

はじめに

液状化による建物被害に備えるための手引

平成23年（2011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。

この手引は、木造住宅などの建物を対象に、都民の皆様が地盤の状況を把握し、建築物を設計する際に、専門家に相談しながら、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。

東日本大震災において液状化の発生により被災した地域では、現在、復旧工事が行われるなど、対策が進められています。このため、最新の知見を踏まえ、手引を随時改訂していく予定です。

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 1

2 地盤の液状化とは 3

3 液状化による建物被害に備え検討する 8

4 専門家に相談する 11

5 液状化の可能性を調べる（既存資料による調査） 13

6 地盤の状況を調べる（現地での調査） 18

7 あらかじめ液状化対策を講じる 27

8 液状化の被害を受けた後で修復する 30

〔参考資料〕

○ 行政などの関係機関の相談窓口一覧 34

○ 用語の説明 39

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。

(次のページにつづく)

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、地表面の下に細かい泥が積み重なった粘性土層や、やや粗い粒からなる砂質土層で、また土の中の深いところでは、礫とと呼ばれる小さな石を含む砂礫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な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こんで、比較的水を通しやすい砂質土層や砂礫層などに地下水となってたまることとなります。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。下町地域など海拔が低い地盤の場所では、地表面から比較的浅いところに地下水の水位があり、地下水より下の地層は水で満たされた状態になっています。



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、砂の粒子が結びつ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、砂の粒子の結びつきがバラバラとなり、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。

このような状態となると、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。

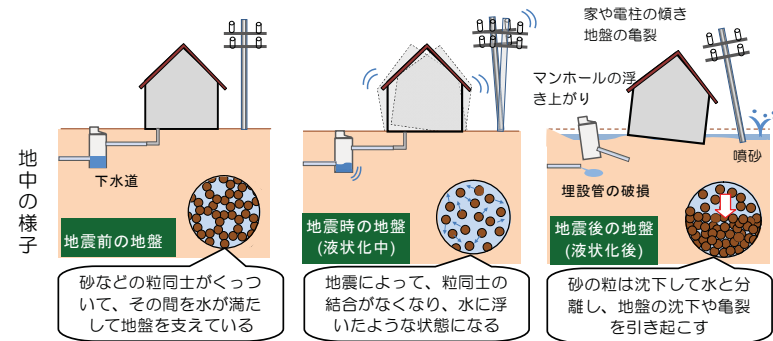


図 2-2 液状化発生の仕組み



液状化による噴砂発生状況
(撮影：富士車輛株)



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を起こし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のようなおよそ1万年前から土が積み重なった沖積層と呼ばれる地層が、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。

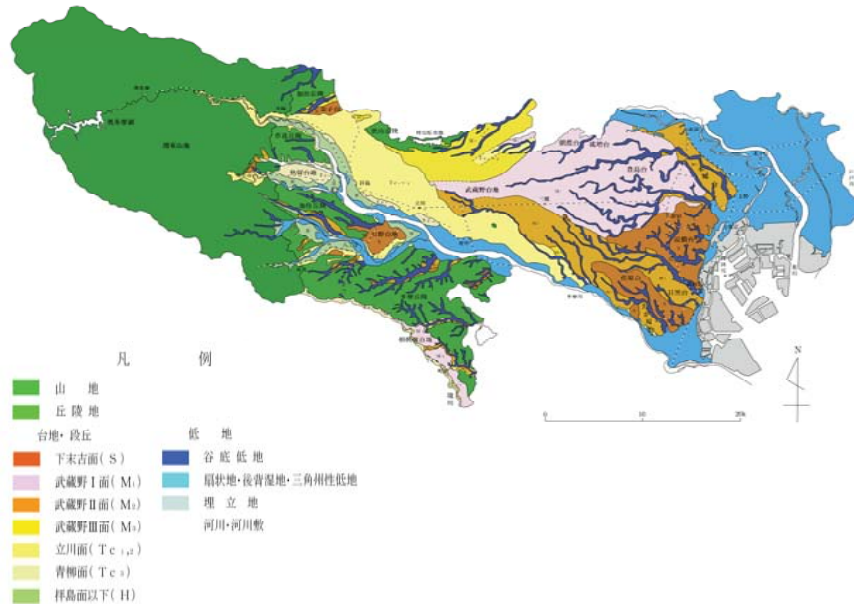


図 2-3 東京の地形区分図

(出典：東京都地質調査業協会発行「技術ニュース」2008年10月)

