



地盤と基礎

(その1：地盤とその沈下)

洪積層と沖積層

地盤や土質に関する解説には、よく洪積層と沖積層という言葉が出てきます。洪積層とは、おおむね200万年から1万年前の、現在では更新世と呼ばれる時代にでき上がった地盤を、沖積層とは、1万年前以降の完新世という時代になってからできた地盤を、それぞれ指しています。

東京近郊を例にとれば、山の手の台地が洪積層に当たり地盤が比較的強固であるのに対し、沖積層である下町の低地は比較的地盤が弱く沈下しやすいとされています。

しかし、わが国では古来から、平地にも台地にも多かれ少なかれ人の手が加わっており、とりわけ市街地近郊では、このような地質学的な定義がそのまま当てはまるような「手付かず」の場所は、むしろまれと考えたほうがよいのです。

また、例えば沖積層であっても、川によって礫（砂利）や砂が自然に積もった自然堤防と呼ばれる場所は地盤が比較的強固であるといった「例外」もあるので、個々の宅地の地盤の強さを推し量るには、この分類は「大雑把」過ぎ、危険でもあります。

結論を先にいえば、土地の取得前であれば、近隣の地形の観察や調査によって元の地形やその後の経歴を推定したり、近隣の地盤データを手したりすることが有益ですし、実際に住宅を建てる際には事前の地盤調査が不可欠なのです。

宅地造成の変化

特に、ここ100年ほどの間に、宅地の造成方法は大きく変わってきています。

【図1】は、岸田劉生の「代々木附近の赤土風景」という油絵で、1916年当時劉生が住んでいた、東京の新宿近くの「宅地造成工事」の光景が描かれています*1。

この元の丘の地形は、画面奥の林の前のグレーがかった塀と、その下にある白い石積の擁壁（『一豊の妻』の逸話で知られる山内家の屋敷です）の境の部分で分かります。手前の造成地は、その丘の斜面を削り取って階段状にし、段差の部分に大谷石で擁壁を設けている（画面中央やや右下）光景が描かれています。

このように、元の地盤を切り取ることで造成するのであれば、それぞれの宅地の地盤面は、関東ローム*2の赤土に人手の加わっていない



図1 岸田劉生「代々木附近の赤土風景」(1915年)

い状態（地山）であることとなります。

しかし、現在では、このような造成をすることは少なく、むしろ、1区画の宅地の中に、もともとの地盤面を切り取った部分（切土）と、元の地盤面*³の上に新たに土を盛り上げた部分（盛土）とが混在しているのが一般的です【図2】。

このように変化した理由の1つは、ある部分で切土した土を他の部分に盛土することによって、余った土を処分するコストを節約できること、もう1つは、劉生の時代から建物の基礎の作り方が大きく変わったためだと思われます。

当時は、木造住宅の基礎にコンクリートを使うことは普及しておらず*⁴、地面に石（礎石）を埋め込み、その上に柱を立てたり、直接土台*⁵を載せたりするのが一般的で【写真】、その場合、建物の荷重が地盤に伝わるのは、礎石の場所だけでした。そのため地盤が弱ければ簡単に礎石が沈んでしまい、地表を自然のままの強い地山にしておく必要があったのだと思います。

「盛土」はなぜ弱いのか

土を単純に積み上げただけでは、土の成分である細かい粒と粒との間に空気や水が入り込んでいるため、粒と粒とはいわばバラバラの状態になっています。

しかし、当初はそのような状態の土でも、土自体の重みや、上に建った建物などの重みによって、中の空気や水が徐々に押し出され、やがては、粒と粒とが密着した状態になります。

その結果、土は固く押し詰まった状態にはな

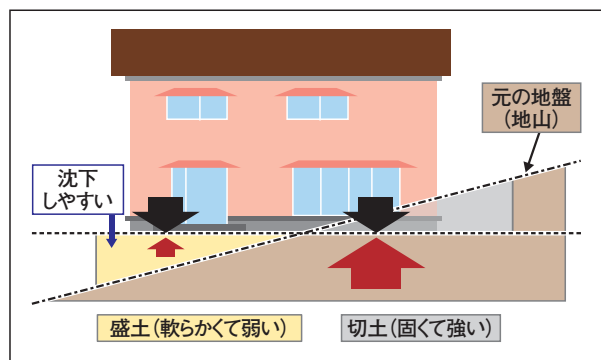


図2 造成地の盛土と切土

るのですが、そのかわり土の中にもともとあった水や空気がなくなるので、その分、土の体積は減ってしまい、結果的に地盤は沈むことになります。これを「圧密沈下」といいます【図3】。

