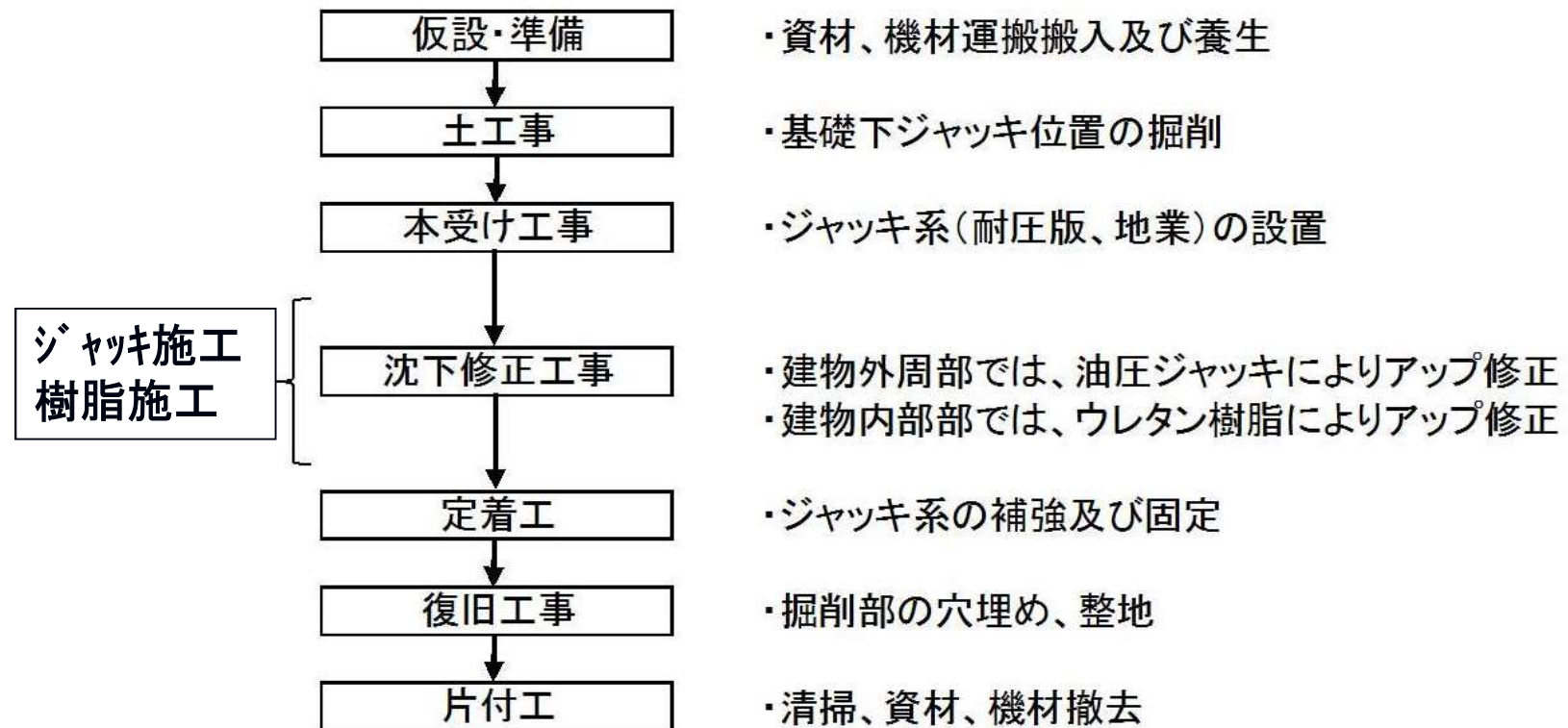
浦安市の補助金の交付にも細かい規定があります。

- ①震災当時住民表が浦安市にあること。
- ②被災者が夫婦で100万円、どちらか片方の場合は75万円までの交付。
- ③集合住宅場合は、対象外となる。

