

「宅地防災パンフレット」

まえがき

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震(以下、東日本大震災と記す)において、仙台市は造成宅地に大きな被害を受けた。1978年の宮城県沖地震においても造成宅地は被害を受け、地震被害の一つの形態として注目を集めた。その後の1995年阪神大震災を含めた地震でも造成宅地は大きな被害を受け、宅地造成等規制法も改定され、宅地耐震化事業が実施されていたが、自治体負担、宅地所有者負担の壁があり、実質的な進捗は見られなかった。仙台市の造成宅地の被害の特徴の一つに、造成年代が古い宅地の被害が大きかったことが挙げられる。戦後の経済復興期に、法的整備がなされない状態での宅地造成であったことと造成宅地の経年劣化の可能性が被害を大きくした理由として指摘されている。同様の状況にある造成宅地は、本邦に於いて大都市圏を中心として数多く存在する。

宅地および住居が地震時に被害を受けることは生活基盤が失われることに等しく、その影響は大きい。宅地被害を正しく理解し、個々人が災害に備え適切な努力をすることが不可欠である。すべての災害について言えることであるが、「災害を正しく恐れ、災害に備える」ことが、被害を受けた場合の生活再建を容易にする。宅地耐震化事業を利用すれば、大規模なすべり等についての造成宅地の耐震性は増加する。しかし、個々人の努力なしでは、宅地や住居の被害を軽減することは難しいのが現状であることを理解していただきたい。

この「宅地防災パンフレット」は仙台市の委託を受けて、公益社団法人地盤工学会東北支部が作成したものである。造成宅地被害に関する必要な基礎知識(なぜ起こるか、どのような法律があるか、実際に被害が起こった時にどのような措置がなされ、どのような支援があるかなど)が得られることを目的とした。対象としては、宅地の被害に興味を持つ一般市民とし、わかりやすい記述を心がけたつもりである。この冊子は時間的余裕のないところでの執筆・編集であり、あくまでも暫定的なものとして取り扱っていただきたい。今後、よりわかりやすいものとするための努力を重ね、今後の造成宅地被害の対策事業に役立つような資料となるように最終版を作成し、公表したいと考えている。仙台市の提案によるこの冊子が造成宅地被害の対策事業の一助となれば幸いである。

「宅地防災パンフレット」編集委員会代表者 今西 肇
(平成24年度 公益社団法人地盤工学会 東北支部評議員)

目次

1. 地震時の宅地災害とその対策の概要	1
2. 宅地災害のメカニズムの説明	3
2.1 被害メカニズム	3
2.2 宅地変状と家屋被害の関係	4
2.3 被害事例の紹介と解説	5
2.4 建物の基礎構造と被害の関係	6
2.5 地震に弱い擁壁と強い擁壁	11
3. 宅地災害を軽減するために住民ができること（地震の前に）	15
3.1 自分の宅地周辺を観察する	15
3.2 地表面排水経路の確認	16
3.3 擁壁の現状を確認する	17
3.4 自分の家の基礎構造を確認する	18
4. 宅地災害を拡大させないために住民がなすべきこと（地震の後に）	19
4.1 宅地に発生した亀裂の充填の必要性とその処置方法	19
4.2 被害を受けた宅地の観察と点検	21
4.3 大雨が降った時の対応	23

1. 地震時の宅地災害とその対策の概要

東日本大震災（平成 23 年 3 月 11 日）により、仙台市の造成宅地に発生した宅地被害については、宅地地盤および擁壁に写真で示すような被害が多数見られました。

宅地地盤の被害には次のような現象がみられました。

- (1) クラック（地割れ）
- (2) 段差
- (3) 斜面やのり面の崩壊
- (4) 崖の崩落
- (5) 地盤の液状化現象

これらの被害が発生した場所には次のような地盤の特徴があります。

- (1) 造成宅地の切土と盛土の境界部
- (2) 盛土によって出来る斜面の近くの地盤
- (3) 盛土内の排水機能が十分でない地盤
- (4) 粒のそろった砂があり地下水位が高い地盤

しかし、盛土部でもしっかりと締固められていた場合や、擁壁などの排水機能が十分であった場合は小さい被害で済みました。

宅地（地盤）被害のいくつかの例を写真で示します。



盛土によって出来る斜面の崩壊被害



盛土の締固めが不足して、地震動により発生した沈下被害



盛土内の地下水位が高く、液状化が発生した。



盛土と切土の境目で地震動により段差が生じた

また、斜面に造られた宅地の滑ろうとする力を受ける擁壁の被害の多くは次のような特徴がありました。

- (1) 今の建築基準法の構造基準を満たさないもの
- (2) 経年変化により擁壁が老朽化したもの

さらに、擁壁の構造そのものにも被害が増えた原因があります。

- (1) 玉石だけで作られた擁壁
- (2) 水抜き穴を設けていない擁壁
- (3) 擁壁の背後や基礎部分が軟弱な地盤の上に作られた擁壁
- (4) 擁壁の上にさらに擁壁を継ぎ足している擁壁

