

卷末資料 3
地滑り概説

1. 地滑りの定義と分類

1. 1 地滑りの定義

表 文献にみる地すべりの定義

出典*	定義
地学事典	特別な地質条件のところで、特殊な地すべり粘土を作りながら、基盤の岩石を含めたある地塊が移動する現象。
土質工学用語解説集	傾斜した土地の一部が、スベリ面に沿って緩慢にすべる現象
全国地すべり対策協議会	特別な地質状態の地域にある土地の一部が、地下水などに起因して移動する現象を山崩れと分けてよんでいるもので、両者はいずれも土地の移動する現象ではあるが、地すべりはまず最初に緩慢な現象があらわれ、これが次第に加速度を増し、ときには急激な土地の移動を起こすこともある。この点が突発的で急激に崩壊する山崩れと区別されるところである。
治山技術基準	土地の一部が地下水等に起因してすべる現象（土中のせん断抵抗の弱い部分に沿って上部の土塊が比較的ゆっくり滑り落ちるもの）または、これに伴って移動する現象をいい（後略）、
地すべり等防止法	土地の一部が地下水等に起因してすべる現象、またはそれに伴って移動する現象
地形学辞典	マスマーブメントの一種であるが、移動形式や構成物質の型から、さまざまな使用がなされている（中略）。現象的には山崩れと地すべりを区別することはできないが、移動形式として、後方回転(s slump)、平面的岩塊のすべり(glide)や滑動(slide)で下方へ移動するものが狭義の地すべりである。明瞭なすべり面をもつこと、土塊の移動に継続性があること、特定の地質や地質構造の部分に集中すること、移動土塊が比較的原形をとどめていることなどが特徴である。
砂防用語集	山腹または斜面を構成している土地の一部が、ある程度原形を保って徐々に低地に向かって移動する減少をいう。しかしながら現象的には山崩れと区別できない場合が多く、また研究者によって解釈を異にしており現在まだ定説はないといえる。
土木用語事典	大地の一部が相当広い地域にわたって、重力の作用をうけて緩慢な運動をおこす現象
現代用語の基礎知識	（地すべり、山くずれ、崖くずれ）いずれも土壌層あるいは風化物の層が、その下の基盤岩石から離れて低い方へ移動する現象で、動きの速さと発生機構により分類される。地すべりは速さのもっとも遅いもので、1日数cmないし数mくらいずつ数日または数十日つづく（中略）。緩傾斜斜面上の水を含みやすい土層が、多量の降雨のあとに滑る場合、あるいは地下に挟在する粘土層の上に集中した地下水が、その上方の土壌ないし風化層を滑走させる場合が多い。急斜面では起こらない。地すべりは周期的に同じ場所で発生する性質がある。
斜面安定工法	地表の一部が重力によって緩慢にすべり動く現象。地すべり粘土の生成環境地域や地下水のあるところでは、発生しやすい。山クズレと明確に区別できないが、一般に山クズレは山腹の急斜面上の岩石や土層が安定を失い、急速にくずれ落ちる現象をいう。
砂防工学	地すべりとは、主として土壌層あるいは岩砕層の山腹などが徐々に低地に向かって移動する現象であって、山崩れは山地の急斜面を構成する基岩や、土壌層あるいは岩砕層が急激に崩れ落ちる現象をいうのである。
水災害の科学	地すべりは、広義の山崩れの中の特別な運動形態を行うものをさす。つまり山崩れは名前のごとく崩れる形であるが、地すべりは山崩れのごとく瞬間的時間内の運動ではなく、時間的にはある瞬間ごとには静止して見えるくらいゆっくりとした運動をする。しかし、地すべり粘土の存在の有無で、地すべりとそうでない土塊移動現象とを区別した地すべり性崩壊などといわれる現象が見出されるようになり、地すべりと山崩れの境界が非常にあいまいになってきた（後略）。
地すべりと防止工法	山腹または谷壁斜面の一団の範囲が摩擦抵抗を排し、すべりによって安定化しようとする現象を地すべりという。
地すべり・斜面崩壊の実態と対策	地すべりと崩壊の区別であるが、現象あるいは機構的にみれば両者の区別は厳密にはつけ難いものである。地すべりとは『山地や丘陵の斜面で、これを構成する地塊の一部が、降雨や融雪や地下水の急激な増加等の原因によって平衡を破り、下方に移動する現象をいう』と定義づけられているが、山地、丘陵等の斜面でおこる現象には地すべり以外に、崩壊、崖くずれ、河岸決壊、土石流等いろいろな用語があって、その判別が非常に困難である。

