

わが家の 宅地安全マニュアル

.....

滑動崩落編



宅地を襲う災害は、がけ崩れや洪水などだけではなく。過去の大地震では、大規模に盛土された造成地などで、盛土全体が崩壊する災害が発生しています。



はじめに

かつどうほうらく

滑動崩落とは、谷間や山の斜面などにおいて盛土造成された住宅団地などのひとまとまりの宅地が、地震による大きなゆれによって滑ったり崩れたりする現象のことです。平成7年（1995年）の兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）や平成16年（2004年）の新潟県中越地震では、この滑動崩落によって、そこに住む方々だけでなく、周辺に住む方々が利用される道路やライフライン施設にも被害が及びました。

このような災害を防ぎ、被害を減らすためには、そこに住む方々だけでなく、周辺に住む方々も含め、ひとりひとりが滑動崩落を身近に起こりうる問題として認識し、皆様が協力して必要な準備や対策に取り組むことが大切です。

そこで、皆様に滑動崩落のことを知っていただき、これから皆様がどのようなことをすればよいのかご理解いただくために、本マニュアルを作成しました。

このマニュアルでは、「滑動崩落とは何か」、「滑動崩落はなぜ発生するのか、どのようなところで発生しやすいのか」、「滑動崩落を防ぐためには誰が何をしたらいいのか」などについてポイントを整理し、解説しています。

このマニュアルが、皆様の安全で安心な暮らしに少しでもお役に立つことができれば幸いです。

目 次

1	全国各地で地震が発生しています	01
	■近年の主な地震の発生状況	01
	■今後の地震の発生の可能性	02
2	地震により宅地に被害が発生しています	04
	■過去の地震における宅地の被害状況	04
	■主な宅地の被害事例	04
3	大地震時に盛土の滑動崩落が発生しています	05
	■滑動崩落とは？	05
	■過去の大地震と滑動崩落の被害	06
4	なぜ盛土造成地はつくられたのか	07
5	宅地耐震化への取り組み	08
	■宅地造成等規制法の改正と宅地耐震化推進事業の創設	08
	■宅地耐震化の流れ	09
	■1次調査とは？	10
	■大規模盛土造成地マップの公表とは？	11
	■2次調査とは？	12
	■造成宅地防災区域の指定・宅地造成工事規制区域内における勧告	15
	■滑動崩落防止工事	16
	■支援制度	21
	■Q & A	22
	■わが家の宅地チェックポイント	25
	■用語集	26

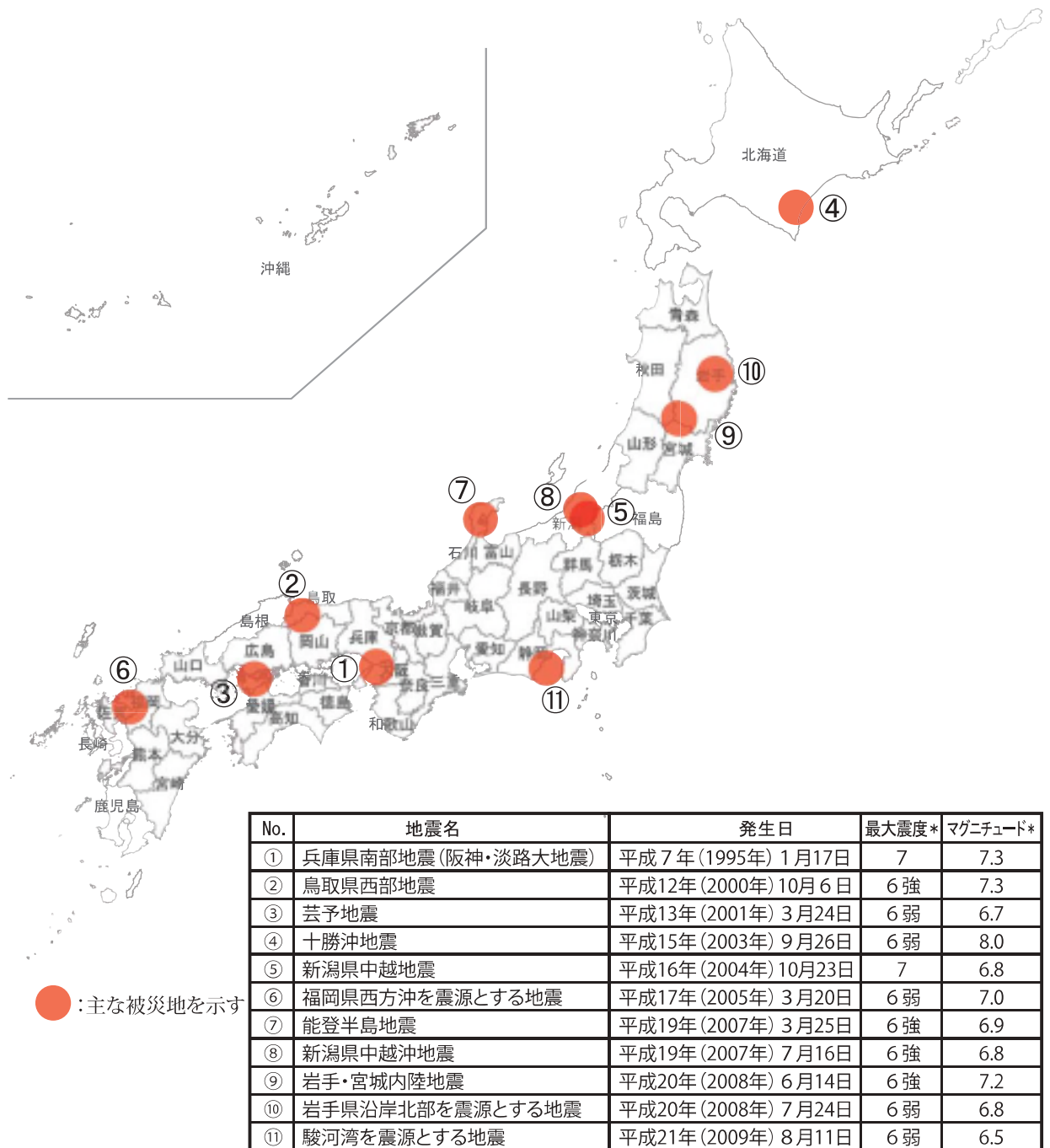
本文中の「*」のマークが付いている用語は、26～27ページの用語集にて解説しています。

1 全国各地で地震が発生しています

世界有数の地震国である日本は、特に近年全国各地で大地震が発生しており、また今後多くの箇所で地震の発生する可能性が指摘されています。

近年の主な地震の発生状況

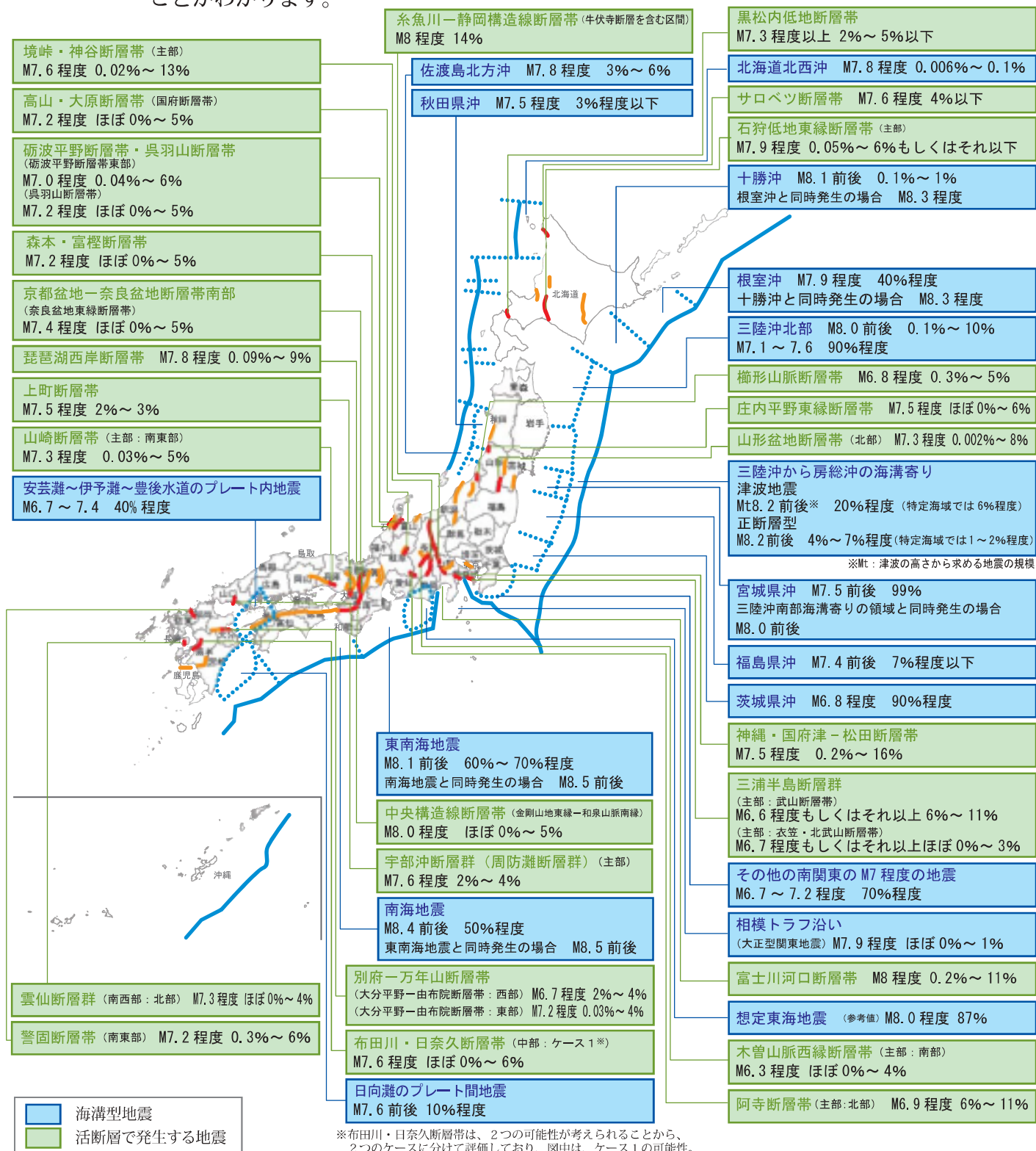
兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）以降の主な地震の発生状況です。北海道から九州まで全国各地で発生していることがわかります。



兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)以降の主な地震の発生状況

今後の地震の発生の可能性

下図は、今後30年以内に地震が発生する可能性のある箇所と、地震の規模を示しています（平成20年（2008年）1月1日現在）。北海道から九州まで全国的に分布していることがわかります。



（「地震がわかるQ&A」
（文部科学省 研究開発局 地震・防災研究課）をもとに作成）

今後の地震の発生の可能性

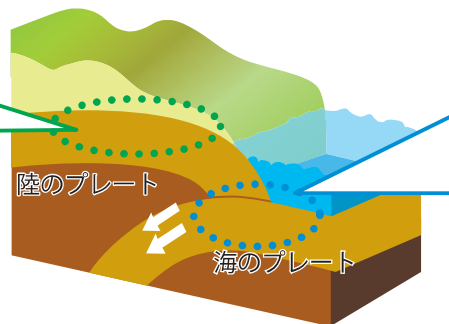
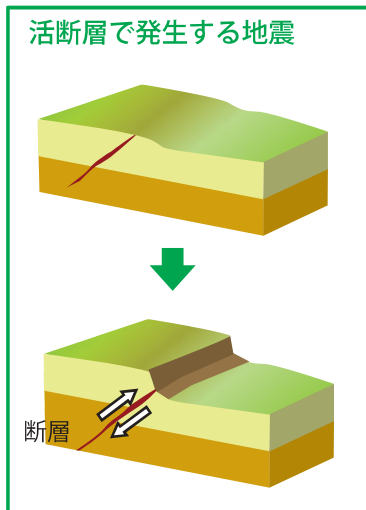
コラム 地震のメカニズム

地球の表面は十数枚の「プレート」と呼ばれる固い岩石の層に覆われています。このプレート同士がぶつかったり、押し合ったりして、プレート内部に力が加わります。これが地震の主な原因です。代表的なものとして、活断層で発生する地震や、プレート同士の境目付近で起こる海溝型地震があります。

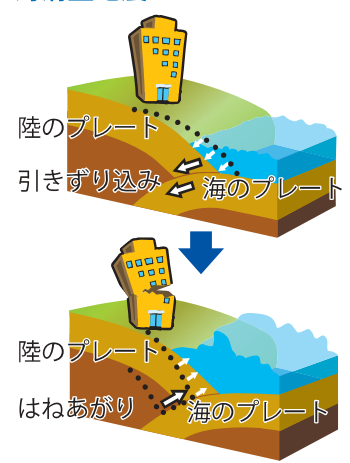
活断層で発生する地震は、海のプレートの動きなどによって、陸のプレート内に力が加わることで発生します。平成7年（1995年）に発生した兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）もこのタイプの地震でした。

海溝型地震は、海のプレートが陸のプレートの下へ沈み込むときに、陸のプレートの先の方も下に引きずり込まれ、この陸のプレートがその力に耐えきれず、元に戻ろうとするとときに発生します。このタイプの地震は、津波を伴う巨大地震となる場合があります。

活断層で発生する地震



海溝型地震

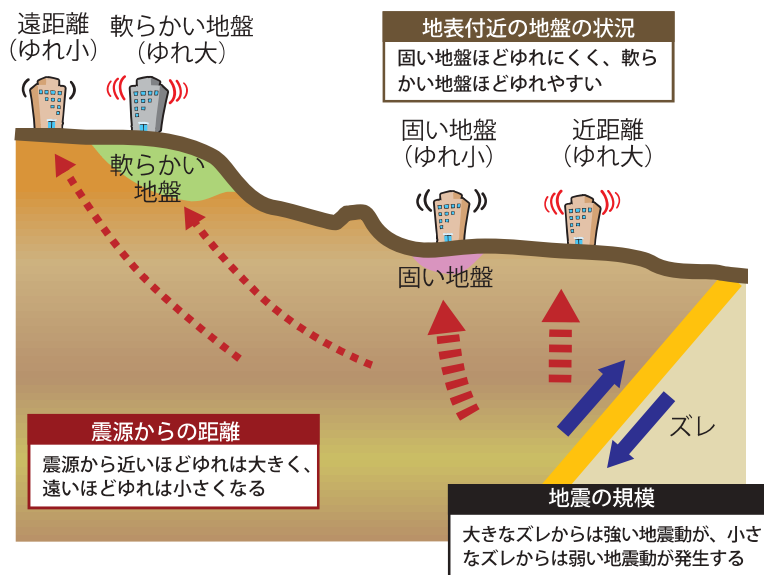


（「地震を知ろう-地震災害から身を守るために-」（文部科学省 研究開発局 地震・防災研究課）をもとに作成）

コラム 地震のゆれの伝わり方

地震のゆれの伝わり方はさまざまです。地震の規模、震源からの距離、地表付近の地盤の状況によって、地表でのゆれの大きさは異なります。

（「表層地盤のゆれやすさ全国マップ」（内閣府）をもとに作成）



2 地震により宅地に被害が発生しています

地震により、宅地にさまざまな被害が発生しています。ここでは、過去の地震における宅地の被害状況と主な宅地の被害事例について説明します。

過去の地震における宅地の被害状況

下表は、過去の地震において、宅地ごとの調査を行った結果、被害が特に大きく危険な宅地（表では「危険」）、被害が大きく立ち入る場合などに注意が必要な宅地（表では「要注意」）の数を示したものです。震度6以上の地震において、多くの宅地が被害を受けていることがわかります。

近年の地震の宅地被害

地震名	発生日	最大震度	被災宅地危険度判定結果			
			調査総数	危険	要注意	合計
兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）	平成7年（1995年）1月17日	7	—	—	—	1,874※
鳥取県西部地震	平成12年（2000年）10月6日	6強	369	139	155	294
新潟県中越地震	平成16年（2004年）10月23日	7	3,759	627	491	1,118
福岡県西方沖を震源とする地震	平成17年（2005年）3月20日	6弱	454	183	168	351
新潟県中越沖地震	平成19年（2007年）7月16日	6強	2,082	419	307	726
岩手・宮城内陸地震	平成20年（2008年）6月14日	6強	378	39	59	98

※ 兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）時には被災宅地危険度判定制度*が未整備のため、表中の数字は住宅・都市整備公団（当時）により調査を実施した宅地被害箇所数を示しています。

主な宅地の被害事例

滑動崩落（兵庫県南部地震 最大震度：7）



造成した大規模な盛土*全体が地震の大きなゆれにより滑ったり崩れたりする現象です。停電や断水、家屋の倒壊など大きな被害を及ぼしました。（5ページ参照）
（提供：釜井俊孝）

隆起（兵庫県南部地震 最大震度：7）



滑動崩落（5ページ参照）で地盤が動いたことにより、盛土の末端部などで地面が盛り上がる場合があります。家屋に被害が生じたり、道路が通行できなくなる場合があります。
（提供：釜井俊孝、守随治雄）

擁壁の倒壊（新潟県中越地震 最大震度：7）



構造的に安全基準を満たしていない不安定な場合や、老朽化などにより強度が低下している場合は、擁壁の倒壊により宅地や建物に被害を与えるおそれがあります。また、隣接する宅地、道路などへ影響を及ぼす場合もあります。
（提供：株式会社千代田コンサルタント 橋本隆雄）