「圧密沈下」による不同沈下

この圧密沈下は、やや乱暴に言えば、原理的に土の中の空気や水分が多い（つまり、土が柔らかい）ほど上部に加わる建物の荷重が大きいほど沈下量は大きくなります。また、圧密沈下する土の層が厚いほど、その分、押し出される空気や水が多いので、トータルの沈下量は大きくなります。

建物が沈下する原因の大半は、この圧密沈下によるものといってよく、その典型例は、近年の造成地の、切土と盛土にまたがって建物を建てた場合の「不同沈下」です【図2】。

建物を建てたときに、地盤が沈下するか、つまり、地盤が建物などの重さに「負けて」沈ん

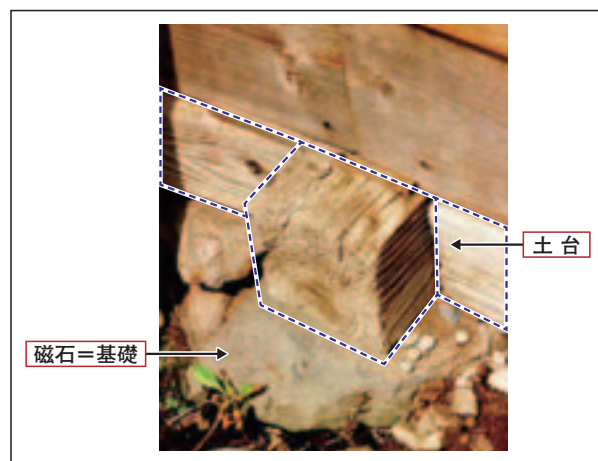


写真 本来の「土台」（新潟県の古い農家の例）

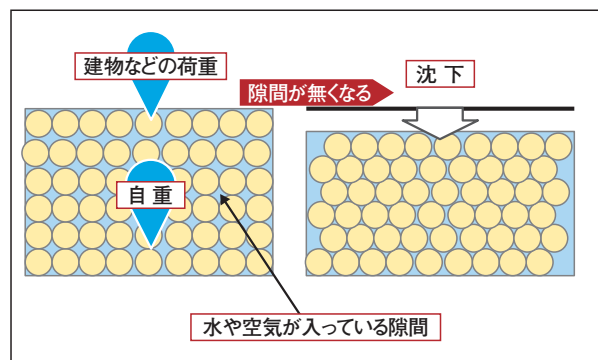


図3 圧密沈下

でしまうかどうかは、土の強さ、つまり、どの程度までの荷重に耐えられるか（支持力・地耐力）と、建物からどの程度の荷重が加わるかによって決まります【図4】。

この場合、切土されただけの地山の部分は、台地部分であれば、できてから最短でも1年以上、そこから上の部分の土の重みによって押し固められているので比較的強固であり、特別な事情のない限り、木造建物程度の荷重では沈下する危険は少ないといえます。

しかし、盛土部分は、できてから数年せいぜい数十年と桁違いに短いのですから、時間の経過によって自然に押し固められていることはほとんど期待できません。つまり、その強さは、もっぱら、造成時にどこまで注意深く土を固める工夫をしていたかどうかに依存することになります。

そのため、盛土する場合には、例えば、土を30cm盛るごとに、専用の重機や機械を使用して重さをかけて人工的に押し固める（転圧・填圧）作業を繰り返すのが不可欠といえます。特に、関東ロームの土は、切土したままの地盤は強度が高いのに対し、それを崩してしまうと極端に強度が低くなってしまうといわれていますので、注意が必要です。

土の中の有機物の分解による沈下

もう1つよくみられる不同沈下の原因は、土の中の有機物の分解によるものです。

地球上の生物の「主成分」は、動物も植物も

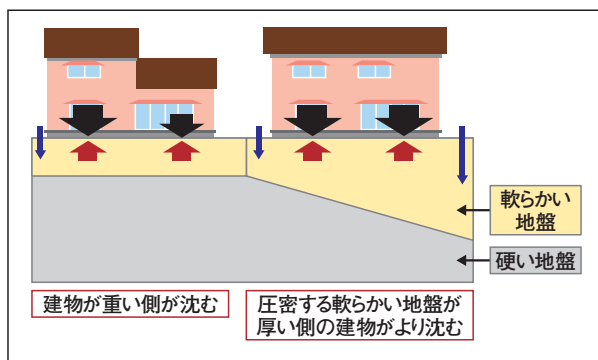


図4 「圧密沈下」による不同沈下の例

元素記号でいえば「C」、つまり炭素です。庭土に使ういわゆる黒土は、過去の長い年月をかけて、地表の動植物の死骸の有機物と、多くは火山に由来する無機物のいわば本来の土とが混ざってできたものです。原野や山林は、そのような有機物が混じった土で覆われているわけですし、^{よし}葎などの植物が茂っていた沼地や低湿地の土には枯れた植物が多量に混ざっています。畑や水田なども同様です。