← 奥多摩方面

東京湾方面 →

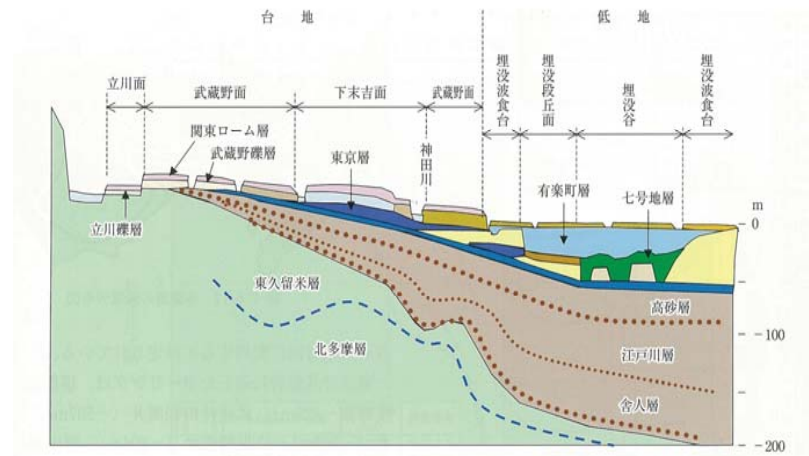


図 2-4 東京の台地から低地へかけての模式地質断面図

(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。

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。



臨海部の埋立地盤の地層構成の例

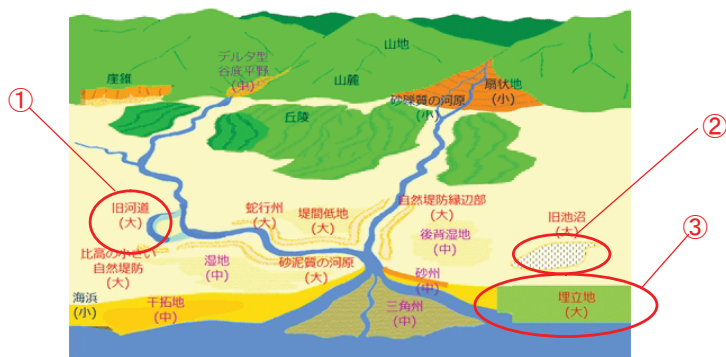
また、砂が多い土を使い埋め立てた場所でも、地下水位が比較的浅いところでは、液状化を起こす可能性が高くなります。

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 2-5 は液状化のしやすさを表した図ですが、旧河道^{かど}（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 2-5 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 20318、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間中は建築物が使用でき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ていくためには、土地の履歴や地盤特性など敷地の状況を把握することにより、液状化の可能性について調査することが必要です。インターネットや行政の窓口で閲覧できる資料を用いることにより調査が可能で

す。東京都土木技術支援・人材育成センターのホームページでは、液状化の発生の可能性を色別で示した「東京の液状化予測図」や都が発注した公共工事で作成したボーリング調査の結果を「東京の地盤（Web 版）」で閲覧することができます。

また、都及び区市町村の窓口では、国土地理院発行の過去の地形図や地盤調査データ（柱状図）などを閲覧することが可能です。さらに、古くから住んでいる方に昔の状況を聞くことも液状化の発生の可能性を調べる上では参考になります。

なお、国土地理院が発行している過去の地形図や地盤調査データ（柱状図）から液状化の発生の可能性を判断するためには、地盤に関する知識が必要です。このため、地盤や建築に関する専門家に相談することが重要です。

⇒【参照】「4 専門家に相談する」（11 ページ～）

「5 液状化の可能性を調べる（既存資料による調査）」（13 ページ～）

(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せん。

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食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となりますが、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」(11ページ～)
「6 地盤の状況を調べる（現地での調査）」(18ページ～)
「7 あらかじめ液状化対策を講じる」(27ページ～)
「8 液状化の被害を受けた後で修復する」(30ページ～)