宅地擁壁の被害のいくつかの例を写真で示します。



形式の異なる2段積み擁壁の崩壊



重力式の石積み擁壁が崩壊

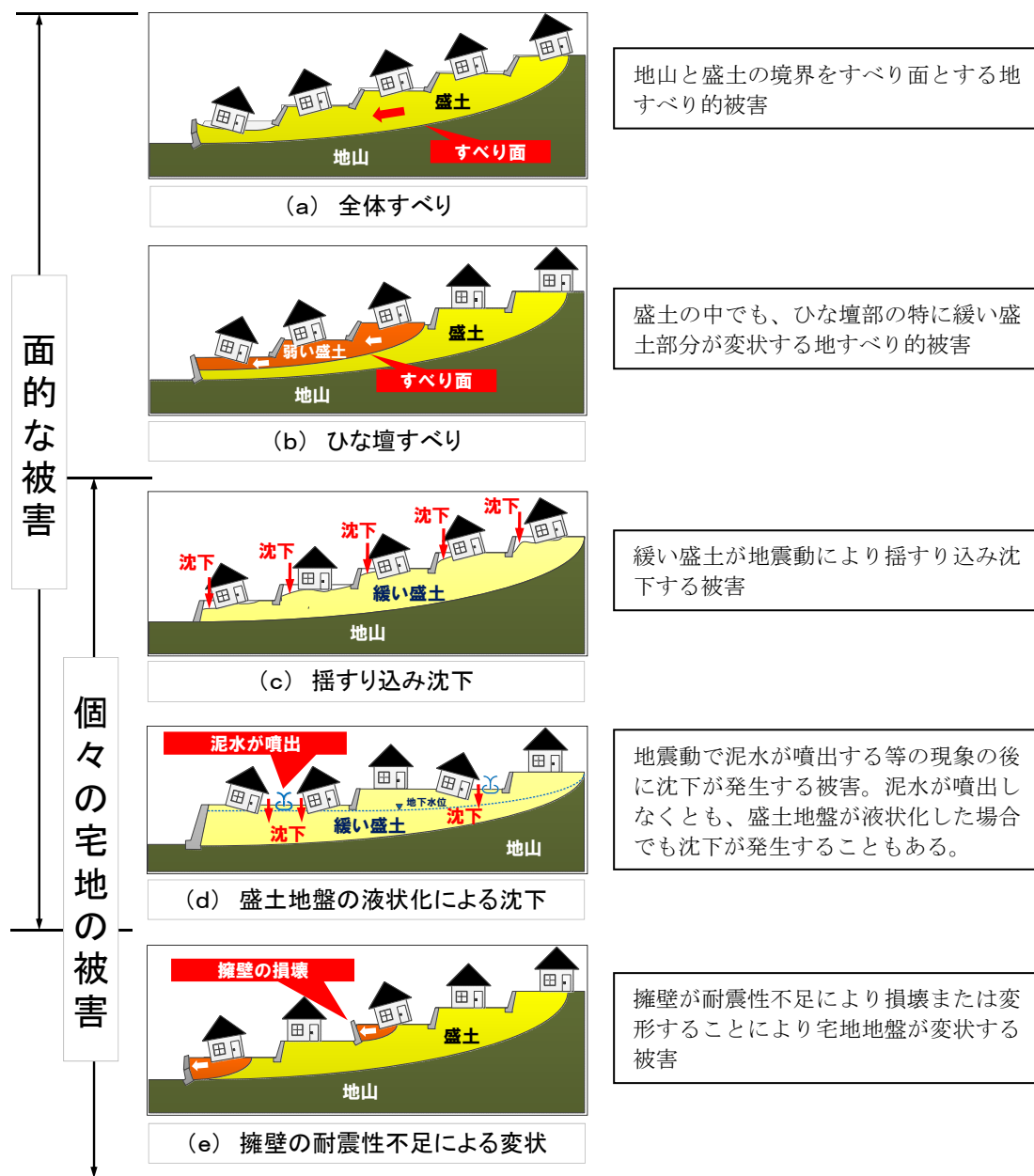


擁壁のはらみ出しが見られ、大きなクラックが発生した。

2. 宅地災害のメカニズムの説明

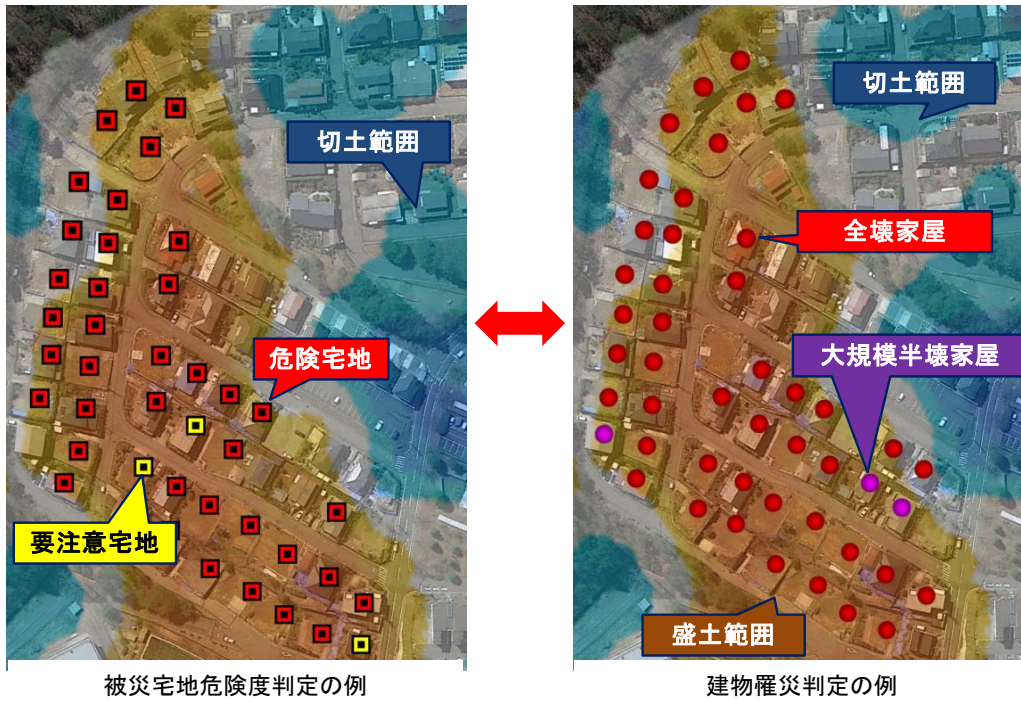
2.1 被害メカニズム

宅地被害は、下図に示すように、複数の宅地を一体として巻き込んで水平方向に移動する地すべり的な被害（以下、「面的な被害」と呼ぶ。）と、擁壁の耐震性不足等に起因する宅地被害（以下、「個々の宅地の被害」と呼ぶ。）の大きく2つに分類されます。また、緩い盛土地盤の地震動による揺すり込み沈下や液状化等による沈下被害は、上記どちらにも含まれる場合があります。