「空中写真による地すべり調査の実際」(1984)日本測量調査技術協会 編、より引用

1. 2 地滑りの分類

表 地すべりの型分類* (渡、酒井(1975)) に修正、加筆)

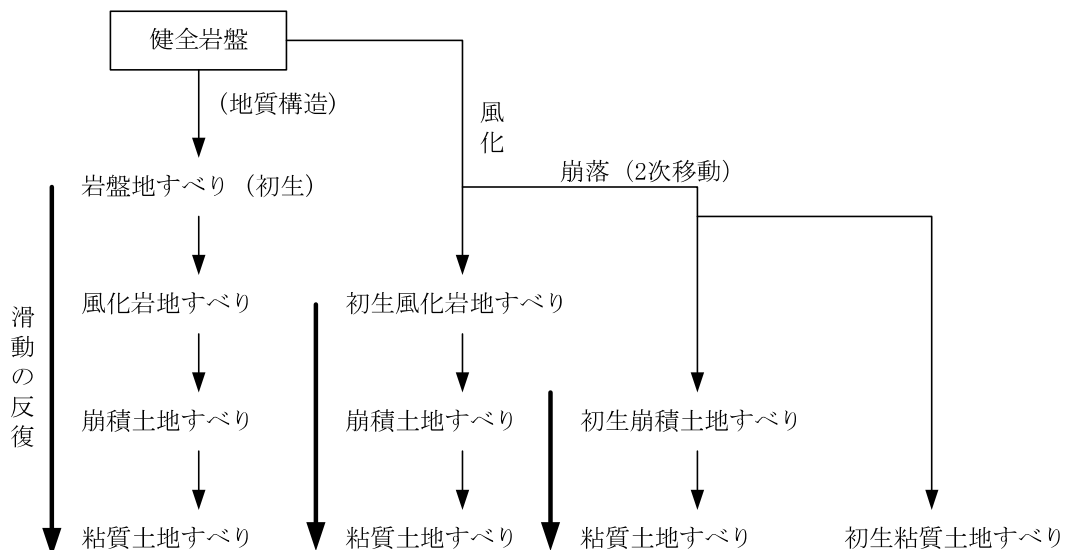
分類	岩盤地すべり**	風化岩地すべり	崩積土地すべり	粘質土地すべり
特徴				
出現頻度の多い平面形***	馬蹄形、角形	馬蹄形、角形	馬蹄形、角形、沢形、ボトルネック系	沢形、ボトルネック形
地形形状***	凸状尾根地形	凸状台地地形、単丘状凹状台地地形	多丘状凹状台地地形	凹状緩斜面地形
すべり面形***	椅子型、舟底型	椅子型、舟底型	階段状、層状	階段状、層状
主な土塊の性質(頭部)	未風化岩、または弱風化岩、透水性は良好	風化岩、亀裂が多く、透水性は良好	礫混じり土砂、透水性はやや不良	礫混じり土砂、透水性は不良
主な土塊の性質(末端部)	風化岩(移動量が小さい場合)	巨礫混じり土砂	礫混じり土砂、一部粘土化	粘土または礫混じり粘土
運動速度	2cm/day以上	1.0~2.0cm/day程度	0.5~1.0cm/day	0.5cm/day以下
運動の継続性	短時間、突発的	ある程度継続的(数十~数百年に1度)	継続的(5~20年に1回程度)	継続的(1~5年に1回程度)
すべり面の形状	直線状	直線状(頭部と末端がやや円弧状)	円弧と直線状、末端が流動化	頭部が円弧状
ブロック化	概ね1ブロック	末端、側面に2次的な地すべりが発生する。	頭部がいくつか分割され2~3ブロックになる。	全体が多くのブロックに分かれ相互に関連しあって運動する。
一般的な斜面形	一般に台地部があるが不明瞭である。凸型斜面に多く、鞍部から発生する例が多い。	明瞭な段落ち、帯状の陥没地と台地を有する。大きく見れば凹型だが、主要部は凸型である。	滑落崖を形成し、その下に池、湿地等の凹地があり、頭部にはいくつかの残丘がある。凹形斜面に多い。	頭部に不明瞭な台地を残し、大部分は一様な緩斜面で、沢状を呈することが多い。