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。

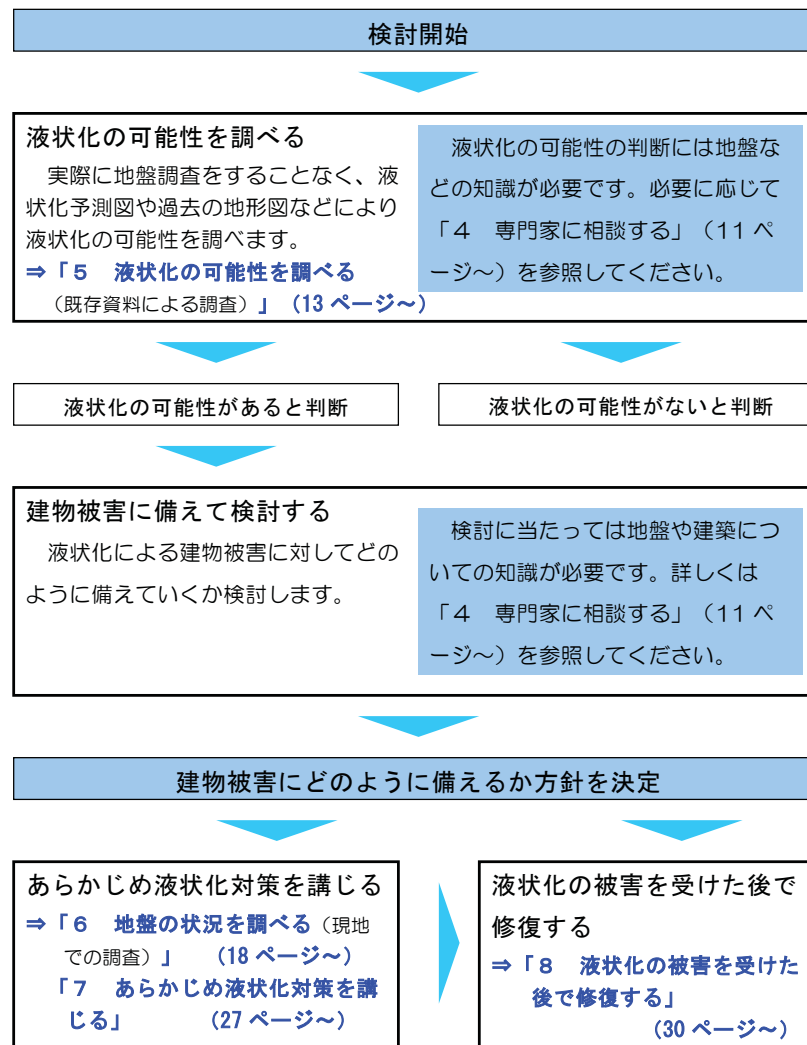


図 3-1 液状化による建物被害に備え検討していく手順

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、まず、インターネットや行政の窓口で閲覧できる既存の資料により液状化の可能性について調査することが必要です。

そのためには、東京都土木技術支援・人材育成センターがホームページで公開している東京の液状化予測図や、都及び区市町村の窓口で閲覧できる過去の地形図（国土地理院発行）、近隣の地盤調査のデータなどを調べることが有効です。

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について	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い合わせください。 (info@tokyo-geo.or.jp)
建築に関する相談について	一般社団法人 東京建築士会	事務局に電話でお問い合わせください。 (03-3536-7711)
	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い合わせください。 (jimu1@taaf.or.jp)

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。

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は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。相談をご希望の方は電話で予約をして下さい。表 4-2 に無料相談室の概要を示します。

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予めご了承下さい。

表 4-2 無料相談室の概要

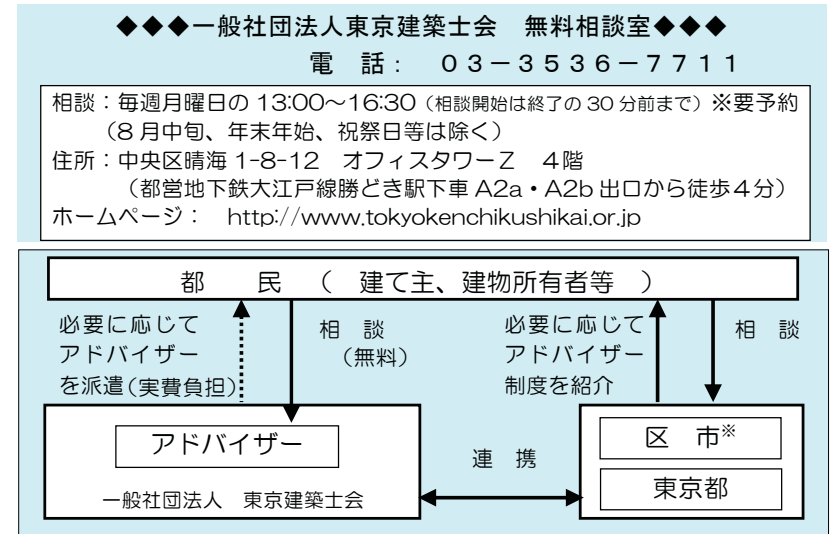


図 4-1 液状化対策アドバイザー制度の仕組み

※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、日野市、国分寺市の9市

5 液状化の可能性を調べる（既存資料による調査）

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 に示す東京の液状化予測図や過去の地形図、地盤調査データなどの資料が参考となります。

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
東京の液状化予測図	<p>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。</p> <p>東京都土木技術支援・人材育成センターのホームページで公開しています。</p> <p>ホームページのアドレス</p> <p>http://doboku.metro.tokyo.jp</p> <p>なお、東京都及び区市町村の窓口でも閲覧できます。34ページ～37ページを参照してください。</p>
過去の地形図	<p>国土地理院が発行している 1/10,000 又は 1/25,000 の地形図で、過去に発行されたものです。</p> <p>東京都及び区市町村の窓口で閲覧できます。34～37ページを参照してください。</p>
土地条件図	<p>地形の成り立ちによって区分した 1/25,000 の地形図で、国土地理院が発行しています。</p> <p>東京都及び区市町村の窓口で閲覧できます。34～37ページを参照してください。</p>
地盤調査データ	<p>行政が所有している地盤調査のデータにより、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。</p> <p>東京都土木技術支援・人材育成センターのホームページで「東京の地盤（Web版）」を公開しています。</p> <p>ホームページのアドレス</p> <p>http://doboku.metro.tokyo.jp/</p> <p>上記のほかに、東京都及び区市町村の窓口でも閲覧できます。34～37ページを参照してください。</p>