このような炭素分が多量に含まれている土を、十分に取り除くことなく、上から土を盛ただけといった地盤の場合、その後の時間の経過によって中の有機物が分解され、炭素分が二酸化炭素（CO₂）ガスになって地盤から抜け出していきます。

そうすると、それまであった炭素が減ってしまうのですから、その分地盤の体積が減る、いわば「土が痩せて」しまい、沈下してしまうのです【図5】。

このような地盤かどうかは、土の中のことで、見ただけでは判断しにくいのですが、過去の地形図などを調べれば（後記【参考文献・資料】参照）、かつて、沼や河川に近い低地や水田だったことが分かる場合も多く、その場合には、事前の地盤調査*6あるいは基礎の設計に慎重を期する必要があります。

「液状化」による沈下

東北地方太平洋沖地震による災害（東日本大震災）で、大きな社会問題となったものの一つ

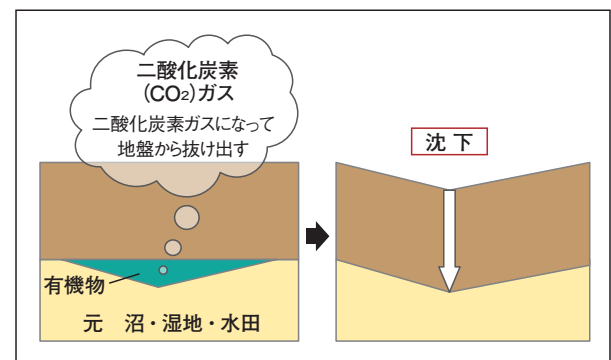


図5 有機物が混入した土の沈下

に地盤の液状化があります。

先に説明した「圧密沈下」が、粘性土と呼ばれる、直径が0.075mm以下の土の粒子を多く含む地盤で生じることが多く、また、長時間の間に徐々に進行するのに対し、この液状化は、**砂質土**、つまり、直径が0.075から2mm程度の粒子を多く含む地盤で発生しやすく、また地震時の極めて短時間で発生することに大きな違いがあります。

砂質土の場合、平素の状態では、砂粒同士が密着して、比較的強い地盤となっているのです【**図6**】が、地震による振動が加わると、砂粒の間の地下水の水圧が上がり、その水圧を受けて砂粒同士が離れてしまい、砂と水とが混じった、いわば「どろどろ」の水のような状態になります（液状化）。その際、高い水圧の水は、地中に隙間や弱い部分があると、そこから砂と一緒に地上に吹き出すこととなります（噴砂）【**図7**】。やがて、地震が収まると、水圧は元に戻りますが、砂粒のほうは、隙間が元の状態よりも減った、押し詰まった状態になりますので、地震前よりも全体の体積は減ってしまいます。噴砂によって砂粒自体が噴き出して流出してしまった場合はなおさらです【**図8**】。

このようなメカニズムから、液状化は、「あまり締まっていない（柔らかい）砂質土の」「地下水がある場所で」「地震の振動が強ければ強いほど、また、振動が長時間続くほど」発生しやすいこととなります。一般的には、このような地震が起こった場合、海岸近くや埋立地では注意すべきとされているのですが、最初の2つの条件を満たす地盤はほかにもあることに留意する必要があります*7。