* 表2.2は型分類ごとの平均的な概念を示したものである。

** 岩盤地すべりには、これと異なる特徴を有するものもある。

***地すべりの平面形、地形形状、すべり面形はそれぞれ参図1-2~1-5を参照。なお、参図1-2~1-5は各々の型分類ごとの地すべりの平均的な概念を模式的に示したものである。

「貯水池周辺の地すべり調査と対策」建設省河川局開発課監修。より引用



「貯水池周辺の地すべり調査と対策」(1995)建設省河川局開発課監修。より引用

図 地すべりの進化と型分類

1. 3 地滑りのすべり面形状

(1) 椅子形すべり面

- ・地滑りが一つの明瞭なブロックをなす。
- ・岩盤やこれに近い性状を持つ土塊では折線状をなすが、礫混じり土砂や粘質土の場合、上部では曲線状で中部以下は直線状をなす。
- ・末端部では勾配が急になるため、小崩壊、落石等が発生する。
- ・頭部では陥没が生じることが多く、地盤の沈下よりも水平変位の方が大きい。

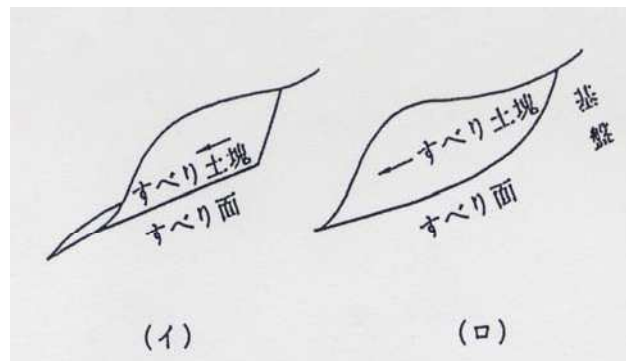


図 椅子形すべり面

(2) 舟底形すべり面

- ・椅子形の地滑りの下部に隆起を伴うものである。
- ・岩または岩に近い場合は船底のような断面形状を呈するが、土砂の場合は2つの曲線が1つの直線を挟んだような形をしている。
- ・地滑り末端の隆起部は多くの場合平坦部や緩斜面で発生し、時には河川をまたいで対岸にまで達するものもある。

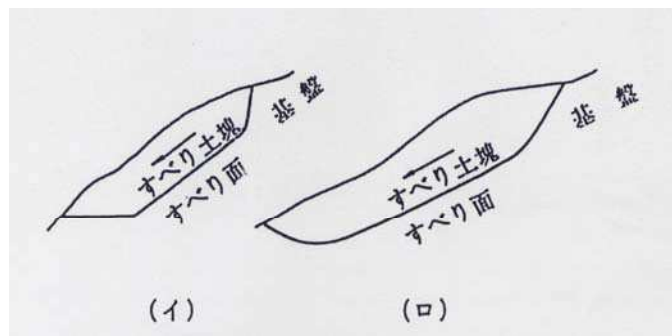


図 舟底形す

べり面

(3) 階段形すべり面

- ・地滑りの発生に伴い上部斜面が不安定化し、新たに移動した時には階段形のすべり面となる。
- ・初生的な地滑りは少なく、土塊は攪乱されて礫混じり土砂または粘土に変化している。
- ・階段状の地形（段差地形、ステップ地形）を呈することが多い。