東京の液状化予測図

この液状化予測図は、一般の都民の皆様にとって調べることがむずか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、一律のゆれによって都内の地盤がゆすられたときに、どの地域が液状化しやすいかを評価しています。

ゆれの強さとしては、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ゆ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わかっています。

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。

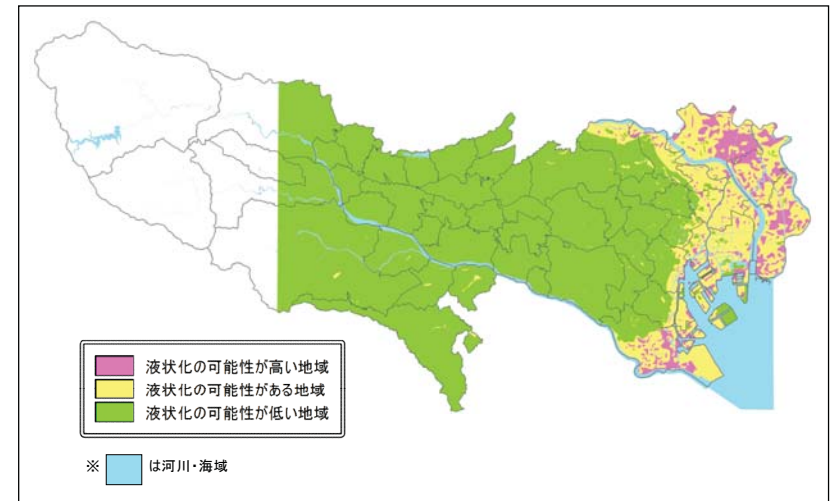


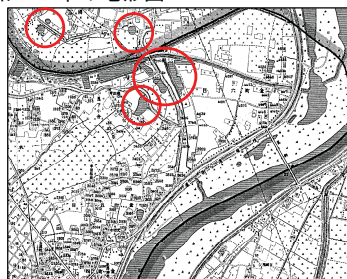
図 5-1 東京の液状化予測図（平成 24 年度改訂版）

地形図、土地条件図

現在、市内には市街地が広がっており、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でなく、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を調べることができます。市内の区市町村では、それぞれの区市町村内における昭和10年代、昭和30年代及び昭和60年代の地形図及び土地条件図を閲覧することができます。また、都庁本庁舎 都市整備局市街地建築部建築指導課では同年代における都内全域の地形図等を閲覧することができます。

昭和15年の地形図



水田が広がっている。
所々に池（赤丸の部分）
が点在している。

昭和60年の地形図



水田や池の部分に建築物
が立ち並び、市街化され
ている。

図5-2 都内の同一場所における過去の地形図の例
(出典：国土交通省国土地理院1万分の1地形図)

地盤調査データ（柱状図）

東京都土木技術支援・人材育成センターのホームページでは、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「東京の地盤（Web版）」として、図5-4のようなボーリング柱状図にして公開しています。

ボーリング柱状図は、孔内水位、土質の種類、地盤の固さを示すN値を、地盤の深さ方向を示し、図5-3の表示例に示すように区市町村の地区別に表示されています。

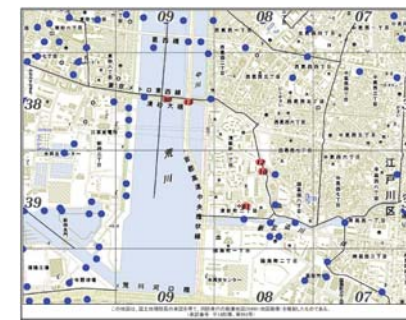


図5-3 ボーリング位置図表示例

計画している建築物周辺の資料を閲覧することにより、地盤の状態がどのようなものを調査することが可能になります。

東京都及び区市町村の窓口では、「東京の地盤（Web版）」で公開しているボーリング柱状図に加え、区市町村が過去に実施した地盤調査のボーリング柱状図を図5-4と同じ形式に整理した柱状図も閲覧することができます。

