



住む人の生命と財産を守る住宅

NPO法人 日本住宅基礎工事業協会
理事長 一級建築士 佐藤吉宏

阪神淡路大震災の被害写真

阪神淡路大震災 被害写真



外壁が落下したビル



6階部分がつぶれたビル

平成7年1月17日に兵庫県淡路島北部を震源とする震度6の強い地震発生した。
家屋倒壊が249,180棟、死者6,432人、負傷者43,792人の大災害となった。

阪神淡路大震災 被害写真



1階駐車場部分がつぶれた住宅

阪神淡路大震災 被害写真



倒壊した住宅

構造計算がされた住宅

構造計算をした3階建住宅は阪神淡路大震災でも倒壊しませんでした



地震に強い家づくり



予算が少なかったけれど、あんまり安っぽい家にはしたくなかったから、目に見えるところはいい材料を使ったよ！

そのかわり、土の中に隠れちゃう基礎のコンクリート量と鉄筋量を節約したのさっ！

構造計算もね、建築基準法の第6条の3に確認の特例ってのがあって、確認申請の審査の際、計算書の提出は省略できるらしいから、やってないよ！

それって…安全なの？
地震がきたら危ないよ！
不同沈下の心配もあるし

大丈夫！地盤改良だってしたし
地震に備えて「耐震工法」を採用
しているから！

地盤改良 耐震工法をしていれば、
本当に安全なんでしょうか…？

新潟中越地震の被害写真

新潟中越地震 家屋被害写真



軟弱地盤のため、基礎にクラックが入り、浄化槽が浮き上がった

新潟中越地震 家屋被害写真



新潟中越地震 家屋被害写真



新潟中越地震 被害写真