8-5. 改修工事の施工要領

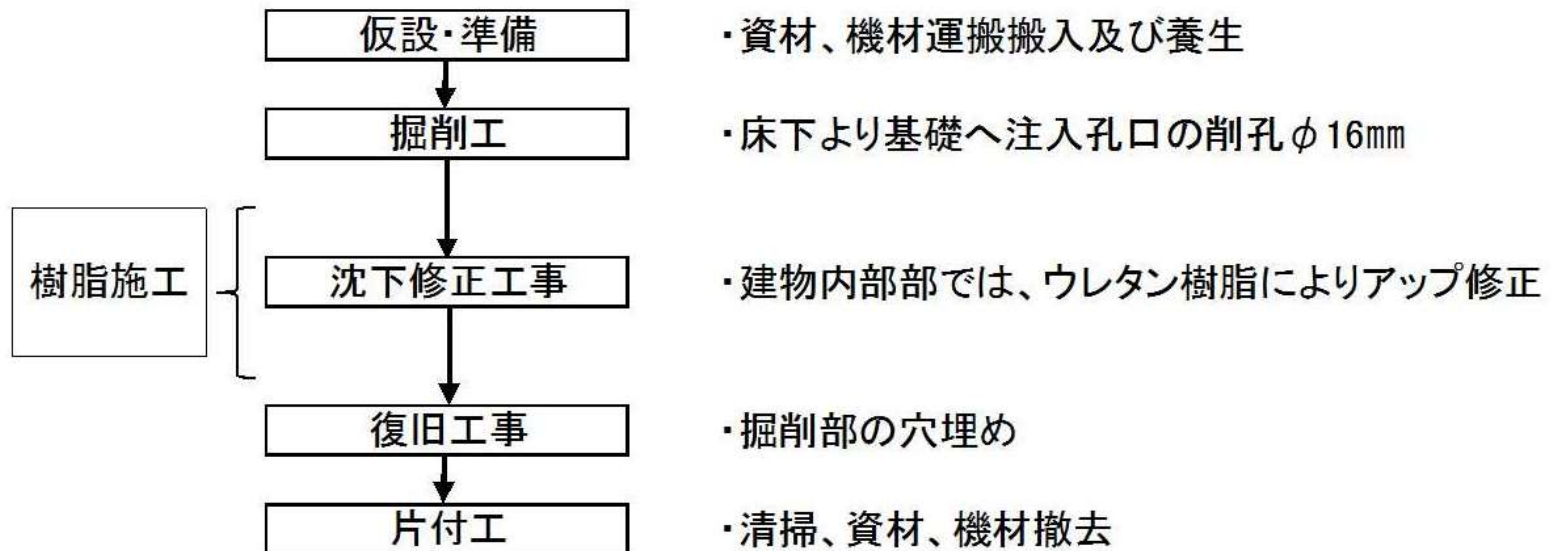
1) ウレタン樹脂注入工法+耐圧版工法の併用

施工法フロー



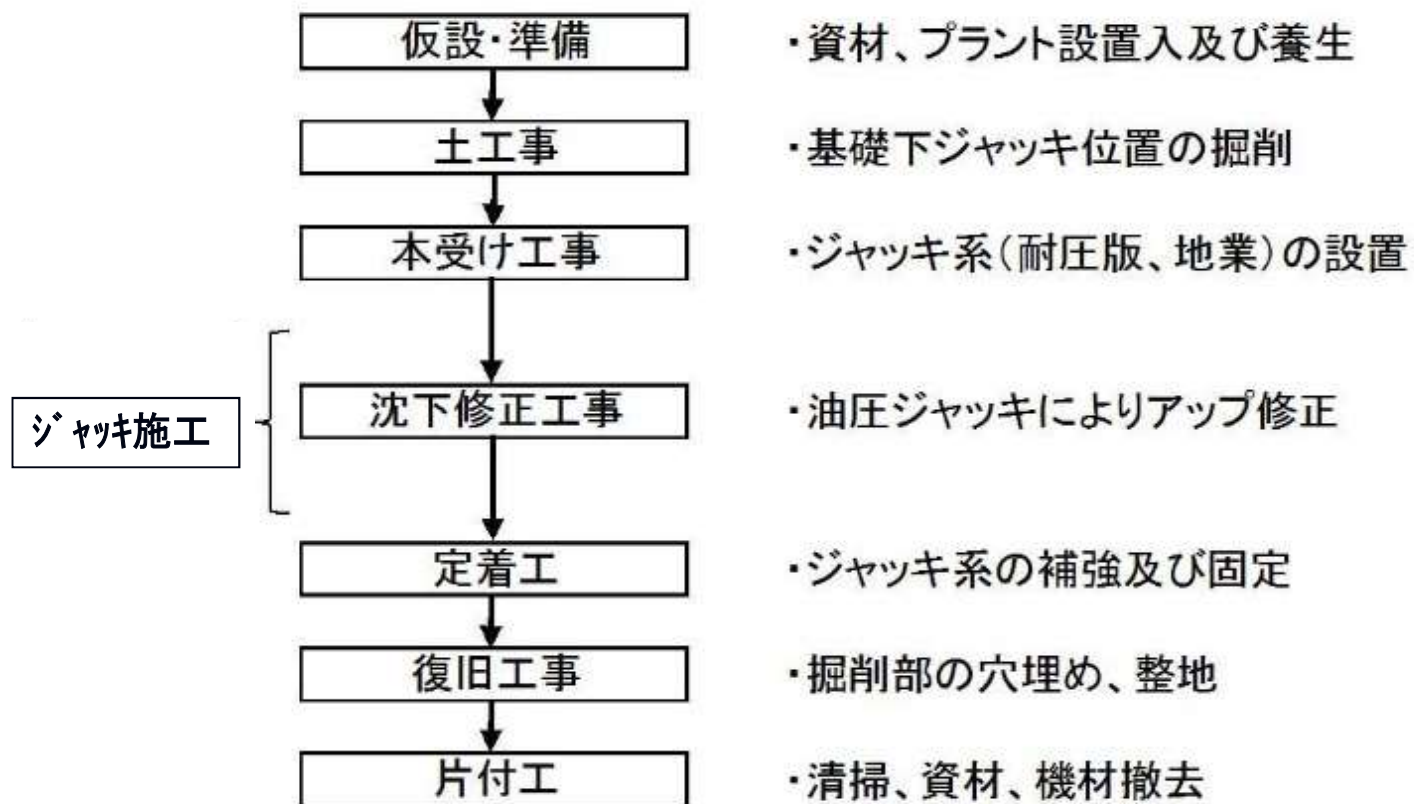
