液状化による建物被害に備えるための手引

東京都都市整備局

はじめに

平成２３年3月 11 日に発生した東日本大震災では、東北地方から関東地方の太平洋沿岸を中心に広範囲で液状化被害が発生しました。震源から遠く離れた東京都内でも、臨海部だけでなく内陸部においても液状化が発生し、区部東部の５区で木造住宅が傾くなどの被害が生じました。

このため東京都は、平成２３年７月、地盤工学の専門家などから成る東京都建築物液状化対策検討委員会（以下「検討委員会」という。）を設置し、東日本大震災で液状化により建物被害が発生した地区を対象とする地盤調査の実施などを通じて、木造住宅などの建築物を対象とした行政の取組などについて検討してまいりました。

検討委員会からは、地盤の液状化による建物被害に備えていくためには、建て主や建物所有者が敷地における液状化の可能性について調査し、建築物への影響やどのように建物被害に備えていくかについて、設計者などの専門家と相談しながら検討していくことが重要であるとの見解が報告されています。

また、都では平成 ２６年 ５ 月から「建物における液状化対策ポータルサイト」を開設し、都民の方や設計者が、簡便に土地や地盤の情報を得ることができるようにするなど、液状化に関する情報の普及、拡大を図っています。

本手引は、木造住宅などの小規模建物を対象に、地盤状況の調査方法の解説や、専門家によるアドバイザー制度の紹介など、液状化による建物被害に対してどのように備えていくかについて、分かりやすく解説したものです。手引が広く活用され、都民の皆様が液状化対策への理解を深めるとともに、対策が進むきっかけになれば幸いです。

目　次

１　手引の概要　p. １

２　地盤の液状化とは　p. ３

３　液状化による建物被害に備え検討する　p. ８

４　専門家に相談する　p. １２

５　液状化の可能性を調べる（既存資料等による調査）p. １４

６　地盤の状況を調べる（現地での調査）　p. ２３

７　あらかじめ液状化対策を講じる　p. ３４

８　液状化の被害を受けた後で修復する　p. ３８

〔参考資料〕

○　行政などの関係機関の相談窓口一覧　p. ４２

○　用語の説明　p. ４７

1　手引の概要

本手引の目的

「液状化による建物被害に備えるための手引」（以下「手引」という。）は、都民の皆様が液状化に関する知識を深め、木造住宅などの建築物を対象として、液状化による建物被害に備えていくための手引書として、液状化が発生する仕組みや地盤調査の方法、対策工法などについて、分かりやすく解説することを目的としています。

手引の構成

手引は、表 1-1 の項目で構成されています。

表 1-1　手引の構成

項　　目	内　　容
1　手引の概要	手引の目的及び構成について説明します。
2　地盤の液状化とは	地盤や液状化現象に関する基礎的な知識を把握するため、地盤の液状化が発生する仕組みや発生しやすい地形、東京都内の地盤の種類などについて説明します。
3　液状化による建物被害に備え検討する	液状化による建物被害に備えていくための検討手順や考え方について説明します。 まずは、敷地の液状化の可能性を調べることが必要であり、その結果、液状化発生の可能性がある場合、どのように備えていくか、その考え方について説明します。

項　　目	内　　容
４　専門家に相談する	敷地の液状化による建物被害に対してどのように備えていくかを検討するためには、地盤の状況や液状化の発生による建物への影響など、地盤や建築に関する専門的な知識が必要であり、専門家に相談する必要があります。 相談することのできる専門家の紹介や東京都が創設したアドバイザー制度についての説明をします。
５　液状化の可能性を調べる（既存資料等による調査）	液状化の可能性を調べることができる資料について紹介します。 また、液状化の可能性を把握するために確認しなければならない項目を説明します。
６　地盤の状況を調べる（現地での調査）	実際に現地で地盤の状況を調べるための方法とその特徴について説明します。 また、地盤調査の結果から、地盤の液状化の可能性を判断する方法について説明します。
７　あらかじめ液状化対策を講じる	予防的な観点から、液状化に備えるための具体的な対策工法の種類と特徴について説明します。建物の基礎で対応する工法と地盤を改良して対応する工法があります。
８　液状化の被害を受けた後で修復する	地震によって液状化が発生し、傾きや沈下などの被害を受けた建築物を修復する工法の種類や特徴について説明します。
参考資料	行政などの関係機関の相談窓口を掲載するとともに、液状化や建築などに関する専門用語について解説します。

２　地盤の液状化とは

土の中の状況

土の中はどのような状態なのでしょうか？

図 2-1 のように、土の中は様々な地層から構成されています。例えば、都内の区部東部における下町地域の地盤では、地表面の下は細かい泥が積み重なった粘性土層や、やや粗い粒から成る砂質土層で、また土の中の深いところは、礫（れき）と呼ばれる小さな石を含む砂礫（されき）層などの地層で構成されています。それらの地層の厚さは場所によって異なります。

粘性土層は細かい粒子から成るため、水を通しにくくなっています。このため、地表に降った雨が地中にしみ込んで、比較的水を通しやすい砂質土層や砂礫（されき）層などに地下水となってたまることになります。地面を掘ると水が出てくる場合がありますが、土の中の主に砂などから成る地層にたまっている地下水が出ているのです。下町地域など海抜が低い地盤の場所では、地下水位が高く、液状化が発生すると地表面への影響が大きくなる傾向があります。

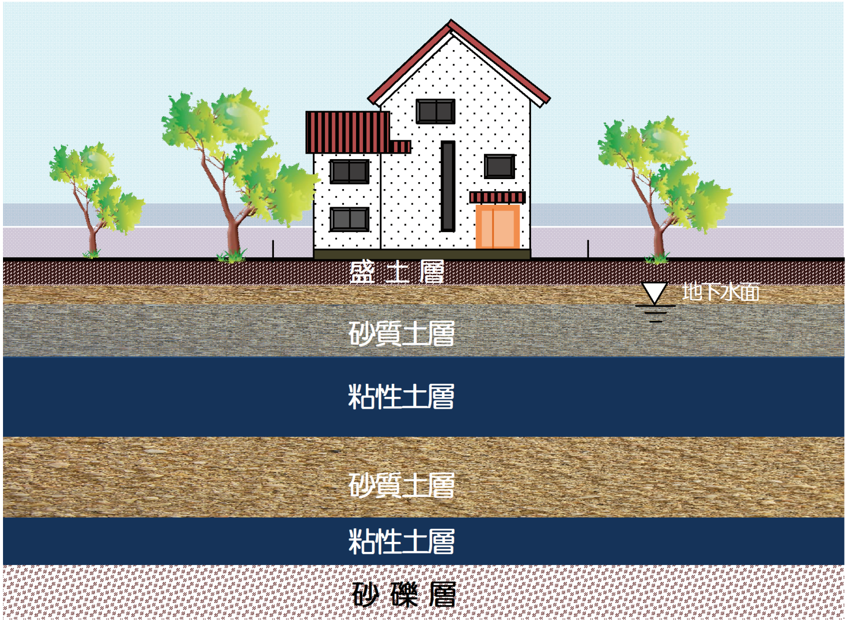


図 2-1　土の中の状況の例

地盤の液状化現象

地盤の液状化現象とは、**図 2-2** のように地震が発生した際に地盤が液体状になる現象をいいます。液状化は、主に同じ成分や同じ大きさの砂から成る土が、地下水で満たされている場合に発生しやすいといわれています。例えば、砂浜の波打ち際に裸足で立ち、体を揺すると足に砂がめり込んで、砂の中から海水が浮き上がるのに似ています。同じ成分や同じ大きさの砂でできた地盤は、砂浜の波打ち際の砂のように、砂の粒子が結び付いて支えあっていますが、地震が発生すると繰り返される振動により、地中の地下水の圧力が高くなり、砂の粒子の結び付きがバラバラになり、砂の粒子が地下水に浮いたような状態になります。これが液状化です。

このような状態になると、砂浜の波打ち際の砂に体重をかけて前後に揺すり足が砂にめり込むように、水分よりも比重が重い建物が沈んだり、傾いたりします。また、水の比重よりも軽い下水道のマンホールなどが浮き上がる場合があります。

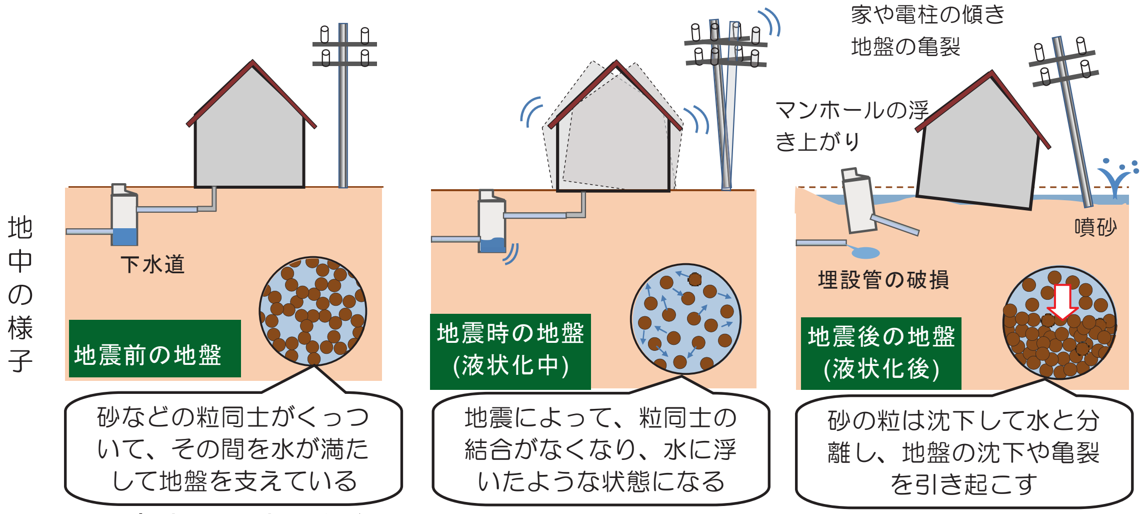


図 2-2　液状化発生の仕組み

液状化による噴砂発生状況
（撮影：富士車輌㈱）

液状化で傾いた建物

東京都内の地盤

東京都全域の主な地形は、図 2-3 に示すように、奥多摩地方の関東山地から階段状に東京湾に向かって、山地、丘陵地、台地、低地と順次高さを下げています。そのうち、東京低地又は下町低地とも呼ばれる低地部や埋立地、河川沿いの低地などで液状化が起こりやすいといわれています。

低地や埋立地には、有楽町層や七号地層などのようなおよそ１万年前から土が積み重なった沖積層（ちゅうせきそう）と呼ばれる地層が、図 2-4 に示すように地表面の下部に厚く分布しています。

また、河川に沿った低く平らな土地にも、ゆるい砂から成る地層や軟らかい粘性土層が地表面の下部に分布しています。特に、沖積層の中でもより地表に近い所にはゆるい砂層が広く分布しています。

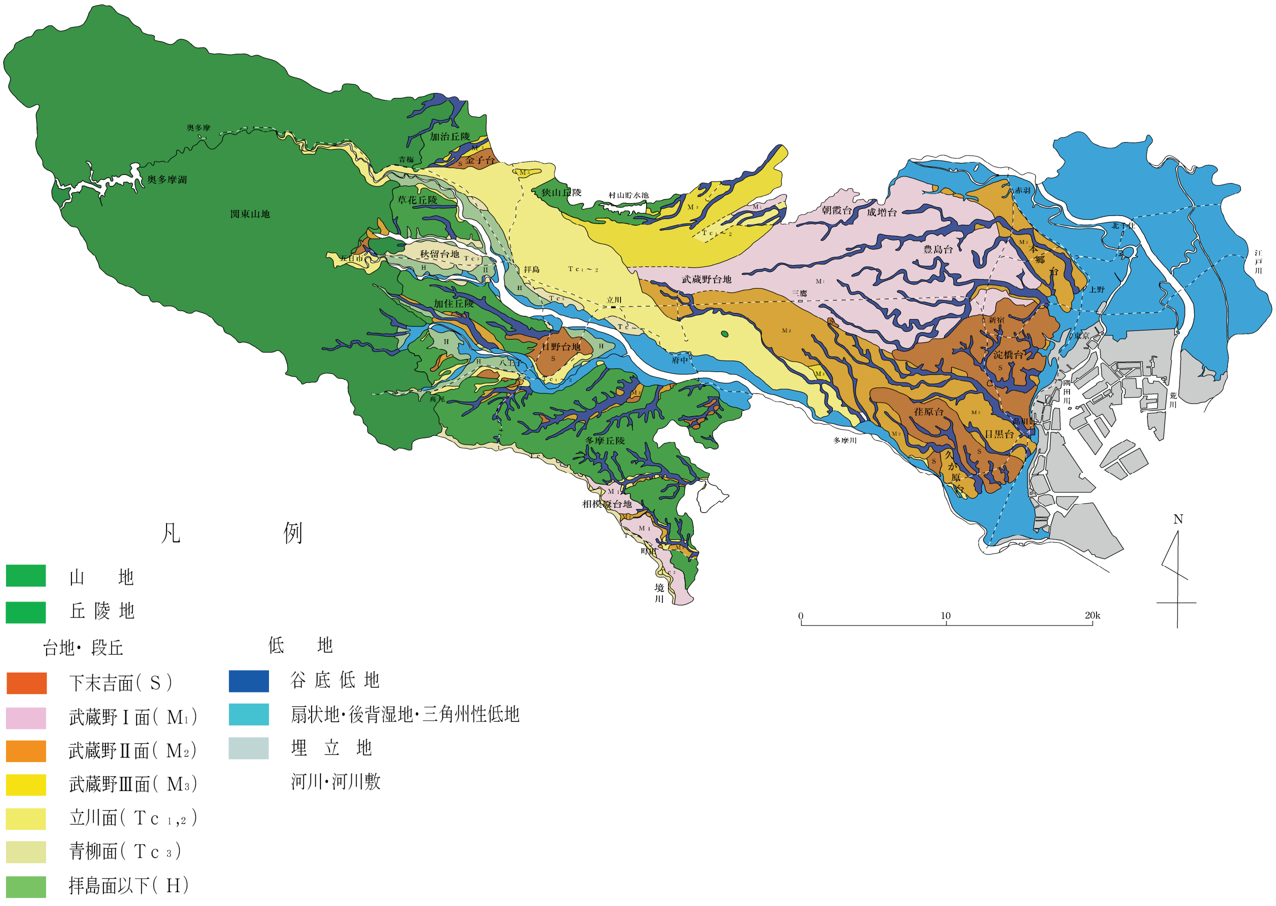


図 2-3　東京の地形区分図

（出典：東京都地質調査業協会発行「技術ニュース」2008 年 10 月）

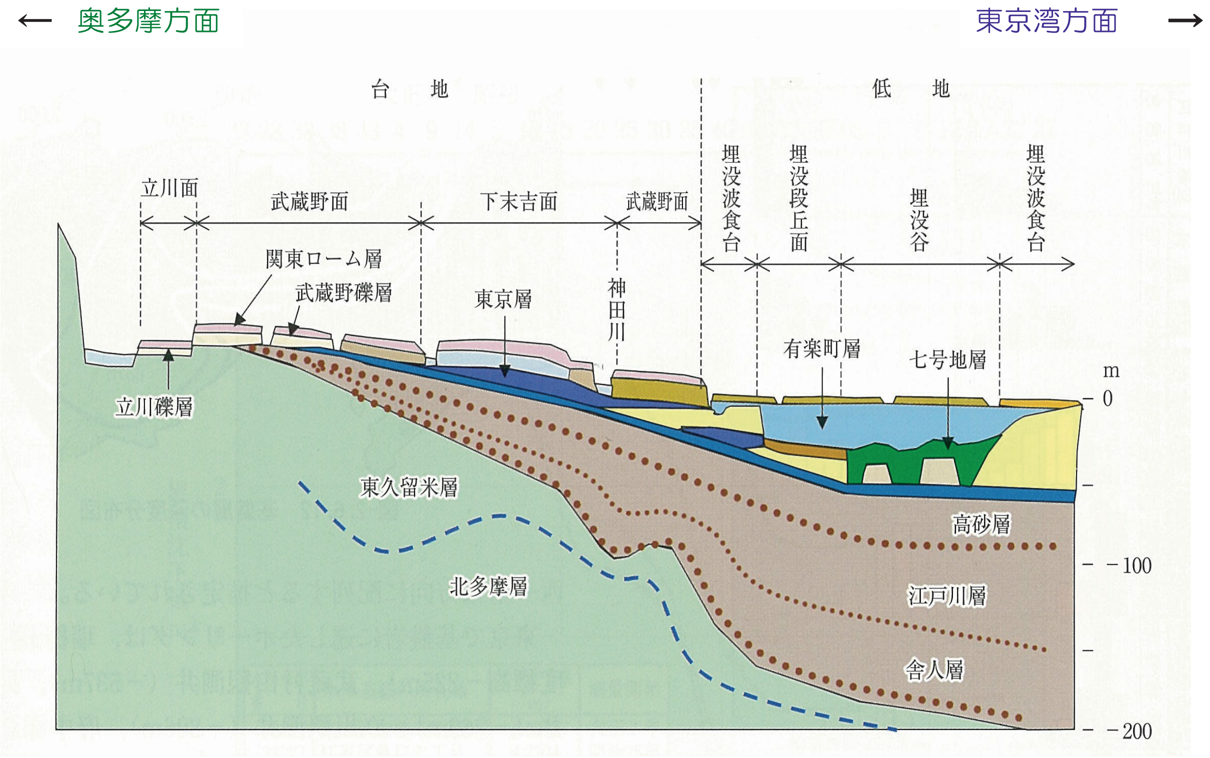


図 2-4　東京の台地から低地へかけての模式地質断面図
（出典：公益社団法人地盤工学会編集・発行「関東の地盤 2010 年度版」
参考文献：東京都土木研究所・発行「東京都総合地盤図(1)」（1977））