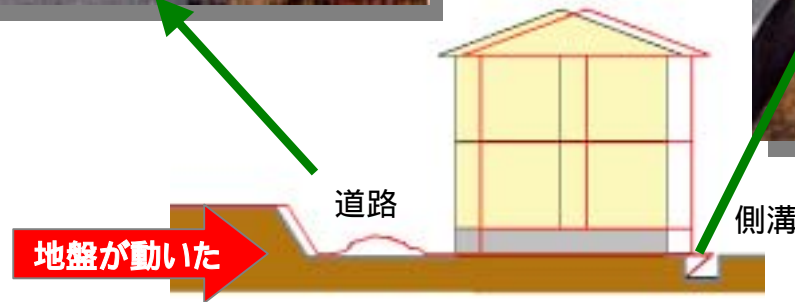


1階が倒壊した住宅と地盤が崩れた工場

新潟中越地震 被害写真



新潟中越地震 被害写真



左から右側に地盤が動き、盛り上がった道路と
押しつぶされた側溝

新潟中越地震 道路被害写真



道路の陥没（下水道工事の転圧不足）

新潟中越地震 道路被害写真



その地盤改良は本当に必要？

地盤改良が必要な地盤とは

軟弱地盤には地盤改良が必要です。では、軟弱地盤とは一体どういった地盤なのでしょう…

軟弱地盤とは…

その地盤の上に建つ建物の重さを安全に支えることが出来ない地盤をいいます。

良好地盤とは…

その地盤の上に建つ建物の重さを安全に支えることが出来る地盤をいいます。

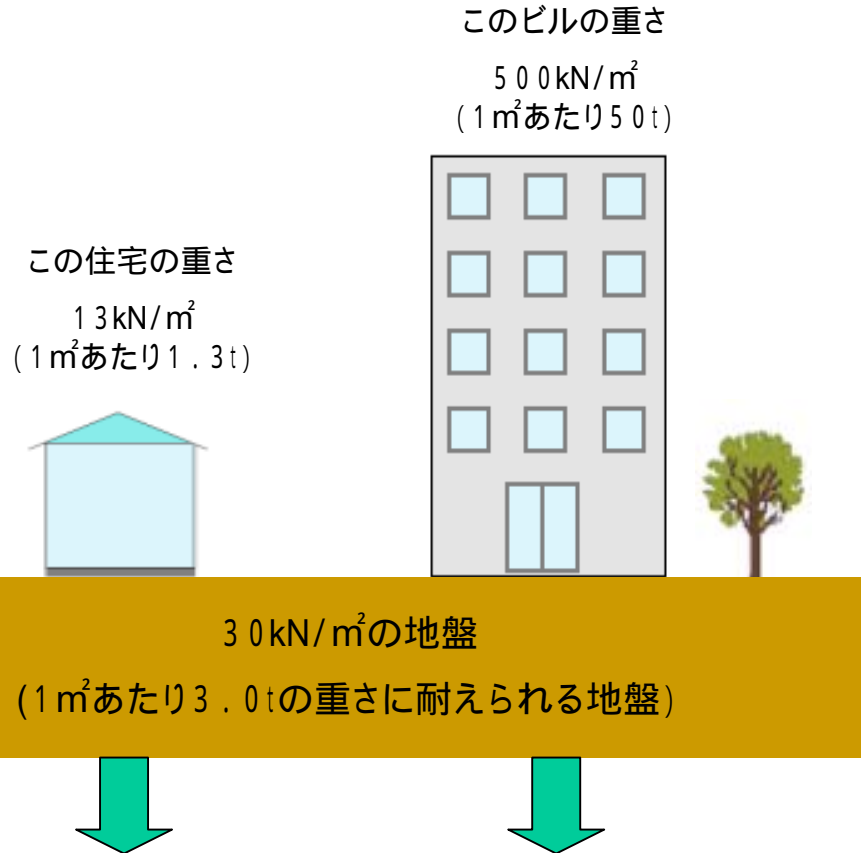


良好地盤か軟弱地盤かを知るには…

正確な地盤調査

建物の重さ

の両方を知る必要があります。

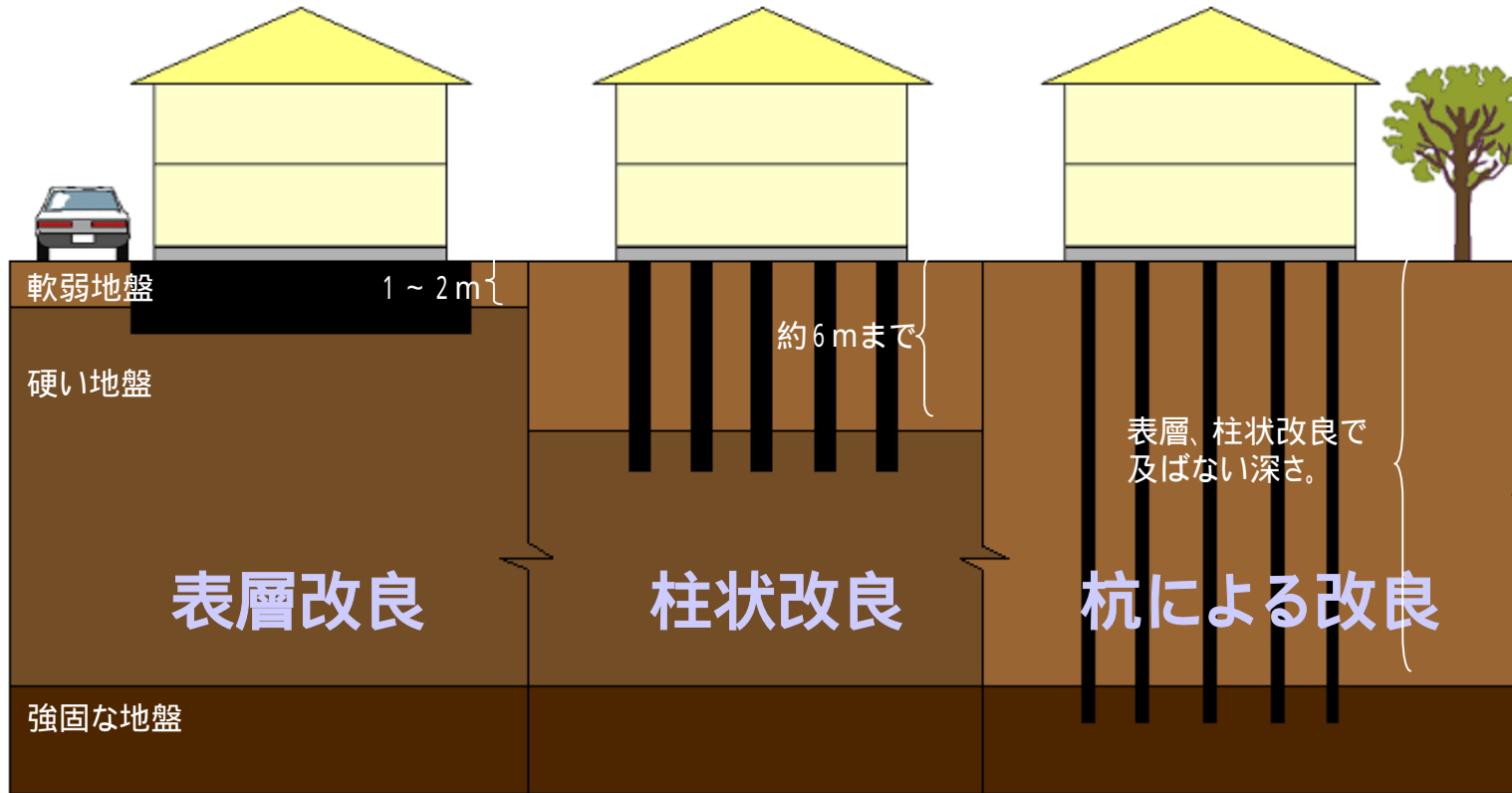


この住宅にとってこの地盤は
良好地盤(地盤改良の必要なし！)

このビルにとってこの地盤は
軟弱地盤(地盤改良が必要！)

建物の重さと軟弱地盤の層が何メートルあるかで、地盤改良種類が変わってきます。

地盤改良の種類



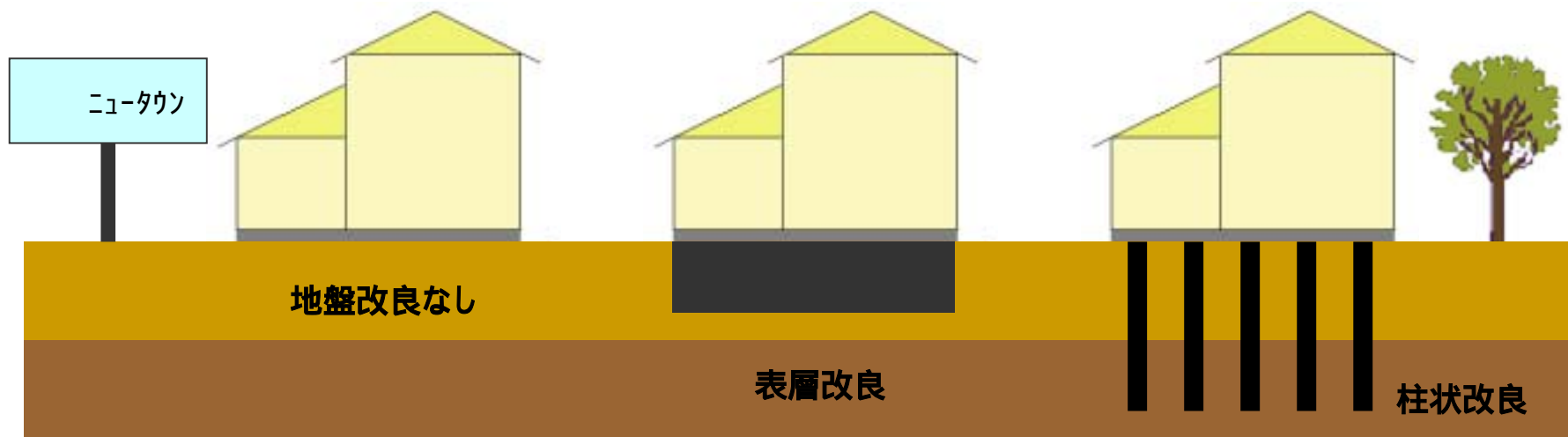
軟弱地盤の土と改良材を混ぜ合わせ固化させることで、地盤の耐力を増加させ、沈下を防ぐ工法。
**軟弱層が1 ~ 2 mの場合。
(基礎の下より2 m以内)**