亀裂（新潟県中越地震 最大震度：7）



地震のゆれによって地面が引っ張られるなどして地盤が割れてしまう現象で、家屋に被害を及ぼす場合があります。

（提供：社団法人 全国宅地擁壁技術協会）

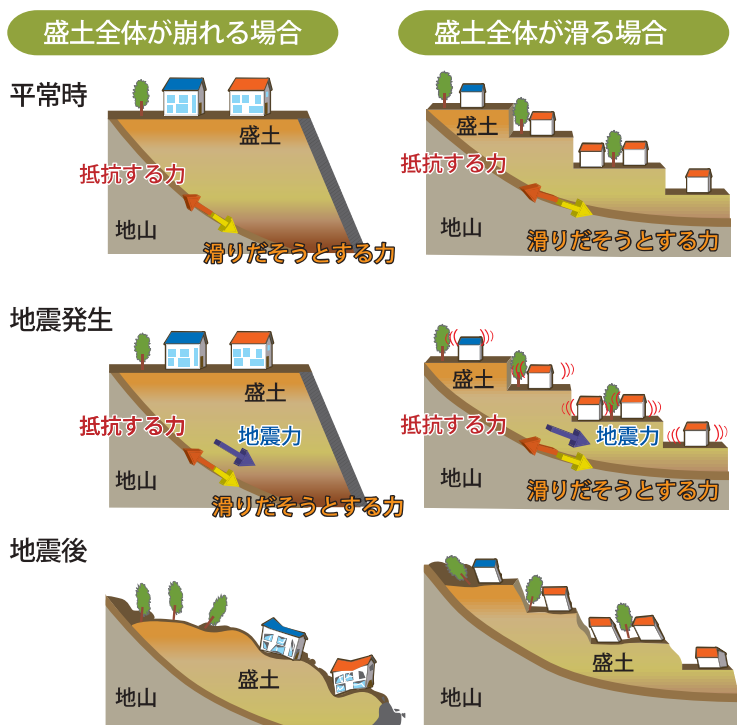
3 大地震時に盛土の滑動崩落が発生しています

地震時の宅地被害のひとつに「滑動崩落」があります。「滑動崩落」が発生すると、その宅地だけでなく、周辺に対しても甚大な被害を及ぼす場合があります。また、家屋が頑丈でも居住できなくなる場合があります。ここでは、「滑動崩落」のメカニズムや被害状況について説明します。

滑動崩落とは？

●滑動崩落とは何か？

滑動崩落とは、谷間や山の斜面などにおいて盛土造成されたひとまとまりの宅地が、地震による大きなゆれによって滑ったり崩れたりする現象のことです。



●メカニズム

平常時は、盛土の重さにより下に「滑りだそうとする力」(イラストの黄色矢印→)に対して、元の地面との摩擦などで「抵抗する力」(イラストの赤矢印→)が大きいため、盛土は安定しています。

地震時は、盛土の重さにより下に「滑りだそうとする力」に「地震力」(イラストの青矢印→)が加わります。これらの力が「抵抗する力」を上回ると、盛土の全体または大部分が滑ったり崩れたりします。この現象を滑動崩落といいます。

特に、盛土内に地下水が多く存在する場合、地震が発生すると盛土がさらに滑りやすくなります。

●滑動崩落が発生すると…

盛土全体が崩れる場合

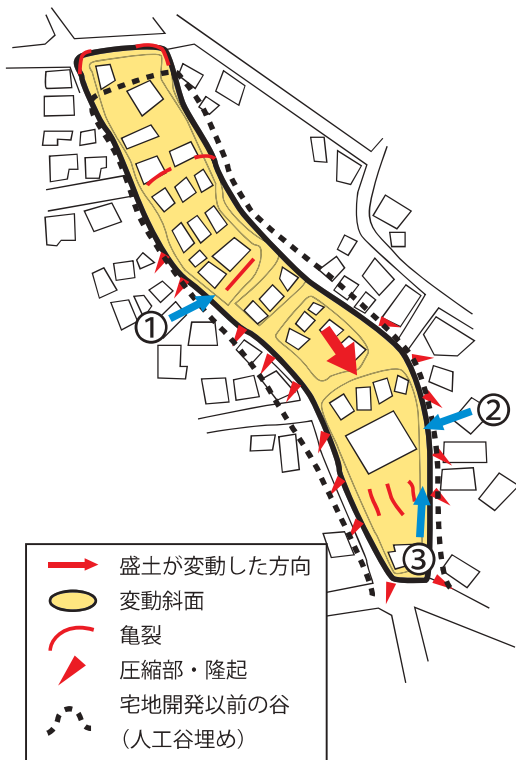
写真の地区は、盛土造成により宅地となった土地です。地区全域が崩れ、段差、亀裂、崩壊などの現象が見られました。



盛土全体が崩れた被害の様子

(出典：兵庫県資料)

盛土全体が滑る場合



(「斜面防災都市」(釜井俊孝、守随治雄)をもとに作成)



写真の矢印の方向に盛土が滑ったために、盛土上部では、地面が引っ張られて亀裂ができています。

(提供:釜井俊孝、守随治雄)



盛土中部では、手前の電柱がある地盤(地山)に対し、奥の家屋のある盛土部分が矢印の方向に滑っています。電柱はもとも門の左側にありましたが、住宅が右から左へ移動したため、門の前にきてしまいました。

(提供:釜井俊孝、守随治雄)



写真の奥から手前に向かって盛土が滑っています。盛土の末端部では、滑った盛土が押し寄せ、地盤が隆起しています。

(提供:兵庫県)

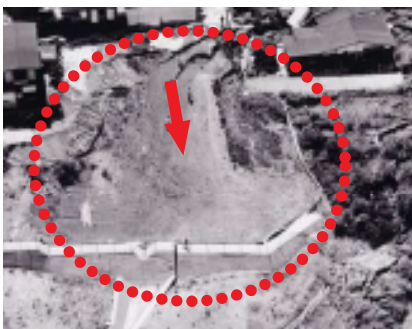
盛土全体が滑った被害の様子



過去の大地震と滑動崩落の被害

過去の大地震では、比較的古い時代の技術レベルで盛土造成された宅地で、地下水位が高い場合や盛土内に軟らかい部分がある場合などで、滑動崩落が発生しています。

宮城県沖地震
昭和53年(1978年)6月12日発生
最大震度5

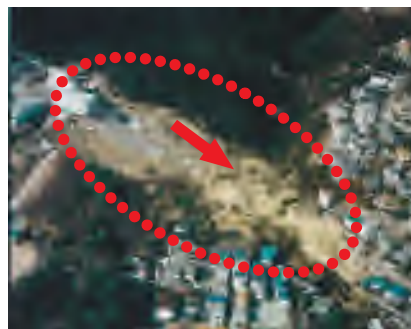


(提供:河北新報社)

写真に示す住宅団地では盛土が崩れ、全戸数1703戸のうち227戸が被害を受けました。

復旧工事として、杭を打ったり地下水を抜く工事が実施されましたが、被害が甚大であった28戸については居住できず、集団移転を余儀なくされました。

兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)
平成7年(1995年)1月17日発生
最大震度7



(提供:兵庫県)

神戸市などを中心に滑動崩落による大きな被害が発生しました。そのうち写真に示す箇所では、崩落した大量の土砂が高速で家屋を襲い、13戸の家屋を押しつぶし34名の尊い命が奪われました。また、周辺の宅地や道路・河川などにも甚大な被害が及びました。

新潟県中越地震
平成16年(2004年)10月23日発生
最大震度7



(提供:長岡市)

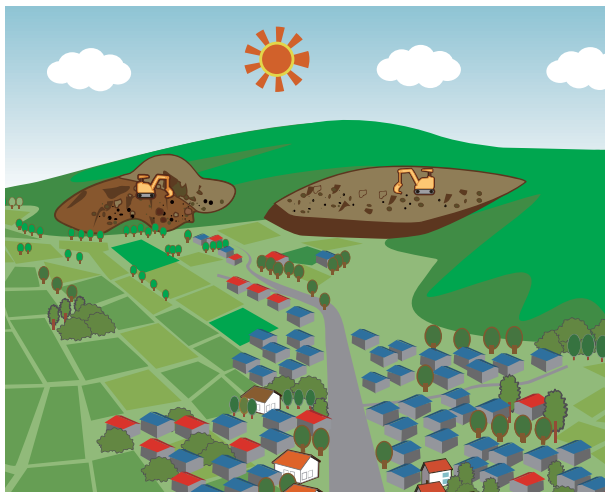
丘を削り周辺に盛土した団地で滑動崩落が発生し、全521宅地のうち109宅地が危険な状態と判定されました。一時は全世帯に避難勧告が発令されました。

4 なぜ盛土造成地はつくられたのか

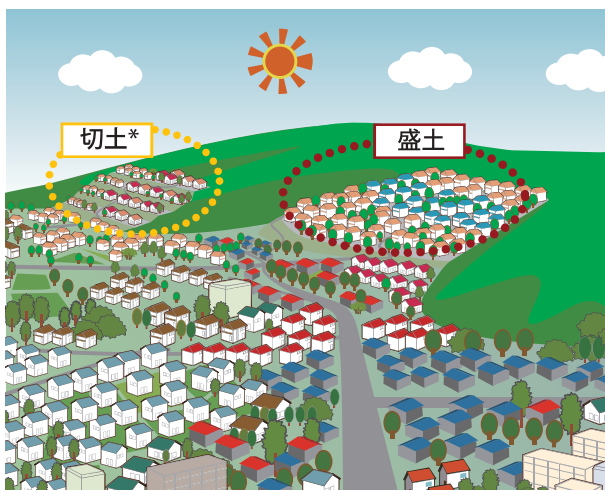
日本の国土は、平地の面積が約3割と少なく、大半が山地に囲まれています。高度経済成長期などでの都市部の人口増加に伴い、宅地として利用できる平らな土地が不足してきました。その結果、住まいの場所は郊外の丘陵地や台地、山麓へと拡がりました。