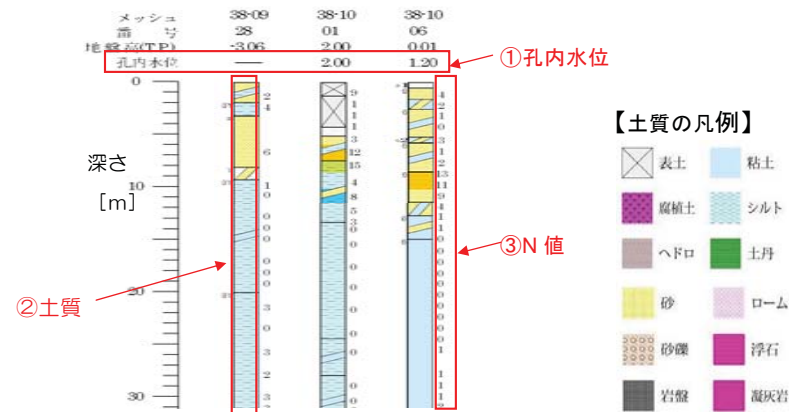


図5-4 ボーリング柱状図の表記例

(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 5-4 ポ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、ポ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 5-4 に示す「孔内水位 2.0」とは、地表面から深さ 2.0m 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柔らかくなります。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。

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）ポーリング調査

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。（2）に記載する標準貫入試験と併用されます。

（2）標準貫入試験

ア 概要

重さ 63.5 ± 0.5 kg のおもりを高さ 76 ± 1 cm 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 50～60 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



試験装置の一例

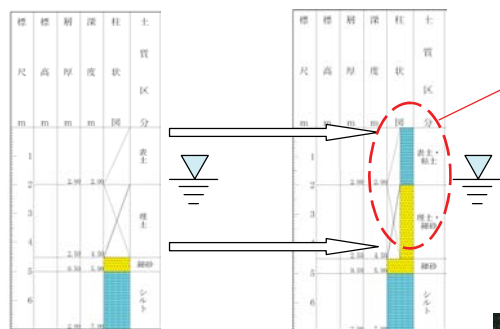
ることにより、土を採取することができます。なお、液状化の可能性がある地盤の深さが2.0m続くと想定した目安の調査費用は、1宅地、1箇所（調査深さ2.0m）当たり約30万円（室内土質試験を含む）です。（注）

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。



地下水位より下の浅い位置での液状化判定に影響するため、地表面から浅い部分の土質を明確にすることが重要



試験装置の一例

(3) 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。

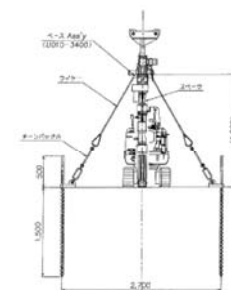
先端部に圧力計などが内蔵され、土にコーンを入れる際に生じる抵抗（貫入抵抗）、コーンと土との間に生じる摩擦（周面摩擦）、土粒子の間の水圧（過剰間隙水圧）を同時に測定し、土の強度などを推定します。

なお、液状化の可能性がある地盤の深さが2.0m続くと想定した目安の調査費用は、1宅地、1箇所（調査深さ2.0m）当たり約10万円です。（注）

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



三成分コーン試験の設置例

(4) 静的貫入試験（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100kg）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。

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。なお、液状化の可能性がある地盤の深さが2.0m続くと想定した目安の調査費用は、1宅地、4箇所（調査深さ5.5mの場合）で約10万円（室内土質試験用試料採取、室内土質試験を含む）です。（注）



試験装置の一例

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。

（26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り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。



参考図 （試料採取器、地下水測定方法の事例）

出典：「小規模建築物基礎設計指針」（平成20年2月一般社団法人日本建築学会）

- 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講情報事業部会復興復興支援WG「液状化被害の基礎知識」を参考にしました。

（5）土質試験（室内土質試験）

ボーリング調査やスウェーデン式サウンディング試験で採取された土の試料を試験機に持ち込み、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（スウェーデン式サウンディング試験）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

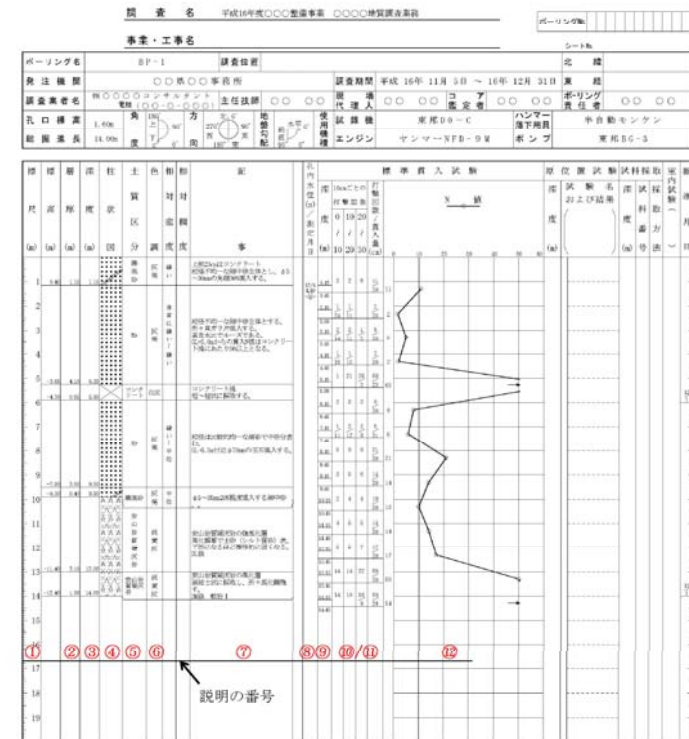


図 6-1 ボーリング柱状図の例
（出典：公益社団法人地盤工学会編集「地盤調査の方法と解説」平成16年）

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 (スウェーデン式サウンディング試験)