安定した地盤まで改良材を柱状に注入し固め、その上に基礎を作る工法。
深さ2 ~ 約6 mまでの場合。

建物の荷重を基礎杭(パイル)を介して強固な地盤に伝えることで、支持力の確保と沈下を防ぐ工法。
表層・柱状改良で及ばない範囲の場合。

こんな光景を見ませんか？

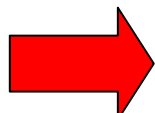
隣接地域行われる様々な地盤改良工事



一般的な住宅の重さには、あまり差がありません。

しかし、隣の家が「表層改良」、その隣が「杭工法」・・・隣接地域で、このような多様な地盤改良が行われていることに疑問はありませんか？

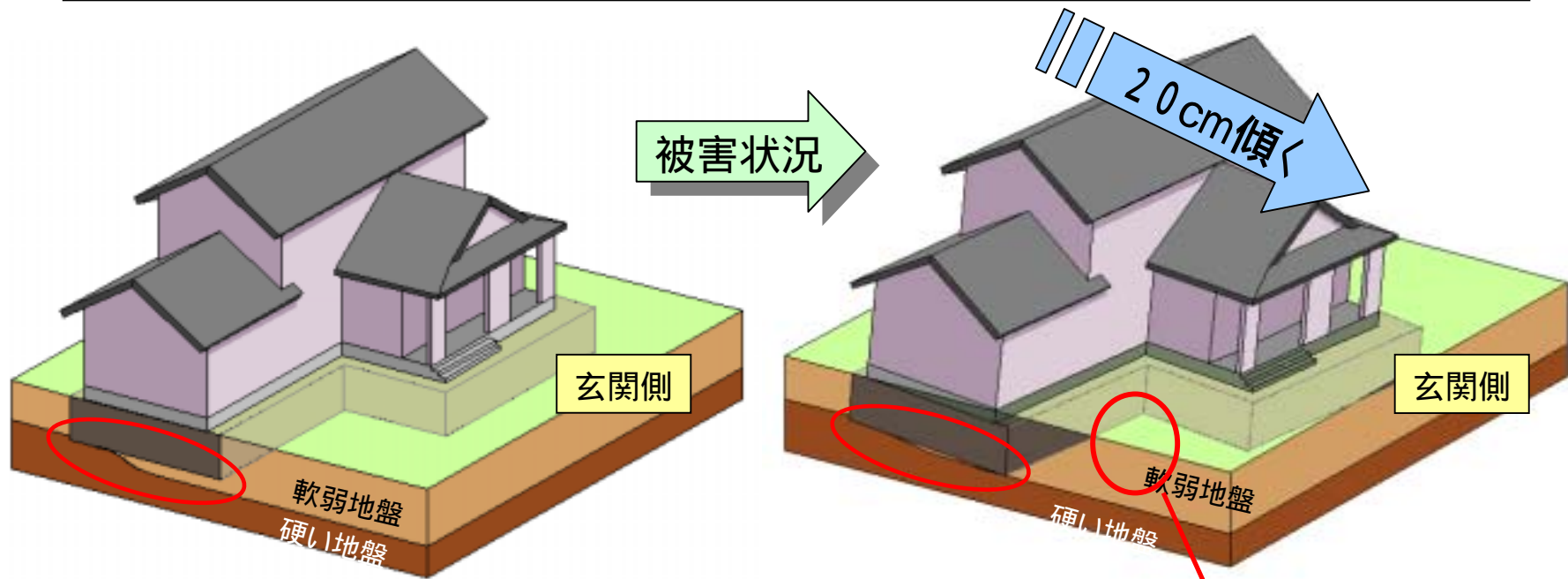
- 原因1 現在の地盤保証はPL保険で対応している。PL保険は、地盤自体の保険ではなく、改良工事に保証するため固く良い地盤であっても地盤改良工事が必要となる。(保証期間は1年です)
- 原因2 地盤調査費が安すぎるため、地盤改良工事をしなければ利益が出せない。



良好地盤に改良工事を行うと、高額な改良工事費がかかるだけでなく地盤を傷めることになります。

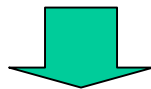
地盤改良をすれば安全なの？

不同沈下被害



傾いた原因

地盤改良の種類	表層改良	
改良の深さ	約1m	× (足りない)



