

沈下について

「地盤の沈下」、これは地盤調査に関わる非常に難しい課題です。

我が国では地下水の過剰な汲み上げによる「広域地盤沈下」*1 が問題となった時期がありました。この頃は当該地域で建築される個人住宅の沈下を個別レベルで防止することはまず困難であったようです。“公害”である広域地盤沈下は以後の法的規制によって、未だゼロではないものの、都市部では減少してきています。

一方、この広域沈下とは別に、現在最も問題となってきたのが、戸建て住宅の「個別沈下」です。今回は、体験事例も交えて、この「沈下」に迫りたいと思います。

*1: 「東京江東地区」「新潟」などが知られている

■ 戸建て住宅の「沈下」事情

現在問題となっている沈下物件の多くは、軟弱地盤であるにも関わらず、適切な対策を施さずに建築したため、建物が地盤とともに沈下してしまったものと考えられます。

これは近年の住宅事情の変化に伴って、これまで見向きもされなかった土地（丘陵地・山地などの斜面や水田・河川敷きなどの低地、荒地）の多くが宅地として造成され、素性の不明な複雑な地盤が増えていることも一つの要因と予想されますが、いずれにしても、着工前に地盤調査を実施して、適切な対策を講じていれば、防げた事故と言えるのです。

・ ・

せっかくの新築住宅が沈下してしまった場合、膨大な時間と労力、そして資産を費やしてしまうばかりか、購入されるお施主様の心労は計り知れないものがあります。こういった事例を一件でも減らすには、やはり着工前に地盤調査を実施して、結果に応じた沈下対策を講じることが重要です。

・ ・

ここで、筆者の体験談をお話します。(もう、時効なので...)

民間の工場に引き込まれている地中電線を確認するために地盤を掘削していたときの話です。現地は非常に軟弱な地盤で、地下水も若干あったため、シートパイル（周囲の地盤を崩さないための鉄製の板）を刺して、掘削していました。当初、3mで確認できる予定でしたが、実際にはもっと深いところに埋設されており、さらに深く掘削することになりました。

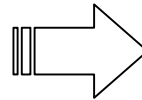
掘り進めるうちに、シートパイルの隙間から土（シルト）がマヨネーズを絞り出すように出てきたのです。何とか地中電線を確認して、穴を埋め戻しました。しかし後日、隣接する駐車場のアスファルトの一部が陥没してしまったため、調査したところ、アスファルト下の地盤が沈下して、わずかに空洞化していました。

駐車場が道路計画用地で閉鎖中だったため、陥没自体は問題にはなりませんでした。地中電線を確認して写真撮影をしているときは、「いつ崩れてくるか」と非常に恐かったことを今でも良く覚えています。(もし隣が住宅だったら、どうなっていたんでしょうね...(^_^;))

■ 「地盤沈下」事例解説

冒頭から述べてきた、「広域地盤沈下」、戸建て住宅の「個別沈下」、実体験の三つに関して原因と現象の両面に注目してまとめると、以下のようになります。

- 原因 地下水の大量・長期にわたる汲み上げ
- 原因 軟弱地盤にそのまま建築
- 原因 軟弱地盤を掘削



現象・結果はすべて
「地盤の沈下」

では、実際に「沈下」はどのように起こるのでしょうか？

「地盤沈下」とは、「地盤面が沈下していくこと」であり、それは「ある範囲の土の体積が減少していく、または移動していくこと」を意味しています。移動するのは見当がつきやすいと思いますが、では、減った分はいったいどこへいってしまうのでしょうか？

地盤を構成している「土」は“土粒子”“水”“空気”に分類されます。このうち“水”と“空気”は土中の「間隙」と呼ばれており、実はこれが「土の体積減少」に深く関わっているのです。

地下水の大量・長期にわたる汲み上げ

地下水の汲み上げは、埼玉県を例にすると、1981年には年間3億立方メートル以上にも達しています。ただし、「地下水」には“収支”があるので、実際にはこの汲み上げた「地下水」分の体積が減少した訳ではありません。仕組みとしては、地下水の汲み上げによって地下水位が下がり、地盤に作用する土自体の重さが大きく（正確には地中応力の増加）なったため、広域で土の間隙水が排水されて地盤沈下を引起こしたと考えられます。