埋立地の地盤

臨海部の埋立地は、昭和３６年（１９６１年）以降に、海底の砂や粘土質の土を用いて埋め立てられた場所が多く、埋立て部分の厚さの最大値は 10m以上になります（図 2-5）。

また、内陸部でも河川沿いの低地では、以前河川や池であった所を埋め立てた場所があります。これらの低地では、地下水位が地表面から浅く、地表面付近がゆるい砂層で構成されていることがあります。そのような場所では、液状化の可能性が高いといわれています。

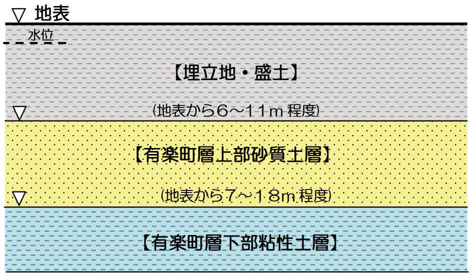


図 2-5　臨海部の埋立地盤の地層構成の例

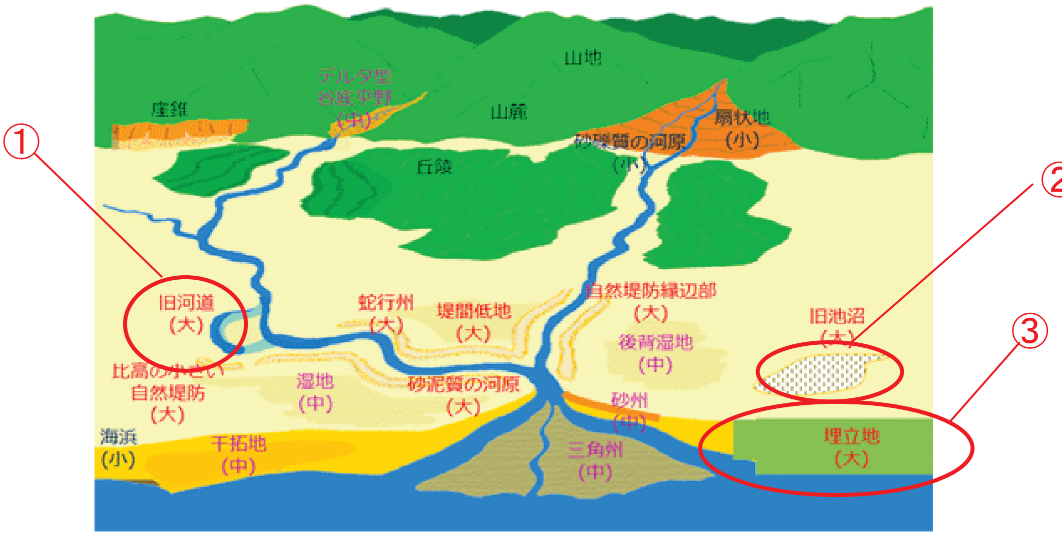
また、砂が多い土を使い埋め立てた場所でも、地下水位が比較的浅いところでは、液状化を起こす可能性が高くなります。

液状化が発生しやすい地形と地盤

東日本大震災では、震源から遠く離れた都内において、臨海部の埋立地だけではなく、内陸部の河川沿いのかつての池や水田を埋めた場所で地盤の液状化現象が発生し、建築物が傾くなどの被害が生じました。

平野部の土や地層は、主に山から川によって運ばれた土砂によって作られています。山の土は川によって下流へと運ばれます。平野部の川の両岸には、川で運ばれた砂が積み上がってできた自然堤防と呼ばれる微高地が形成されます。また、河口部付近では三角州や砂州（さす）などが形成されます。さらに、川自体が蛇行していることがあります。

明治時代以降の河川改修や埋立てなどの事業により、以前、川や海であった場所が市街化されました。このような場所では、地盤の液状化が発生しやすいとされています。都内の臨海部では三角州地帯や浅い海であった所を埋め立てて、造成されている場所も多くあります。図 2-6 は液状化のしやすさを表した図ですが、旧河道（かどう）（図の①の部分）、旧池沼（図の②の部分）、埋立地（図の③の部分）などで、液状化の可能性が大きいといえます。



※　図中の（大）（中）（小）は、液状化の可能性の程度を表します。

図 2-6　液状化しやすい地形

（出典：金哲鎬・松下克也・岡野泰三・安達俊夫・藤井衛：スウェーデン式サウンディング試験孔を利用した有孔パイプによる地下水位の測定方法, 日本建築学会大会（東北）学術講演会ポスターセッション, 講演番号 20618, 2009. 8.）

３　液状化による建物被害に備え検討する

基本的な考え方

（１）液状化による建物被害への備えの重要性

木造住宅などの建築物は、鉄筋コンクリート造の建築物と比較すると建物重量が軽く、基礎が地表面に近い位置にあるため、地震により地盤が液状化すると傾斜や沈下などの被害を受ける可能性があります。建物被害が生じると通常の生活が困難になるほか、建築物を元の状態に戻すための修復工事の期間中は建築物が使えなくなるなどの影響を受ける場合があります。このため、液状化による建物被害に備えていくことが重要です。

（２）液状化の可能性を調べる

液状化による建物被害に備えるためには、まず、土地の履歴や地盤特性など敷地の広域的情報を収集することが重要です。インターネットに公開されている液状化マップや地形分類図、液状化履歴、土地利用履歴などにより、その地域の液状化発生の可能性を推測することができます。ただし、これらの情報は、個別の敷地の条件が含まれていないことや、おおよその傾向を示したものであることに留意する必要があります。また、収集した資料の情報が現況と合っているかを確認することも重要です。

平成２６年から開設された東京都都市整備局の「建物における液状化対策ポータルサイト」では、国土地理院発行の地形図や土地条件図を公開しています。また、東京都土木技術支援・人材育成センターのホームページとリンクし、都内での公共工事でのボーリングデータや液状化予測図を見ることができます。

また、国土交通省建築基準整備促進事業として、平成 23 年から 25 年にかけて、戸建て住宅を対象とした液状化判定方法及び液状化に関する情報提供の在り方が検討されました。その結果、住宅性能評価書に記載できる事項として、「住宅性能評価を行った住宅の地盤の液状化に関する事項のうち参考となるもの」が追加されました。平成２７年５月に発行された『住宅性能表示制度における「液

状化に関する参考情報の提供」に関する手引き』（一般社団法人　住宅生産団体連合会）には、東日本大震災での被害をもとに得られた最新の知見も盛り込まれています。

　こうした情報から液状化に関する知識を深め、公開されている資料を総合的に見ることにより、液状化の可能性をおおまかに推測することが可能です。より正確に判断するには、地盤に関する専門的知識をもとに現地調査等が必要です。おおまかな傾向を判断した後は、地盤や建築に関する専門家に相談しながら調べていくことが重要です。

⇒【参照】「４　専門家に相談する」（p. 12～）
「５　液状化の可能性を調べる（既存資料等による調査）」（p. 14～）

（３）建物被害にどのように備えるか検討する

過去の地形図や地盤調査データ（柱状図）などから、液状化の可能性を調べた結果、可能性があると判断できる場合には、建物被害に備える必要があります。

具体的にどのように備えていくかは、次に示すように、複数の考え方があります。

まず、地盤調査を実施し敷地の地盤の状況を把握した上で、あらかじめ対策を講じ、日常生活に支障がないよう被害を最小限にくい止める考え方です。

また、地盤の液状化による建物被害をある程度受け入れることになりますが、被害の軽減を図るため、対策を講じておく考え方です。対策を講じない場合と比較すると、被害が生じた後に建築物を元に戻すための修復工事に要する費用を抑えることができますが、生活再建に時間がかかる可能性もあります。

さらに、地盤の液状化による建物被害が生じた後に建物を修復する考え方です。あらかじめ対策を講じておく場合と比較すると、建築物を元に戻すための修復工事に費用がかかるとともに、一定期間以上の工事により生活再建に多くの時間を要する可能性があります。

このような検討に当たっては、予想される被害の大きさや対策工法などに要する費用などが地域や建築物の構造等によって異なるため、地盤や建築についての専門的な知識が必要となります。このため、建て主や建物所有者が、建築士などの専門家に相談し、十分に検討し判断していくことが重要です。

⇒【参照】　「４　専門家に相談する」（p. 12～）
「６　地盤の状況を調べる（現地での調査）」（p. 23～）
「７　あらかじめ液状化対策を講じる」（p. 34～）
「８　液状化の被害を受けた後で修復する」（p. 38～）

検討の手順

液状化による建物被害に備え検討していく手順は、図 3-1 のとおりです。

検討開始

▼

液状化の可能性を調べる

実際に地盤調査をすることなく、液状化予測図や過去の地形図などにより液状化の可能性を調べます。

⇒「５　液状化の可能性を調べる
（既存資料等による調査）」（p. 14～）

液状化の可能性の判断には地盤などの知識が必要です。
必要に応じて「４　専門家に相談する」（p.12～）を参照してください。

▼

液状化の可能性があると判断 ｜ 液状化の可能性がないと判断

▼

建物被害に備えて検討する

液状化による建物被害に対してどのように備えていくか検討します。

検討に当たっては地盤や建築についての知識が必要です。
詳しくは「４　専門家に相談する」（p.12～）を参照してください。

▼

建物被害にどのように備えるか方針を決定

▼

あらかじめ液状化対策を講じる

⇒「６　地盤の状況を調べる
（現地での調査）」（p. 23～）

「７　あらかじめ液状化対策を講じる」
（p. 34～）

▶

液状化の被害を受けた後で修復する

⇒「８　液状化の被害を受けた後で修復する」（p. 38～）

図 3-1　液状化による建物被害に備え検討していく手順

４　専門家に相談する

専門家への相談の重要性

液状化による建物被害に備えるためには、インターネットや行政の窓口で閲覧できる資料を利用して、調査したい土地の近隣データを調べることが必要です。「建物における液状化対策ポータルサイト」や東京都土木技術支援・人材育成センターの「東京の地盤（ＧＩＳ版）」では、液状化の可能性を調べる上で必要となる、過去の地形図や土地条件図（国土地理院発行）をはじめ、液状化予測図や地盤調査データなどを得ることができます。

しかし、過去の地形図や地盤調査データから液状化の可能性について判断することは容易ではありません。そこで、地盤や建築についての専門的な知識を有する専門家に相談することが重要です。また、地盤調査を実施すべきか、対策を講じていくべきか、などについても専門家に相談していくことが必要です。

地盤や建築について相談することのできる専門家の紹介については、**表 4-1** の連絡窓口へお問い合わせください。

表 4-1　地盤や建築関係の専門家の紹介

分野	団体名	連絡窓口
地盤調査に関する相談	一般社団法人 東京都地質調査業協会	事務局にメールでお問合せください。 （info@tokyo-geo.or.jp）
建築に関する相談	一般社団法人 東京建築士会	事務局に電話でお問合せください。 （０３－３５２７－３１００）
	一般社団法人 東京都建築士事務所協会	事務局にメールでお問合せください。 （jimu1@taaf.or.jp）
	公益社団法人 日本建築家協会 関東甲信越支部	事務局に電話でお問合せください。 （０３－３４０８－８２９１）

液状化対策アドバイザー制度

地盤の状況の把握や地盤特性に応じた対策工法の検討など、都民の皆様が液状化による建物被害に備えていくためには、地盤や建築に関する専門的な知識が必要です。このため、東京都では、都民の皆様が安心して相談することができる体制を整備するため、「東京都液状化対策アドバイザー制度」を創設しました（**図4-1**）。

アドバイザー制度による相談は、一般社団法人東京建築士会が毎週月曜日の午後に開催している無料相談室で行います。事前の予約が必要ですので、相談をご希望の方は電話で予約をしてください。

また、アドバイザーによる派遣相談（実費負担）は、派遣が必要と判断された場合に行いますので、まず無料相談室でのご相談から始めることになります。

なお、アドバイザーへの相談内容は液状化対策を検討する初期段階において必要な情報の提供やアドバイスです。地盤調査結果に基づく液状化の可能性の判定など、判断を伴うものは相談内容の対象外となりますのであらかじめご了承ください。

◆◆◆一般社団法人東京建築士会　無料相談室◆◆◆

ご相談をご希望の方は、お電話にてお問い合わせください。
原則、ご相談は事前の予約により日時を調整のうえ、実施しています。
■連絡先：03-3527-3100
■所在地：中央区日本橋富沢町 11 番 1 号　富沢町 111 ビル　５階

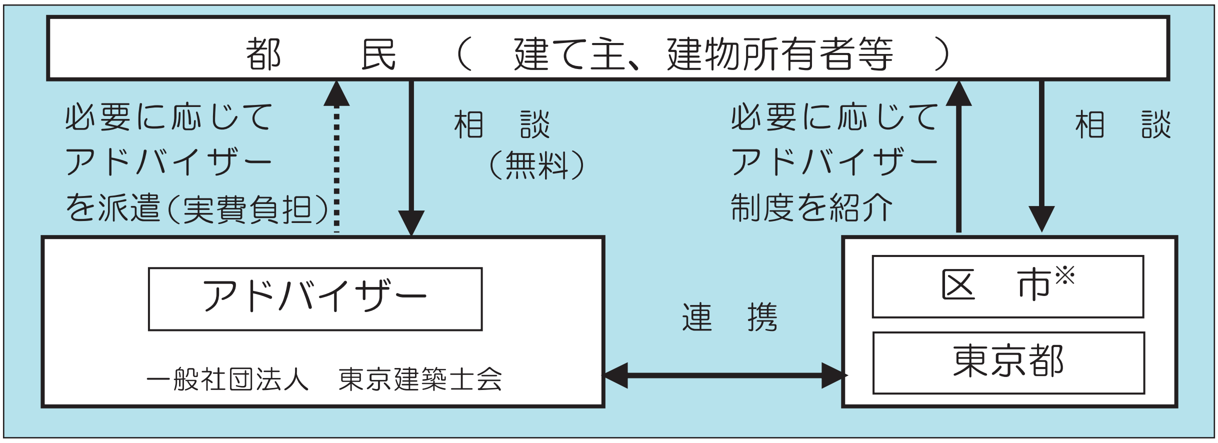


図 4-1　液状化対策アドバイザー制度の仕組み

※市は、八王子市、立川市、武蔵野市、三鷹市、府中市、調布市、町田市、小平市、日野市、国分寺市、西東京市の１１市が、その他の市町村は、東京都が相談を受けます。

5　液状化の可能性を調べる（既存資料等による調査）

液状化の可能性の調べ方

建築物が存在する地域における液状化の可能性を調べるためには、表 5-1 に示す資料などが参考になります。これらの情報を複合的に見ることにより、液状化発生の可能性を検証することができます。