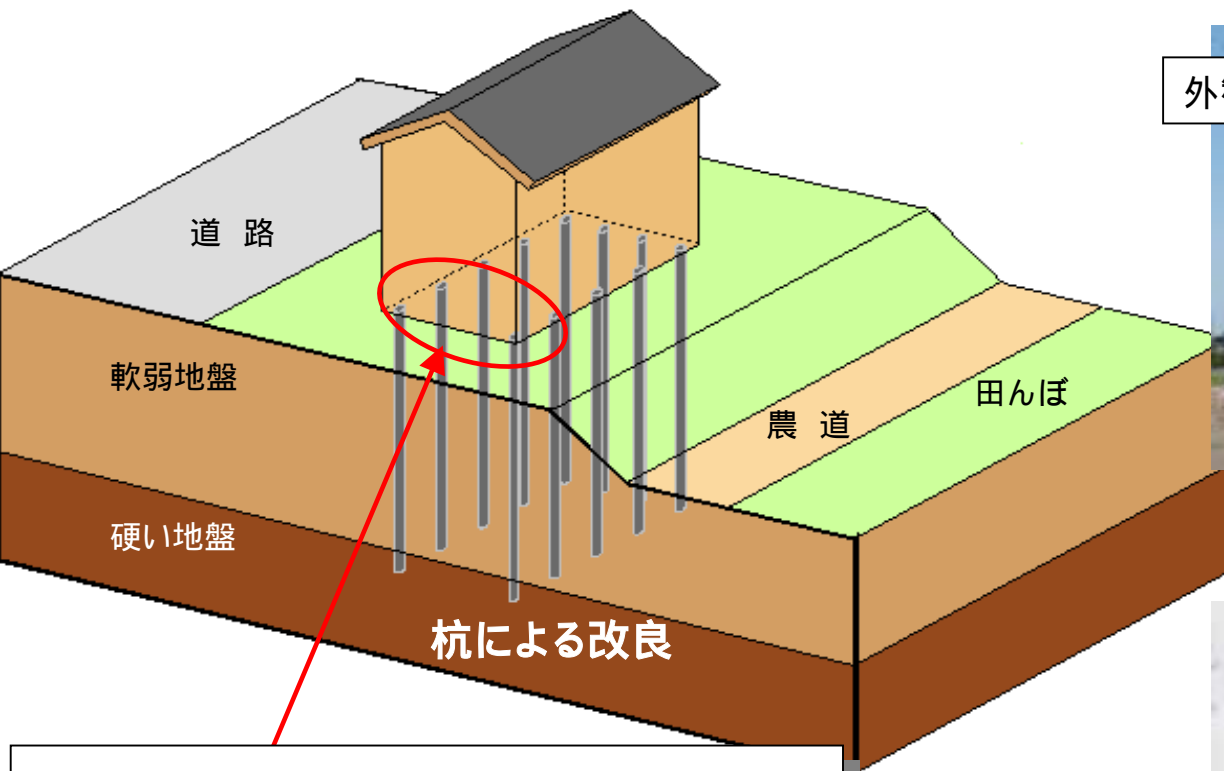
正確な地盤調査をしていなかった

不同沈下修復工事の写真



地盤改良をすれば安全なの？

不同沈下被害



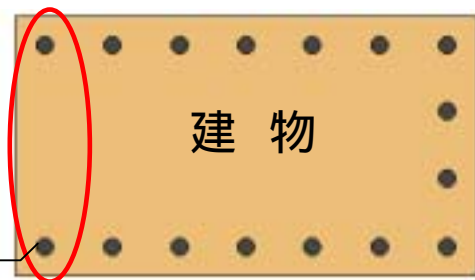
外観



建物の出入口部分の下に杭が打たれていない。

建物

杭の位置

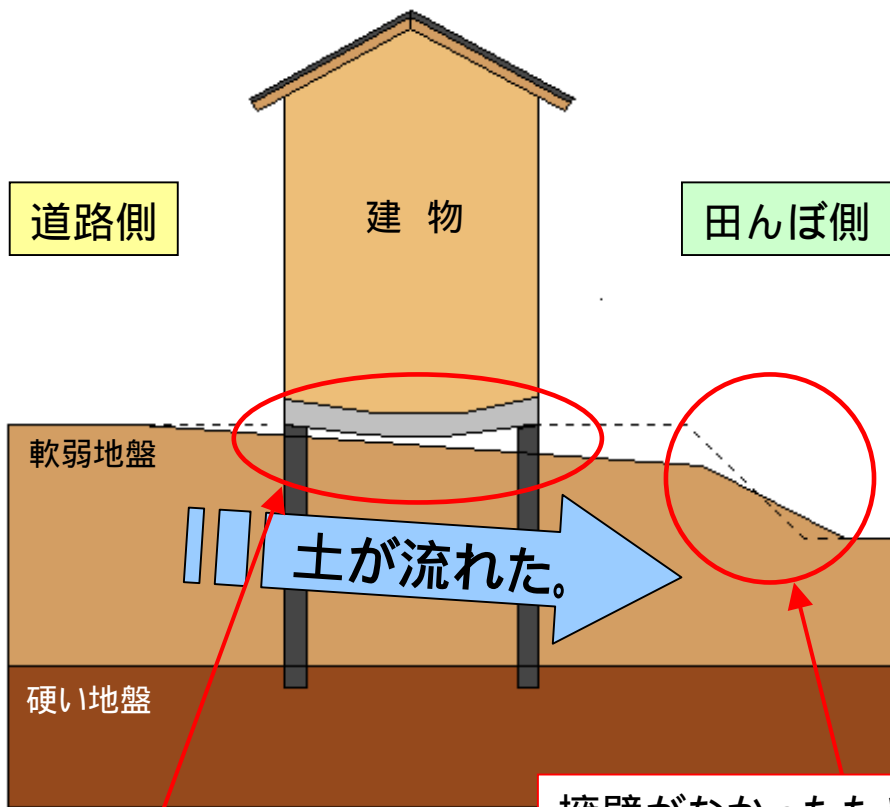


出入口部分の下



地盤改良をすれば安全なの？

不同沈下被害



建物が浮き上がっている状態



擁壁がなかったため、土が流された。



ジャッキアップ

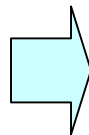
出入口の下部分に杭が打たれていなかったため、沈下した。

地盤改良をすれば安全なの？

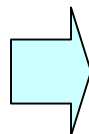
不同沈下被害



改良前

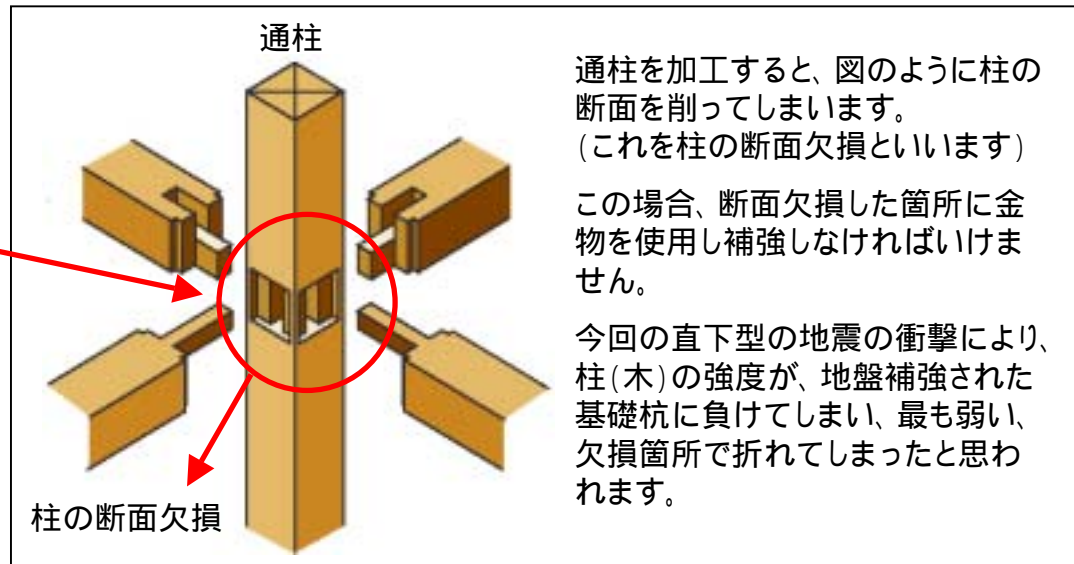
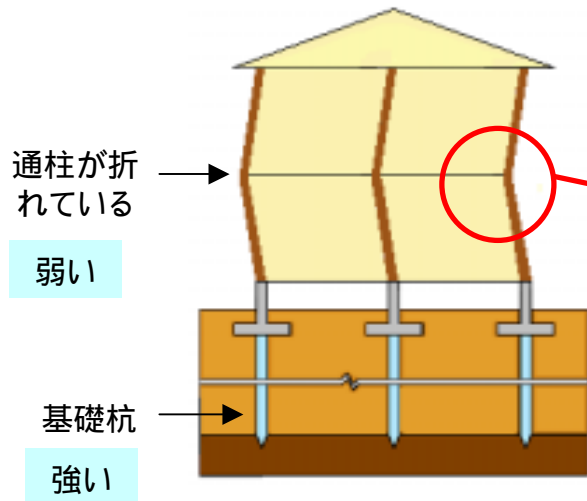


改良後



地盤改良をすれば地震につよい家になるの？

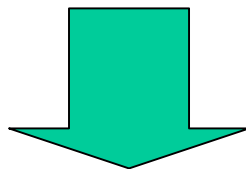
新潟中越地震で通柱が折れた住宅



建物を強くする場合、1箇所だけを補強するのではなく、**全体にバランス良く強くしなければいけない**

正確な地盤調査が大切です

あなたの地盤の状態を正確に知ることが大切です。



~~安い地盤調査~~

正確な地盤調査を行っている会社に依頼

本来の地盤改良工事の目的は、軟弱地盤を強くするためのもので、地震に強くするためのものではありません。



良好地盤を地盤改良することで、逆に地盤を傷めてしまう可能性があります。

地盤調査にはどんな種類があるの？

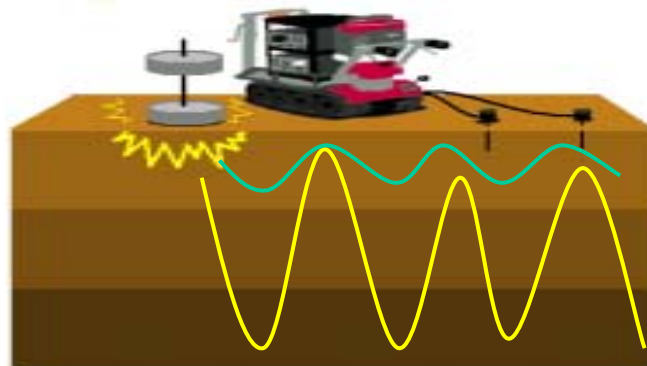
試験方法	試験の概要	結果の信頼性	試験の簡単さ	試験費用
ボーリング	ボーリングマシンを使い地面に穴を空け地中の岩石や土を採取する方法です。 非常に正確ですが、費用が高額となります。			
スウェーデン式 サウンディング方式	鉄棒の先に取り付けた抵抗体を地中に挿入して、ズボっと入る深さや回転させてみたときの抵抗から土層の性質や状態を探查する方式です。			
表面波探查	地盤表面で人工的に振動を起こし、地盤内部に発生するレイリー波の速度を計る方法です。 レイリー波は軟弱地盤では遅く伝わり、硬い地盤では速く伝わる性質があるため、その性質を利用し計測します。			

人工的に地盤に振動を起こします

振動によって地盤に伝わるレイリー波の速度を計ります

表面波探查機は、土中に埋まっているガレキなんかもわかるんだよ！
最近では、既存の建物を解体した後、廃材を埋めてしまう業社もいるんだけど、それを見つけ出すこともできるんだ！