軟弱地盤にそのまま建築

地盤上に荷重（建物）を載せると地盤は当然変形します。この変形が「沈下」です。沈下する量は荷重の大きさや地盤の性質などの諸条件によって異なります。一般に沈下量は荷重が増せば、大きくなり、載荷幅が増しても、大きくなります。

また、良く締まった砂や砂利では沈下量は小さく、含水比の高い、水分で飽和した粘性土では大きくなります。さらに、沈下速度も砂と粘土とは明らかな違いがあり、砂地盤では荷重に対して瞬時に沈下が終息する即時沈下（弾性沈下）を、粘土地盤では時間をかけて沈下する長期沈下（圧密沈下）を生じます。

軟弱地盤の掘削

先の話の場合は、シートパイルの隙間から土が絞り出された結果、土の体積減少が起こり、隣接する駐車場の地盤に影響が及んだと考えられます。おそらく掘削前には安定していた地盤が土自身の重さ（土圧）に抗しきれなくなって、地盤の破壊を招いたと言えるでしょう。

また、掘削部分の埋め戻しが十分でなく、シートパイルを引き抜いた際に、もともとの地盤が動いてしまい、地盤沈下を起こした可能性もあります。

■ 圧密のメカニズム

前述の、では「圧密沈下」という現象が発生しています。

「圧密」は、右に記したようなモデル(図-1)で説明されます。「土粒子のピストン」の間隙を満たしている「水のバネ」が、荷重(p)の圧力によって、ゆっくりと排水されて生じる土の圧縮現象です。

ただし、住宅地盤の場合は地下水位より浅い部分も大きく影響されているため、間隙(水と空気)が減って(=排気・排水されて)地盤が沈下したことになります。

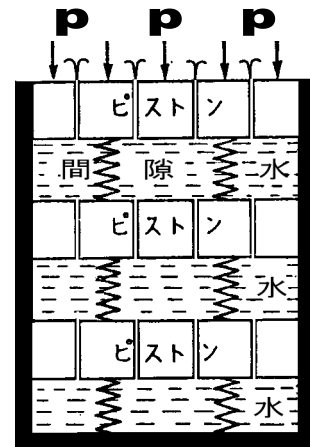


図-1 「圧密」モデル

■ 不同沈下とは？

地盤を形成する「土」は単一の性質を持つわけではありません。前述の沈下事例のようにさまざまな原因で土の間隙が減少したり、土の破壊が生じたりして、地盤沈下が発生します。

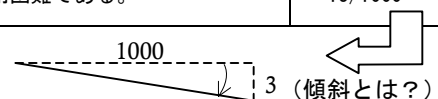
通常、「土」の構成は複雑であるため、地盤の沈下は均一には起こりにくく、より弱い方へ傾いて生じます。このような不均等な沈下現象を「不同沈下」と言います。また、一見して均一な地盤と考えられる場合でも、建物自体の荷重が不均等(部分2階など)であるがために、より重い方へ「不同沈下」することもあります。

ひとたび「不同沈下」を生じると、基礎のたわみや構造部材の歪みなどから建物内外に深刻な不具合をもたらし、居住が困難になったり、倒壊の危険がでてくる場合もあるため、注意が必要です。

実際には「不同沈下」は、発生初期段階から倒壊の危険にさらされる最終段階まで、建物の傾斜に伴って、徐々に進行して行きます。下記は各段階で主に生じる障害と建物の傾斜との関係をまとめたものです。

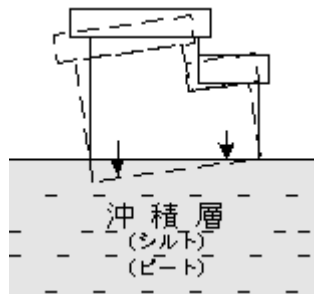
❖ 木造住宅における不同沈下の進行段階と主な障害

段 階	不同沈下障害の状況	傾 斜 の 度 限 度
初 期 段 階	モルタル外壁・コンクリート犬走りに亀裂が発生する。	1/1000
第 1 期 階	つか立て床の不陸を生じ、布基礎・土間コンクリートに亀裂が入る。	3/1000
第 2 期 階	壁と柱の間に隙間が生じ、壁やタイルに亀裂が入る。窓・額縁や出入口枠の接合部に隙間が生じ、犬走りやブロック塀など外部構造に被害が生じる。	5/1000
第 3 期 階	柱が傾き、建具の開閉が不良となる。床が傾斜して支障を生じる。	10/1000
最 終 段 階	柱の傾斜が著しく倒壊の危険がある。床の傾斜もひどく使用困難である。	15/1000