人口の増加に伴い、住まいの場所は郊外の丘陵地や台地、山麓などへと拡がっていきました。



丘陵地を宅地として利用する場合、山を削り、削った土を盛って平らな土地をつくる工事が必要になりました。



このように造成された宅地のなかには、8ページ以降で説明する大規模盛土造成地もあります。

5 宅地耐震化への取り組み

地震時の滑動崩落による被害を防止するためには、どうすればよいのでしょうか。宅地耐震化の進め方について説明します。

■ 宅地造成等規制法の改正と宅地耐震化推進事業の創設

平成7年（1995年）の兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）、平成16年（2004年）の新潟県中越地震などにおいて、大規模に盛土造成された宅地で滑動崩落による被害が発生しました。この滑動崩落という現象のメカニズムは、これらの被害により初めて明らかになってきました。これを受けて、地震時の宅地の安全性を確保するため、平成18年（2006年）に宅地造成等規制法*が改正されました。

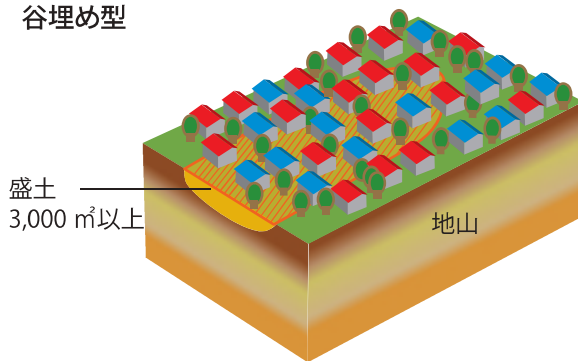
あわせて、滑動崩落を防止するために必要な調査や工事などを支援する宅地耐震化推進事業*が創設されました。



コラム 大規模盛土造成地

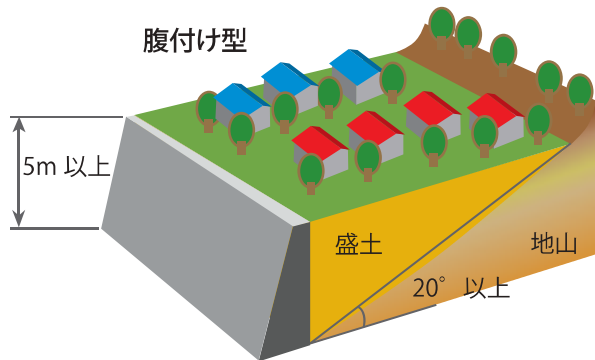
盛土造成地は、谷間や山の斜面に土を盛るなどしてつくられています。このうち、過去の地震時の被害事例から、滑動崩落の発生が多かった盛土の面積や高さ、盛土をする前の地山の傾斜をもとに、大規模盛土造成地が下図のように定義されています。

谷埋め型



盛土の面積が3,000m²以上の宅地

腹付け型



盛土をする前の地山の傾斜が20°以上の急な斜面で、高さ5m以上の盛土を行った宅地

宅地耐震化の流れ

宅地耐震化は「変動予測調査*」、「造成宅地防災区域*の指定（以下「区域指定」という。）・宅地造成工事規制区域*内における勧告（以下「勧告」という。）」および「滑動崩落防止工事」から成り立っています。大規模盛土造成地の滑動崩落は盛土全体に関わる災害であることから、宅地耐震化の取り組みは敷地単位ではなく、ひとまとまりの盛土宅地を対象とします。

(1)変動予測調査

「変動予測調査」とは、大規模盛土造成地を対象とし、滑動崩落に対する安全性を確認するための調査で、資料調査や現地での土質・地下水位・断面形状の調査、安定計算などを行うものです。宅地所有者等※¹の協力のもと、地方公共団体が主体となって行います。

(2)区域指定・勧告

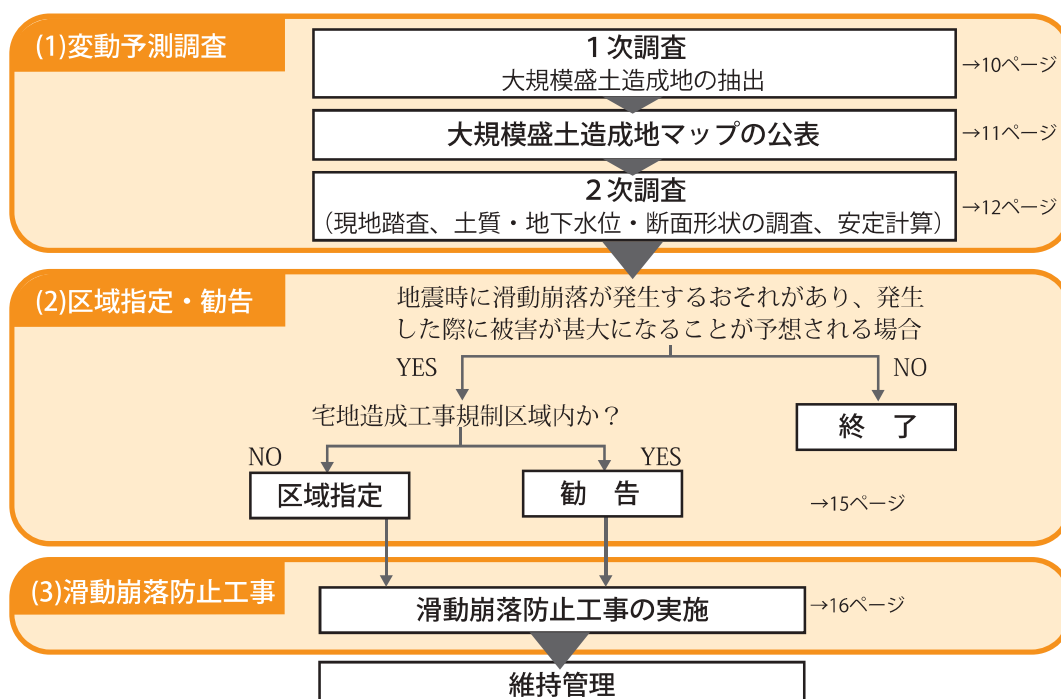
「変動予測調査」の結果、地震時に滑動崩落が発生するおそれがあり、発生した際に被害が甚大になることが想定される場合、都道府県知事等※²が、このひとまとまりの盛土宅地について区域指定（宅地造成工事規制区域外）または勧告（宅地造成工事規制区域内）を行います。区域指定または勧告が行われた場合、宅地所有者等には、滑動崩落を防止するための取り組みが求められます。

(3)滑動崩落防止工事

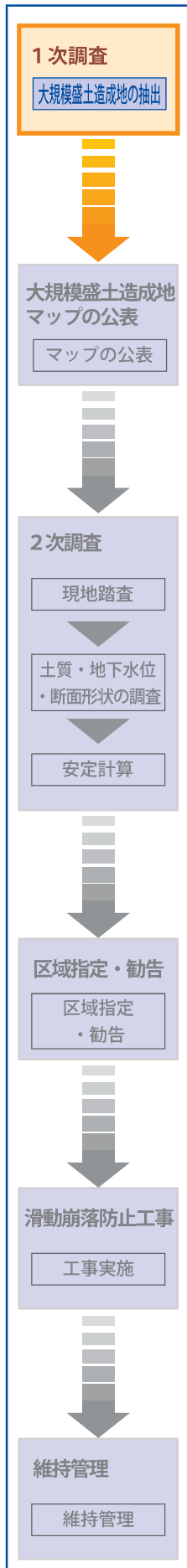
「滑動崩落防止工事」とは、区域指定または勧告が行われた宅地の滑動崩落を防止するために行う、盛土の滑りを抑える杭を打つ工事や地下水を抜く工事などのことです。宅地所有者等と地方公共団体（道路・公園その他公共施設の管理者など）が、工事の内容や費用負担などについて協力して行います。

※¹ 宅地の所有者、管理者または占有者をいう。

※² 都道府県知事、政令市、中核市および特例市の長（事務処理市町村の長を含む）をいう。



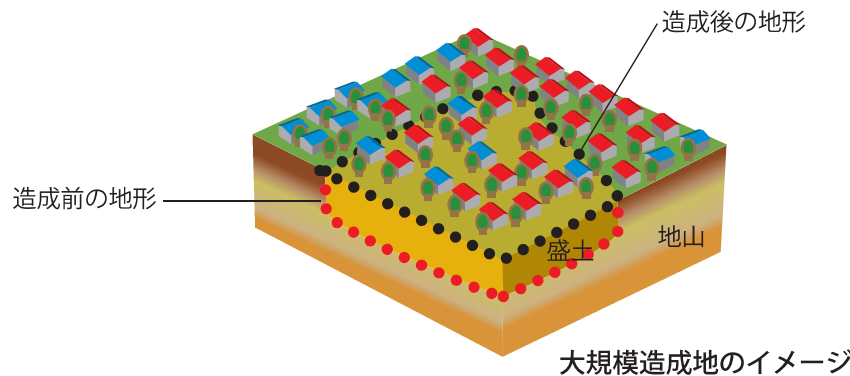
(1)～(3)の詳しい内容を、10ページ以降で解説します。



1 次調査とは？

1次調査とは、宅地の造成前と造成後の地形図などを重ね合わせることで、大規模盛土造成地（8ページコラム参照）を抽出するものです。地方公共団体が主体となって行います。