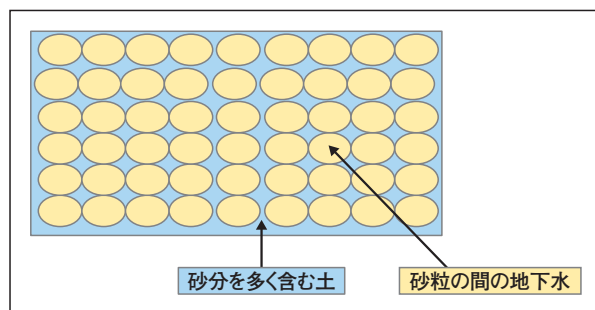
不可欠な「地盤調査」

ここまで説明した3種は、どれも地盤が沈下することに違いはありませんが、そのメカニズムはそれぞれに違っています。

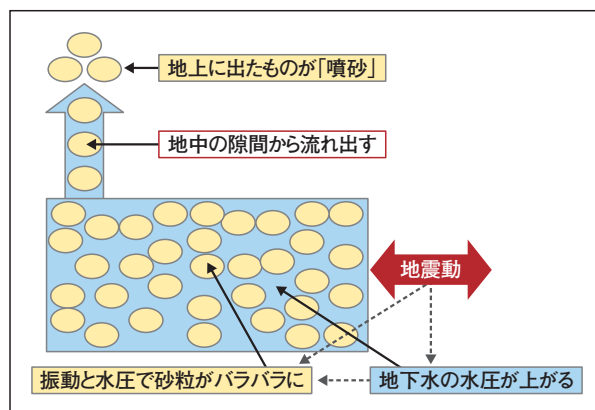
次号で説明するように、建築基準法で基礎に

関するルールが明確になったことから、最近は、小規模な住宅であっても、それに先立つ地盤調査はほぼ不可欠になっていますが、多くは、いわば、土の「強さ」を調べるものです。しかし、今回説明したように、土の「質」が問題になることも多いのです。

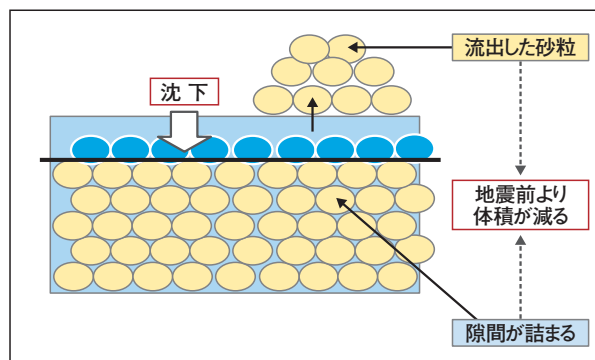
- * 1 同じ年に同じ場所を別のアングルで描いた画が、重要文化財に指定されている「道路と土手と塀」（別名：切通之写生）である。文化遺産オンライン <http://bunka.nii.ac.jp/SearchDetail.do?heritageId=29664>
- * 2 富士山・浅間山・榛名山・男女山など関東周辺の火山の噴火物からできた細かい土の粒子が風の力で運ばれて積もった粘土状の土。
- * 3 正確に言えば、もともとの地盤から表面にある後述の黒土部分を削り取って、その上に土を盛る。



【**図6**】 液状化のしくみ（地震前）



【**図7**】 液状化のしくみ（地震時）



【**図8**】 液状化のしくみ（地震後）



- * 4 大正9年の市街地建築物法では、木造住宅で、地面に柱の脚部を埋め込む「掘立柱」は、原則として禁止されたが（同法施行規則49条）、基礎をコンクリートの布基礎とするよう義務づけられたのは1965年以降である。
- * 5 「土台」とは1階の柱の下部に設ける横方向の「木材」で、【写真】からわかるように、もともとは「土」のすぐ上にある建物の「台」だから、このように呼ばれる。往々にして誤用されている土台の下のコンクリート部分は「基礎」である。
- * 6 ボーリング調査（次号）のデータに「異臭あり」と表示されていることから分かることもある。
- * 7 1968年と2003年の両十勝沖地震地震では、震源地から遠く離れた、支笏火山の火山灰の堆積地である札幌市南部で、液状化被害が発生している。

【参考文献・資料】

1. 地盤調査データについて
インターネット上では、株式会社ジオテック インターネットで住宅地盤情報「ジオダス」
http://www.jiban.co.jp/geodas/v30info/area_GEODAS.htm
は、北海道を除くほぼ全国をカバーしている。
自治体でも、東京都土木技術支援・人材育成センター「東京の地盤」
<http://doboku.metro.tokyo.jp/start/03-jyohou/geo-web/00-index.html>
横浜市行政地図情報提供システム 地盤地図情報「地盤View（じばんびゅー）」
<http://www.city.yokohama.lg.jp/agreement.asp?dtp=3&npg=%2Findex%2Easp> など、地盤データを閲覧できるサイトが増えている。