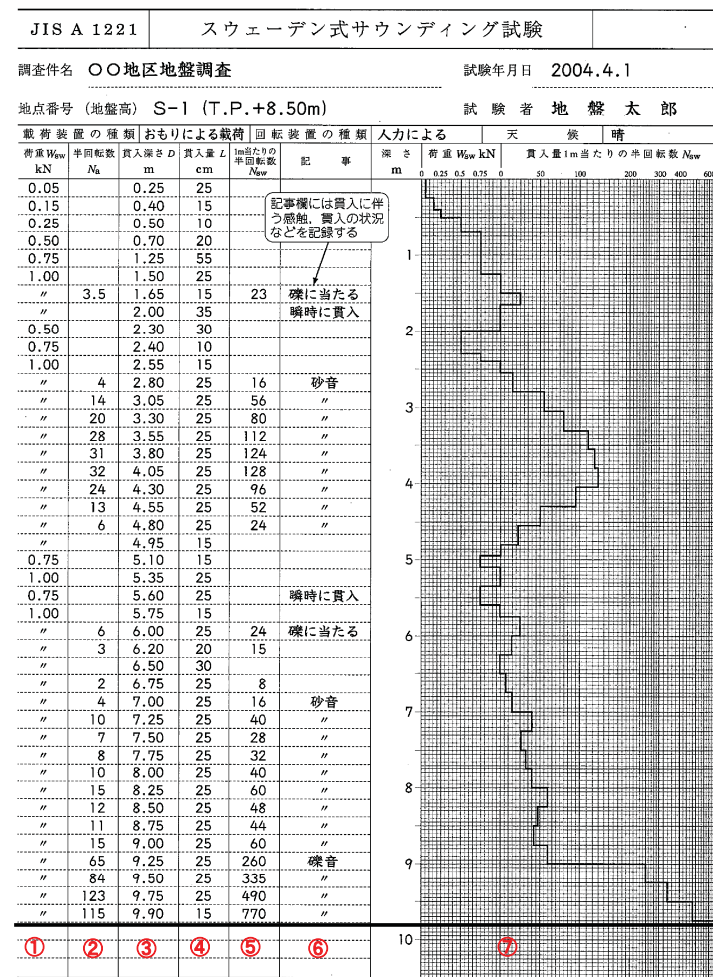


図 6-2 スウェーデン式サウンディング試験の調査結果の例

(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。1 kN は、およそ 100kg です。

② 半回転数 (Na)

ロッドに 1 kN (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 1 m 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、「⑤ 1 m 当たりの半回転数」はロッドが土の中に 1 m 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 1 m 当たりの半回転数 (Nsw)

荷重 (Wsw) 及び貫入量 1 m 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

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の中で、液状化発生に対する安全率を示す指標として規定されている「FL 値」を用いて判断するのが一般的です。

FL 値は、地表面から深さ方向に 1 m 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、それぞれ判断できます。

FL 値を算出するためには、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) などで採取した土を試験機関に持ち込み、室内土質試験により細かい粒子の割合を示す「細粒分含有率」などを算出します。その上で、通常は、震度 5 強程度 (注 1) の地震動を想定して FL 値を算出します。なお、より大きい震度 6 強以上 (注 2) の地震動を想定して FL 値を算出し検討することもあります。この場合の FL 値は震度 5 強程度の地震動の場合に比べ FL 値が 1.0 を下回り、「液状化の可能性あり」と判断されることが多くなります。

FL 値の他に、1 m ごとに算出される FL 値を基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」や、液状化が発生した際の地盤の変位・沈下量を示す「Dcy 値」を算出し、発生の可能性について判断することもあります。

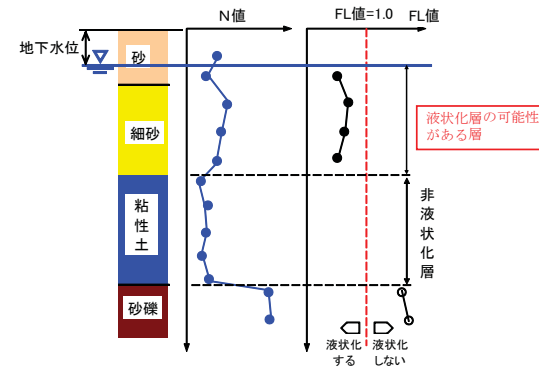


図 6-3 FL 値による液状化の可能性の判断の例

注 1 : 建築物の存在期間中に数度遭遇すべきであることを考慮すべき稀に発生する地震動

注 2 : 建築物の存在期間中に一度は遭遇することを考慮すべき極めて稀に発生する地震動

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、変形に追従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と地盤を改良して対応する工法と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、28ページ及び29ページで工法を紹介します。