表 5-1　液状化の発生の可能性を調査する上での参考資料

資料		説明
液状化危険度判定	東京の液状化予測図※	東京都建設局及び港湾局が作成しており、都内の液状化の発生の可能性を色別で示しています。 ■東京都土木技術支援・人材育成センター「東京の液状化予測・令和３年度改訂版」https://doboku.metro.tokyo.lg.jp/start/03-jyouhou/ekijyouka/top.aspx （建物における液状化対策ポータルサイトでも閲覧可能 https://kenchiku-ekijoka.metro.tokyo.lg.jp/）
	ハザードマップ	自治体などが公開している地域の液状化マップにリンクしています。 ■国土交通省 ハザードマップポータルサイト https://disaportal.gsi.go.jp/
液状化履歴	災害履歴図	過去の地震での液状化発生箇所を確認することができます。 ■国土交通省 GIS ホームページ＞国土調査（土地分類調査・水調査＞災害履歴図 https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/saigai_rireki.html ■日本の液状化履歴マップ 745-2008（東京大学出版会 若松加寿江）
地盤情報	地盤調査データ（柱状図）	行政が所有している地盤調査データから、地盤の深さ方向における地質の種類や地盤の強さが分かります。 ■東京都土木技術支援・人材育成センター「東京の地盤（GIS 版）」※ https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/jigyo/tech/start/03-jyouhou/geo-web/00-index.html （建物における液状化対策ポータルサイトでも閲覧可能 https://kenchiku-ekijoka.metro.tokyo.lg.jp/）

（次のページに続く）

地形分類	微地形区分	㈱防災科学技術研究所が公開しており、250mメッシュで作成された表層地盤の微地形区分が公開されています。 ■J-SHIS 地震ハザードステーション https://www.j-shis.bosai.go.jp/
	土地条件図 ※	地形の成り立ちによって区分した 1/25000 の地形図で、国土地理院が発行しています。 ■国土交通省　国土地理院 https://www.gsi.go.jp/ （建物における液状化対策ポータルサイトでも閲覧可能 https://kenchiku-ekijoka.metro.tokyo.lg.jp/）
土地の履歴	過去の地形図 （旧版地図）	1/10,000 又は 1/25,000 の地形図で、国土地理院により過去に発行されたものが公開されています。 ■国土交通省　国土地理院 https://www.gsi.go.jp/ ■建物における液状化対策ポータルサイト「土地履歴マップ」※ https://kenchiku-ekijoka.metro.tokyo.lg.jp/chireki/index.html
	土地利用分類図	明治・大正期（現在からおおむね 100 年前）と昭和 40 年代（同おおむね 50 年前）の２時期の土地利用状況を復元し分類した図を見ることができます。 ■国土交通省　GIS ホームページ＞国土調査（土地分類調査・水調査）＞土地利用図 https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/tochi_riyou.html
その他	住宅性能評価書「液状化に関する参考情報」	住宅性能評価の際に入手した液状化に関する情報のうち、参考となるものを評価書に記載できます。 （建築主の申出があった場合に限ることに留意）

上記の資料のうち、「建物における液状化対策ポータルサイト」で閲覧することができる、東京の液状化予測図、東京の地盤（GIS 版）、土地条件図、土地履歴マップ、（以上、上表の※）及び平成 27 年に施行された新たな住宅性能表示制度における「液状化に関する参考情報」について、次ページ以降に説明します。

東京の液状化予測図

東京の液状化予測図は、一般の都民の皆様にとって調べることが難しい都内における地盤の液状化のしやすさ、しにくさを相対的に表すことを目的としています。そのため、特定の震源をもった地震を想定せずに、一律の揺れによって都内の地盤が揺すられたときに、どの地域が液状化しやすいかを評価しています。

揺れの強さとしては、大正 12 年（1923 年）の関東大震災で東京の都心が襲われた程度の揺れを想定しています。関東大震災は有史以来、東京で発生した地震災害としては最大級のものであり、液状化も多くの場所で発生したことが分かっています。

図 5-1 に示す、東京の液状化予測図では、液状化が発生する程度を「液状化の可能性が高い地域」、「液状化の可能性がある地域」、「液状化の可能性が低い地域」の３段階で区分しています。

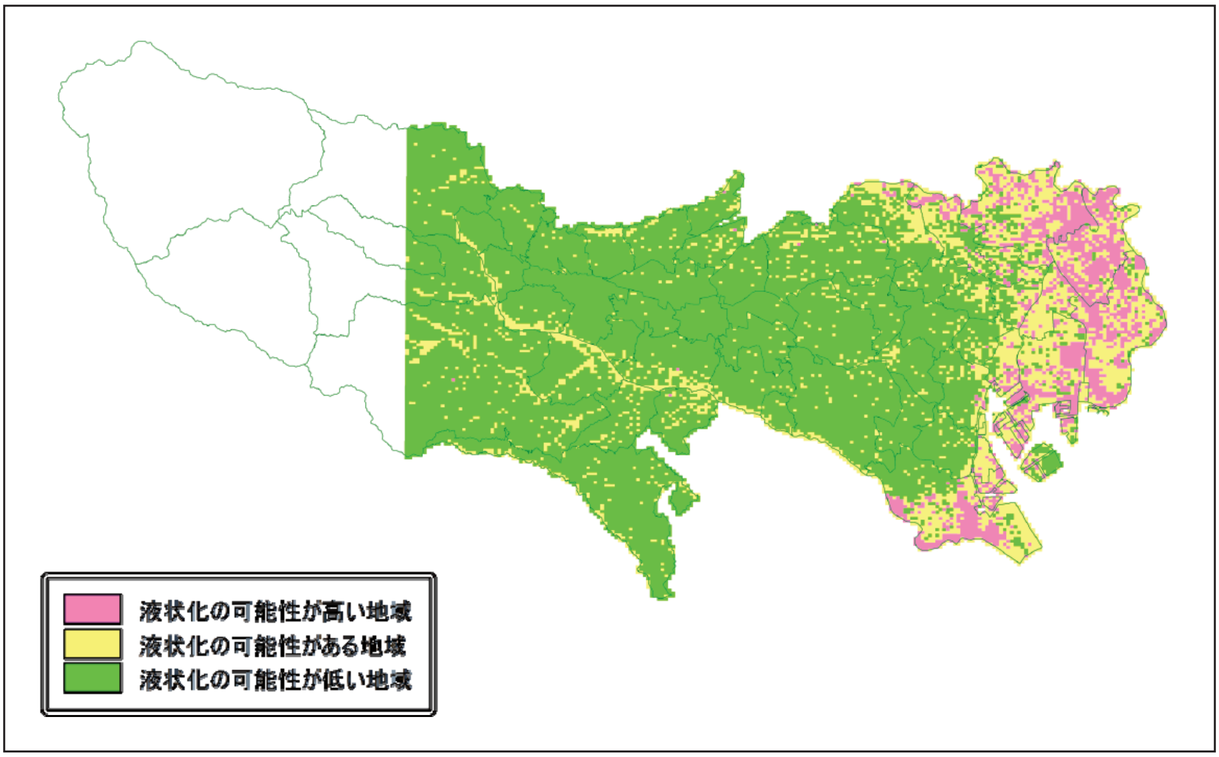


図 5-1　東京の液状化予測図（令和３年度改訂版）

土地履歴マップ（過去～現代の地形図）

市街化が進んだ地域では、土地の過去の状況を把握することは困難です。東日本大震災では、臨海部の埋立地だけなく、内陸部の河川沿いのかつての池や水田を埋め立てた場所で液状化による建物被害が発生しました。こうしたことから、土地の成り立ち、つまり土地の履歴を把握することは、液状化の可能性を把握する上で重要です。

国土地理院が作成している地形図や土地条件図などにより、土地の履歴や液状化の可能性について調べることができます。「建物における液状化対策ポータルサイト」では、土地履歴マップとして、都内の土地の地形図を明治から現代まで年代別に比較してみることができます（図 5-2）。時系列に沿って地形図を見ると、図 5-3 に示すように、かつて水辺だった地域が市街化されていることなどが分かります。

明治初期の地形図　　昭和 30 年の地形図　　平成 23 年の地形図

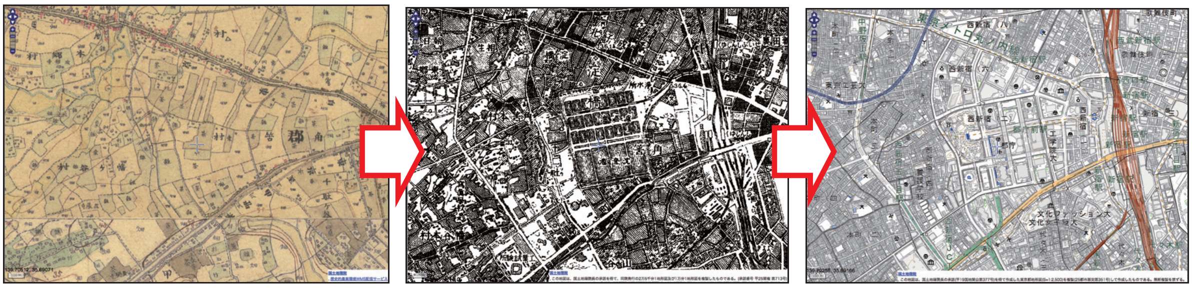


図 5-2　　都内の同一場所における年代ごとの地形図

昭和 10 年の地形図　　平成 23 年の地形図

図 5-3　　都内の同一場所における過去の地形図の例

土地条件図

土地条件図は、防災対策や土地利用・土地保全・地域開発等の計画策定に必要な、土地の自然条件等に関する基礎資料として、国土地理院によって発行されています。昭和30年代から実施している、土地条件調査の成果を基に、主に地形分類（山地・丘陵、台地・段丘、低地、水部、人工地形など）について示したものです。

「建物における液状化対策ポータルサイト」では、土地条件図も公開しており、微地形区分を調べることができます（**図5-4**）。微地形と液状化発生の相関は比較的高く、微地形に応じた液状化危険度を**表5-2**のように評価することができます。河川域や埋立地、内陸部の沢や谷を埋めた盛土造成地などは、液状化の可能性が高く、注意を要します。一方、低地であればどこでも液状化の可能性が高いわけではなく、①粒度のそろった砂地盤で、②地下水位が高い（浅い）場所で起こりやすく、これらの特徴を勘案して判断することが重要です。

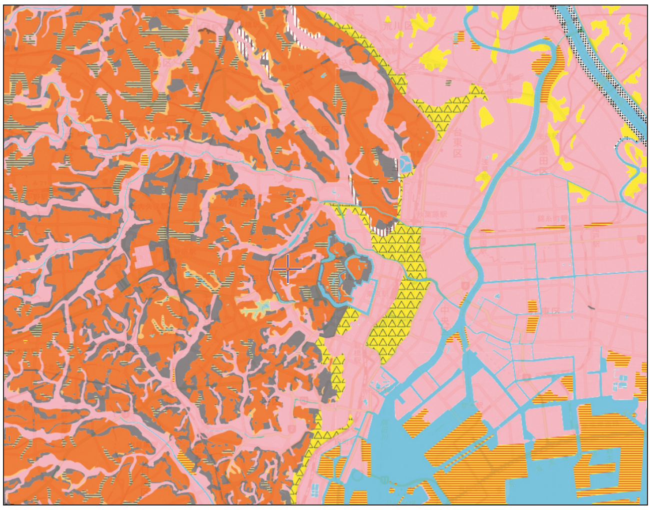


図 5-4　土地条件図の表示例

表5-2　土地条件図による液状化の可能性

土地条件図の見方

記号	大区分	小区分	液状化の可能性
	山地斜面等		なし
	地すべり（滑落崖）		
	台地・段丘	更新世段丘	
		完新世段丘	
	山麓堆積地形		
	低地の微高地	扇状地	小さい
		自然堤防	大きい
		砂州・砂堆・砂丘	
	凹地・浅い谷		小さい
	低地の一般面	谷底平野・氾濫平野	大きい
		海岸平野・三角州	
		後背低地	
		旧河道	非常に大きい
	頻水地形	高水敷・低水敷・浜	評価範囲外
		湿地	
		河川・水崖線及び水面	
	人工地形	切土地	なし
		農耕平坦化地	
		高い盛土地	非常に大きい
		盛土地・埋立地	
		改変工事中の区域	評価範囲外

東京の地盤（GIS 版）（地盤調査データ）

ボーリング柱状図は、図 5-6 に示すように、孔内水位、地盤の深さ方向の土質の種類、地盤の固さを示す N 値等を示しています。計画している建築物周辺のボーリングを閲覧することにより、地盤の状態がどのようなものかを知ることができます。

「建物における液状化対策ポータルサイト」では、都が公共工事で作成した地盤調査（ボーリング調査）の結果を調べることが可能です。図 5-5 に示す地図上の各地点をクリックすると、図 5-6 に示すボーリングデータをみることができます。

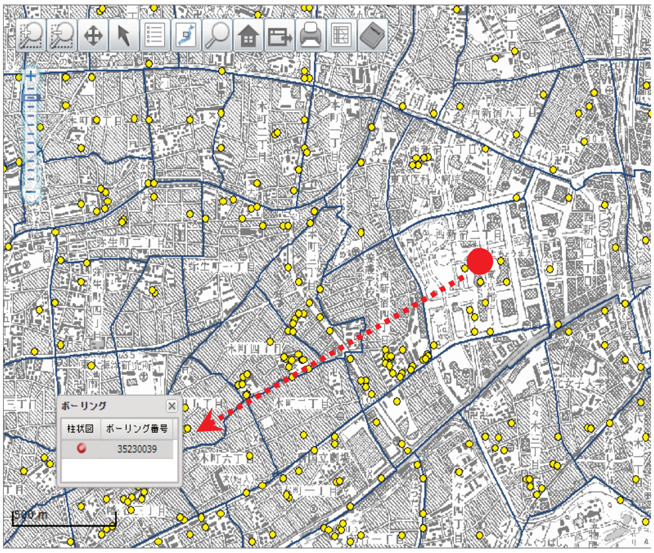


図 5-5　ボーリング位置図の表示例

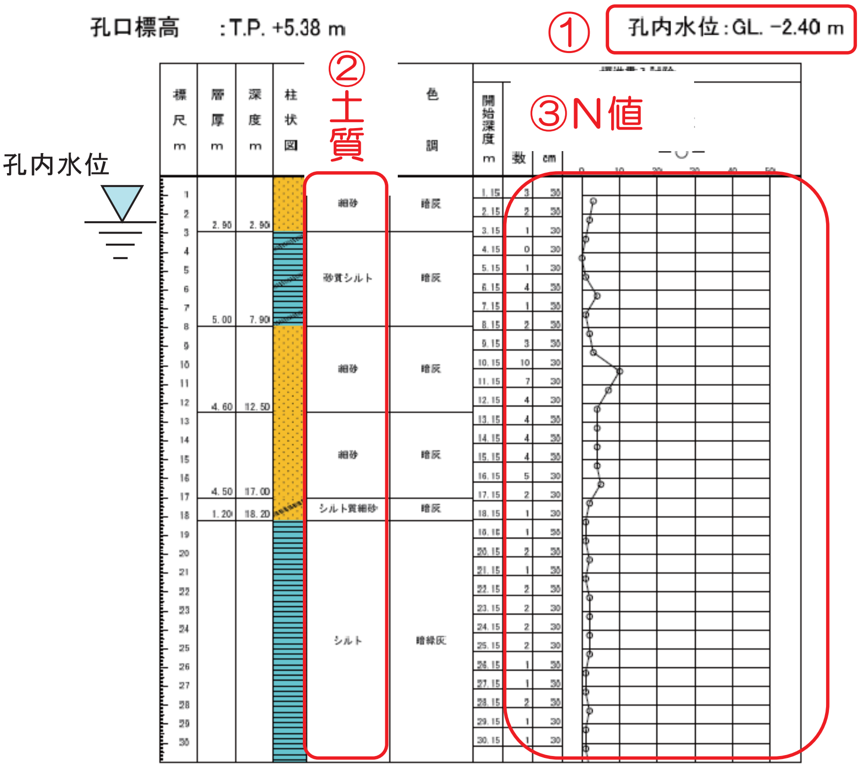


図 5-6　ボーリング柱状図の表記例
（出典：東京都土木技術支援・人材育成センターホームページ）

図 5-6 のボーリング柱状図の表記例における赤字の番号は、次のことを示しています。

①　孔内水位

孔内水位とは、ボーリング調査で掘った孔にしみ込んで溜まった地下水の地表面から水面までの深さです。図 5-6 に示す「孔内水位-2.4」とは、地表面から深さ 2.4m の位置に水面があったことを示します。ただし、地下水の水位は降雨や季節、時間の経過によって変動するので、孔内水位の値は調査時の地下水の深さであり、必ずしも現在の地下水の深さを表示しているものではありません。あくまでも目安であることに留意してください。この部分の土質が砂質であれば、液状化しやすい地盤であるといえます。