また、ネット上にない場合でも、それぞれの地域の特定行政庁（建築主事のいる近くの自治体の建築指導課など）で閲覧できることが多い。

- 2. 古地図について
時系列地形図閲覧ソフト「今昔マップ2」
<http://ktgis.net/kjmap/> では、閲覧用ソフトをインターネットからダウンロードすれば、東京・京阪神・中京地域の明治から現代までの地図を閲覧・保存することができる。また、古い時代の地図は、それぞれの地域の図書館（特に中央図書館）に蔵書していることも多い。図書館以外に、郷土博物館あるいは郷土資料館で、歴史史料として閲覧やコピーができることもある。
- 3. 空中写真
いずれも戦後（東京近郊の一部のみ1940年前後）からのデータであるが、以下の空中写真も、土地の過去の状態を知るのに有用なことが多い。
国土地理院「地図・空中写真閲覧サービス」
<http://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do>
経済産業省「国土画像情報（カラー空中写真）閲覧機能」
http://w3land.mlit.go.jp/cgi-bin/WebGIS2/WF_AirTop.cgi?DT=n&IT=p
- 4. 土地条件図
国土地理院 <http://www1.gsi.go.jp/geowww/themap/lcm/> で閲覧できる。
- 5. 一般的な文献・資料
『小規模建物基礎設計の手引き』（日本建築学会 1988年）
『小規模建物を対象とした地盤・基礎』（同上 2003年）
『小規模建物基礎設計指針』（同上 2008年）
株式会社ジオテック「住宅地盤に関する情報」
<http://www.jiban.co.jp/tips/kihon/index.htm>

土地が建物を規定する〈後編〉

column

今回は建物の構造に対する制約について解説します。

▶ 建物の造り

都市計画法（以下、計画法）は、建物の骨組みや外壁の材質などを規制することもあります。それが、防火地域または準防火地域の指定です*8。

これらの指定のある地域に住宅を建てることはもちろん可能なのですが、建築基準法（以下、建基法）に基づき、他の地域に比べて、建物自体を火災に強く延焼しにくい構造にする必要があります*9。特に防火地区で木造とする場合は、不可能ではないものの、階数や面積に強い制約があったり*10、特別に配慮した設計が必要な場合もあります*11。

▶ その他の制約

計画法では、各都道府県は、ここまで述べてきた用途地域や高度地区などのほかに、それぞれの地域の実情や望ましいと考える将来像に応じて、きめ細かく、一般的な規制を強化したり逆に緩和したりすることができるようになっていきます*12。

住宅の場合、外壁や屋根などの「見た目」にもこだわりたいところですが、先に述べた防火地域や準防火地域ではそれらに使える材料が限定がされています。思いどおりの外観にできなかつたり、あえてしようすると特殊な材料を使う必要からコストが高額になることもあります。

特に、景観地区、風致地区、伝統的建造物群保存地区*13などでは、形・色・材質などについて厳しい規制を受けることがあります。国立公園内などでも同様です*14。

また、地域は非常に限られているとはいえ、いわく

る高級住宅地などの中には、建基法による建築協定*15や計画法による地区計画*16によって、地域の特性に応じた独特の規制はあることもあります。

これらの規制は、計画法によるものはもちろん、建基法による建築協定も、後から土地を取得した者を拘束します*17。

▶ 終わりに

今回は、いわば建物の「殻」の大きさや材質、建物の「骨」や「殻」の材質にかかわる規制の概要を説明してきましたが、この種の規制は、それ自体が複雑です。中には一定の条件を満たすことによってある程度緩和されるものもあります。実際に望んでいるような構造・大きさ・外観の住宅を建てることができるかどうかについては、個々の土地ごとに異なるといってもよいほどです。したがって、敷地を取得する前に、地元の行政庁の建築指導課などで規制の内容を確認したり、さらには建築専門家に調査・検討を依頼したりといった、慎重な準備が不可欠といえます。

- * 8 計画法8条1項5号、9条17項
- * 9 耐火建築物（建基法2条7号、61条）・準耐火建築物（建基法2条7号の2、62条）
- * 10 建基法61条柱書き
- * 11 財団法人 日本住宅・木材技術センター「木材と防火」
(<http://www.howtec.or.jp/kokomademokuzai/fireproof/index.html>)
- * 12 計画法8条1項2号～4号の2、5号の2～16号、8条3項1号、8条3項2号二からへ、8条3項3号
- * 13 計画法8条1項6、7、15号
- * 14 自然公園法20条3項1号、同21条3項1号、同22条3項1号、同33条1項1号など
- * 15 建基法69から77条
- * 16 計画法第12条の4第1第1号、同13条1項13～18号
- * 17 建基法75条