深さ10mまで調べます



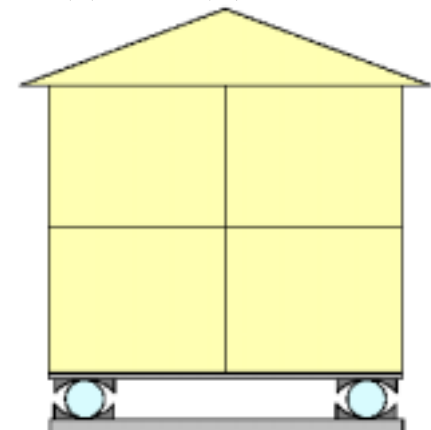
表面波探查機です！



免震・耐震・制震工法の特徴

免震工法

地震エネルギーを建物に伝わりにくくする工法



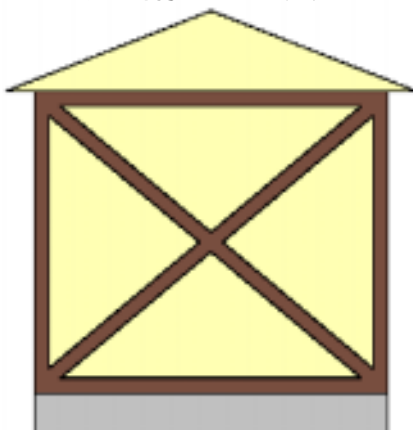
地盤と建物の上に振動絶縁装置（ローラーなど）を設置し、建物と地盤を切り離し、地震の振動を伝わりにくくする工法。

免震装置は、水平方向には柔らかく働き建物の倒壊をふせぎますが、建物を支える必要があるため上下方向には硬く設計されています。

よって、直下型にみられる縦揺れには、横揺れほどの効果が出るかは疑問

耐震工法

直接伝わる地震エネルギーからひたすら耐える工法

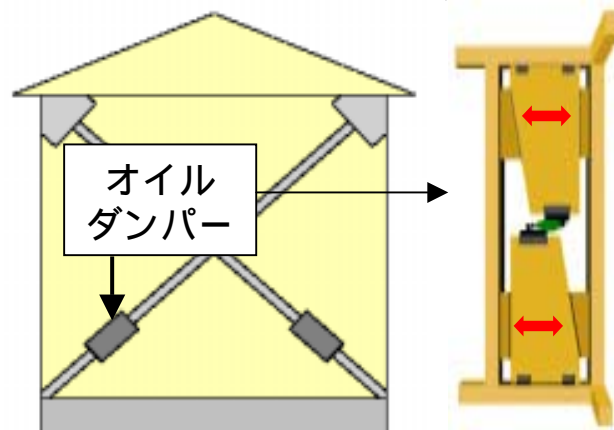


柱や梁、筋交いといった構造体の強度を増し、地震力に耐え忍ぶ工法。

免震工法や制震工法と違い、直接地震エネルギーが建物に伝わります。よって、家具の倒壊等に注意が必要。

制震工法

建物に伝わった地震エネルギーを吸収し減衰する工法

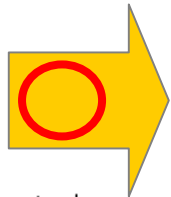


特殊なオイルダンパー装置を設置し、地震時に生じる建物の変形を吸収し、揺れを軽減する工法。

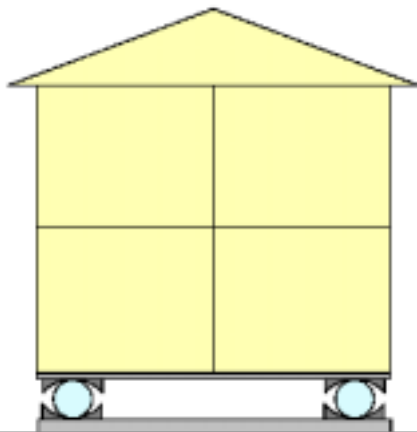
建物の工法や構造で制震装置を取り付ける位置に十分配慮が必要。

免震・耐震・制震工法の特徴

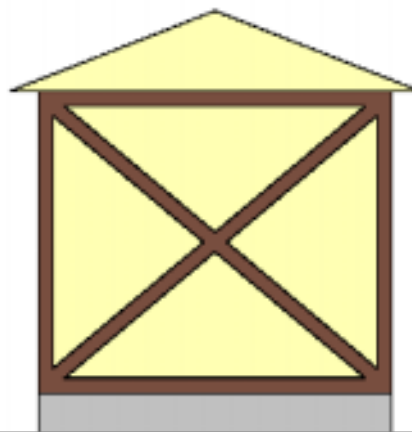
阪神淡路大震災最大水平加速度
818ガル効果あり



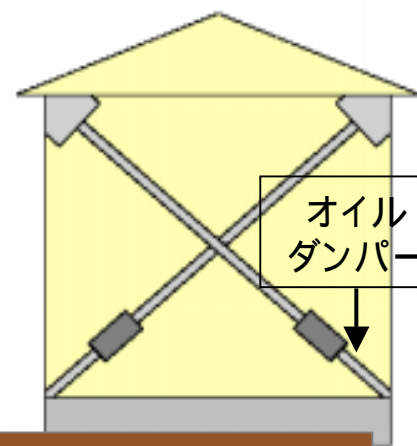
免震工法



耐震工法



制震工法



新潟中越地震のような、直下型地震に見られる下からの
突き上げには、**効果が少ない**...

免震・耐震・制震工法の工事金額

住宅

1階床面積 = 53㎡
 2階床面積 = 53㎡
 延べ床面積 = 106㎡



A 地盤改良工事

1.2 ~ 1.5mの場合
 60 ~ 70万円

B 基礎杭工事

6mの場合
 120 ~ 130万円

免震工法	耐震工法	制震工法
Aをした場合 360 ~ 560万円	Aをした場合 160 ~ 180万円	Aをした場合 160 ~ 180万円
Bをした場合 420 ~ 620万円	Bをした場合 220 ~ 240万円	Bをした場合 220 ~ 240万円