大規模盛土造成地は、谷間や山の斜面に土を盛るなどしてつくられているため、造成前と造成後とでは地面の高さが異なります。このことから、造成前と造成後の地形図や空中写真などを重ね合わせることで、大規模盛土造成地の概略の位置、大きさ、深さを把握することができます。



●大規模盛土造成地の抽出の手順

造成前と造成後の地形図を重ね合わせて大規模盛土造成地を抽出する手順をご紹介します。

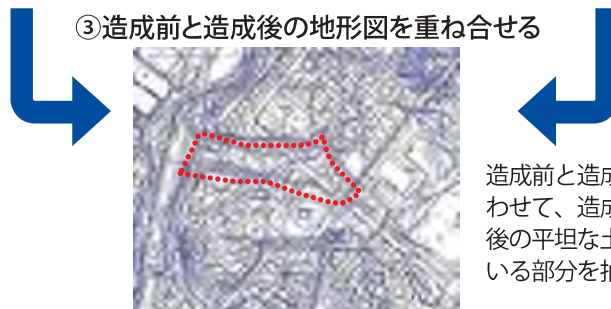
①造成前の地形図



②造成後の地形図



③造成前と造成後の地形図を重ね合わせる

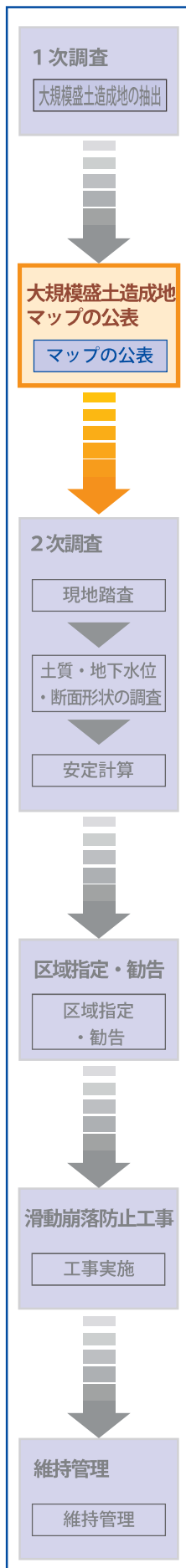


造成前と造成後の地形図を重ね合わせて、造成前の谷間から、造成後の平坦な土地に地形が変わっている部分を抽出します。

④盛土造成地の位置の把握



抽出された盛土造成地のうち、8ページのコラムに掲載されている条件にあてはまるものが、「大規模盛土造成地」です。



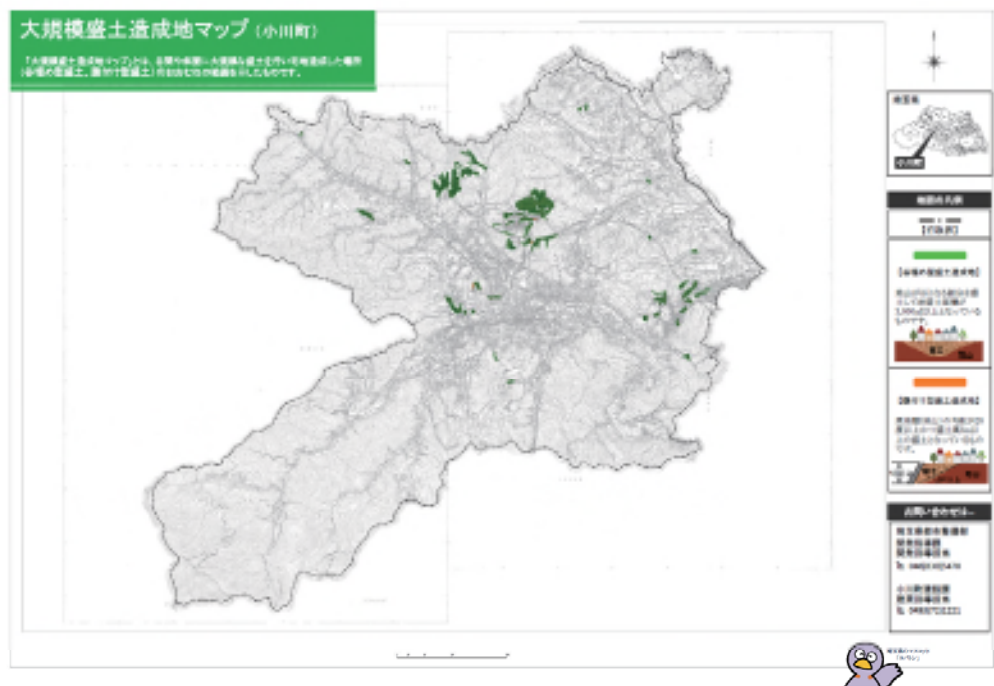
大規模盛土造成地マップの公表とは？

●大規模盛土造成地マップの公表

地方公共団体は、1次調査において抽出した大規模盛土造成地について、必要に応じて現地確認などを行ったうえで、そのおおむねの位置と規模を示す大規模盛土造成地マップ（以下「マップ」という。）を公表します。マップの公表は、宅地所有者等に対して、身近な大規模盛土造成地の存在を知らせ、防災意識を高めていただくことを主な目的としています。このマップに基づき、12ページ以降で説明する2次調査を実施し、地震時の安全性の検証を行います。

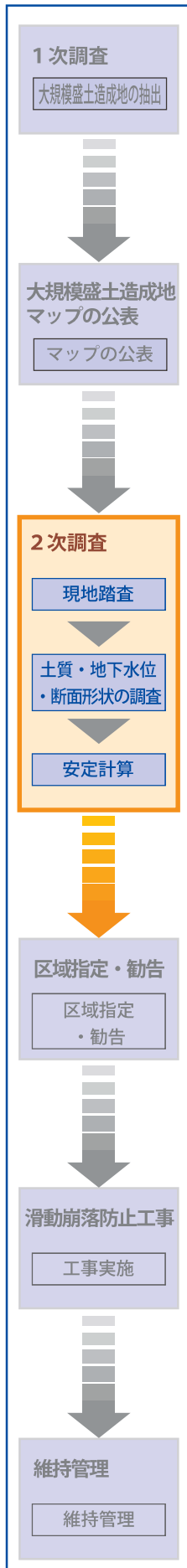
ポイント！：大規模盛土造成地マップが示すこと

1次調査終了後に公表するマップは、造成前と造成後の地形図などを重ね合わせることで、大規模盛土造成地のおおむねの位置と規模を抽出したものであり、この時点でマップに示す箇所が、全て地震時に危険というわけではありません。地震時の安全性は、宅地所有者等の協力のもと、2次調査で詳細に検証されます。



大規模盛土造成地マップのイメージ

（出典：埼玉県ホームページ 大規模盛土造成地マップ）



2次調査とは？

2次調査とは、大地震時に滑動崩落が発生するおそれがあるかどうかを検証するもので、1次調査で抽出された大規模盛土造成地を対象に、現地での地形の確認、土質・地下水位・断面形状の調査、安定計算などを行います。宅地所有者等の同意と協力を得て、地方公共団体が行います。

ポイント！：調査へのご理解・ご協力が必要です

2次調査では、都道府県等から委託を受けた調査員が、皆様がお住まいの街へうかがいます。調査時には、詳細な調査を行うために敷地や道路で簡単な試験やボーリング調査*を行うため、皆様のご理解・ご協力が必要です。

●地震時の大規模盛土造成地の安全性の検証方法

すべり台の上で止まっている人をイメージしてみましょう。その人には、自分の重さで「滑りだそうとする力」に対し、すべり台の面との摩擦などで、それに「抵抗する力」が働き、「抵抗する力」の方が大きい場合には止まっています（すべり台のイメージ①）。しかし、その状態で強く背中を押されると（すべり台のイメージ②）、その人は一気にすべり台を滑っていきます（すべり台のイメージ③）。

盛土の滑動崩落は、このすべり台と同じ原理で起こります。通常時は、盛土自体の重さで「滑りだそうとする力」に対し、摩擦力などで「抵抗する力」の方が大きいため、盛土は安定しています（盛土の滑動崩落のイメージ①）。しかし、地震時には、盛土が「滑りだそうとする力」に「地震力」が後押しするかたちで加わります（盛土の滑動崩落のイメージ②）。盛土が「滑りだそうとする力」と「地震力」を合わせた力が「抵抗する力」を上回った場合、盛土は滑り出してしまいます（盛土の滑動崩落のイメージ③）。