②　土質

土質とは土壌の性質を表したもので、柱状図では層ごとの土質の種類が色や記号別に表記されています。地下水の水位が高く、柱状図において黄色で示している砂層が地下水位の下にある部分では、液状化が発生しやすいといわれています。

③　N 値

N 値とは、柱状図の横に示される数値で、地盤の固さを示します。N 値が大きいほど地盤が固く、N 値が小さいほど地盤は軟らかくなります。砂層の場合、N 値が 10 以下では「ゆるい砂層」に該当し、N 値が４以下になると「非常にゆるい砂層」と判断されます。N 値が小さいと液状化しやすいといえます。

上記の①から③までを調べることにより、液状化の可能性をある程度把握することができます。

なお、この地盤調査データ（柱状図）は、あくまでも液状化の可能性を調査するための参考資料であり、建て主や建物所有者自らが地盤調査を行い、敷地の地盤の状況を把握していくことが基本となります。

住宅性能評価書の「液状化に関する参考情報」

住宅性能表示制度は、平成 12 年 4 月に施行された「住宅の品質確保の促進等に関する法律」に基づき、新築住宅における一定の性能を担保する制度です。平成 27 年 4 月に施行された、住宅性能表示制度の見直しでは、建築主の申し出によって、住宅性能評価書に記載できる事項として「液状化に関する参考情報の提供」が追加されました。これらはあくまで参考情報であり、性能として保証されたものではありませんが、敷地地盤の液状化の可能性を判断するにあたって非常に有用な情報です。

液状化に関する参考情報の標準的な項目と内容を**表 5-3** に、住宅性能表示制度における申出書及び評価書イメージを**図 5-7** に示しています。これらの情報から、個別の敷地における地盤情報や、過去に実施した、あるいはこれから実施する予定がある、地盤や基礎への対策工事などの情報を得ることができます。

表 5-3　液状化の参考情報の項目と内容

参考情報の分類	項目	内容
液状化に関する 広域的情報	液状化マップ	マップにおける液状化に関する 表記、出典
	液状化履歴に関する情報	周辺の液状化履歴、出典
	地形分類	該当する地形名称、出典
	その他土地利用履歴 に関する資料	旧土地利用、出典
液状化に関する 個別の住宅敷地の情報	敷地の地盤調査の記録	調査方法と内容、資料採取の有無
	地下水位の情報	地下水位、測定方法
	地盤調査から得た 液状化に関する指標	液状化に関する指標
	宅地造成工事の記録	造成図面の有無
	液状化に関連して行う 地盤に関する工事の記録・計画	工法分類・名称、施工時期、 工事内容、工事報告書の有無
	その他地盤に関する 工事の記録・計画	工法分類・名称、施工時期、 工事内容、工事報告書の有無
液状化に関する 当該住宅基礎等における 工事の情報	液状化に関連して行う 住宅基礎等に関する工事 の記録・計画	工法分類・名称、施工時期、 工事内容

（出典：住宅性能表示制度における「液状化に関する参考情報の提供」に関する手引き、一般社団法人　住宅生産団体連合会）

地盤の液状化に関する申出書【参考情報】

項　目	提供を行う液状化に係る参考情報の内容			
	情報の種別	情報の有無	表記内容等	添付資料の有無及び添付書類名
(イ)広域的情報	液状化マップ	□あり □なし □不明	【液状化に関する表記】 (表記：　　　　　　　　　　) 【備考・出典】(　　　　　　　　　　)	□あり　□なし
	液状化履歴に関する情報	□あり □なし □不明	【住宅敷地周辺の液状化履歴】　□あり　□なし 【備考・出典】(　　　　　　　　　　)	□あり　□なし
	地形分類	□あり □なし □不明	【該当する地形名称】 (　　　　　　　　　　) 【備考・出典】(　　　　　　　　　　)	□あり　□なし
	その他土地利用履歴に関する資料	□あり □なし □不明	【旧土地利用】 (種別：□水田　□池沼・川　□海 □その他（　　　　　　　　　　) 【備考・出典】(　　　　　　　　　　)	□あり　□なし
(ロ)液状化に関する個別の住宅敷地の情報	敷地の地盤調査の記録	□あり □なし □不明	【地盤調査】 (方法：□スウェーデン式サウンディング試験 □標準貫入試験 □その他（　　　　　　　　　　) (仕様：数量　　　　　・深度　　　　　) 【試料採取】　□あり　□なし 【備考・出典】(　　　　　　　　　　)	□あり　□なし
	地下水位の情報	□あり □なし □不明	【地下水位】(　　　　　　　　　　) 【測定方法】(　　　　　　　　　　) 【備考・出典】(　　　　　　　　　　)	□あり　□なし
	地盤調査から得た液状化に関する指標	□あり □なし	【指標・備考】	□あり　□なし
	宅地造成工事の記録	□あり □なし □不明	【造成図面】□あり　□なし 【備考】(　　　　　　　　　　)	□あり　□なし
	液状化に関連して行う地盤に関する工事の記録・計画	□あり □なし □不明	【工法分類】(　　　　　　　　　　) 【工法名称】(　　　　　　　　　　) 【施工時期】(　　　　　　　　　　) 【工事内容】(　　　　　　　　　　) 【工事報告書】□あり　□なし 【備考・出典】(　　　　　　　　　　)	□あり　□なし
	その他地盤に関する工事の記録・計画	□あり □なし □不明	【工法分類】(　　　　　　　　　　) 【工法名称】(　　　　　　　　　　) 【施工時期】(　　　　　　　　　　) 【工事内容】(　　　　　　　　　　) 【工事報告書】□あり　□なし 【備考・出典】(　　　　　　　　　　)	□あり　□なし
(ハ)液状化に関する当該住宅基礎等における工事の情報	液状化に関連して行う住宅基礎等に関する工事の記録・計画	□あり □なし □未定	【工法分類】(　　　　　　　　　　) 【工法名称】(　　　　　　　　　　) 【施工時期】(　　　　　　　　　　) 【工事内容】(　　　　　　　　　　) 【備考・出典】(　　　　　　　　　　)	□あり　□なし

住宅の品質確保の促進等に関する法律施行規則第一条第十一号に規定する地盤の液状化に係る情報は、申請者からの申出があった場合に、上記申出書の内容を基に参考情報として提供するものであり、登録住宅性能評価機関が評価するものではありません。

図 5-7　地盤の液状化に関する参考情報の申出書の書式

（出典：一般社団法人住宅性能評価・表示制度協会ホームページ）

６　地盤の状況を調べる（現地での調査）

地盤調査とは

地盤調査とは、地盤を構成する土質の種類や、地中から取り出した土を使い土の性質や強さなどを調べることにより、地盤の状況を把握するための調査です。

また、土の性質や細かい土の粒子の割合などを調べることにより、液状化の可能性を判断することができます。

地盤調査の種類

地盤調査には地盤の状況を現地で調べる実地調査と、実地調査で採取した土を試験機関などに持ち込んで行う室内土質試験の二つに大別することができます。小規模な建築物を建築する場合における主な調査を以下に示します。

（１）ボーリング調査（標準貫入試験）

ア　概要

地盤に掘削機で孔を開けて一定の深さごとに土を採り出し、地層の構成や土質の状況を調べる調査です。

重さ 63.5±0.5 kg のおもりを高さ 76±1cm から鋼管に落下させ、鋼管が 30cm 土の中に入り込む回数（N値）を測定し、土の硬さや密度を調べます。軟らかい地盤では N 値が小さく、硬い地盤では N 値が大きくなります。通常、N 値が 50 を超えたら試験を終了します。鋼管の先端にサンプラーと呼ばれる採取器具を取り付けることにより、土を採取することができます。

試験装置の一例

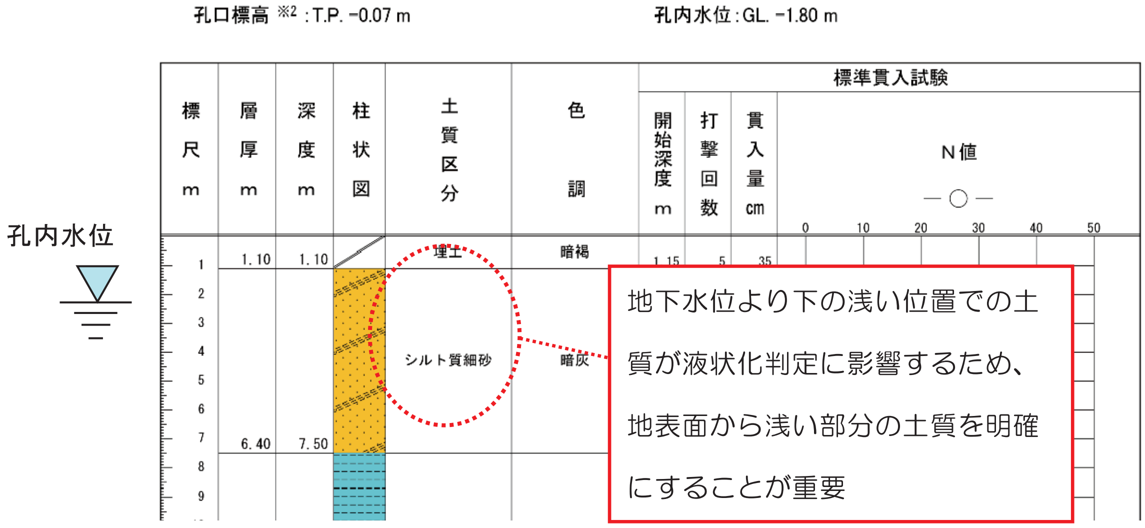
なお、調査費用の目安は、１宅地１か所（調査深さ 20m）当たり約３０万円（室内土質試験を含む。）です。（注）

イ　留意点

ボーリング調査を行う際、標準貫入試験を併せて行います。しかし、地中に埋められているガス管や水道管などの損傷を避けるため、地表面に近い部分は

手掘りとし、標準貫入試験を行いません。また、試し掘りの部分を除いて表層部分の土を「表土」又は「埋土」と表記し、詳細な土質の判別や観察を簡略化する傾向にあります。

　このため、液状化の可能性の判定を行う場合は、地下水位付近の地表面から浅い部分が砂質土か粘性土かなど、土質を明確に調査する必要があります。



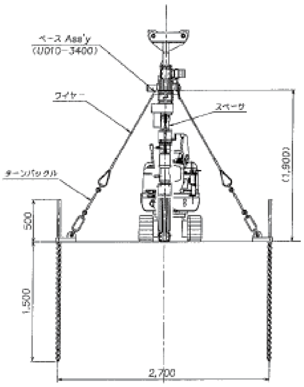
（２）静的貫入試験（三成分コーン貫入試験）

ア　概要

　先端部をコーンと呼ぶ円錐（すい）状の細長い棒を一定の速度で土に貫入し、土質の性質を把握する試験です。先端部に圧力計などが内蔵され、土にコーンを入れる際に生じる抵抗（貫入抵抗）、コーンと土との間に生じる摩擦（周面摩擦）、土粒子の間の水圧（過剰間隙水圧）を同時に測定し土の強度などを推定します。

　なお、調査費用の目安は、１宅地１か所（調査深さ２０ｍ）当たり約１０万円です。（注）

試験装置の一例



三成分コーン試験の設置例

イ　留意点

この試験は、細かい土の粒子の割合（細粒分含有率）が比較的高く、N値を算出する精度が低いと考えられる土に対して、土にコーンを入れる際に生じる貫入抵抗値を用いて液状化に対する強度を推定することができます。コーンを押し込む際に試験装置自体が持ち上がらないようにらせん状の形をした杭を地中にねじ込むため、地表がコンクリートなど硬い層で覆われている場合や狭い場所での試験は適切に実施できない可能性があります

（３）静的貫入試験（スクリューウエイト貫入試験）

（旧スウェーデン式サウンディング試験）

ア　概要

ネジ状の先端部を細長い鉄の棒（ロッド）に取り付け、それに 0.05～１kN（約５～100kg）のおもりを順次載せ、ロッドが土の中に入る長さを記録します。重さ１kN（約 100 kg）のおもりを載せてロッドが自然に土の中に沈まなくなったらロッドを回転し、地盤に 25cm 入ったときの回転数（半回転数）を記録します。

試験装置の一例

ロッドが土の中に入らなくなった深さやそれまでの回転数で求めた土の硬さ（貫入抵抗値）から土の状況を把握し、計算で換算した土の硬さ（換算N値）を求めます。地盤の支持力を求める際には、建築物（主に戸建て住宅）の重量による地中への影響範囲と地盤の軟弱度合を考慮するため、基礎の底部から下方５mまでの調査が必要といわれていることや、戸建て住宅のように軽量な構造物の液状化による被害は、過去に発生した中規模地震動の場合でみると、おおむね地表面から 5m 程度の深さまでの層の液状化に起因していること等から、調査深度は５m程度とされてきましたが、最新の知見では１０m程度まで調査する必要があるという報告もあります。

なお、調査費用の目安は、１宅地４か所（調査深さ 5.5mの場合）で約１０万円（室内土質試験を含む。）です。（注）

イ　留意点

この試験は、ボーリング調査の調査費よりも一般的に安価なため、木造住宅などの宅地の調査に用いられています。

この試験のみでは液状化の可能性の判定することはできないため、ロッドを地盤に入れたときできた孔を利用して地下水位を測定し、一定の深さごとに土を試料にして室内土質試験を行い、一定の粒の大きさごとの分布（粒径分布）や細かい土の粒子の割合（細粒分含有率）を求め、耐震設計上その地層が液状化するかを判定する指標（ＦＬ値）を算出し液状化の可能性の判定をします（３２ページ参照）。

精度の良い試験データを得るために、次の点に留意します。

・試験の作業性や試験結果への影響を考慮し、試験を行う場所であらかじめ地表面の舗装部分より下の砂利や硬質層などの層を除去し測定する。
・ロッドを土の中に入れるときの孔を利用して土試料を採取する際、地中の壁が崩れ、土が混ざることがあるため、孔の壁が崩れることが予測される場合、壁を保護するため、孔に管を差し込むなどの対策を行う。
・地下水位の測定には、水位の測定器を試験の孔に差し込んで自然水位を精度良く測定する。

注：・各試験とも報告書作成費（３～５万円程度）が別に必要です。
　　・概算の調査費用は一般社団法人日本建築学会住まい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」資料を参考にしています。