免震・耐震・制震工法を採用しているから安心・・・？

地震時にみる住宅の特徴的な壊れ方

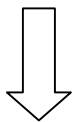
住宅の基礎は、我々の足と同じです。

肩や腕を強く鍛えたところで、足が弱ければ立っていることさえできません。

建物も同じです。

しっかりとした基礎づくりをしていなければ、せっかくの免震・耐震・制震工法も台無しです。

耐震工法をしていない住宅や古い住宅の倒壊の仕方

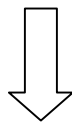


建物がつぶれる



阪神大震災で倒壊した住宅
建物全体たづぶれている

耐震工法をしていても**基礎がしっかりしていない建物**の倒壊の仕方



基礎部分から箱のように転がる



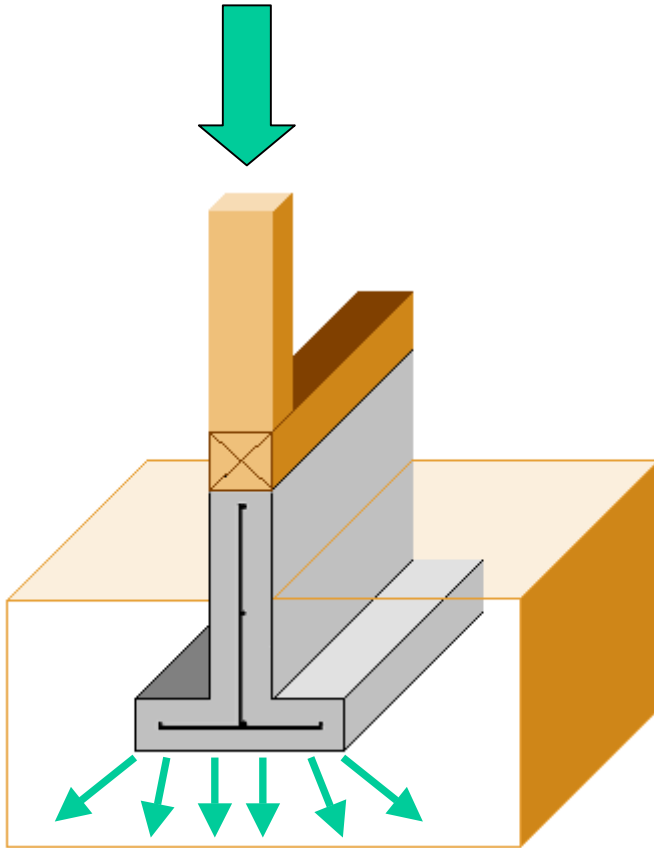
新潟中越地震で基礎部分から箱のように転がって倒壊した建物（比較的新しい建物）

地震に強い家づくりは基礎から！



基礎の役割って何

外力
(柱・梁・壁・屋根・人など…の荷重)



外力を安全に地盤えなければなりません

建築基準法で明記されている基礎の役割

施行令38条(基礎)

建築物の基礎は、建築物に作用する荷重及び外力を**安全に地盤に伝え**、かつ**地盤の沈下や変形に対して構造耐力上安全**なものとする

住宅基礎で大切なことは

地盤強度と建物の重さに合った
基礎の種類を選ぶ

構造計算により鉄筋の量と寸法の
決定

バランスの良い基礎設計

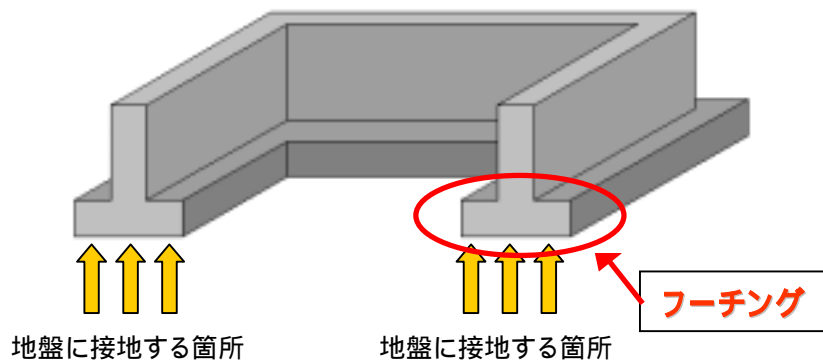
まずは、住宅基礎を知ろう！



基礎にはどんな種類があるの？

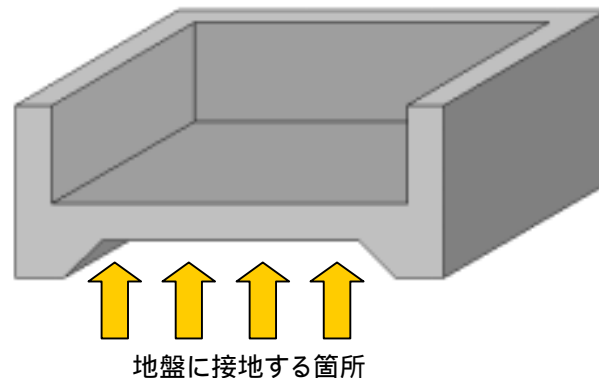
布基礎

逆T字形で、帯状の連続した基礎。



べた基礎

建物の底部のコンクリートがすき間がなく連続していて、基礎の底部が一枚の板状になっている基礎



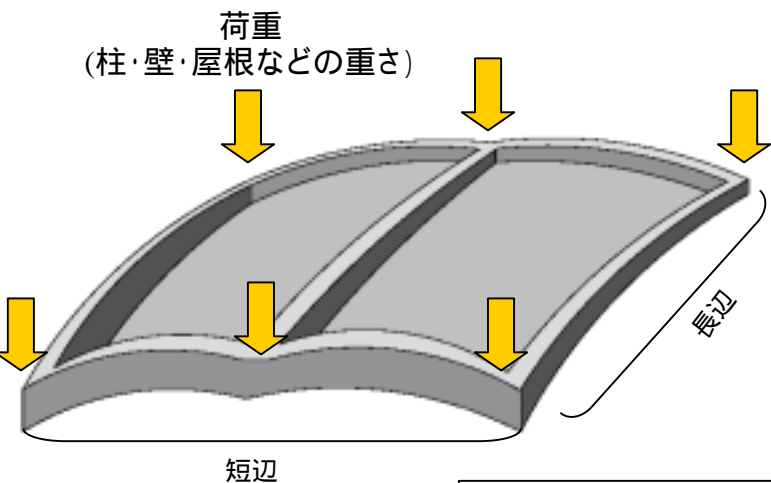
建築基準法によると

(30kN/m^2 以上の地盤)
 $3.0\text{t}/1\text{m}^2$ 以上の地盤強度があれば
布基礎でもOK

($20\text{kN/m}^2 \sim 30\text{kN/m}^2$ の地盤)
 $2.0\text{t} \sim 3.0\text{t}/1\text{m}^2$ の地盤強度があれば
べた基礎でもOK

しかし、フーチングの幅や鉄筋の寸法や量の細かい規定はありません。
なぜなら、それは**建築士が、構造計算によって決めなければいけないから**です。

基礎にはどんな力が働いているの？



土の中に埋まっている基礎・・・じつはこんな力に耐えているんです！

ベタ基礎ベースの変形イメージ

座布団の上にプラスチックの下敷きを置きます。これを基礎のベースと考えます。そして、四隅に柱があるように指で押してみてください。これが柱にかかる建物の重量です。そうすると、下敷きは上側に反ります。これがベースにかかる力(基礎が負担する荷重)です。