■地震時の安全性が高い

抵抗する力 > 滑りだそうとする力 + 地震力

■地震時に滑動崩落が発生するおそれがあり、安全性が低い

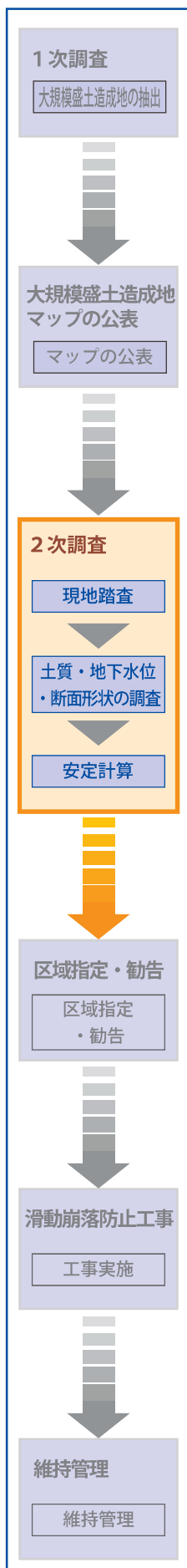
抵抗する力 < 滑りだそうとする力 + 地震力

すべり台のイメージ

- ① 人が滑りだそうとする力に対し、抵抗する力が大きい場合には止まっている
- ② 滑りだそうとする力に背中を押す力が加わる
- ③ 一気にすべり台を滑り落ちる

盛土の滑動崩落のイメージ

- ① 盛土が滑りだそうとする力に対し抵抗する力が大きいため安定している
- ② 滑りだそうとする力に地震力が加わる
- ③ 盛土部分が滑り落ちる（滑動崩落）

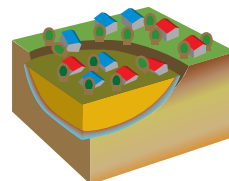


また、盛土が地下水をたくさん含んでいる場合は「抵抗する力」が弱まり、あたかもすべり台が水で濡れているときに滑りやすくなります。

すべり台のイメージ



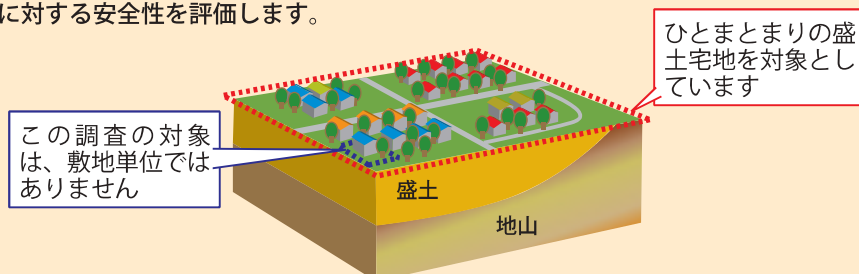
盛土の滑動崩落のイメージ



※地震時では、液状化のような現象によって盛土などが軟らかくなり、変状が生じる場合もあります。

ポイント！：調査の対象はひとまとまりの盛土宅地です

地震時の安全性の検証においては、敷地単位ではなく、ひとまとまりの盛土宅地を対象に、滑りに対する安全性を評価します。



この安全性の検証を行うためには、盛土の土質、地下水位、断面形状がわからなければなりません。それを調査するのが2次調査です。

●現地踏査

道路の沈下や亀裂の有無、擁壁などの構造物の変状、地下水の状況など現在の盛土の状況を現地で確認します。

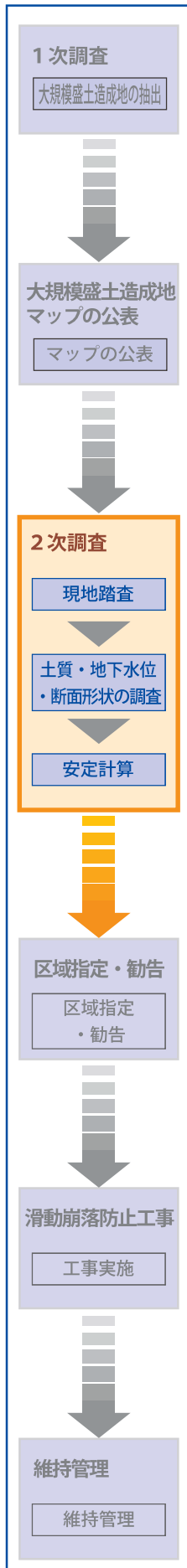
●盛土の土質・地下水位・断面形状の調査

盛土の土質、地下水位、断面形状を調査します。

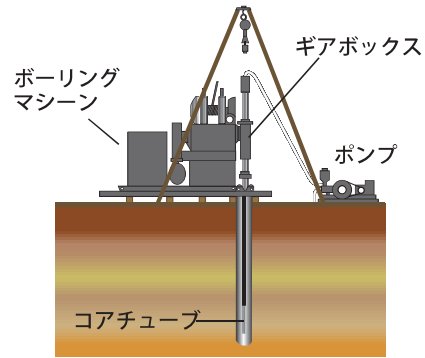
■土質の調査

土のサンプルを採取し、精度よく土の強度を調べます。代表的な調査方法としては、ボーリング調査やスウェーデン式サウンディング試験などがあります。

ボーリング調査では、14ページに示す標準貫入試験や、採取した地下の土のサンプルで室内試験を行い、土の固さや粘りなどの状態を求め、12ページに示した「滑りだそうとする力」や「抵抗する力」、地震時の液状化の可能性を算出することができます。



ボーリング調査実施の例



標準貫入試験

ボーリング調査の孔を利用し、おもりを打ち込んで土の固さや締まり具合を判定するものです。

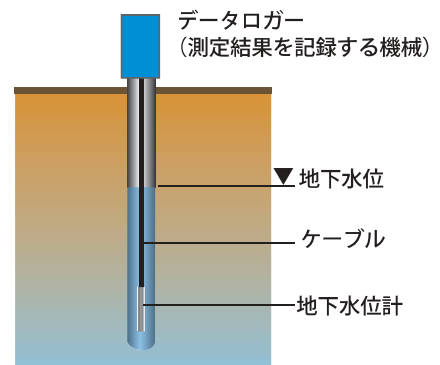


スウェーデン式サウンディング試験

ボーリング調査が行えない場合に、比較的浅い粘性土を主体とした土の固さや締まり具合を調査するのに適した方法です。

■地下水位の調査

ボーリング調査で掘った孔を利用し地下水位を観測します。地下水位を調査することで、12～13ページで示す「抵抗する力」の弱まる影響や地震時の液状化の可能性を算出することができます。



地下水位測定の実例

■盛土の断面形状の調査

表面波探査試験*により盛土の断面形状を把握します。

盛土の断面形状を調査することで、「滑りだそうとする力」と「抵抗する力」とを求めることができます。

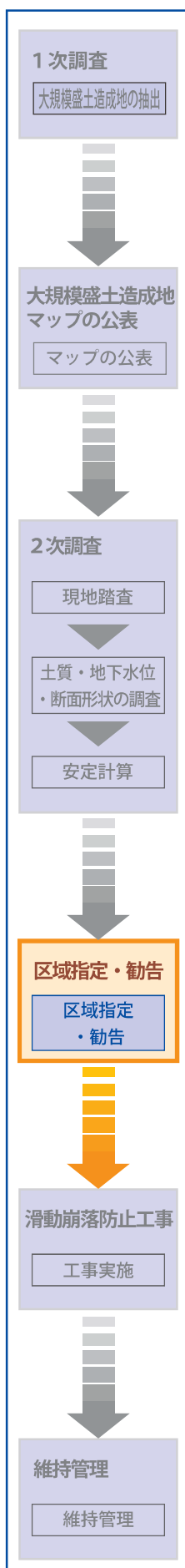
●安定計算

調査結果に基づいて、盛土全体の安全性の検証を行います。

検証を行う際には、一般的には震度6～7程度の地震を想定します。



表面波探査試験の実例



造成宅地防災区域の指定・宅地造成工事規制区域内における勧告

●造成宅地防災区域の指定（区域指定）・宅地造成工事規制区域内における勧告（勧告）の条件

次の①および②の両方に該当する場合に、都道府県知事等が、区域指定または勧告を行います。

- ①変動予測調査における地震時の安全性の検証（12～14ページ参照）で、地震時に滑動崩落が発生するおそれがあると判定された場合
- ②滑動崩落が発生することによって、盛土内の居住者やその他の者に危害を及ぼすおそれの大きい場合

※なお、変動予測調査の結果に関わらず、地盤の滑動、擁壁の沈下、法面の崩落などが発生しているひとまとまりの盛土宅地で、災害により相当数の居住者、その他の者に危害を生ずるおそれがある場合も区域指定または勧告が行われます。

●区域指定・勧告が行われた場合

■宅地所有者等の役割

区域指定または勧告が行われた場合、宅地所有者等には、滑動崩落を防止するために、盛土の滑りを抑える杭を打つ工事や地下水を抜く工事などを行う取り組みが求められます。

■地方公共団体の役割

滑動崩落による被害を防止するために必要と判断される場合は、都道府県知事等が宅地所有者等に対して、災害を防止するための取り組みについて勧告・命令を行う場合があります。