（４）土質試験（室内土質試験）

ボーリング調査やスクリューウエイト貫入試験で採取された土の試料を試験機関に持ち込み、細かい土の粒子の割合（細粒分含有率）などを測定します。

地盤調査結果の見方

ボーリング調査及び静的貫入試験（スクリューウエイト貫入試験）の調査結果の見方は、以下のとおりです。

（１）ボーリング調査

ボーリング柱状図

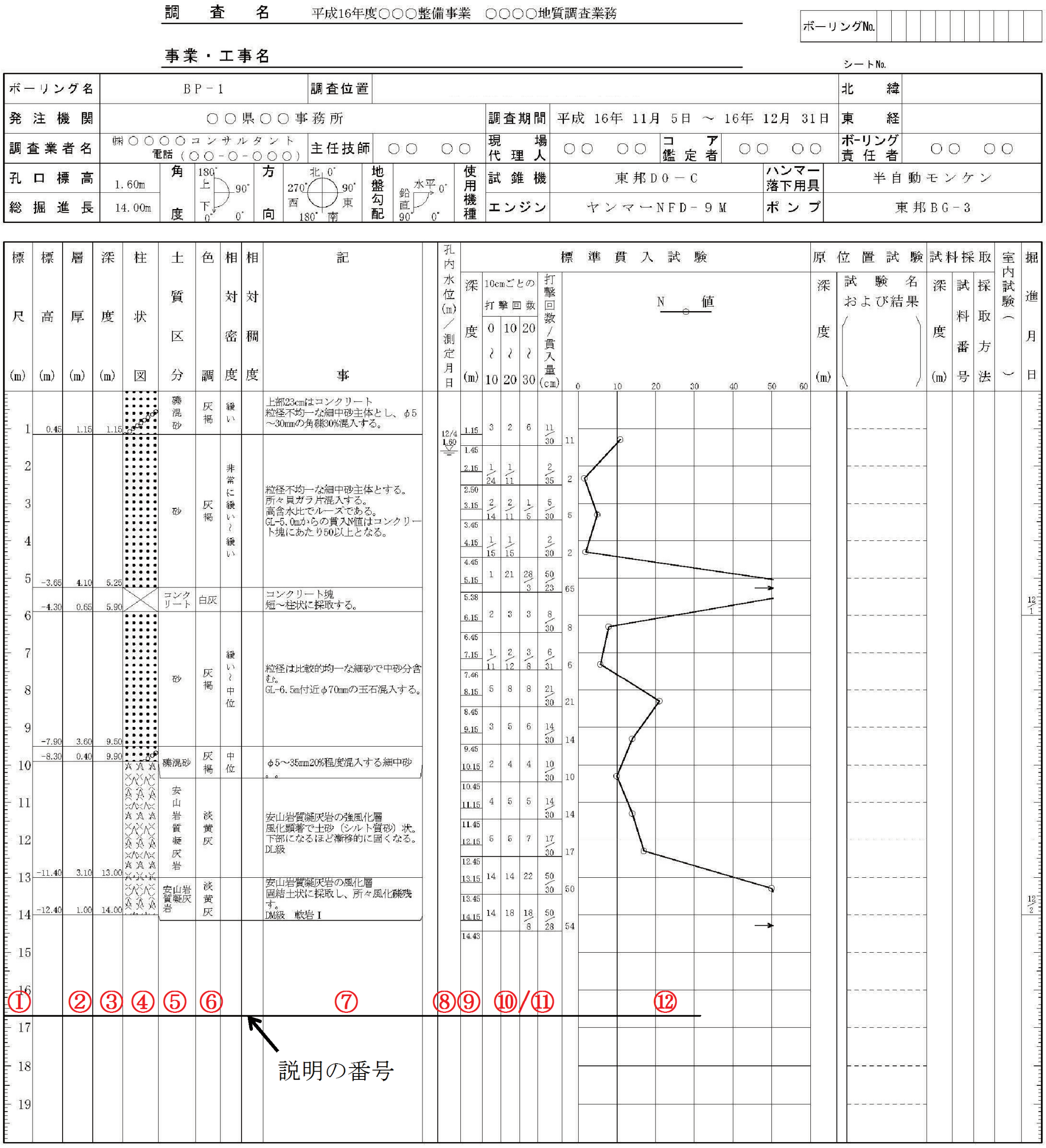


図 6-1　ボーリング柱状図の例

（出典：公益社団法人地盤工学会編集「地盤調査の方法と解説」平成 16 年）

図 6-1 における各番号の説明は、以下のとおりです。

①　**標尺**（単位はm）

地面からの深さを示しています。

②　**層厚**（単位はm）

それぞれの地層の厚さを示しています。

③　**深度**（単位はm）

土質が変わる部分の地面からの深さを示しています。

④　**柱状図**

土質を表す記号です。この記号は、土の種類に応じて決まっています。

⑤　**土質区分**

土質を示しています。

⑥　**色調**

それぞれの地層における土の色を示しています。

⑦　**記事**

それぞれの地層における主な特徴を示しています。

⑧　**孔内水位**（単位はm）

ボーリング調査で掘った孔の溜まった地下水の水面から地表面までの深さを示しています。

⑨　**深度**（単位はm）

標準貫入試験により得られたN値を測定した深さを示しています。N値は、深さ１ｍごとに調査します。

⑩　**打撃回数**

N値を示しています。N値とは、重さ63.5±0.5kgのおもりを高さ76±1cmから鋼管に落下させ、鋼管が30cm土の中に入り込む回数です。N値が大きいほど硬い地盤であり、N値が小さいほど軟らかい地盤です。50回以上おもりを落下させても鋼管が30cm土の中に入り込まない場合は、この時点で終了します。

⑪　**貫入量**（単位はcm）

⑩の打撃回数によって鋼管が土の中に入り込んだ深さを示しています。

⑫　**Ｎ値**

⑩の打撃回数を測定した深さごとに折れ線グラフで示しています。

（２）静的貫入試験（スクリューウエイト貫入試験）

（旧スウェーデン式サウンディング試験）

JIS A 1221	スウェーデン式サウンディング試験	

調査件名　○○地区地盤調査　　　試験年月日　2004.4.1

地点番号（地盤高）　S-1（T.P.+8.50m）　　　試験者　地　盤　太　郎

載荷装置の種類	おもりによる載荷	回転装置の種類	人力による	天候	晴

荷重 W_{sw} kN	半回転数 N_a	貫入深さ D m	貫入量 L cm	1m当たりの半回転数 N_{sw}	記事
0.05		0.25	25		
0.15		0.40	15		
0.25		0.50	10		
0.50		0.70	20		
0.75		1.25	55		
1.00		1.50	25		
〃	3.5	1.65	15	23	礫に当たる
〃		2.00	35		瞬時に貫入
0.50		2.30	30		
0.75		2.40	10		
1.00		2.55	15		
〃	4	2.80	25	16	砂音
〃	14	3.05	25	56	〃
〃	20	3.30	25	80	〃
〃	28	3.55	25	112	〃
〃	31	3.80	25	124	〃
〃	32	4.05	25	128	〃
〃	24	4.30	25	96	〃
〃	13	4.55	25	52	〃
〃	6	4.80	25	24	〃
〃		4.95	15		
0.75		5.10	15		
1.00		5.35	25		
0.75		5.60	25		瞬時に貫入
1.00		5.75	15		
〃	6	6.00	25	24	礫に当たる
〃	3	6.20	20	15	
〃		6.50	30		
〃	2	6.75	25	8	
〃	4	7.00	25	16	砂音
〃	10	7.25	25	40	〃
〃	7	7.50	25	28	〃
〃	8	7.75	25	32	〃
〃	10	8.00	25	40	〃
〃	15	8.25	25	60	〃
〃	12	8.50	25	48	〃
〃	11	8.75	25	44	〃
〃	15	9.00	25	60	〃
〃	65	9.25	25	260	礫音
〃	84	9.50	25	335	〃
〃	123	9.75	25	490	〃
〃	115	9.90	15	770	〃
①	②	③	④	⑤	⑥

記事欄には貫入に伴う感触，貫入の状況などを記録する

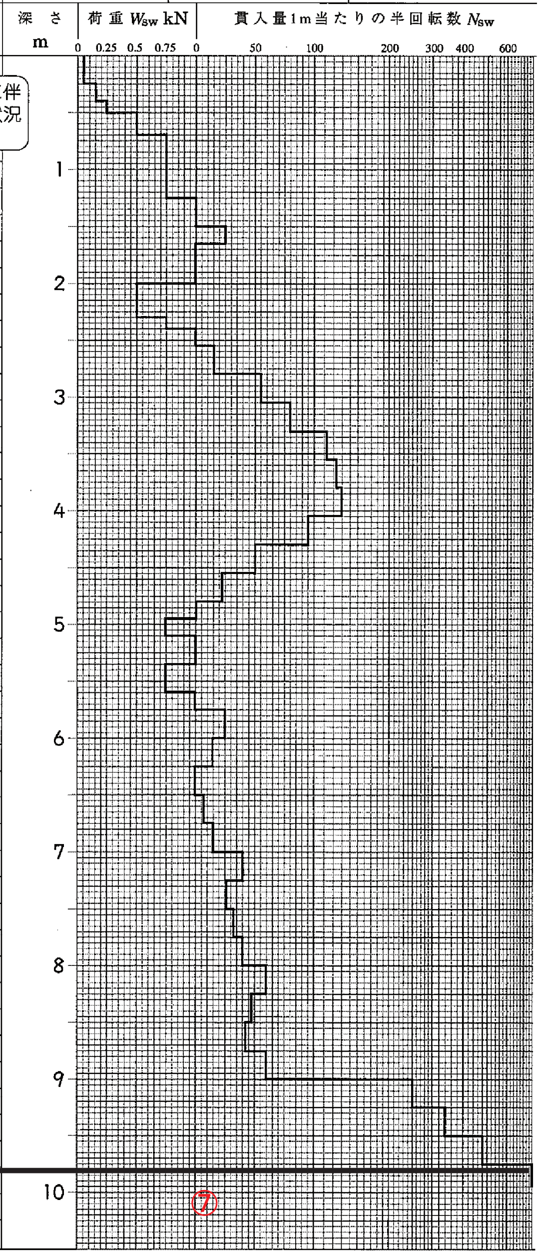


図 6-2　スクリューウエイト貫入試験の調査結果の例

（出典：公益社団法人地盤工学会編集「地盤調査の方法と解説」平成 16 年）

図 6-2 における各番号の説明は、以下のとおりです。

①　**荷重（Wsw）（単位はｋＮ）**

調査時に用いる細長い棒（ロッド）に載せたおもりの重さを示しています。１ｋＮは、およそ 100kg です。

②　**半回転数（Ｎa）**

ロッドに１ｋＮ（約100kg）のおもりを載せても土に入り込まない場合、そのおもりを載せたままロッドの先端部が土に25cm入り込むまで回転させ、その回転数を「半回転数」として示したものです。実際に３回転した場合は、半回転数は６となります。なお、半回転数が記載されていない場合は、おもりを載せただけでロッドが土の中に入り込んでいくような軟らかい土の状態を示しています。

③　**貫入深さ（Ｄ）（単位はm）**

ロッドが土の中に入り込んでいる地面からの深さを示しています。

④　**貫入量（Ｌ）（単位はｃｍ）**

ロッドが土の中に入り込んでいく深さを示しています。ロッドにおもりを載せただけで土の中に入り込んでいく場合はその量が貫入量となります。また、おもりを載せてもロッドが土の中に入り込んでいかない場合はロッドを回転させますが、回転させて25cm土の中に入り込んだところで半回転数を測定しますので、その場合は25cmとなります。

⑤　**１m当たりの半回転数（Ｎsw）**

②の半回転数はロッドが土の中に 25cm 入り込むときの半回転数を示していますが、「⑤１m当たりの半回転数」はロッドが土の中に１m入り込む場合に置き換えた場合の半回転数を示しています。したがって、通常は②の半回転数の４倍の値になります。

⑥　**記事**

ロッドが土の中に入り込む際の状況や音など、気が付いたことを示しています。

⑦　**荷重（Wsw）及び貫入量１m当たりの半回転数（Ｎsw）**

荷重（Wsw）及び貫入量１m当たりの半回転数（Ｎsw）を測定した深さごとにグラフで表したものです。

液状化の可能性の判断の仕方

液状化の判定は、一般社団法人日本建築学会が編集・発行している建築基礎構造設計指針や小規模建築物基礎設計指針などの各種文献に基づき、液状化の可能性の検討（FL 法）、液状化の程度の検討（Dcy 法）、液状化による危険度の検討（PL 法）などにより検討が行われます。各判定方法により、液状化を判定する流れの概略を**図 6-4** に示します。

① 液状化の可能性の検討（FL 法）

液状化が発生する可能性を示す指標として指針に示されている「ＦＬ値」を用いて判断するのが一般的です。ＦＬ値は、対象地盤の各深さにおける土層ごとに算出します。ＦＬ値が 1.0 以下で「液状化の可能性あり」、ＦＬ値が 1.0 を超えると「液状化の可能性なし」と、それぞれ判断します（**図 6-3**）。

FL 値は、ボーリング調査や静的貫入試験（スウェーデン式サウンディング試験）などで採取した土の成分や地下水位の高さなどから算出します。静的貫入試験などで得られた土層ごとの「N 値」や「細粒分含有率 Fc」を用いて対象層の液状化強度を算出し、この液状化強度と、想定される地震動によって地盤に発生する力の比率を、液状化発生に対する安全率 FL 値としています。通常は、震度５強程度の地震動を想定し検討しますが、より大きい震度 ６ 強以上の地震動により検討することもあります。

② 液状化の程度の検討（Dcy 法）

地震時の地表面における変位から、地盤の沈下量や液状化の程度を評価する方法です。FL 値が 1.0 以下の層（液状化対象層）について、各層ごとの変位を推定し、これらを足し合わせることで地震時の地表面における地盤変位量（Dcy）を算出します。Dcy 値によって液状化の程度が軽微か大きいかを評価します。