2) ウレタン樹脂注入工法

施工法フロー

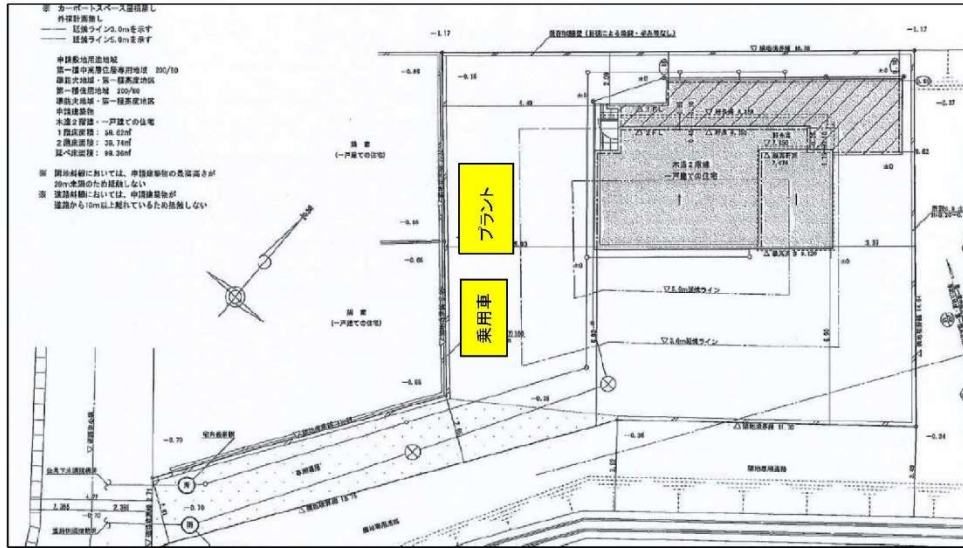


3) 耐圧版工法

施工法フロー



工事体制



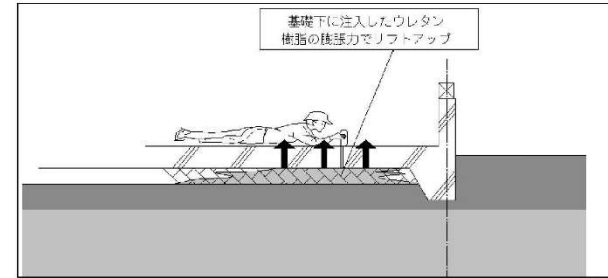
車両配置図(案)