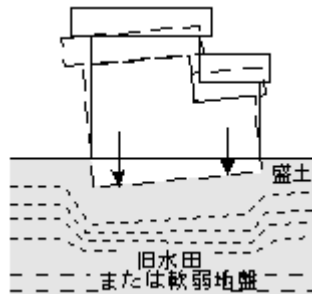


では、「不同沈下」はどのような地盤で起こりやすいのでしょうか？

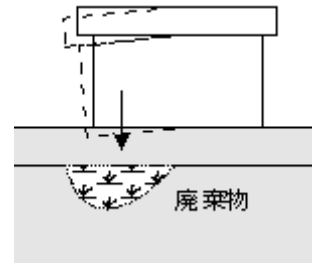
以下に、当社ホームページで公開されている事例を紹介しますので、参考にして下さい。



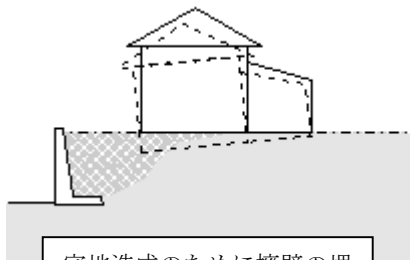
軟弱な地盤上に荷重の不均衡な建物（部分2階など）。荷重の大きい側の沈下量が大きくなるため、不同沈下に発展する。



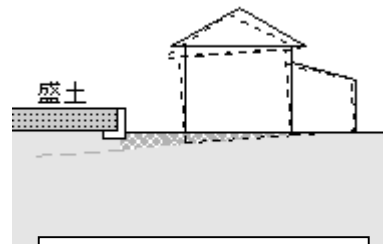
軟弱地盤上に不用意な盛土を施すと、盛土荷重と建物荷重の双方が加わり、大きな沈下に発展する。



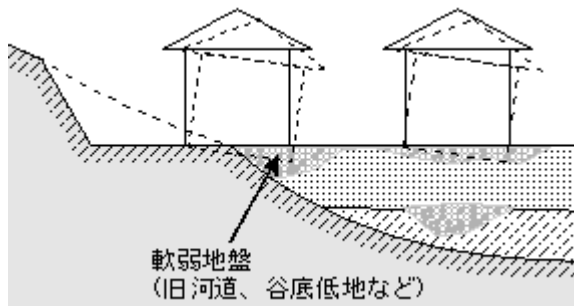
建物の下にゴミやガラなどが埋められていたり、浄化槽などの埋設物除去跡の埋戻し処置が不十分な場合、不同沈下に発展する。



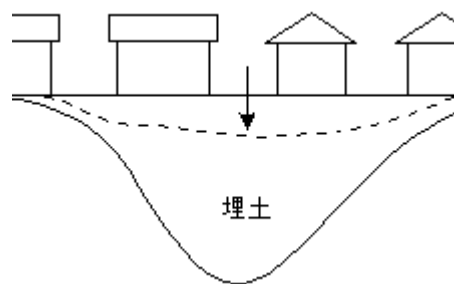
宅地造成のために擁壁の埋め戻しや盛土の転圧が不完全なため、不同沈下に発展する。



付近一帯が軟弱地盤の場合、建物の近隣で過大な盛土が施されると、その荷重が周辺地盤の沈下を生む。



建物が性質の異なる基礎地盤に跨っている場合、あるいは下部の硬質層（地山）が傾斜している場合には、上部の軟弱層の分布範囲や層厚の違いから、不同沈下に発展することが多い。



広範囲な埋土地盤では各所で埋土の厚さが不均一であるため（例えば、旧谷地の土手と最深部）、埋土自体の沈下と建物荷重によって、不同沈下が発生しやすい。

参考文献：

- 「小規模建築物基礎設計の手引き」 （日本建築学会）
- 「土質力学—標準土木工学講座1」 （コロナ社 當山道三 著）
- 「新編 地盤調査の実務」 （関東地質調査業協会）
- 「地盤調査法」 （地盤工学会）