③ 液状化による危険度の検討（PL 法）

ＦＬ値の他に、各深さにおける土層ごとに算出されるＦＬ値をもとに、深さ方向に重みをつけて足し合わせて液状化の危険度を示す「ＰＬ値」があります。

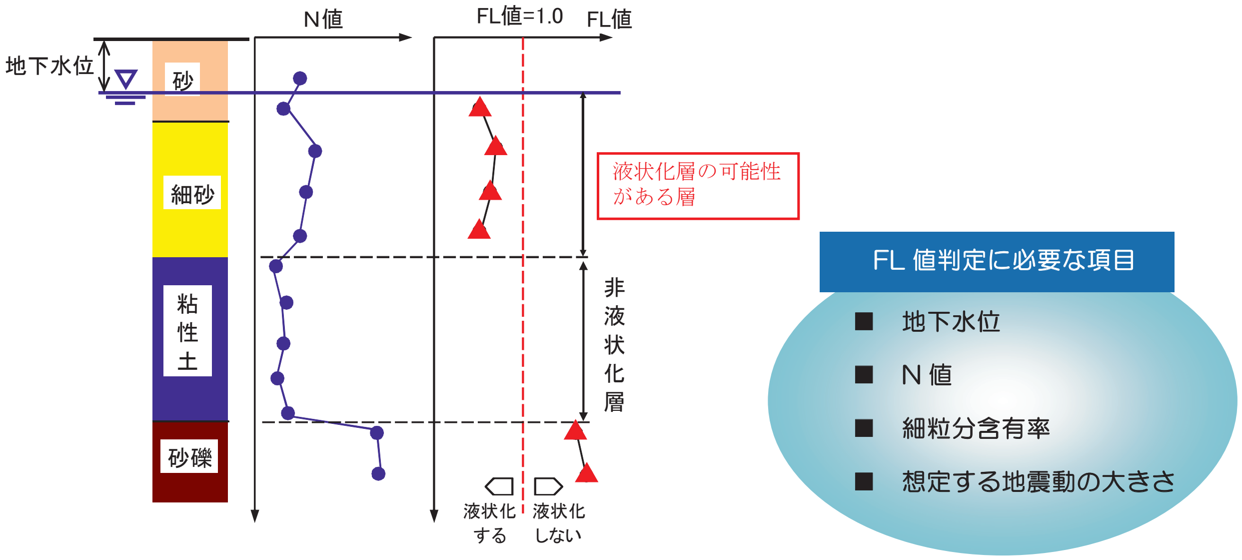
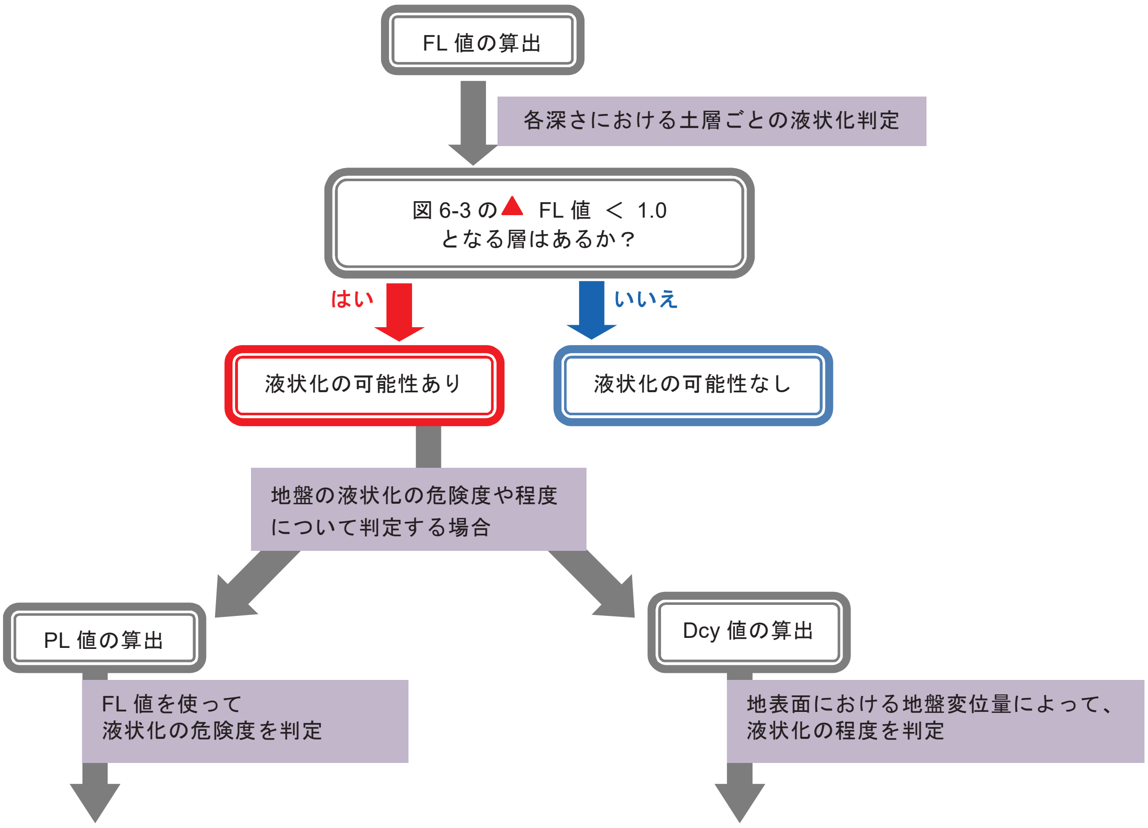


図 6-3　ＦＬ値による液状化の可能性の判断の例



PL 値	液状化の危険度
０	極めて低い
～５	低い
～１５	高い
１５～	極めて高い

Dcy (cm)	液状化の程度
０	ない
～５	軽微
～１０	小さい
～２０	中くらい
～４０	大きい
４０～	甚大

図 6-4　ＦＬ法、PL 法、Dcy 法による液状化判定フロー

従前のスクリューウエイト貫入試験（SWS 試験）による液状化判定のための調査深度は、GL-5.0mまでとしていました。これは、小規模建築物のように軽量な構造物の液状化による被害は、過去の中地震動時の場合でみるとおおむね地表面から 5m 程度までの層の液状化に起因していたことと、建築基準法においては SWS 試験結果から地盤の許容応力度を求める場合の深度を 5m までとしていることによります。しかし、東日本大震災では、地震マグニチュードが大きく、継続時間が長かったこと、本震の約 30 分後に余震があったこと等、これまで経験してきた過去の地震と異なっており、液状化の影響が地表面に及ぶ程度の判定について、検討深度を最大 10mまでとして再評価した論文も報告されています。

また、FL 値を算出する際に必要となるＮ値や細粒分含有率 Fc の値を、SWS 試験の結果から推定する新たな算定式が、最新の研究により提案されています。

このような最新の知見を参考にしながら、液状化の判定を行っていくことは非常に有用です。

参考文献：住宅性能表示制度における「液状化に関する参考情報の提供」に関する手引き、一般社団法人住宅生産団体連合会

7　あらかじめ液状化対策を講じる

液状化対策の考え方

液状化の可能性がある地域においては、地震によって液状化が発生した場合、建築物が傾くなどの被害が生じる場合があります。被害を軽減するためには、あらかじめ対策を講じておくことが重要です。

対策工法には様々な種類があります。どの工法を選択するかは、地盤の状況や対策に投じることができる費用、被害抑制に対する考え方などによって異なります。対策を講じるには相応の費用が必要となるため、専門家と十分相談しながら工法を検討していくことが必要です。

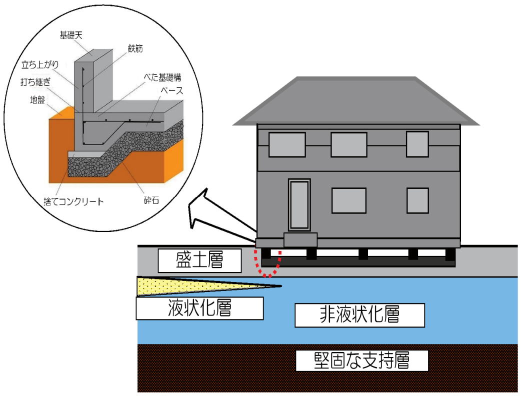
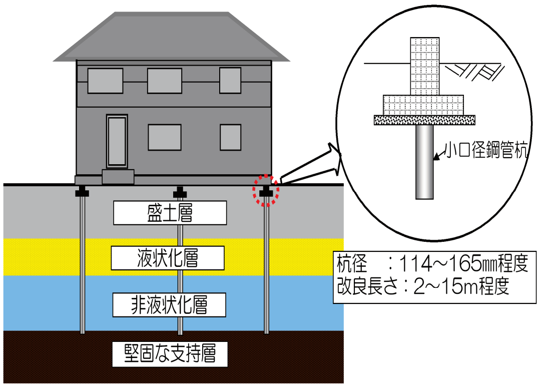
なお、建築物の敷地内の水道管などの設備配管に対する対策としては、変形に追随できるフレキシブルな管とすることが考えられます。

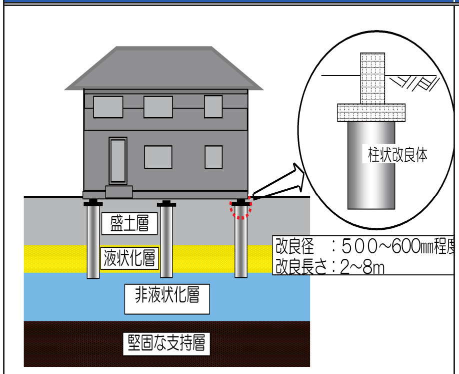
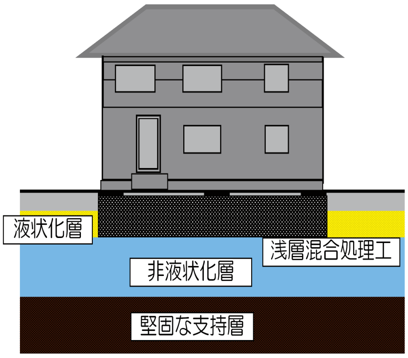
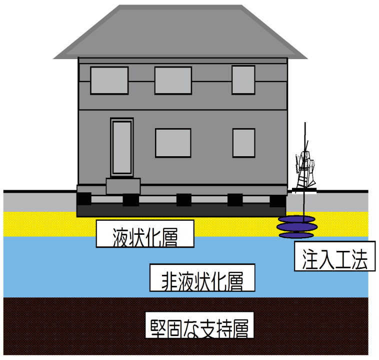
液状化対策工法の種類

液状化対策工法には、建築物の基礎で対応する工法、地盤を改良して対応する工法、地盤を囲い込み対応する方法の 3 種類に分類することができます。主な対策工法の種類を表 7-1 に示します。また、35～37ページで工法ごとに詳しい内容を紹介します。

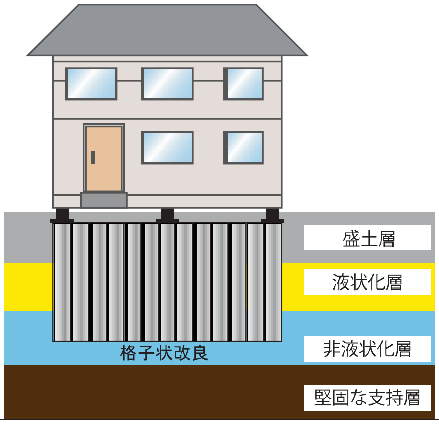
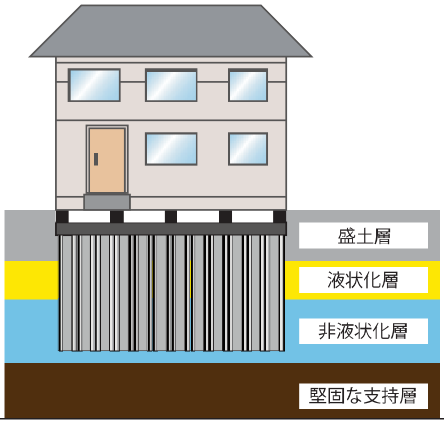
表 7-1　主な液状化対策工法

分　類	対策の考え方	工　法
建築物の基礎で対応する工法	液状化が発生しても建築物への被害を受けにくくする。	・直接基礎（べた基礎） ・小口径杭工法
地盤を改良して対応する工法	液状化の発生を抑えて建築物の被害を防止する。	・深層混合処理工法 ・浅層混合処理工法 ・注入工法
地盤を囲い込み対応する工法	液状化の発生を抑えて建築物の被害を防止する。	・格子状地盤改良工法
	液状化が発生しても建築物への被害を受けにくくする。	・壁状締切工法

工　法　名	建築物の基礎で対応する工法	
	直接基礎（べた基礎）	小口径杭工法
工法のイメージ図と概要		
	べた基礎は、建物の荷重を底板全体で受け止め、分散して地盤などに伝えることができ、不同沈下の抑制や耐震性アップに有効です。基礎底面以深に液状化発生の可能性のある地層がある場合は、その層を掘削し、砕石などの材料で置き換えを行うことで、液状化による建物の被害を防ぐことができます。	建物荷重を支える力を基礎の底面で確保した上で、沈下量を低減することを目的として、鋼管などの杭を回転貫入又は圧入によって設置する工法です。
対策のねらい	支持力（建物の荷重などを支える地盤の力）を増し、不同沈下を防止します。	沈下を軽減します。
メリット	液状化層が僅かに残っている状態で、部分的に液状化が発生しても、基礎全体がたわみにくいため、沈下の軽減につながります。	液状化の発生の有無にかかわらず、建物の安定性はある程度確保されます。
デメリット	液状化発生のおそれのある地層が厚く、深い位置まで連続するような場合には、液状化層の置き換えが難しくなります。	液状化の発生を許すため、建物と周辺地盤との間に段差が生じる場合があります。
騒音振動	地盤を掘削する際に、少し振動騒音が発生します。	静的圧入又は回転圧入する場合、騒音振動は小さいものにとどまります。
対策深度の考え方	地盤の置き換えは、液状化の可能性のある地層の下まで行うことが望ましいものといえます。	N値で 10~20 程度の値が出現する深さまで（深度 20m程度以内）施工が可能です。
新築住宅　施工性	施工するのに特に支障はありません。	小型の機械で対応可能です。
新築住宅　工期	1 か月程度	2~3 日程度
既存住宅　施工性	基礎形式の変更は困難です。	建物の脇での工事となるため隣地の建物との間が狭い場合は施工が難しくなります。
既存住宅　工期	―――	1~3 週間程度
工事費 注）	100~300 万円程度（工事費は参考）	新築時 150~250万円程度、 既存 500~800 万円程度（工事費は参考）
備　考	基礎が強くたわみにくいので、仮に液状化被害を受けた場合でも、家屋の沈下を修復する際には、ジャッキアップなどによる沈下修正工法が採用できる可能性があります。	既存住宅では、液状化被害を受けた時の沈下の修正にアンダーピニング工法を採用する場合に支持杭として利用することが多くあります。

地盤を改良して対応する工法		
深層混合処理工法	浅層混合処理工法	注入工法
		
土と固化材を混ぜた円柱状断面の改良体を、基礎スラブ(地中のはり)又は基礎フーチング(逆Ｔ型をした基礎底面の部材)直下に杭のような形で配置して地盤を改良する工法です。	建物の周囲を含め、基礎スラブ又は基礎フーチングの直下を全面的にセメント系固化材と原状の土をかくはん混合して薄い層状・板状に改良する工法です。	セメントスラリー（水とセメントの混合液）や薬液（水ガラス系など）を地盤に注入する工法です。
地盤の変形を抑え、建物荷重を支える力を増し、沈下量を軽減します。	地盤が支える力を増加させ、建物荷重による沈下量を軽減します。	地盤の強度を増大させ、沈下変形を軽減します。
液状化の発生の有無にかかわらず構造物の安定を確保できます。	液状化層を置き換えた場合には、液状化による被害が軽減されます。	狭小地でも施工が可能です。
液状化の発生により、建物と周辺地盤との間に段差が生じる場合があります。	液状化層が厚い場合、効果は半減します。	他の工法と比較すると材料費が高くなります。
騒音振動は、比較的小さいです。	重機による土のかくはん混合の際に振動騒音が発生します。	騒音振動は、小さいです。
Ｎ値 10 以上の値となる深さまで施工が可能です。	液状化層の下端付近までが対象になります。	液状化層の下端付近まで施工が可能です。
機械かくはん方式は大型の機械が必要となり、敷地に余裕がないと施工できません。	小型の機械で施工可能です。	小型の機械で施工可能です。
2～3日程度	1～2 週間程度	1～2 週間程度
施工条件等から既存住宅への適用は困難です。	既存住宅直下の地盤には適用はできません。	既存の建物の直下の地盤にも適用できますが、既存建物内部では床に開口部を設ける必要があります。
―――	―――	1～2 週間程度
新築 100～200 万円程度 （工事費は参考）	新築 80～150 万円程度 （工事費は参考）	新築・既存 500～800 万円程度 （工事費は参考）
土と固化材のかくはん混合方式には、スラリー状（セメントを含む混濁液）の固化材を機械的にかくはんする方式や噴射ジェットを用いてかくはんする方式があります。	液状化層が残る場合には、液状化による沈下量の程度に関する検討が必要になります。	

注）工事費は日本建築学会住まい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」資料を参考にしています。