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。	<ul style="list-style-type: none"> 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。	<ul style="list-style-type: none"> 深層混合処理工法 浅層混合処理工法 注入工法

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、不同沈下や耐震性を増すことが可能になります。基礎底面以下に液状化の発生のある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	液状化層が層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とされます。	
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します。	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。
	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。
	工期		1~3 週間程度
工事費（注）	100~300 万円程度	新築時 150~250 万円程度、既存 500~800 万円程度	
備考	基礎が強くたわみにくいため、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か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。
地盤の変形の抑え、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、比較的小さくなります。	重機による土のかかはん混合の際に振動騒音が発生します。	騒音振動は、小さくなります。
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。
機械かか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	新築 80～150 万円程度	新築・既存 500～800 万円程度
土と固化材のかかはん混合方式には、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かはんする方式や噴射ジェットを用いてかか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」資料を参考に示しています。

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、変形に追従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、32ページ及び33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、工法を選ぶことが大切です。

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。

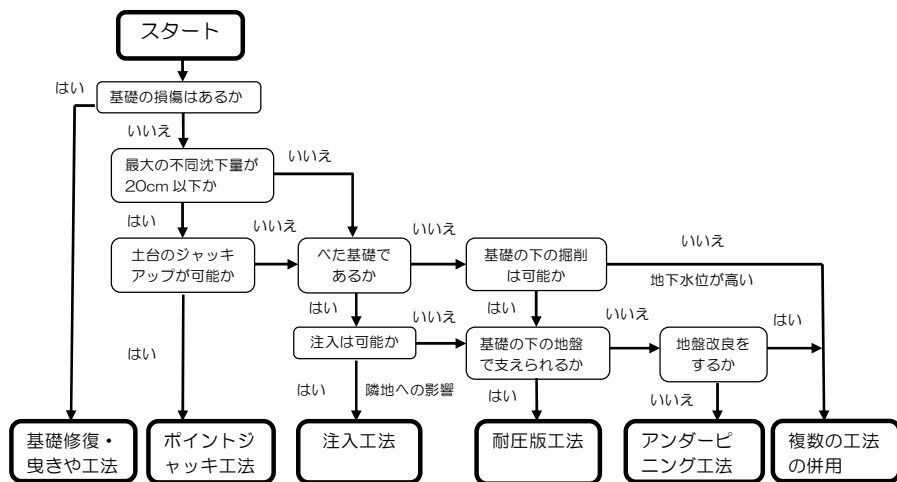
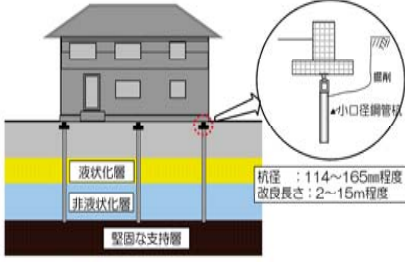
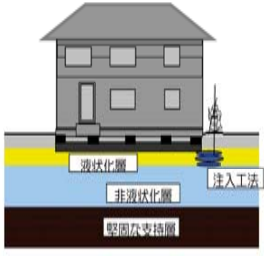


図 8-1 修復工法の選定手順

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	<p>土台ジャッキアップ</p>	<p>耐力版工法</p>	
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。	大きな重機は使用しないので、騒音振動は小さい。	
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。
	工期	3～5週間程度	3～5週間程度
工事費 注)	200～300万円程度	500～700万円程度	
備 考		ジャッキで沈下を修正した後、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。	

アンダーピニング工法	注 入 工 法
 <p>杭径：114～165mm程度 改良長さ：2～15m程度</p>	
<p>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。</p>	<p>基礎下ヘグラウト（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。</p>
<p>建築物の沈下・変形を修復するものです。</p>	<p>地盤の強度を増大し、沈下を一定程度修復するものです。</p>
<p>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となります。再度の液状化にも対応可能です。</p>	<p>狭小地での施工、斜め施工が可能です。</p>
<p>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。</p>	<p>他の工法と比較すると材料費が高くなります。</p>
<p>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。</p>	<p>騒音振動は、少なくなります。</p>
<p>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。</p>	<p>液状化層の下端付近まで対策することになります。</p>
<p>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。</p>	<p>既存住宅の基礎直下の地盤にも適用できます。</p>
<p>1～3週間程度</p>	<p>1～2週間程度</p>
<p>600～1000万円程度</p>	<p>300～600万円程度</p>
<p>基礎下を掘削し、短尺の鋼管を圧入するジャッキアップの反力の杭として利用することになります。</p>	

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興・復興支援 WG「液状化被害の基礎知識」資料を参考に示しています。