●できることから取り組みましょう

区域指定または勧告が行われた場合に、宅地所有者等には、滑動崩落を防止するための取り組みが求められます。

- 大規模盛土造成地の中には複数の宅地所有者等の方々がいらっしゃいます。複数の宅地所有者等の方々が、話し合いを行い、合意を図りながら組織づくりを行うことが必要です。
- まずお住まいの宅地全体がどのような状態にあるのか確認・点検を行うことが重要です。地方公共団体が行った変動予測調査の結果や、宅地内の擁壁の変状や地下水の状況などを確認・点検してみましょう（25ページ参照）。
- 大規模盛土造成地には、道路や公園その他公共施設が存在します。滑動崩落を防止するために、それらの公共施設の管理者と話し合いを行うことも大切です。
- 個人財産である宅地は、宅地所有者等が対策を講じるのが原則ですが、一定の要件（10戸以上、滑動崩落により公共施設などへ被害をもたらすおそれなど）を満たす場合は、滑動崩落防止工事の費用の一部の助成を受けることができる場合があります。（21ページ参照）



滑動崩落防止工事

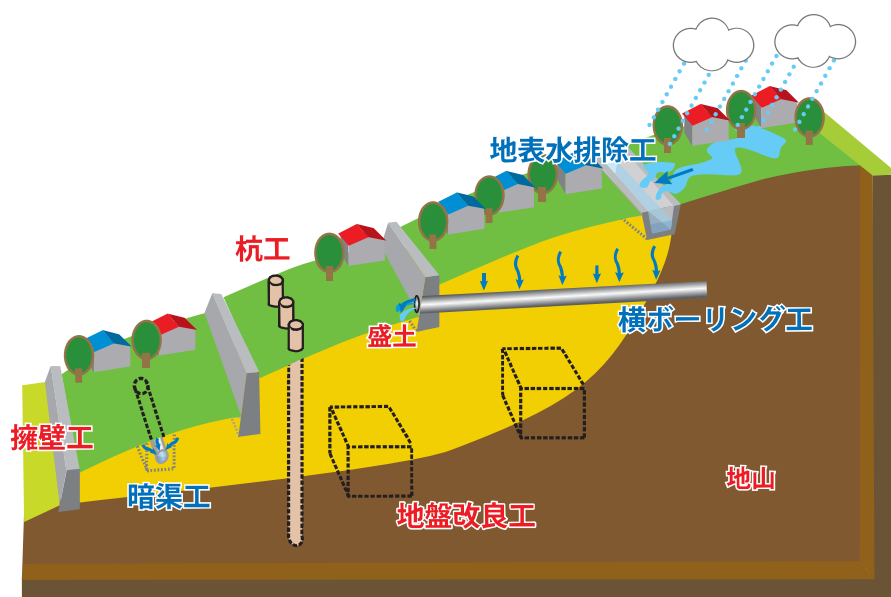
滑動崩落防止工事は、ひとまとまりの盛土宅地の滑りを防止するために行われます。したがって、盛土内の宅地所有者等の皆様が協力して進めることが大切です。

●滑動崩落防止工事の考え方

「滑動崩落防止工事」とは、造成宅地防災区域の指定または宅地造成工事規制区域内における勧告が行われた宅地の滑動崩落を防止するために行う、盛土の滑りを抑える杭を打つ工事や地下水を抜く工事などのことです。宅地所有者等と地方公共団体（道路・公園その他公共施設の管理者など）が、工事の内容や費用負担などについて協力して行います。また、工事の計画を立てるにあたっては、工事の効果を継続させることができるよう、適切な維持管理を行うことのできる体制づくりもあわせて検討することが必要です。

●滑動崩落防止工事の工法

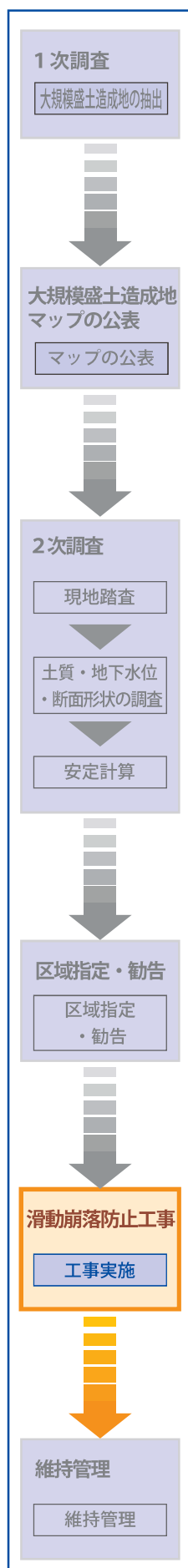
滑動崩落防止工事には、主に盛土および地山の地盤を補強して盛土の滑りを抑える工法と、盛土の地下水を抜く工法があります。これらの工法を組み合わせることで工事を実施するのが一般的です。

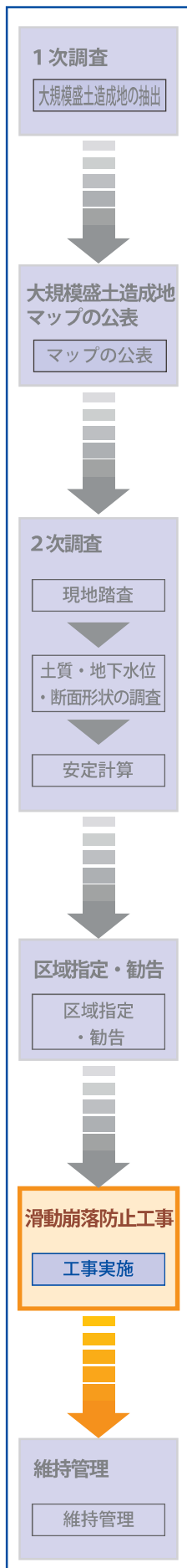


赤字：盛土の滑りを抑える工法
青字：地下水を抜く工法

※上図に示す工法その他、腹付け型の盛土には、アンカー工を用いる場合もあります。

各工法の概要を、17ページ以降で解説します。





■盛土の滑りを抑える工法

杭や擁壁などを設置することで、盛土の滑りを抑える工法です。

対策前

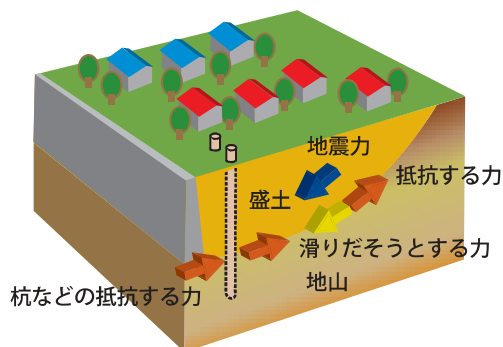
抵抗する力 < 滑りだそうとする力+地震力

地震時に滑動崩落が発生するおそれがあり、安全性が低い

対策後

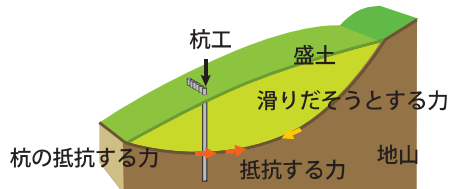
抵抗する力 + 杭などの抵抗する力 > 滑りだそうとする力+地震力

地震時の安全性が高い



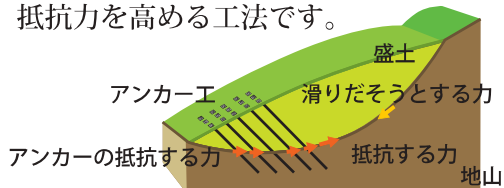
杭工

杭を地山まで建て込むことによって、滑りに対する抵抗力を高める工法です。



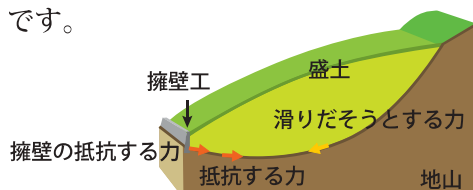
アンカー工

地山に定着させたワイヤーを地表から締めつけることによって滑りに対する抵抗力を高める工法です。



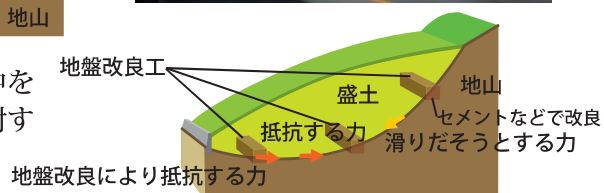
擁壁工

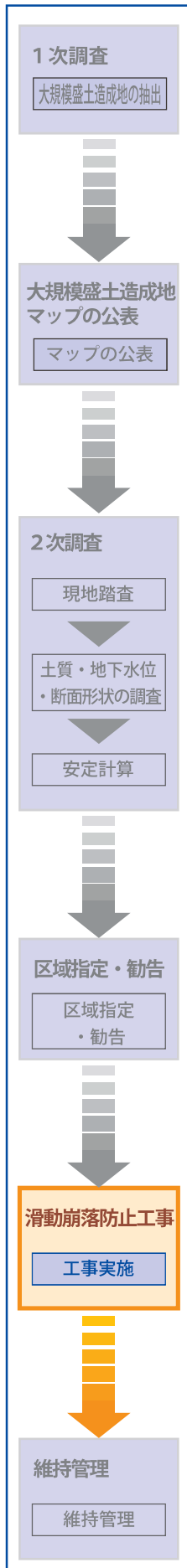
擁壁を設置することにより、擁壁の自重で滑りに対する抵抗力を高める工法です。



地盤改良工

盛土と地山の境界付近の地盤の中をセメントなどで改良し、滑りに対する抵抗力を高める工法です。



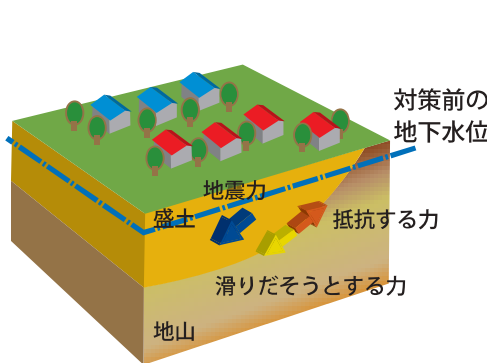


■地下水を抜く工法

地下水を抜いて水位を下げると、対策前と比べて盛土の抵抗する力が高まるとともに、地震時の液状化の可能性を軽減することができます。また、地表面に排水路（側溝など）を設置し、雨水の地下への浸透を防ぐ工法も地下水位を下げるためには有効です。