2.2 宅地変状と家屋被害の関係

被災宅地危険度判定にて「危険宅地」または「要注意宅地」と判定された宅地上の家屋は、建物罹災判定においても概ね「全壊」または「大規模半壊」となります。



2.3 被害事例の紹介と解説

地震時における造成宅地の被害は、下図に示す概ね6つの要因からなります。



① 谷埋め型盛土に起因

旧谷地形を埋め立てて盛土した場所で、盛土全体が地すべりの変動した例



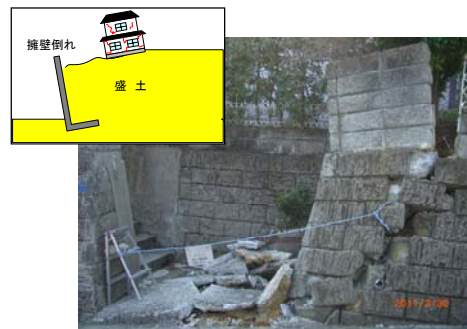
② 腹付け型盛土に起因

地山を切り盛りして土地を広げた、いわゆる腹付け盛土箇所、盛土全体が地すべりの変動した例



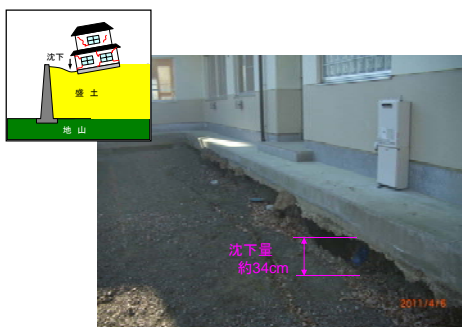
③ 切盛境界に起因

切土と盛土の境界において、地震動により盛土が移動して大きな亀裂や段差が発生した例



④ 擁壁の安定性不足に起因

擁壁が地震力に耐えられずに崩壊してしまったために宅地が変状した例



⑤ 緩い盛土状態に起因

盛土が非常に緩かったため、地震動により圧縮沈下した例



⑥ 地盤の液状化に起因

地下水で飽和された緩い砂質土からなる盛土地盤が、地震により液状化して地盤が変状した例

2.4 建物の基礎構造と被害の関係

(1)建物の基礎構造と被害住宅を中心する木造建築物の基礎構造の地震被害は「地盤の被害を原因とする被害」と「地震による振動を原因とする被害」に大きく分けられます。

「地盤の被害を原因とする被害」の場合、宅地地盤の沈下や移動などの変形によって基礎構造が損傷し、建物の不同沈下を引き起こすことがあります。地盤の被害が顕著でも基礎構造の被害が小さい、またはほとんどない状態であれば、写真2.4.1のように建物自体は大きな被害が見られないことがあります。地盤の被害の影響を受けて基礎構造の損傷が激しい場合、不同沈下を引き起こし建物全体に大きな被害をもたらします(写真2.4.2、2.4.3)

「地震による振動を原因とする被害」の場合は、地盤の被害は顕著ではありませんが、地震により建物基礎に入力される力が大きくなるために基礎構造が損傷します
(写真

2.4.4、2.4.5) 木造住宅の場合、コンクリート基礎の上に木材の土台が置かれ、この上に柱が立てられます。基礎と土台はアンカーボルトで緊結されますが、建設年代の古い木造住宅では、基礎と土台がしっかりと取り付けられていないため、地震による振動で土台がずれてしまい、建物に大きな変形をもたらすことがあります(写真2.4.6) 土台には柱を通して建物からの荷重が伝わるので、基礎としっかりと緊結されていないと、建物に作用する地震荷重を基礎から地盤に伝えることができません。最近の住宅では接合部を金物で補強することが定められており、柱、土台、基礎はホールダウン金物などで緊結され、剛性と強度が確保されます。



写真2.4.1地盤被害は大きいですが、基礎・建物の被害は小さい



写真2.4.2 擁壁被害による不同沈下



写真2.4.3 不同沈下による建物の被害



写真2.4.4 地震による振動によって生じた基礎の被害



写真2.4.5 地震による振動によって生じた基礎の被害



写真2.4.6 土台が基礎に緊結されていないためにずれている

(2)被害地震と基礎に関する建築基準法の変遷^{2.4.1)}

建築基準法の構造に関する規定については、大きな被害をもたらした地震の後、何度か改正されています。表2.4.1にこれまでの主な改正を、その契機となった地震と対応させてまとめてあります。木造住宅の基礎については、1968年十勝沖地震での被害を受けて、1971年の建築基準法施行令の改正で、「コンクリート造又は鉄筋コンクリート造の布基礎とすること」という規定が設けられました。さらに、1978年宮城県沖地震の後、1981年に新耐震設計基準が導入され、木造住宅については壁量規定が見直されました。

1971年に住宅金融公庫（現在の住宅金融支援機構）の仕様書に木造住宅の基礎の配筋について書かれていますが、木造住宅の基礎は無筋コンクリートのものがほとんどでした。その後、1981年以降に基礎に鉄筋が入られるようになり、2000年の建築基準法改正で鉄筋の仕様定められました。また、この時に地耐力に応じて採用すべき基礎形式が規定されています（表2.4.2）

表2.4.1 被害地震と建築基準法の改正

年	主な被害地震	住宅被害の概要	建築基準法の改正(基礎に関わる内容)
1968年	十勝沖地震	住宅被害は比較的軽微だが、埋立地・造成地での被害多い	
1971年			基礎はコンクリート造又は鉄筋コンクリート造の布基礎とする
1978年	宮城県沖地震	住宅被害多く、特に軟弱地盤地域で著しい被害	
1981年			新耐震設計基準
1995年	兵庫県南部地震	古い木造住宅が多数倒壊	
2000年			地耐力に応じた基礎構造が規定され、地耐力の調査が事実上義務化となる