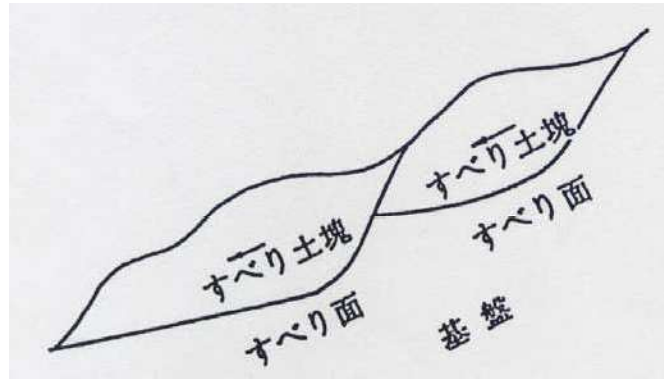


図 階段状すべり面

(4) 層状すべり面

- ・同一地層面に後退性の地滑りが発生した場合に多く、直線部の非常に長いすべり面となる。
- ・初生の地滑りには見られず、滑動を繰り返した地滑りに多く見られる。



図 層状すべり面

2. 地滑りの地形

2. 1 地滑り地形の概要

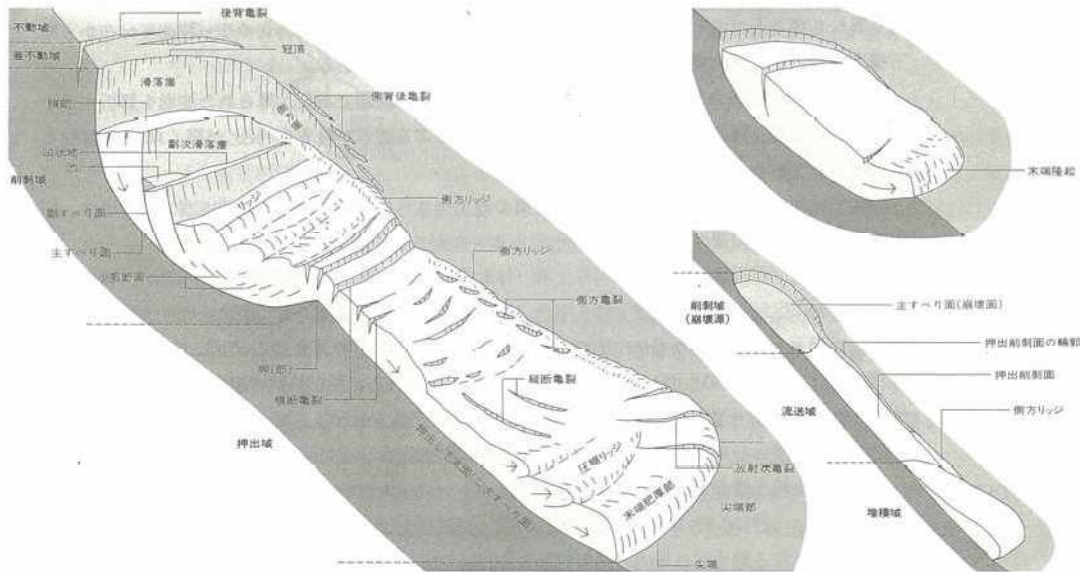


図 地滑り各部位の名称 (Varnes (1950) を大八木が加筆修正 (1982))

表 地滑りの変形構造の概要 (大八木(1982))

		領域区分	輪郭構造	内部構造	
地表面 (変形) 構造	変動域	不動域	斜面の構造(地質構成、地質構造、風化作用・侵食作用等による構造、土層構成など)		
		亜不動域	側背後の亀裂 後背亀裂		
		削剥域 (崩壊源)	冠頂 滑落崖 側方崖 側方亀裂、側方凹地 側方リッジ 側方崩壊 (押し出し、押被せ) 脚(部)又は剥離面域下限 末端隆起	副次滑落崖、亀裂(横断亀裂、縦断亀裂、放射状亀裂、引張亀裂) 凹状(陥)・凸状地 圧縮リッジ	
		押出域	流送域	押出剥離面の輪郭	押出剥離面
			堆積域	末端肥厚部 尖端部 尖端	放射状亀裂 圧縮リッジ 横断亀裂 縦断亀裂、
地中 (変形) 構造	変動域	削剥域 (崩壊源)	主すべり面、又は層崩壊面 側方すべり面 側方亀裂	副すべり面 すべり面以外の剪断面 地滑りによる褶曲 亀裂	
		流送域 堆積域			
					押出下底面→二次すべり面
	亜変動域				
	不動域	斜面の構造			