※現場確認が必要

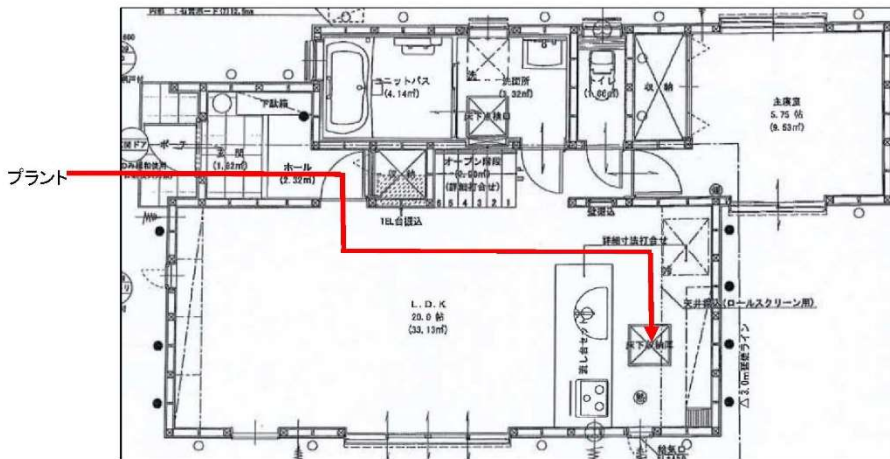
使用車両

プラント車	3tトラック	1台
作業員用	乗用車	1台

作業員	3名
管理者	1名
計	4名

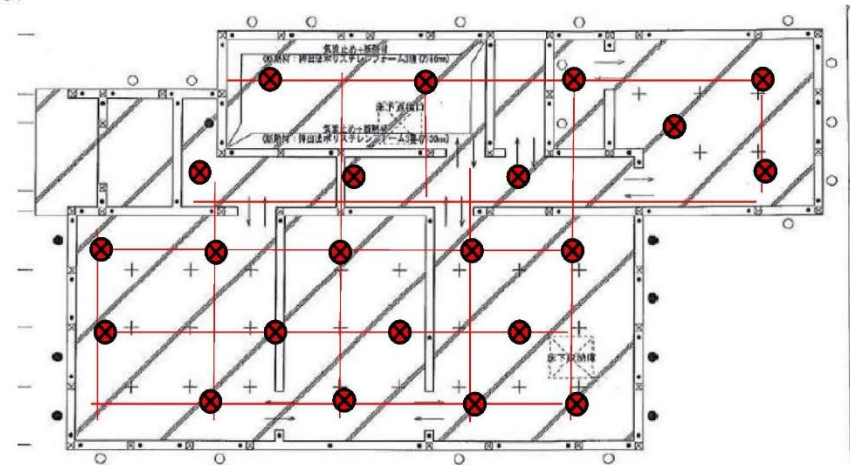


注入状況概略図



注入ホース経路図(案)

※ホース経路上は、十分に養生を行い配置します



計画注入箇所図

間隔=1.5~2.0m 注入孔=φ 16mm

基礎外面より0.5~0.8m

現場写真参考例



某様邸

状況写真

プラント設置状況



測量状況



某様邸

状況写真

削孔状況



清掃状況



注入状況



某様邸

状況写真

樹脂充填状況

風呂場ジャッキ設置個所



樹脂充填状況



某様邸

状況写真

樹脂充填状況

玄関内横



樹脂充填状況

玄関入口左側

参考文献, 協力者

- ・日本建築学会 住まい・まちづくり支援建築会議 情報事業部会 復旧・復興支援WG
「液状化被害の基礎知識」
- ・基礎工 2014年9月発行(総合土木研究所)
- ・ウレテックジャパン株式会社:川口 太 様
内山 辰正 様
- ・株式会社 設計室ソイル:高田 徹 様

ご静聴ありがとうございました。