表2.4.2 建築基準法改正(2000年)での地耐力と基礎形式

地耐力	基礎形式
20kN未満	基礎杭
20~30kN	べた基礎
30kN以上	布基礎

(3)基礎形式^{2.4.1)}

木造住宅を支える基礎には大きく分けると、「布基礎」と「べた基礎」の2種類があります。「布基礎」は壁や柱からの荷重を連続した帯状の基礎で荷重を地盤に伝えるもので、逆T字形の断面が多く見られます(図2.4.1)。「べた基礎」は建物とほぼ同じ底面積を持つ基礎スラブによって荷重を地盤に伝えます。「布基礎」は基礎底盤の面積が小さいため、接地圧(建物重量/基礎底盤の面積)が多くなるため地耐力の大きな地盤で採用されます。やや軟弱な地盤で用いる場合には、基礎底盤を拡張したり、格子状につなげて一体化したりします。

「べた基礎」は基礎の面積が大きくなるため、接地圧が小さくなり、「布基礎」に比べて地耐力の小さな地盤でも採用することが可能になりますが、基礎自体の重量が大きくなるため、沈下量が大きくなりやすく、沈下に対する検討が重要になります(図2.4.2)

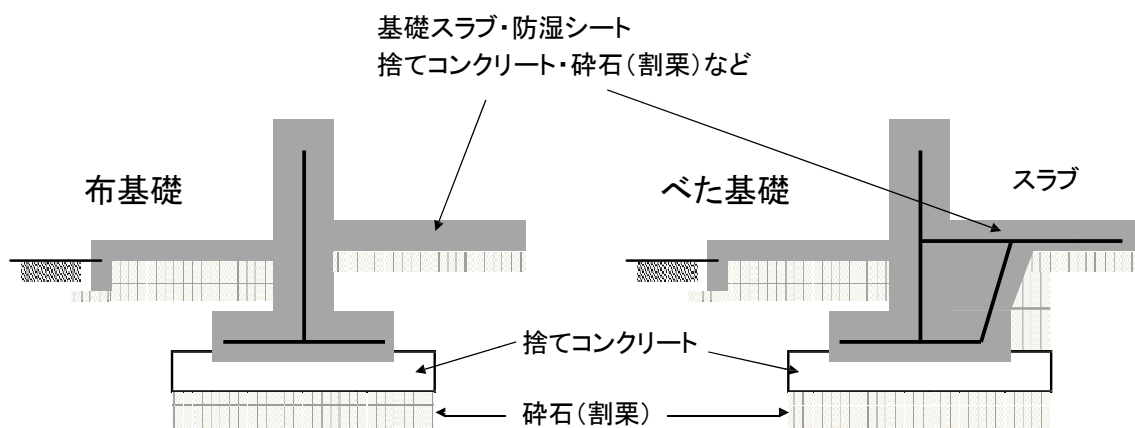


図2.4.1 布基礎とべた基礎の概略図

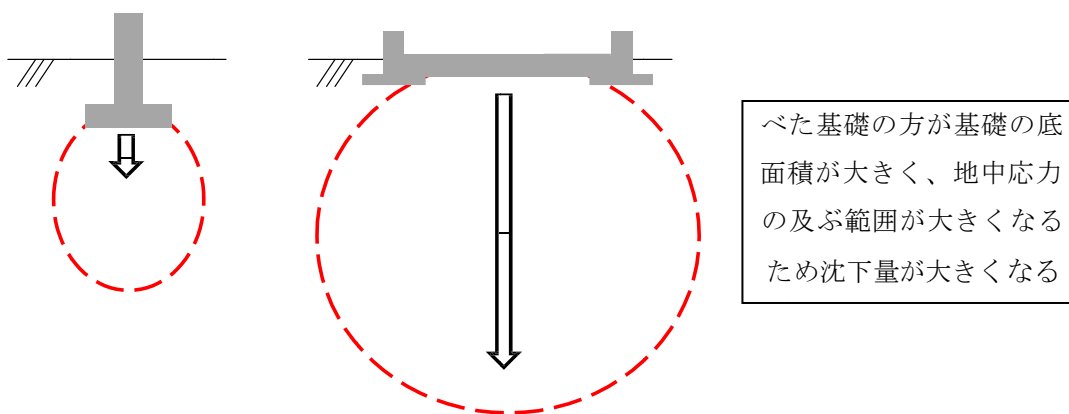


図2.4.2 布基礎とべた基礎での接地圧の違い

この他に建築基準法で「第3種地盤」に分類されるような軟弱地盤の場合には杭基礎の採用を検討することになります。住宅の場合には、一般のRC造建物などの場合に比べて径の小さい鋼管杭が主流となっています^{2.4.2)}。

(4)耐震診断と補強方法^{2.4.3)}

1995年兵庫県南部地震やそれ以降の被害地震でも、1981年以前に建てられた住宅で地震被害が多く発生している一方で、1981年以降に建てられた住宅では比較的被害が少ないことが指摘されています。このような状況から、1981年以前に建てられた住宅については耐震診断を受けることが進められています。また、年代だけでなく、地盤や基礎の形状、建物の形や構造、劣化の状況などからも住宅の耐震性が違ってきます。

耐震診断の方法には大きく分けて3種類あります。最も簡易なものでは、日本建築防災協会から発行されている「誰でもできるわが家の耐震診断」というリーフレットを用いて、

住宅の所有者が簡易に自宅の耐震診断を行うことができます。建築士など専門家の診断を要する場合は、「一般診断法」と「精密診断法」があります。「一般診断法」を実施して、補強の必要があると判断される場合には、さらに詳細な「精密診断法」を実施して補強の検討を行います。「精密診断法」において、基礎については基礎形式と鉄筋の有無が重視されています。