2. 2 空中写真判読と現地観察による情報量の差異

表 空中写真(広義)と現地観察における情報量の差異

判読項目		斜め写真		垂直写真	現地観察
		ヘリコプター	固定翼機		
地形条件	斜面の高低	◎	○	○	△
	斜面の奥行き	×	◎	◎	△
	斜面形	○	◎	◎	×
	地表面の状態	◎	○	○	○
	リル・ガリーの分布・規模	◎	◎	○	△
	落石経路	○	◎	◎	×
	落石堆の分布・規模	◎	◎	○	△
	落石のブロックの数	◎	○	○	×
	オーバーハングの状態	◎	○	×	○
	落石堆内の不安定地形	◎	○	○	△
	斜面の起伏	△	◎	◎	△
	落石予備物質の分布・規模・位置	◎	△	×	△
地質条件	地質構成	○	△	△	○
	成層状況	○	×	×	○
	岩石の堅硬性	○	×	×	◎
	節理・き裂の分布	◎	×	×	○
	風化変質状況	○	×	×	◎
	堆積物の固結度	○	○	○	◎
	落石堆内の構造物質	◎	×	×	◎
その他	湧水地点	◎	△	△	◎
	崖面の全体像	○	◎	◎	×
写真計測	◎	◎	◎	—	

◎:よくわかる

△:何ともいえない

○:わかる

×:わからない

「空中写真による地すべり調査の実際」(1984)日本測量調査技術協会編. より引用

2. 3 空中写真判読による地滑り地形の判読ポイント

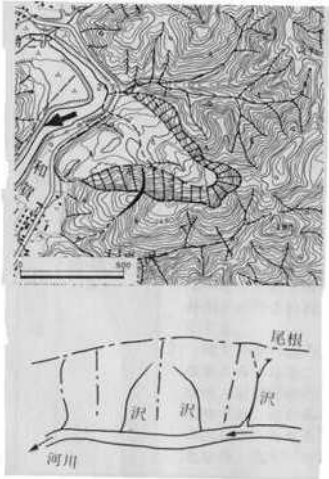


表 地滑り地の形態的特徴と判読の鍵の例

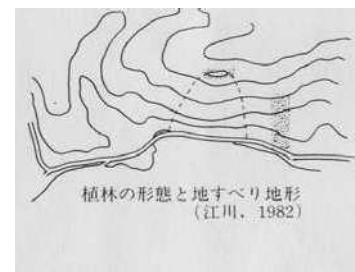
(出典：空中写真による地すべり調査の実際 日本測量調査技術協会(1984))

判読の鍵 (key)	形 態	説 明 図
地 す べ り 地 形 の 直 接 的 特	<p>滑落崖またはクラック</p> <p>1) 滑落崖は図 2.1 に示すように、その上下斜面にくらべ、急斜料の直線～円弧状の急崖をなす。</p> <p>2) 地すべり変動あるいはその前兆（前駆）現象として、地表面にクラックが生ずることが多い。</p> <p>3) 地すべり変動が初期の段階では、滑落崖が微小であったり、クラック地形のみであることが多く、一般に小規模である。このため、写真の精度・縮尺によって判読の限界があるが、山腹斜面のはらみ出しなどによって確認できることもある。</p> <p>4) 地すべりがおこると滑落崖が形成されることが多いが、単に”みぞ状”であったり崖錐クリープタイプのもののように不明瞭なことも多いので注意を要する。</p>	<p>クリープ (creep) (形は一様でない)</p> <p>流動型すべり (flow)</p> <p>弧状すべり (slump)</p> <p>岩盤すべり (rock glide) (先が広がった舌状) (椅子状)</p>



徴	移動ブロック、凹陷地、小丘	<ol style="list-style-type: none"> 1) 滑落崖前面には地すべりの押し出しによる移動ブロック（土塊）がみられる。 2) 移動土塊中には大小さまざまな崖や地割れ、凹陷地や小丘（地すべり小丘）があることが多く、これらを指標に数個の移動ブロックに分割することができる。 3) 移動ブロックは移動過程で破碎されて脆弱になっており、二次的地すべりが発生していることも多い。 4) 斜面に多量の崖錐堆積物がある場合、地すべりによる押し出し堆積物であることが多く、地すべりの存在を示唆することがある。 	
判読の鍵 (key)		形 態	説 明 図
地すべり地形の直接的特徴	傾 斜	<p>地すべり斜面における斜面縦断の傾斜頻度分布をとってみると、滑落崖と移動ブロック（押し出し）をあらわす急、緩の二つのピークが現われる。これは上方における大規模な削剥（滑落崖の形成）と下方における大規模な堆積（移動ブロックの形成）の結果を示している。</p> <p>これに対し、非地すべり斜面では一般に傾斜の頻度分布が単一のピークをもつ凸型となる。</p>	