【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：2013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	まちづくり推進部 建築指導課 建築審査主査(構造担当)	03-5211-4310
中央区	閲覧 相談	都市整備部 建築課 構造係	03-3546-5459
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 構造担当	03-5246-1334
墨田区	閲覧 相談	都市計画部 建築指導課 構造担当	03-5608-1111 (内線) 3948
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	都市環境事業部 建築課 審査担当(構造)	03-5742-6774
目黒区	閲覧 相談	都市整備部 建築課 構造設備係	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	都市整備部 建築審査課 構造審査担当	03-5432-2480
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 建築分野 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 意匠・構造審査グループ	03-3981-4975
北区	閲覧 相談	まちづくり部 建築課 構造設備係	03-3908-9176
荒川区	閲覧 相談	防災都市づくり部 建築指導課 構造・設備審査係	03-3802-3111 (内線) 2847

板橋区	閲覧 相談	都市整備部 建築指導課 構造グループ	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 構造係	03-5654-8360
江戸川区	閲覧 相談	都市開発部 建築指導課 構造係	03-5662-1106

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 建築指導課 審査担当(構造)	042-620-7310
立川市	閲覧 相談	都市整備部 建築指導課 構造係	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 構造設備係	0422-45-1151
青梅市	閲覧	青梅市 防災安全部 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 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	042-335-4417
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 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 指導第二課	042-464-0020
小平市	閲覧	小平市 都市建設部 たてもの整備課 整備係	042-346-9553
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 指導第二課	042-464-0020

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 都市環境部 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 指導第二課	042-464-0020
国分寺市	閲覧 相談	都市建設部 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	042-576-2111
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 指導第一課	042-548-2067
福生市	閲覧	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 指導第三課	0428-23-3793
狛江市	閲覧	狛江市 総務部 安心安全課 安心安全係	03-3430-1111
		狛江市 建設環境部 都市整備課 企画計画係	
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 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 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 まちづくり課 まちづくり係	
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 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 住宅開発指導係	042-470-7782
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 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 計画グループ	042-565-1111 (内線) 272
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 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 指導第一課	042-548-2067
稲城市	閲覧	稲城市 都市建設部 都市計画課 開発指導係	042-378-2111
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 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 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 指導第三課	0428-23-3793
西東京市	閲覧	西東京市 総務部 建築営繕課 建築営繕係	042-464-1311
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 指導第二課	042-464-0020

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。

市名		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 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	042-597-0511
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 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 指導第三課	0428-23-3793
奥多摩町	閲覧	奥多摩町 地域整備課	0428-83-2317
	閲覧 相談	東京都 多摩建築指導事務所 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 構造設備係 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 構造設備係 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
	閲覧 相談	建築指導第二課 構造設備係 対象地域：小金井市、小平市、東村山市、清瀬市、東久留米市、西東京市	042-464-0020
	閲覧 相談	建築指導第三課 構造設備係 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について	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い合わせください。 (info@tokyo-geo.or.jp)
建築に関する相談について	一般社団法人 東京建築士会	事務局に電話でお問い合わせください。 (03-3536-7711)
	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い合わせください。 (jimuj1@taaf.or.jp)

【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 $63.5 \pm 0.5\text{kg}$ の（ドライブハンマー（通称「モンケン」））を $76 \pm 1\text{cm}$ 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ブラーを地盤に 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

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。 $FL \leq 1.0$ で液状化する可能性ありと判断される。通常は、深さ 1m ごとに判定を行う。

【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 $0.5 \sim 1.0\text{m}$ 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

土中にある粒子のうち、 0.075mm ふりいを通した粒子の含有質量百分率をいい、 F_c で表す（JIS A 1223:2000）。地盤材料の工学的分類方法では、細粒土と粗粒土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。

砂質土

粒径が $0.075\text{mm} \sim 2\text{mm}$ 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。

砂州

沿海岸流があると、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な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

建物等の構築物の基礎を支える地面をいう。

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・標準貫入試験やスウェーデン式サウンディング試験などがある。

スウェーデン式サウンディング試験（SWS試験（JIS A 1221:2002））

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。

スウェーデン式サウンディング試験による換算N値

スウェーデン式サウンディング試験で得られた結果を用いて、「小規模建築物基礎設計指針（社団法人日本建築学会・2009年発行）」32ページ表3.2.1に示された代表的な調査法から得られるパラメータとその利用に記載のある以下の式により算定したN値のこと。

- ・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

【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。

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。液状化により生じる地盤の沈下量と同等。

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

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

ボーリング調査

地中に円筒状の穴を掘削し、地層構成や土質状況を調べる目的で行う作業を指す。

【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を。

印刷物規格表 第2類

液状化による建物被害に備えるための手引

印刷番号（24）75

平成25年5月発行
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
ファクシミリ番号 (03) 5388-1356
印刷会社名 株式会社 アイネット