ひび割れのある鉄筋コンクリート造基礎や無筋コンクリート造基礎を耐震補強する場合は、以下のような点に留意する必要があります。

- 1)ひび割れのある鉄筋コンクリート造基礎ではひび割れを補修する
- 2)無筋コンクリート造基礎は鉄筋コンクリートの布基礎と抱き合わせるによる補強も可能である
- 3)無筋コンクリート造では局所的に強い壁を用いず、耐震要素をバランスよく配置する
- 4)不同沈下によって、生活に支障をきたす場合には、地盤改良と共に鉄筋コンクリート造基礎とすることが必要である

また、古い住宅の基礎によく見られる玉石基礎などでは、踏み外しや束の倒れなどが生じる危険があるため、鉄筋コンクリート造の基礎とすることが勧められます（図2.4.3）

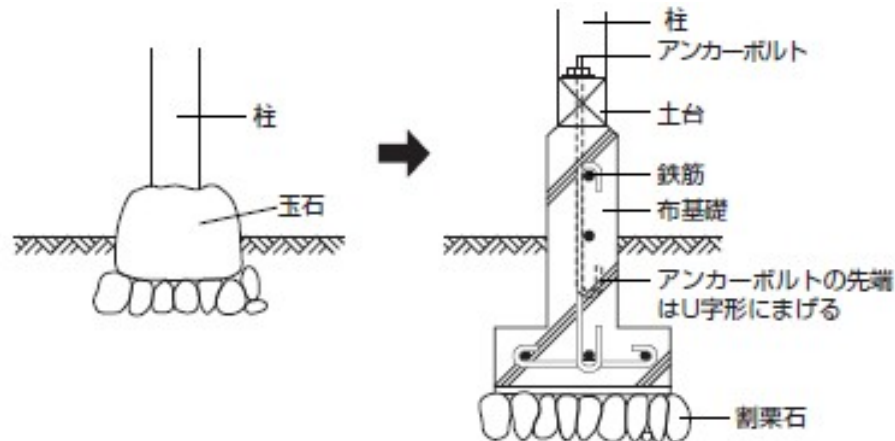


図2.4.3 玉石基礎の補強^{2.4.3)}

参考文献：

2.4.1)建築知識2009年11月号、2009

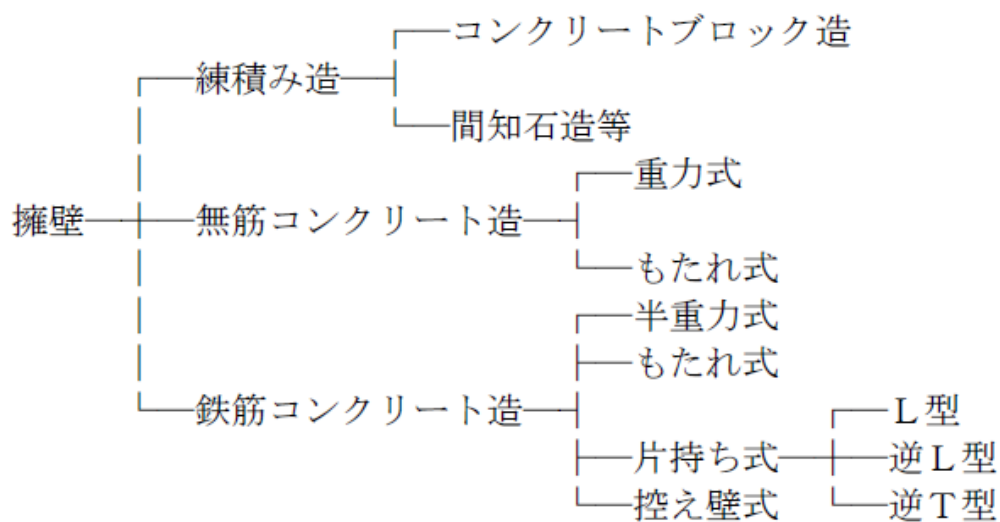
2.4.2) 直井正之、住宅をつくるための「住宅基礎の地盤」がわかる本、建築技術、2006

2.4.3) 木造住宅の耐震診断と補強方法-木造住宅の耐震精密診断と補強方法改訂版)-、日本建築防災協会、2005

2.5 地震に弱い擁壁と強い擁壁

(1) 現行基準の擁壁（強い擁壁）

一般に宅地で擁壁を設置する場合は、現行基準に則った擁壁（現行基準をクリアー）が設置される（図 5.2.1 および 2）。ただし、現行基準以前に設置された擁壁には、現行基準を満足しない擁壁もある。



※この他に大臣認定擁壁
が認められている。

図 2.5.1 現行基準における擁壁

現行基準を満たしている工法	 <p>練積み造擁壁</p>	<p>■練積み造擁壁</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートブロック造擁壁(左の写真) ・間知石造擁壁など <p>コンクリートブロックや間知石などを積み重ね、胴込めコンクリートにより一体化を図り、自重により急こう配ののり面を保持する擁壁。安定している地山や盛土など、土圧が小さい場合に適用される。</p>
	 <p>重力式擁壁</p>	<p>■無筋コンクリート擁壁</p> <ul style="list-style-type: none"> ・重力式擁壁(左の写真) ・もたれ擁壁 <p>重力式擁壁は躯体自重により土圧に抵抗するコンクリート製の擁壁。 もたれ式擁壁は、擁壁自体では自立せず、地山あるいは裏込め土などにもたれた状態で自重によって土圧に抵抗する形式の擁壁。</p>
	 <p>鉄筋コンクリート造擁壁</p>	<p>■鉄筋コンクリート造擁壁</p> <ul style="list-style-type: none"> ・半重力式擁壁 ・もたれ式擁壁 ・片持ち式擁壁 <p style="text-align: right;">L型擁壁(左の写真) 逆L型擁壁 逆T型擁壁</p> <ul style="list-style-type: none"> ・控え壁式擁壁
	<p>大臣認定擁壁</p>	<p>■大臣認定擁壁</p> <p>以下の特殊な材料または工法による擁壁を使用する場合は、「義務設置の擁壁」と同等以上の効力があると国土交通大臣が認めたもの(大臣認定擁壁)を使用しなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートブロック空積み造擁壁 ・コンクリートブロック練積み造擁壁 ・補強鉄筋を用いたコンクリートブロック造擁壁 ・プレキャスト製品による鉄筋コンクリート造擁壁 ・壁面に植栽を施す擁壁 ・補強土擁壁