工　法　名	地盤を囲い込み対応する工法	
	格子状地盤改良工法	壁状締切工法
工法のイメージ図と概要		
	現地盤の土とセメント系固化材とを混合かくはんすることで、地中に円柱の改良体の連続壁を造成し、液状化地盤を囲い込む工法です。	矢板などのパネルを建物の基礎外周部に構築し、液状化地盤を囲い込む工法です。
対策のねらい	囲い込むことで改良範囲内の地盤のせん断変形を抑制し、液状化の発生そのものを抑えます。	パネル内部が液状化しても、その部分の土砂流出を抑えることで、建物の沈下や傾斜を抑制します。
メリット	地中から噴砂・噴水などの被害を抑制でき、外構への影響を小さくできます。	小型機械による施工が可能です。 既存建物に対しても施工することが可能です。
デメリット	改良深さが浅い場合や格子間隔が広すぎると、液状化が発生し、基礎に影響を及ぼす可能性があります。	現状は布基礎での対応が難しい。給排水管などの設置に伴いパネルを切り欠き不連続となる場合は、土砂の流出に関して配慮する必要があります。
騒音振動	騒音振動は、比較的小さいです。	騒音振動は、比較的小さいです。
対策深度の考え方	非液状化層まで改良する場合は、沈下の懸念は少ないが、液状化層が残る場合は液状化の発生による沈下量に関する検討が必要です。	適用範囲は深さ 2.5～10m程度です。 パネル下部に液状化層が残る場合は、液状化の発生による沈下量に関する検討が必要です。
新築住宅　施工性	一般の深層混合処理工法（柱状改良）よりも大型の機械となるため、敷地の広さや周辺建物、地形の状況に注意する必要があります。	小型の機械で対応可能です。
新築住宅　工期	約 5～10 日程度	約 5 日程度
既存住宅　施工性	既存建物への適用も可能だが、隣接建物との離隔距離や既存建物への影響を十分に考慮する必要がある。	既存建物に対しても、建物周囲にパネルを打ち込み、基礎スラブを拡大することで効果が期待できる。
工事費 注）	約 200～1000 万円程度（工事費は参考）	約 200～400 万円程度（工事費は参考） ※既存住宅に施す場合は費用が増加する可能性有り
備　考	杭状地盤補強に比べると、改良本数が多くなるためコストは高額になります。 改良の深さや改良範囲、格子間隔、改良壁の剛性及び想定地震動によって、対策効果が異なるので、適切に設定する必要があります。	本工法による実際の効果は確認されていますが、対策効果を簡便に評価する設計手法については検討が行われているところです。

注）工事費は日本建築学会住まい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」資料を参考にしています。
（出典：住宅性能表示制度における「液状化に関する参考情報の提供」に関する手引き、一般社団法人住宅生産団体連合会）

８　液状化の被害を受けた後で修復する

修復工法について

地震によって液状化が発生し、建築物が沈下又は傾くなどの被害が生じた場合、その建物を修復しなければなりません。地盤の液状化による被害を受けた後、元の状態に戻して使用するための工法を修復工法といいます。

修復工法には様々な種類があります。どの工法とするかは、基礎部分の損傷の有無や最大沈下量の大きさ、基礎の形式などによって異なります。

また、実際に修復工事を行うためには建設機械を搬入して作業する必要がありますが、その機械を搬入する場所が確保できるかどうか、敷地内に敷設されている水道管などが工事の影響を受けるかどうかなどを考慮しながら、修復工法を検討していくこととなります。このため、専門家と十分相談しながら、工法を選択していくことが重要です。

建築物の敷地内の水道管などの設備配管に対する対策としては、変形に追随できるフレキシブルな管に取り替えることが考えられます。

既存の建築物における修復工法については、４０ページ及び４１ページで紹介します。

なお、修復工法の実施には、以下の点に留意が必要です。

・設計図書や建築年により基礎の仕様を確認する。

（基礎がべた基礎か、鉄筋入り布基礎か鉄筋が無い（無筋）布基礎かなど）

・建物がどのように傾斜しているかを確認する。

（建物が一体的に傾斜しているか、変形して傾斜しているかなど）

・地盤調査の結果を踏まえて、工法を選ぶ。

工法選定のフロー

図 8-1 に修復工法選定のフローを示します。

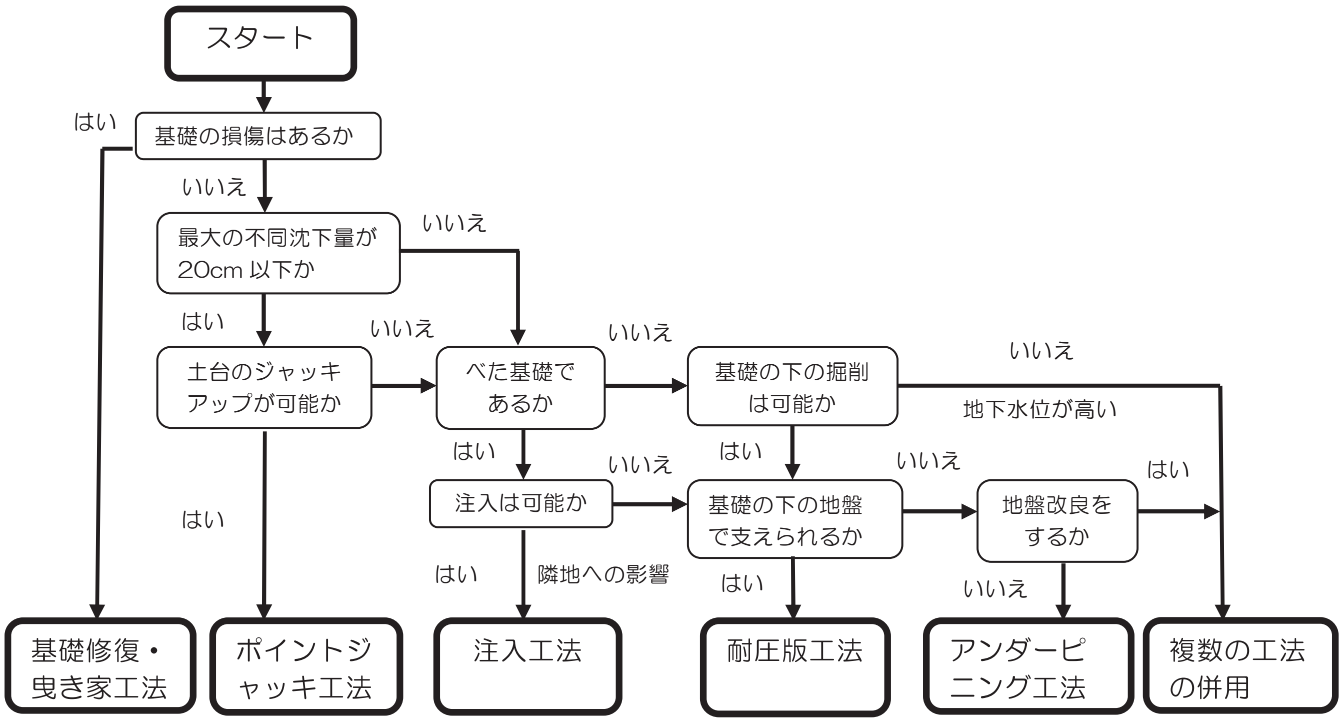
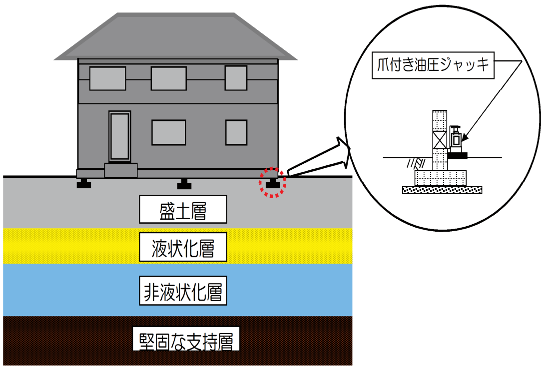
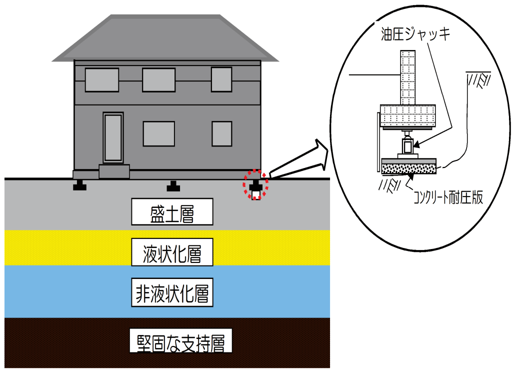


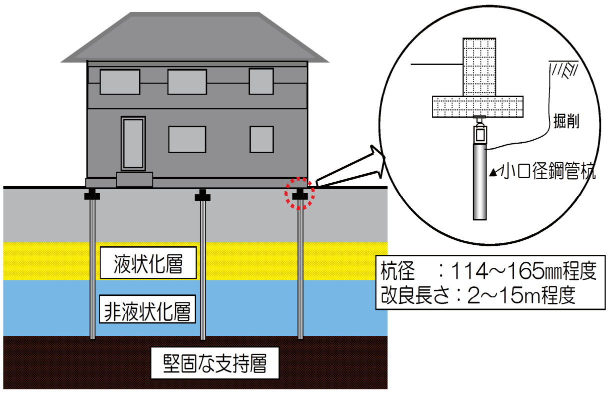
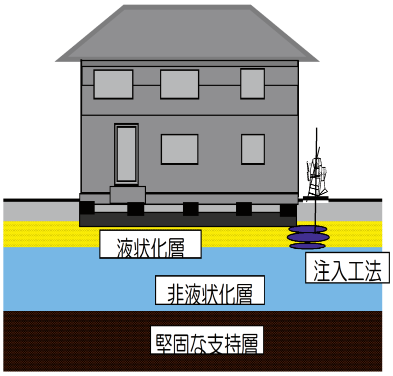
図 8-1　修復工法の選定手順

注：時松孝次「基礎構造の地震被害と耐震設計『東日本大震災における地盤災害と基礎の被害』
2012 年度日本建築学会（東海）構造部門（パネルディスカッション資料）」を加筆修正

工　法　名	ポイントジャッキ工法	耐圧版工法
工法のイメージ図と概要		
	基礎の一部を切り取り、土台の下に爪付きの油圧ジャッキを挿入した上で、ジャッキアップし建物の傾斜・沈下修復を行う工法です。プッシュアップ工法とも呼ばれます。	基礎の下を掘削し、仮の受け台を設けて建物の柱荷重を受け止めて良質な地盤面の上に鉄版とコンクリートから成る耐圧版を施工し、油圧ジャッキでジャキアップして建物の沈下を修正する工法です。
対策のねらい	べた基礎・布基礎などの直接基礎の沈下の修復（建物の傾斜修復）をするものです。	べた基礎・布基礎の沈下の修復（建物の傾斜修復）をするものです。
メリット	建物の沈下修復は比較的簡便に修復できます（再度修復する場合も比較的容易に対応できます。）。	建物の沈下修復は比較的簡便に修復できます（再度修復する場合も比較的容易に対応できます。）。
デメリット	液状化層が残っている場合は、再液状化が発生した場合の沈下防止にはなりません。	液状化層が残っている場合は、再液状化が発生した場合の沈下防止にはなりません。
騒音振動	大きな重機は使用しないので、騒音振動は小さいです。	大きな重機は使用しないので、騒音振動は小さいです。
対策深度の考え方		
既存住宅　施工性	小型の機械で対応可能ですが、建物の脇など狭い場所での工事となるため施工性はあまり良くありません。	小型の機械で対応可能ですが、建物の脇など狭い場所での工事となるため施工性はあまり良くありません。
既存住宅　工期	3～5 週間程度	3～5週間程度
工事費 注）	200～300 万円程度（工事費は参考）	500～700 万円程度（工事費は参考）
備　　考		ジャッキで沈下を修正した後に、地盤と建物基礎の隙間に収縮しないグラウト材（セメント系）を注入して住宅を基礎ごと元に戻すようにします。

注）工事費は日本建築学会住まい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」資料を参考にしています。

8　液状化の被害を受けた後で修復する

工　法　名	アンダーピニング工法	注入工法
工法の イメージ図と 概要	 	
	沈下量の低減を目的とし、鋼管杭を回転貫入又は圧入によって設置し、その杭の支持力を利用して既存の建物の荷重を支え、補強する工法です。	基礎下へグラウト（空洞、空隙、隙間などを埋めるために注入する流動性の液体）や薬液（セメントミルク、モルタル、水ガラス系）等をボーリングマシンなどで注入する工法です。
対策のねらい	建築物の沈下・変形を修復するものです。	地盤の強度を増大し、沈下を一定程度修復するものです。
メリット	液状化の発生した場合でも建物の荷重は杭で支えられることになります。再度の液状化にも対応可能です。	狭小地での施工、斜め施工が可能です。
デメリット	液状化の発生を防止することはできないため、建物と周辺地盤との間に段差が生じる場合があります。杭材料は、柱状改良体より極端に細長いので、折れ曲がりに対する配慮が必要です。	他の工法と比較すると材料費が高くなります。
騒音振動	静的圧入又は回転圧入する場合、騒音振動は小さくなります。	騒音振動は、少なくなります。
対策深度の 考え方	N値 10～20 程度の値となる深さまで（深度 20m程度以内）施工が可能です。	液状化層の下端付近まで対策することになります。
既存住宅　施工性	建物の脇など狭い場所の工事となるため施工はあまり良くありませんが施工が可能です。	既存住宅の基礎直下の地盤にも適用できます。
既存住宅　工期	1～3 週間程度	1～2週間程度
工事費 注）	600～1000 万円程度（工事費は参考）	300～600 万円程度（工事費は参考）
備　　考		ジャッキで沈下を修正した後に、地盤と建物基礎の隙間に収縮しないグラウト材（セメント系）を注入して住宅を基礎ごと元に戻すようにします。

注）工事費は日本建築学会住まい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」資料を参考にしています。

【参考資料】行政などの関係機関の相談窓口一覧

（部署名・電話番号：2022 年４月現在）

（１）行政の相談・閲覧窓口

①都内の各区

・閲覧…資料の閲覧が可能です。・相談…液状化対策についての相談が可能です。

区名		部署名（部、課、係など）	電話番号
千代田区	閲覧 相談	環境まちづくり部 建築指導課 構造審査係	03-5211-4310
中央区	閲覧 相談	都市整備部 建築課 指導審査係	03-3546-5456
港区	閲覧 相談	街づくり支援部 建築課 構造係	03-3578-2295
新宿区	閲覧 相談	都市計画部 建築指導課（構造設備担当）	03-5273-3745
文京区	閲覧 相談	都市計画部 建築指導課 構造担当	03-5803-1264
台東区	閲覧 相談	都市づくり部 建築課 構造防災係	03-5246-1335
墨田区	閲覧 相談	都市計画部 建築指導課 構造担当	03-5608-1307
江東区	閲覧 相談	都市整備部 建築課 構造係	03-3647-9745
品川区	閲覧 相談	都市環境部 建築課 審査担当(構造)	03-5742-9172
目黒区	閲覧 相談	都市整備部 建築課 構造指導係	03-5722-9647
大田区	閲覧 相談	まちづくり推進部 建築審査課 構造審査担当	03-5744-1389
世田谷区	閲覧 相談	都市整備政策部 建築審査課 構造審査担当	03-6432-7169
渋谷区	閲覧 相談	都市整備部 建築課 構造係	03-3463-2738
中野区	閲覧 相談	都市基盤部 建築課 耐震化促進担当	03-3228-5576
杉並区	閲覧 相談	都市整備部 建築課 建築防災係	03-3312-2111 （内線）3349
豊島区	閲覧 相談	都市整備部 建築課 構造審査グループ	03-3981-0614
北区	閲覧 相談	まちづくり部 建築課 構造・耐震化促進係	03-3908-9176 ・1240
荒川区	閲覧 相談	防災都市づくり部 建築指導課 審査係	03-3802-3111 （内線）2847

板橋区	閲覧 相談	都市整備部 建築指導課 構造審査係	03-3579-2579
練馬区	閲覧 相談	都市整備部 建築審査課 構造係	03-5984-1934
足立区	閲覧 相談	都市建設部 建築審査課 構造係	03-3880-5279
葛飾区	閲覧 相談	都市整備部 建築課 構造設備係	03-5654-8360
江戸川区	閲覧 相談	都市開発部 建築指導課 指導係	03-5662-1105