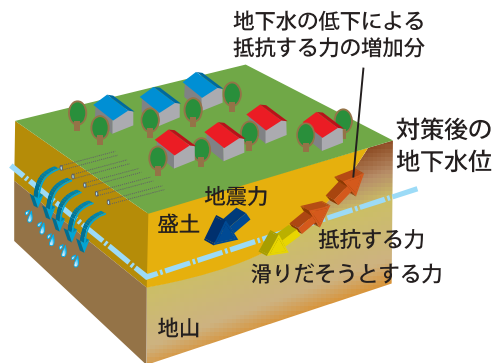
対策前 抵抗する力 < 滑りだそうとする力+地震力 ➡ 地震時に滑動崩落が発生するおそれがあり、安全性が低い

対策後 抵抗する力 + 地下水の低下による抵抗する力の増加分 > 滑りだそうとする力+地震力 ➡ 地震時の安全性が高い



横ボーリング工

地表面から水抜き用の横穴を開け、地下水を取り除きます。



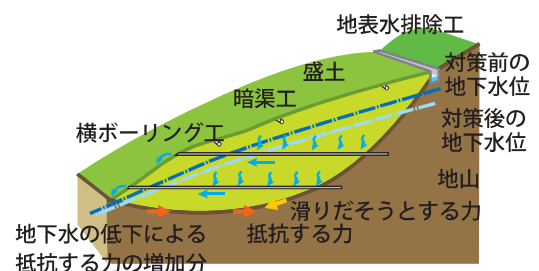
暗渠工

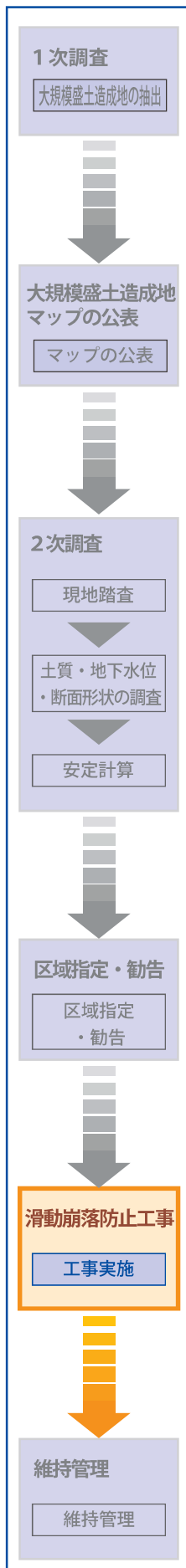
浅い部分にある地下水を、穴開き管を用いて取り除きます。



地表水排除工

雨などが地面から地中に浸透することを防ぎます。





滑動崩落防止工事の実施事例（新潟県柏崎市）

■新潟県中越沖地震による被災状況

平成19年（2007年）7月16日に発生した新潟県中越沖地震において、新潟県柏崎市では最大震度6強を観測しました。

柏崎市北東部に位置する山本団地地区では、宅地地盤の変動（滑動崩落）によって住宅や擁壁、道路などに多大な被害が発生しました。被災宅地危険度判定の結果、調査宅地数40宅地に対し、危険と判定された宅地が21宅地、要注意と判定された宅地が17宅地ありました。また、被災建築物応急危険度判定の結果、総戸数129戸のうち49戸が「要注意」もしくは「危険」な状況と判定されました。柏崎市災害対策本部は、7月21日にこの地区の34世帯81名に避難勧告を発令しました。



山本団地の航空写真

（出典 新潟県資料）



宅地裏側の砂丘の被災状況（提供 柏崎市）



団地周辺部の被災状況（提供 柏崎市）



盛土内の被災状況（提供 柏崎市）
滑動崩落により宅地が変動し建物が破損



盛土内の被災状況
滑動崩落により宅地が傾き居住不能に

■山本団地の地盤状況と対策

柏崎市が行った調査の結果、この地区は地下水位が高く、砂地盤であり、しかも砂の粒子が均一であるため液状化が発生しやすいことがわかりました。対策としては、砂地盤の地下水位の低下を図る工法が有効であるため、団地内の道路などの下約2～3mに、暗渠排水パイプ（合計約1.3km）を張り巡らせる計画がたてられました。

柏崎市は、地震発生直後から、調査の実施や結果の説明、工事の計画策定、費用負担などについて、地元住民と繰り返し協議を実施しました。その結果、平成19年（2007年）12月27日には、地域住民による工事の実施と管理を行うことを目的に「山本団地宅地防災管理組合」が設立されました。

新潟県は、盛土の滑動によって当該地区の住宅・市道や排水路などの公共施設が大きく被災し、団地の南側にある二級河川鯖石川にも二次災害を及ぼす危険性が高いことから、平成19年（2007年）12月21日、全国で初めて造成宅地防災区域を指定しました（指定面積約2.4ha）。



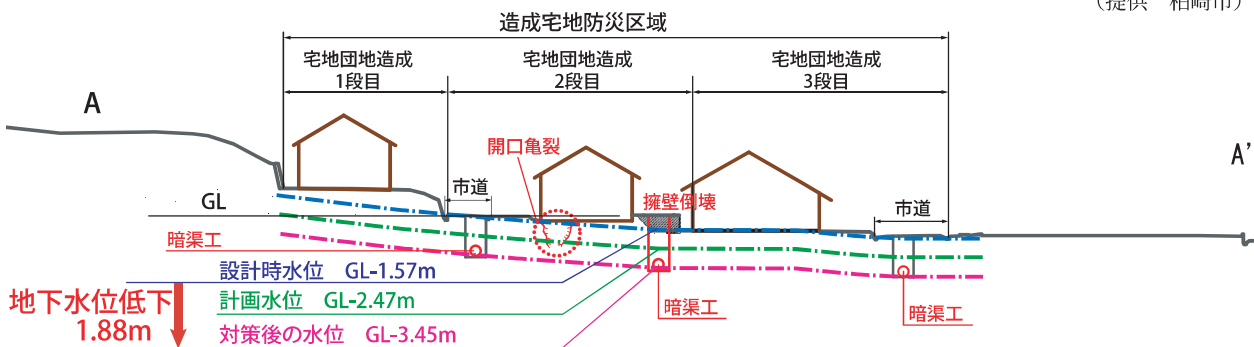
工事（暗渠排水パイプ）平面図
(出典：柏崎市資料)



工事状況写真（防水シート設置）
(提供 柏崎市)



工事状況写真（暗渠排水パイプ設置）
(提供 柏崎市)



山本団地の対策後の地下水位（新潟県資料をもとに作成）

国は、この工事が、滑動崩落による二次災害を防止するものであり、宅地耐震化推進事業（滑動崩落防止工事）の助成要件（21ページ参照）を満たすものであることから、全国で初めて同事業を適用することとしました。

工事の実施にあたっては、地元住民の負担を軽減し、早期復興を促進させるために、総費用約1億6千万円のうち1/4ずつを国、柏崎市および新潟県中越沖地震復興基金（宅地地盤災害復旧支援事業）でそれぞれ助成することとし、地元住民は1/4の約4,000万円を負担することとしました。その結果、工事は次のとおり実施されました。

事業概要	
事業主体	柏崎市
対象区域面積	2.4ha
保全対象公共施設	二級河川鯖石川
事業内容	暗渠工(暗渠排水パイプφ200～300mm、L＝約1.3km)など
事業期間	平成19年度(2007年度)～平成20年度(2008年度)
全体事業費	約1億6千万円 (国:約4,000万円、市:約4,000万円、新潟県中越沖地震復興基金:約4,000万円、地元住民:約4,000万円)

工事により暗渠排水パイプの設置がおおむね完了したことを受け、柏崎市は当該地区に発令していた避難勧告を平成20年（2008年）11月18日付けで1年4ヶ月ぶりに全戸解除しました。