図 2.5.2 現行基準を満たしている工法で設置された擁壁

(2) 弱い擁壁

弱い擁壁は大きく以下のように2種類あり、それらの状況を図 5.2.3 と図 5.2.4 に示す。

- ・ 現行基準を満たしていない弱い擁壁
- ・ 現行基準を満たしていても変状することにより弱くなった擁壁、

現行基準を満たしていない工法		玉石を積み上げて、その間にセメントやモルタルなどを充填しているが裏がコンクリートで固められていない擁壁である。
	玉石積み擁壁	
		宅地の利用面積拡大のために、既存擁壁の天端にブロック等を積み増したもの。下部の擁壁が増積みで高くなった宅地面までの土圧を考えていないこと、積み増した擁壁と下部擁壁と一体化されないことが多いので不安定な構造である。
	増し積み擁壁	
		宅地の利用面積拡大のため、擁壁の傾斜面上に柱で支えた鉄筋コンクリート床版を構築したもの
張出し床版付擁壁		
	宅地の利用面積拡大のため、擁壁の背面上部に二段目の擁壁を設置したもの。下部擁壁と上部擁壁の離隔が所定の離隔以下の場合(上段の擁壁の基礎から土中に加わる力が、下段の擁壁に影響を与えるとみなされる)の擁壁。	
二段擁壁		
	変状した擁壁などに薄いコンクリート版を設置した擁壁。一般的に構造計算がなされていない。	
コンクリート添打ち		

図 2.5.3 現行基準を満たしていない弱い擁壁

図 2.5.4 に示す小被害・中被害・大被害において、以下に示す。

小被害：変状を生じているが、その部分を補修することにより、その機能を回復するもの。

中被害：被災を受けており、補修又は部分的な改修によりその機能を回復するもの。

大被害：致命的な打撃を受け、その機能を失っているもの。また、復旧には全体の改修

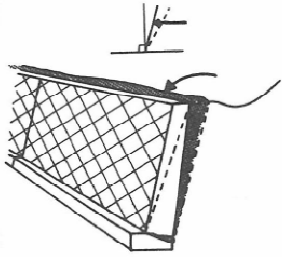
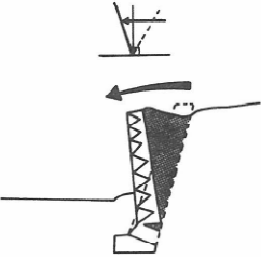
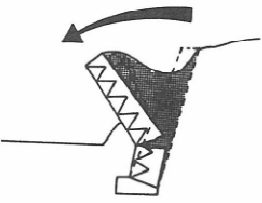
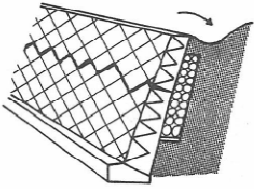
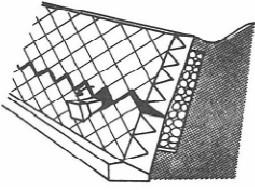
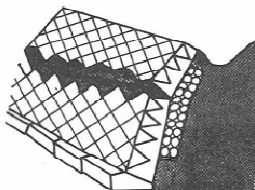
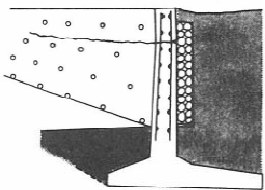
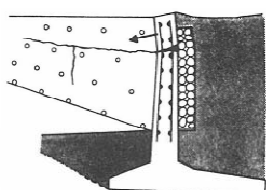
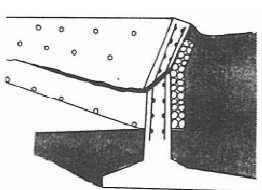
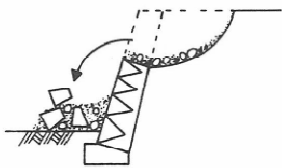
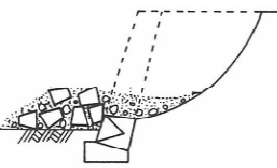

	小被害	中被害	大被害
5. 傾斜・倒壊	 <p>擁壁が正常位置より前傾している。</p>	 <p>擁壁が全面地盤に対し垂直以上に前傾している。</p>	 <p>擁壁が前傾倒壊して、その機能を失っている。</p>
6-1. 擁壁の折損(石積み)	 <p>クラックを境にわずかに傾斜している。</p>	 <p>クラックを境に明らかに傾斜しており、抜け石があり、裏込めコンクリートが見える。</p>	 <p>基礎部を含めて完全に機能を失っている。</p>
6-2. 擁壁の折損(コンクリート)	 <p>クラックを境に上部がわずかに前傾している。</p>	 <p>クラックを境に折れて前傾している。</p>	 <p>せん断破壊があり、後傾している。</p>
7. 崩壊	 <p>上部 1/2 程度まで滑り崩壊を起こしている。</p>	 <p>基礎部を残して滑り崩壊している。</p>	 <p>基礎部を含めて全て崩壊している。機能を失っている。</p>