下敷き(ベース)が小さければそりかえりは小さくなる

例えば、四隅に四本の柱がある
トイレのような小さい空間であれば、
その真下の基礎は、小さい反りかえりとなります。

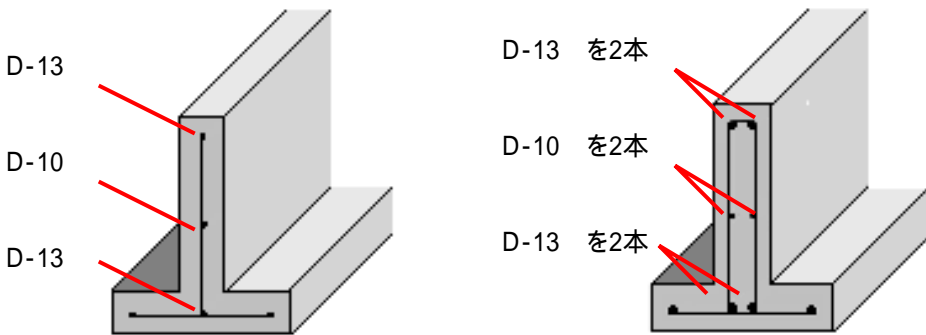
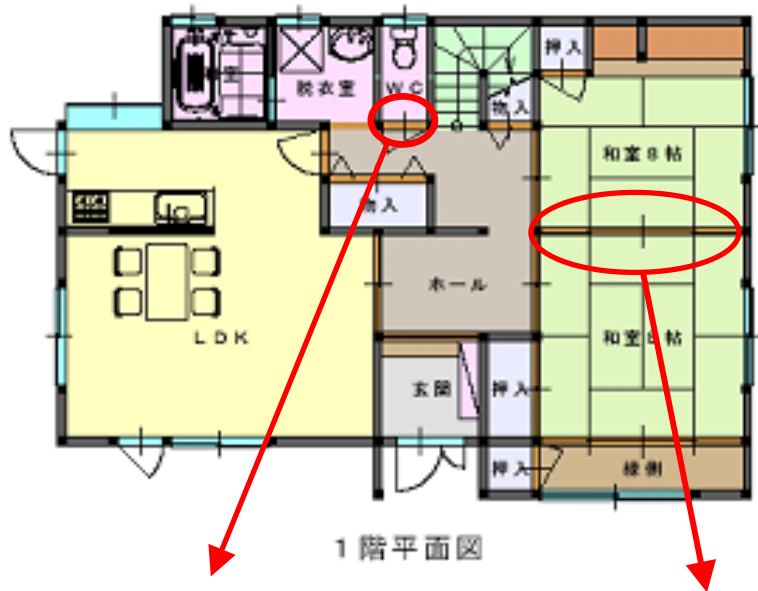
下敷き(ベース)が大きければそりかえりは大きくなる

例えば、トイレと同じ四隅に四本の柱であっても・・・
八畳間の大きい空間であれば、
その真下の基礎は、大きい反りかえりとなります。

基礎の反りかえりを防ぐのが「鉄筋」です。

小さい反りかえりの基礎部分と、大きい反りかえりの基礎部分とでは、鉄筋の寸法と量が変わってきます。これは、構造計算で決まります。

鉄筋量が足りないとうなるの？

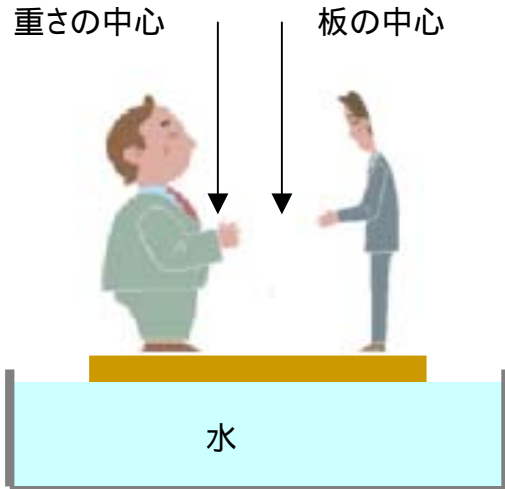


鉄筋量がこれだけ違います

新潟中越地震で鉄筋が足りない住宅



バランスの良い基礎って何？



板の中心と重さの中心がずれると、重たい側へ傾きます。



板の中心と重さの中心がピッタリ合うと、水の上でも安全に浮いていることができます。



重たい側へ
板を広げてあげる

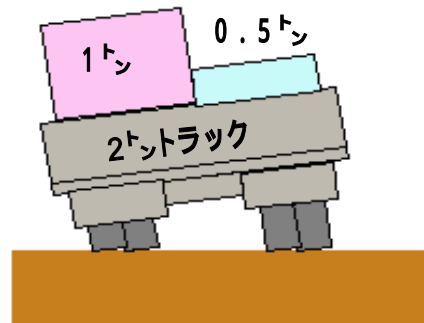
バランスの良い基礎設計とは、
建物の中心と建物の重さの中心が合った基礎です。

バランスが悪いとどうなるの？

不同沈下の原因となります



住宅の欠陥で、修復に一番お金がかかるのが不同沈下です。
不同沈下とは、建物が均一に真っ直ぐ沈まず、どちらかに傾いて沈むことなんだ。
いて沈むことにより、家全体がゆがんでしまうんだよ。
不同沈下修復工事の平均補修金額はなんと！**約677万円もかかるんだ！**

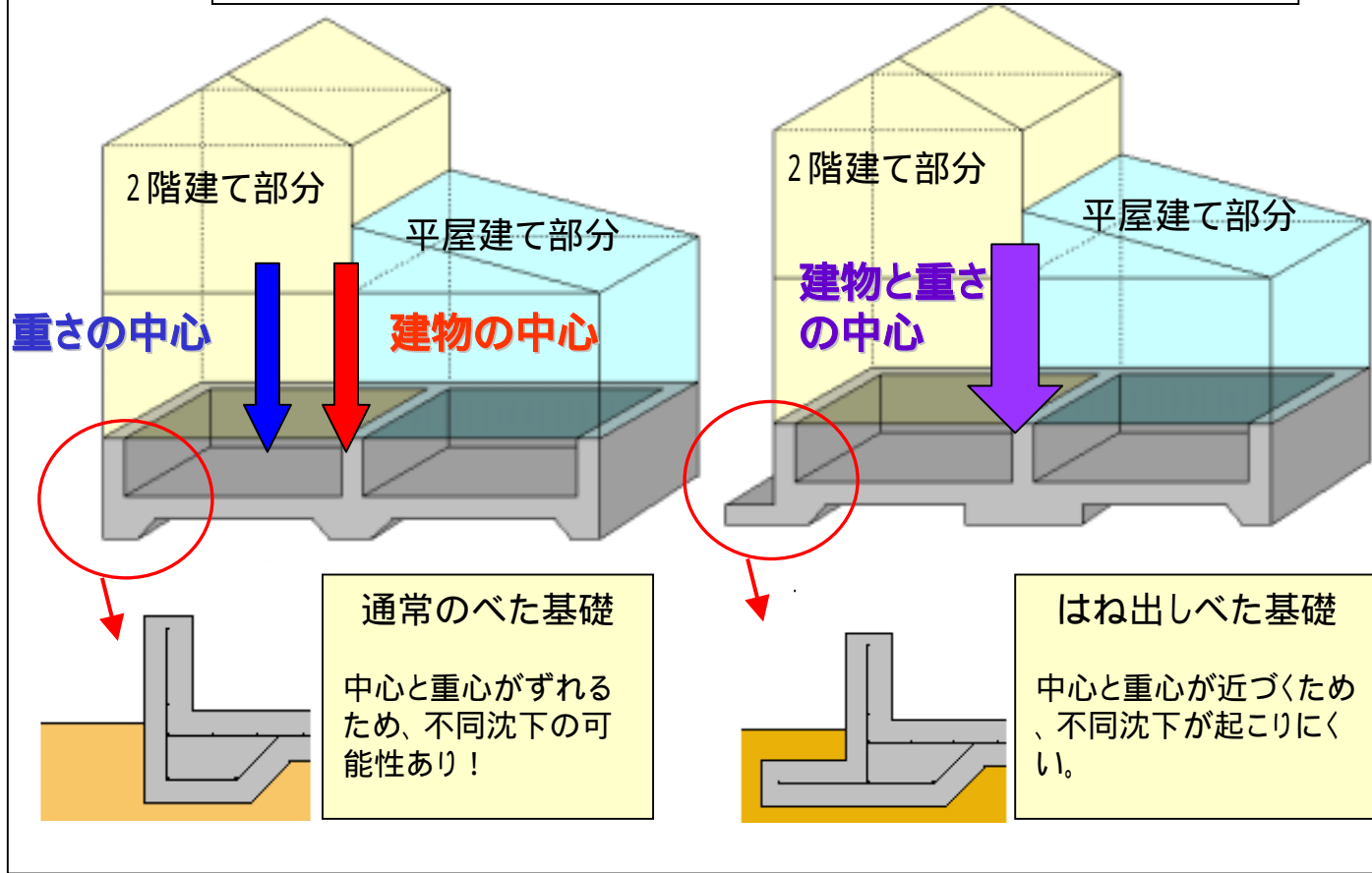
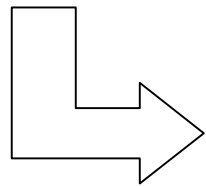
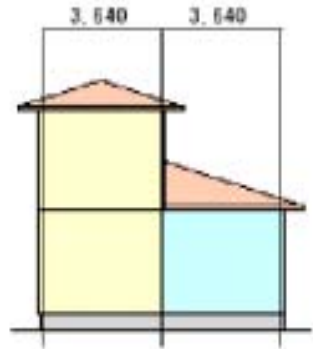