②都内の各市

・閲覧…資料の閲覧が可能です。・相談…液状化対策についての相談が可能です。

市名		部署名（部、課、係など）	電話番号
八王子市	閲覧 相談	まちなみ整備部 建築審査課 審査担当（構造）	042-620-7310
立川市	閲覧 相談	まちづくり部 建築指導課 構造設備係	042-528-4326
武蔵野市	閲覧 相談	都市整備部 建築指導課 構造設備係	0422-60-1877
三鷹市	閲覧 相談	都市整備部 建築指導課 建築安全監察係	0422-29-9746
青梅市	閲覧	青梅市 生活安全部 防災課 防災係	0428-22-1111 （内線）2504
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第三課	0428-23-3793
府中市	閲覧 相談	都市整備部 建築指導課 審査係	042-335-4034
昭島市	閲覧	昭島市 都市計画部 都市計画課 都市計画係	042-544-5111 （内線）2262
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第一課	042-548-2067
調布市	閲覧 相談	都市整備部 建築指導課 構造設備監察係	042-481-7516
町田市	閲覧 相談	都市づくり部 建築開発審査課 建築審査係	042-724-4401
小金井市	閲覧	小金井市 総務部 地域安全課	042-387-9807
		小金井市 都市整備部 まちづくり推進課	042-387-9861
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第二課	042-464-0020
小平市	閲覧 相談	小平市 都市開発部 建築指導課 構造・設備担当	042-312-1145
日野市	閲覧 相談	まちづくり部 建築指導課 構造設備係	042-587-6211

東村山市	閲覧	東村山市 まちづくり部 都市計画課 計画調整係	042-393-5111
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第二課	042-464-0020
国分寺市	閲覧 相談	まちづくり部 建築指導課 審査担当	042-325-0111
国立市	閲覧	国立市 都市整備部 都市計画課 指導係	042-544-5111 （内線）362
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第一課	042-548-2067
福生市	閲覧	福生市 都市建設部　まちづくり計画課　計画グループ	042-551-1952
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第三課	0428-23-3793
狛江市	閲覧	狛江市 総務部 安心安全課 防災防犯係	03-3430-1111 （内線）8201
		狛江市 都市建設部 まちづくり推進課	03-3430-1111 （内線）2541
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第一課	042-548-2067
東大和市	閲覧	東大和市 都市建設部 都市計画課 都市計画係	042-563-2111 （内線）1255
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第一課	042-548-2067
清瀬市	閲覧	清瀬市 総務部 防災防犯課 防災係	042-492-5111
		清瀬市 都市整備部 都市計画課 都市計画係	
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第二課	042-464-0020
東久留米市	閲覧	東久留米市 都市建設部 都市計画課 住宅開発指導担当	042-470-7782
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第二課	042-464-0020
武蔵村山市	閲覧	武蔵村山市 都市整備部 都市計画課 計画係	042-565-1111 （内線）274
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第一課	042-548-2067
多摩市	閲覧	多摩市 都市整備部 都市計画課 指導係	042-338-6866
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第一課	042-548-2067
稲城市	閲覧	稲城市 都市建設部 まちづくり計画課 都市計画係	042-378-2111 （内線）322
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第一課	042-548-2067

羽村市	閲覧	羽村市 建設部 建築課 建築係	042-555-1111（内線）253
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第三課	0428-23-3793
あきる野市	閲覧	あきる野市 都市整備部 都市計画課 計画係	042-558-1111（内線）2711・2712
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第三課	0428-23-3793
西東京市	閲覧 相談	まちづくり部 建築指導課 構造設備係	042-438-4018

③都内の各町村（島しょ部を除く。）

・閲覧…資料の閲覧が可能です。・相談…液状化対策についての相談が可能です。

町村名		部署名（課、係など）	電話番号
瑞穂町	閲覧	瑞穂町 都市整備部 都市計画課 計画係	042-557-0599
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第三課	0428-23-3793
日の出町	閲覧	日の出町 まちづくり課 都市計画係	042-588-5114
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第三課	0428-23-3793
檜原村	閲覧	檜原村 産業環境課 建設係	042-598-1011
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第三課	0428-23-3793
奥多摩町	閲覧	奥多摩町 環境整備課	0428-83-2317
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 建築指導第三課	0428-23-3793

④東京都都市整備局

・閲覧…資料の閲覧が可能です。・相談…液状化対策についての相談が可能です。

部署名（局、部・所、課、係など）			電話番号
都庁本庁舎	閲覧 相談	市街地建築部 建築指導課 構造設備担当 対象地域：東京都全域	03-5388-3363
多摩建築指導事務所	閲覧 相談	建築指導第一課 構造設備担当 対象地域：昭島市、国立市、狛江市、東大和市、武蔵村山市、多摩市、稲城市	042-548-2067

多摩建築指導事務所	閲覧 相談	建築指導第二課 構造設備担当 対象地域：小金井市、東村山市、清瀬市、東久留米市	042-464-0020
	閲覧 相談	建築指導第三課 構造設備担当 対象地域：青梅市、福生市、羽村市、あきる野市、瑞穂町、日の出町、檜原村、奥多摩町	0428-23-3793

（２）その他関係機関

分野	団体名	連絡窓口
地盤調査に関する相談	一般社団法人 東京都地質調査業協会	事務局にメールでお問合せください。 （info@tokyo-geo.or.jp）
建築に関する相談	一般社団法人 東京建築士会	事務局に電話でお問合せください。 （０３－３５２７－３１００）
	一般社団法人 東京都建築士事務所協会	事務局にメールでお問合せください。 （jimu1@taaf.or.jp）
	公益社団法人 日本建築家協会 関東甲信越支部	事務局に電話でお問合せください。 （０３－３４０８－８２９１）

＜参考＞

地震による液状化被害は、一定の基準に該当すれば地震保険の保険金支払いの対象となります。液状化の場合には、何度傾いたかあるいはどのくらいの割合が沈下しているかなどが基準となります。それにより、「全損、半損、一部損」に区分され、それぞれ保険金額の 100%、50%、５%が支払われます。保険料は、建物の構造により異なりますが、東京ではおおよそ２～３万円程度/年（保険金額 1000 万円程あたり保険期間 1 年につき）です。

詳しくは、下記ホームページを参照ください。

・地震保険制度の概要（財務省）

https://www.mof.go.jp/financial_system/earthquake_insurance/jisin.htm

【参考資料】用語の説明

【あ行】

液状化現象

地下水位の高い砂質地盤が、地震の振動により液体状になる現象。このことにより比重の大きい構造物が沈下したり、傾いたりするとともに、下水道管などの比重の軽い構造物が浮き上がったりする現象。単に液状化（えきじょうか）ともいう。

Ｎ値

質量 63.5±0.5kg の（ドライブハンマー（通称「モンケン」））を 76±1cm 自由落下させて、ボーリングロッド頭部に取り付けたノッキングブロックを打撃し、ボーリングロッド先端に取り付けた標準貫入試験用サンプラーを地盤に 30cm 打ち込むのに要する打撃回数（標準貫入試験（JIS A 1219））により求められる地盤の強度等を表す指標。

ＦＬ値（Factor of Liquefaction）

耐震設計上その地層が液状化するかどうかを判定する指標。ＦＬ≦1.0 で液状化する可能性ありと判断される。通常は、N 値が測定される深さ１ｍごとに判定することになる。

【か行】

旧河道

旧河道は、かつて川が流れていた流路の跡で、周囲の地盤より 0.5～1.0m程度低い帯状の凹地形を呈しており、水田（ただし湿田）などとして利用されるか、三日月湖と呼ばれる沼地として放置されていた土地で、それが次第に埋積され陸地化したところでは、細粒泥土が堆積し、軟弱地盤となることが多い。地震時の液状化には十分な注意を要する。

建築士

建築物の設計及び工事監理を行う者。建築士法で定められた国家資格で、あらゆる建築物を扱うことができる一級建築士、規模や用途が限定された建築物を扱うことができる二級建築士、一定範囲の木造建築物のみ扱うことができる木造建築士がある。

【さ行】

細粒分含有率（Fc）

土中にある粒子のうち、0.075mm ふるいを通過した粒子の含有質量百分率をいい、Fc で表す（JIS A 1223:2020）。地盤材料の工学的分類方法では、細粒土と粗粒土とに分類するのに用いられる。また、N 値から液状化の判定を行う場合の対象土層の条件及び砂質土の繰返し三軸強度比を求める際の係数や、盛土の品質管理を規定するための材料区分にも使われる。

小規模建築物に適用する簡易な液状化判定手法においては、スクリューウエイト貫入試験の試験孔に挿入したサンプラーにより採取した試料の細粒分含有率 Fc を swsFc として、下式により補正して適用することが提案されている。（参考文献：平成 25 年度建築基準整備促進事業「小規模建築物に適用する簡易な液状化判定手法の検討」報告書）

ここで、補正 Fc は小規模建築物に適用する簡易な液状化判定手法への適用に限定されることに留意する必要がある。

・ 0% ≦ swsFc ≦ 40%	：	補正 Fc = 0.25 × swsFc (%)
・ 40% ＜ swsFc	：	補正 Fc = 1.5 × swsFc ― 50 (%)

砂質土

粒径が 0.075mm～2mm の土粒子を砂粒子と呼び、その砂粒子を主体とした土を指す。

【参考資料】

砂州

沿岸海流があると、三角州の先端に堆積するはずの砂が流されて、海岸に沿って微高地（海岸砂州）を造る。細粒土は洗い流されてしまい、砂だけから成ることが多く、比較的良質な地盤であるが、地下水位が高く地震時の液状化には十分な注意を要する。

三角州

河川が海に入ると、運搬してきた細粒土を河口付近に堆積し州ができる。流れは何本にも分岐し、流れに挟まれた州の形が全体として三角状を成すので三角州と呼ばれる。沖積地盤となる堆積物は水成の粘土・シルト・細砂を主体とし、軟弱で地盤沈下を生じやすい。また、標高は低く、地表面は平坦で、洪水・高潮のたびに全体が冠水しやすい。地下水位が高く、地震時に液状化を起こすこともある。

地盤調査

構造物などを建てる際に必要な地盤の性質の把握などを目的として、地盤を調査すること。ボーリング調査・標準貫入試験やスクリューウエイト貫入試験などがある。

スクリューウエイト貫入試験（ＳＷＳ試験（JIS A 1221:2020））

※2020 年の JIS 規格改定によりスウェーデン式サウンディング試験から名称変更

北欧のスウェーデン国有鉄道が 1917 年頃に路盤の調査を目的として採用し、その後スカンジナビア諸国で広く普及した調査方法。我が国では、1954 年頃、建設省（現国土交通省）が堤防の地盤調査として導入したのが始まり。調査方法は、先端に 33mm のスクリューポイントを鉄棒（ロッド）に取り付け、500N、750N、1kN と荷重を掛けた時点で静止状態による沈み込み（自沈）が無ければロッドを回転させ、25cm 貫入するのに半回転（180 度）で何回、回転したかを測定する。貫入状況（自沈状況、回転量）で地盤の硬軟を判定し、支持力などを評価することに使用する。

スクリューウエイト貫入試験による換算Ｎ値

スクリューウエイト貫入試験で得られる代表的な数値を用いて液状化判定を行う際には、「小規模建築物基礎設計指針（社団法人日本建築学会・2008 年発行）」に示されている、以下の式にて算定したＮ値を用いる。

- 粘性土の場合は、$N = 3W_{sw} + 0.050N_{sw}$
- 砂質土の場合は、$N = 2W_{sw} + 0.067N_{sw}$

（・W_{sw}（kN）：ＳＷＳ試験で得られた貫入に必要な最低荷重
・N_{sw}： 所定の目盛りまで貫入させせたときの半回転数から換算した貫入量 1m当たりの半回転数）

※N_{sw} は、150 程度を限界値とみなした方が良い

スクリューウエイト貫入試験において、Nsw≧150 の範囲では、空転などにより値の信頼性が低下する傾向があるといわれており、過度に安全側の値となってしまう場合がある。最新の知見では、Nsw＝500（推定 N 値 20 程度）を上限として、以下の式による推定 N 値を算定する方法も提案されている。これらの換算式は、小規模建築物に適用する簡易な液状化判定手法として、FL 値、Dcy 値、PL 値などの指標を検討する場合に限って適用することに留意する。

（参考文献：平成 25 年度建築基準整備促進事業「小規模建築物に適用する簡易な液状化判定手法の検討」報告書）

- $0 \leqq N_{sw} \leqq 150$ ： 推定Ｎ値 ＝ $2 \times W_{sw} + 0.0536 \times N_{sw}$
- $150 \leqq N_{sw} \leqq 300$ ： 推定Ｎ値 ＝ $10.04 + 0.0324 \times (N_{sw} - 150)$
- $300 \leqq N_{sw} \leqq 500$ ： 推定Ｎ値 ＝ $14.89 + 0.0324 \times (N_{sw} - 300)$

※ N_{sw}＝500（推定Ｎ値 20 程度）を上限

【た行】

地下水位

地表面を基準として測った地下水までの深さ。

【参考資料】

柱状図

　ボーリング調査の際に採取される深さ方向の土のサンプルから作られる地層構成を表した図をいう。複数地点間での柱状図から断面図などを作成し、地質構造の推定を行うことに利用される。

沖積層

　およそ１万年前から形成された比較的新しい地層を沖積層と呼ぶ。河川等により運ばれた腐植土、泥土が堆積して形成される層であり、一般に軟弱であることが多い。日本の平野部の大部分は沖積層から成る平野である。

沈下量

　地盤の地表が沈み込む量を指す。地盤の沈下には広域的な地盤沈下や盛土や構造物などの荷重による沈下、振動（地震時の液状化などを含む。）による沈下などがある。

Ｄcy（液状化に伴う予測地盤変位量の略算値）

　液状化時に発生する地盤の水平変位量。

Dcy(cm)	液状化の危険度
Ｄcy＝０	ない
Ｄcy≦５	軽微
５＜Ｄcy≦１０	小さい
１０＜Ｄcy≦２０	中くらい
２０＜Ｄcy≦４０	大きい
４０＜Ｄcy	甚大

【な行】

粘性土

　0.075mm 以下の細かい土粒子を主体とする粘着性のある土の通称名をいう。

【は行】

ＰＬ値（Potential of Liquefaction）

液状化指数ともいう。各深度でのＦＬ値を算出し、その値を深さ方向に重みをつけて足し合わせ、調査地点での液状化危険度を表す。

ＰＬ値	液状化の危険度
ＰＬ＝０	極めて低い
０＜ＰＬ≦５	低い
５＜ＰＬ≦１５	高い
ＰＬ＞１５	極めて高い

【ま行】

マグニチュード

地震そのものの大きさ（規模）を表す。

マグニチュードの小さい地震でも震源からの距離が近いと地面は大きく揺れ、「震度」は大きくなる。マグニチュードの大きい地震でも震源からの距離が遠いと地面はあまり揺れず、「震度」は小さくなる。マグニチュードが 2 増えると地震エネルギーは 1000 倍になる。

【ら行】

粒径

土を構成する土の粒子の大きさをいう。

粒径分布

各粒径範囲（例えば、礫（れき）分、砂分、シルト分、粘土分など）の粒径区分に属する土粒子の粒径ごとの全質量に対する百分率を分布で示したもの。

液状化による建物被害に備えるための手引

印刷物規格表　第２類
印刷番号（４）第２３号

平成２５年　５月初版　　　　　　発行
平成２８年　３月改訂版（第二版）　発行
平成２９年１２月改訂版（第三版）　発行
平成３１年　３月改訂版（第四版）　発行
令和　４年　９月改訂版（第五版）　発行

編集・発行　東京都都市整備局市街地建築部建築指導課
新宿区西新宿二丁目８番１号
電　話　番　号　　（０３）５３８８－３３６３

印刷会社名　株式会社大風印刷

R70
古紙配合率70%再生紙を使用しています

VEGETABLE OIL INK

リサイクル適性Ⓐ
この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。