図 2.5.4 変状が生じ弱くなった擁壁

被災宅地危険度判定連絡協議会発行：被災宅地の調査・危険度判定マニュアルより引用

3. 宅地災害を軽減するために住民ができること（地震の前に）

3.1 自分の宅地周辺を観察する

地震などの災害を防ぐためには、自分の宅地がどのような地形のところにあるかを注意深く観察することが必要です。観察するポイントは次の通りです。

- (1) 標高（海水面から何メートルの高さにあるのか）
- (2) 近くに河川、池など水辺があるかどうか
- (3) 丘陵地の上にあるか、丘陵地の斜面にあるか。
- (4) 見晴らしのいい場所か。
- (5) 切土して地肌が見えているところがあるか。

これらは、地形や地質を教えてください。

例えば、標高がゼロメートルに近ければ、そこは低平地で軟弱な粘土や液状化しやすい地盤が堆積しています。

近くに河川があり、池が点在していると、昔はそのあたりに河川が蛇行していたり、三角州になっていたりと、液状化を起こすような粒のそろった地盤が存在していたりします。

また、丘陵地は最初から真っ平らなところはありません。だから必ず切土と盛土が存在します。切土はもともと硬い地山が多いところを切り取っていますので、比較的しっかりとしていますが、盛土部分は切土をした土や岩を利用して埋めたり盛ったりしています。このような人工的な盛土部分では、しっかりと施工がされていれば心配にはおよびませんが、30年、40年前の造成地では時としてよく締まっていない土が存在することも事実です。

特に、見晴らしがいい場所は盛土によるところが目立ちますので注意が必要です。

さらに、近くに切土して地肌が見えているところがあれば、ちょっと触ってみるのもいいでしょう。その付近の地盤がどのような強さかわかるはずですよ。

そして、地域の図書館や役場で、その地域の地質と地形図書を見せてもらうのもいいかも知れません。

しっかりと、自分の住んでいる地域がどのような土や岩によって構成されるかを知っておくことは、地震などが起こった場合の被害の程度を予測することもできます。

3.2 地表面排水経路の確認

山に降る雨水は目安として 30%が地表面を流れ、30%は地下に浸透し、40%は蒸発します。特に地表面を流れる雨水は稜線から谷筋へと流れて谷川を形成します。これらは平地まで流れ下ると、その一部は土の中を流れて海へ到着します。これが地下水です。

丘陵地にある住宅地はもともと稜線である切土と谷筋である盛土の上にありますから、盛土には周りから雨水が流れ込み、ここにも地下水が存在することになります。宅地にとっては、出来る限り雨水を表面排水することが望ましく、雨水が地下水となっても、その地下水を下流側へスムーズに排水することが望ましいのです。

そのためにも、宅地で集められた雨水がどのように排水されているか。周りの地域の雨水がどのような経路で下流へ流れているのかを知ることも、宅地の地下水に対する安全を考えるうえで忘れてはならないことです。

3.3 擁壁の現状を確認する

擁壁は宅地の形を守るために造られています。これがなければ、宅地は変形し地震によって崩壊する危険性もあります。擁壁の確認ポイントは次の通りです。

- (1) 擁壁の一部が膨れていたり、はらみ出していないか。
- (2) 擁壁に亀裂（0.1 mm以上）が発生していないか？
- (3) 擁壁のすぐ後ろの土が沈下していないか。
- (4) 擁壁の前面にある水抜き孔が詰まっていないか。
- (5) 擁壁の肩の部分を見通して一直線になっているか。
- (6) 擁壁の裾の部分を見通して一直線になっているか。



擁壁の前面にある水抜き孔が詰まっていないか。

図 3.2.1 一般的な宅地境界の擁壁



擁壁の肩の部分を見通して一直線

擁壁の裾の部分を見通して一直線

図 3.2.2 一般的な民地と公有地境界の擁壁

3.4 自分の家の基礎構造を確認する

自分の家の基礎構造をご存知でしょうか。2階建て以下の住宅の基礎は大きく分けて2種類です。「べた基礎」と「布基礎」です。

一般には「布基礎」より「べた基礎」が地震に強い基礎とされています。建築設計図などをご確認ください。なお、建物が地震に強いかどうかは、地震の揺れや地盤の構成、地形などによってずいぶんと違いますので、詳しくは専門家や開発調整課に相談しましょう。

また、粘土などが厚く堆積するところは地盤改良や杭を打つところがあります。これらは基礎の設計を詳細に行っているのので、設計者または施工者に安全性を確認しましょう。

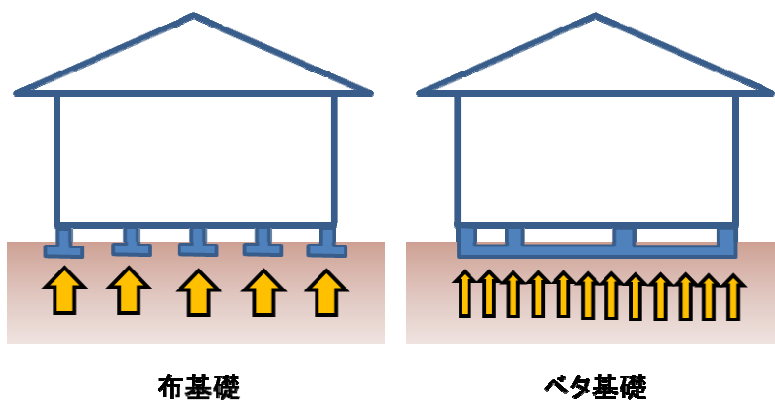


図 3.4.1 建物を支える方法



図 3.4.2 布基礎例



図 3.4.3 べた基礎例

4 宅地災害を拡大させないために住民がなすべきこと（地震の後に）

4.1 宅地に発生した亀裂の充填の必要性とその処置方法

万が一、宅地にクラックや段差が生じた場合、雨が降るとそこから雨水が地面に浸透してさらに問題を引き起こします。

地面に浸透すると、次のような問題が発生します。

- (1) 雨水が浸透することによって周辺の土が軟弱化する。
- (2) 浸透した雨水が亀裂に沿って奥深くまで入り込み地盤の中にできたすべり面の抵抗力を弱くする。
- (3) 亀裂に溜まることによって、水圧が発生しその力で地盤がさらに動く