2トン積みトラックの片側に1トン、反対側に0.5トンの荷物を積むと、0.5トンの余裕があるにもかかわらず、積荷のバランスが悪いため、左側に傾き安全に走行することができません。

建物も同じです。2階建部分と1階建部分では、地盤に伝わる荷重が違うため、基礎のフーチングの幅を同じにすると、重たい側に傾きます。

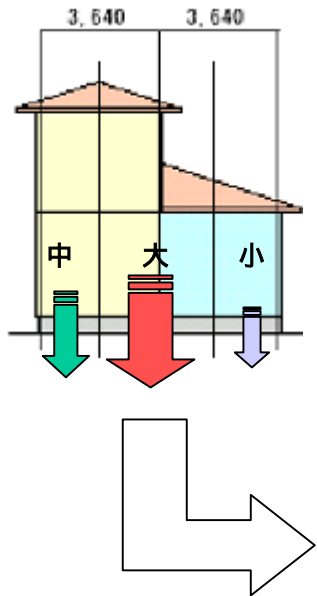
バランスの良い基礎設計 ベタ基礎

2階部分が重いためフーチングを広げ、建物の中心と重さの中心をあわせる

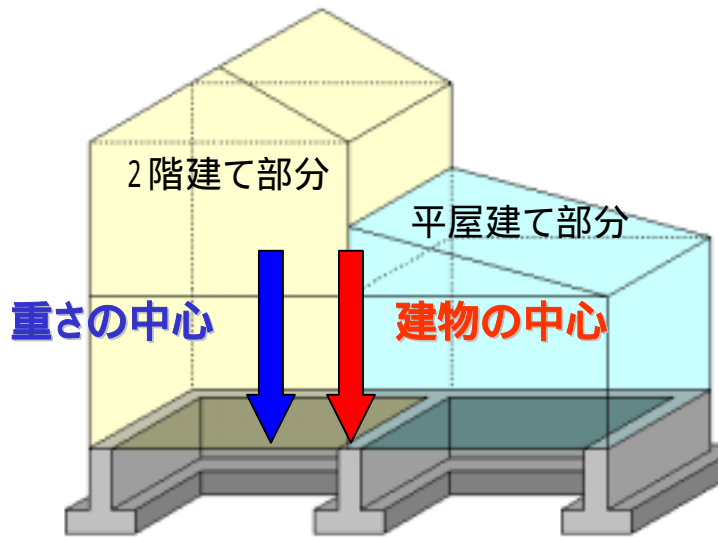


地盤が固くても、建物を建てると地盤は多少沈下します(即時沈下)。
建物重量により地盤に与える影響を平均化させて、即時沈下による不同沈下を防止します！

バランスの良い基礎設計 布基礎

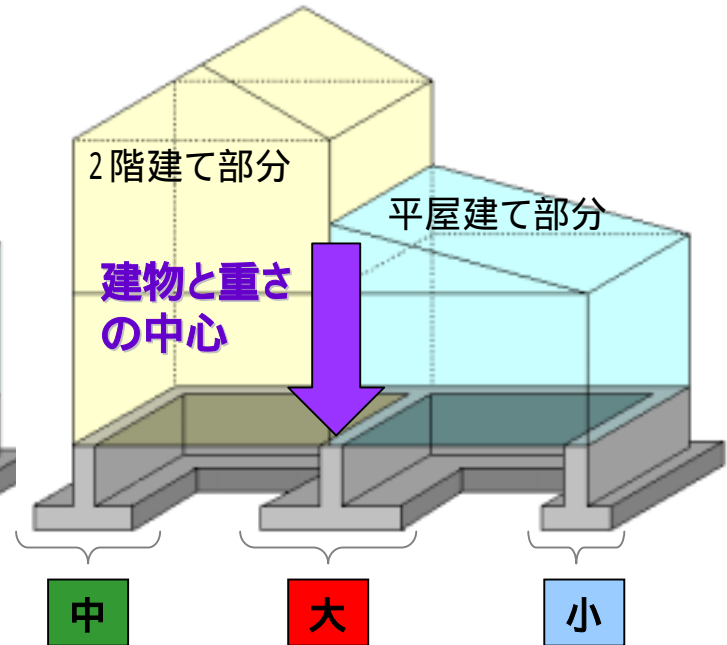


フーチングの幅が同じ



通常の布基礎
中心と重心がずれるため、不同沈下の可能性あり

フーチングの幅を建物の重さに合わせ、
大・中・小と変える



バランスの良い布基礎
中心と重心近づくため不同沈下が起こりにくい

地震に強い家づくりに大切なことは

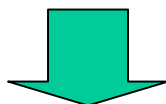
正確な地盤調査を行う

軟弱地盤と判定された場合
建物の重さと地盤強度に合った地盤改良工事を選ぶ

建物の重さと地盤強度に合った基礎の種類を選ぶ

構造計算を行い正確な鉄筋の量と寸法を決める

構造計算を行いバランスの良い基礎設計をする



正確な地盤状態を知り、バランスの良い基礎設計を行ったうえで
免震・耐震・制震工法を採用することにより
地震に強い家づくりができます。



どうしよう…
僕もう家建て
ちゃった…