そこで、雨水はなるべく地表面から地下に浸透させない工夫が必要です。それが亀裂への充填です。

充填には一般的に次のような処置方法が有効でしょう。

- (1) 亀裂が大きい場合、例えば 5 cm 程度以上のものにはソイルセメントを充填してください。ソイルセメントは、普通セメントと近くにある土（庭の表土でも構いません）を水とともに混ぜたものです。これを亀裂に充填します。
- (2) 亀裂が 5 cm 程度以下の場合、ソイルセメントでは土の奥まで入ってくれませんが、その場合は普通セメントと水だけでセメントミルクを作りこれを流し込んでください。

手順を以下に示します。

- (1) クラックの幅や深さ、分布状況（建物や擁壁の関係）、クラックの中に水溜まりがあるかどうかを写真やスケッチで記録しましょう。もし、クラックの分布状況が擁壁や斜面、法面側を中心とした円弧状に分布する場合は、専門家や開発調整課に相談しましょう。
- (2) クラックや段差を埋めます。埋め戻す材料は、土（砂、砂っぽい土、粘土っぽい土、粘性土）に、5～10%程度のセメント（市販の普通ポルトランドセメント）を混ぜ合わせたものを用います。乾いた砂とモルタルに水を適量混ぜ合わせて作成したモルタルも利用できます。
- (3) クラックの中に深さ 10cm 程度ずつ土を入れて、棒などにより突き固め、クラックに密着させます。この作業を、クラックが埋まるまで繰り返します。
- (4) クラックの表面は盛り上げておき、地表水が浸透しないようにします。
- (5) シート（市販のブルーシートの厚手のもの）で、クラックの範囲全体（クラックの

端から 1m 程度広い範囲) を覆います。シート全体の勾配は、水がクラック範囲の外側の側溝などに流れるように勾配をつけます。

(6) シートは、下流側を上流側のシートの下に 20cm 程度重ねて敷きます。

(7) シートの端は風などで飛ばないように、網をかけるか、土のうなどで押さえて固定します。

4.2 被害を受けた宅地の観察と点検

被害を受けた宅地は余震や降雨などにより、宅地や擁壁の変状が進み、隣接する宅地や家屋に被害を与えてしまうことがあります。このような二次災害を防止するためには、宅地の所有者は必要な措置をとり予防しなければいけません。そこで、二次災害を防止するための方法について述べます。

宅地と擁壁の現状を知るための簡単な観測方法としては、わかりやすいリーフレット「自分でできる宅地点検」が、市役所、区役所に用意されています。是非、ご一読ください。

(1) 宅地の変状の観測方法

宅地あるいは擁壁の現在の状態の把握と、降雨や余震によって危険な状態になる可能性を自分自身で判断するために、図 4.2.1 に示すような簡単な観測方法があります。クラックの広がり量や段差とその変化を調べるための観測方法です。クラックの広がり量そのものよりも、変化の程度が重要になります。

○1日に1cm以上広がった場合には、警戒が必要です。

○1時間で2mm以上広がった場合、あるいは1日で2cm広がった場合には、仙台市役所都市整備局 開発調整課（022-214-8344、ファックス：022-211-191）に連絡するとともに避難するようにしてください。宅地が大規模に崩壊する危険性が高くなっています。

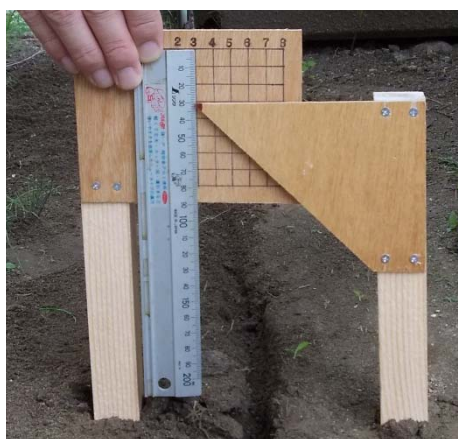


図 4.2.1 宅地の変状を調べる簡易装置

(2) 擁壁の変化の観察方法

図 4.2.2 に示すように、擁壁に発生したクラックに直交する方向に目印となる2つのマーカーを貼り付けて、その2つの間のマーカー間の変位を測定します。擁壁の場合にも、宅地の亀裂と同じように次の目安があります。

○1日で1cm以上広がった場合には、警戒が必要です。

○1時間で2mm以上広がった場合、あるいは1日で2cm広がったには、裏表紙に示されている開発調整課に連絡するとともに避難するようにしてください。擁壁が崩壊する危険性が高くなっています。

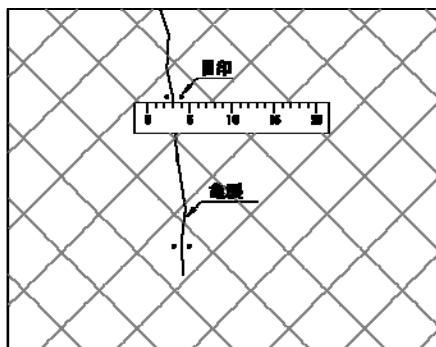


図 4.2.2 擁壁の亀裂変化を調べる簡易装置

4.3 大雨が降った時の対応

雨が降って、亀裂や擁壁の背後地盤に水がしみ込むと、土の強さが減少して変形が大きくなります。これは、水が浸透することにより土が浮力を受け、土の摩擦抵抗が減少するためです。このために、降雨時にはクラックや擁壁の変状に十分に注意をするようにしてください。宅地のクラックへの浸水を防止する方法は 4.1 に示しています。



図 4.3.1 ブルーシート亀裂防護



図 4.3.2 セメントモルタル充填亀裂防護

出典：「被災宅地の調査・危険度判定マニュアル -参考資料-」より