地すべり地形の間接的特徴	水系 谷の規模 谷の配置	<p>地すべり斜面では、水系網が破壊されることが多く、周辺の非地すべり斜面にくらべ、谷密度が非常に小さい。</p> <p>地すべり地形をなす斜面では、谷の規模がきかたり、逆に貧弱であったりする。これに対し、非地すべり斜面では、一般に谷の規模と集水面積との間には正の相関がある。</p> <p>地すべり斜面では亀裂に起因する沢が多くそれに沿った谷やガリーが形成され、しばしば最大傾斜方向と直交することがある。非地すべり斜面では一般に最大傾斜方向に流下する場合が多い。</p>	
	斜面基部の河幅、河道形状	<p>地すべりは、河川の側方浸食や下刻作用が起因となって河川（または沢）沿いに発生する場合が多い。河川沿いに発生した地すべりでは、周囲にくらべて河幅が不自然に狭くなっていたり、移動ブロックの押し出しにより河道の平面地形が押しやられた形状を示す例がみられる。</p> <p>移動部が谷に到達しない場合やその土砂量が少ない場合、あるいは地すべり地形の破壊が著しい場合は、かならずしも谷幅が狭くならない。</p>	
判読の鍵 (key)	形態	説明図	
地すべり	ガリー	<p>ガリーの存在は、地質が脆弱であることを示す場合が多い。地すべりの移動部では地質状況が脆弱で、ガリーが形成されやすい。また土砂生産が激しいことを反映し、ガリー下端に沖積錐の形成をみることがある。地すべり初期の段階では、図 2.4 に示すようにクラックに沿ったガリーの発達がみられることが多い。</p>	



地形の間接的特徴	土地利用	<p>1) 地すべり地では、周囲にくらべて構成物質（崖錐堆積物であることが多い）や水文環境が異なること、移動部が緩斜面であることを反映し、土地利用や植生に特徴がみられる。</p> <p>2) 地すべり地内では保水能が良好であるため、水田（千枚田あるいは棚田）や植林地として利用されることが多い。したがって山間部の斜面内に水田が存在する場合、地すべり地形である疑いがある。また、スギ植林などでは、保水が良好な崖錐堆積物の厚い箇所に植林が行われることが多く、地すべり地も同様の土地条件からなるため、植林地となっていることが多い。特に、植林のパターンとして、一般斜面では斜面の上下方向になされることが多いのに対し、地すべり地では段状地形、凹陷地を反映し植林帯はそれに沿って等高線と並行する形で配列することがある。</p>	
	崩壊地の分布	<p>1) 移動ブロック尖端斜面には、崩壊地、崩壊跡地が分布されることが多い。これは、移動部が破砕され脆弱になっていることと対応する。</p> <p>2) 地すべりの前兆（前駆）現象として崩壊現象がみられることもある。このため崩壊地、崩壊跡地の存在が地すべりの存在を示唆することがある。特に山腹斜面のはらみ出しのみられる斜面で崩壊が多発している場合、地すべり地であることが多い。</p>	

2. 4 地滑り地形とその成因

表 基本単位地形の形態・構造・成因

単位地形	形態的特徴	成因		構造
		運動様式	支配域における支配的な力	
1 引張クラック	移動方向に直交する方向にのびる。		引張	
2 圧縮クラック	移動方向に平行、放射状、まれに直交する。		圧縮	
3 滑落崖	concaveな断面形。	slump	引張	
4 分離崖	直線状の断面形。 平面形も直線状であることが多い。	glide	引張	
5 溝状凹地	底面が広い。 移動方向に直交する方向にのびる。 隣接斜面との不連続性。	glide	引張	二次堆積物により埋積されていることが多い。
6 block	移動方向の斜面の一部を保持している。 concaveな断面形。 周囲の斜面との間に明瞭な傾斜変換線を伴う。	Slide	引張	不動域の構造を保持し、破碎されていない。
7 Pressure-ridge	concaveな断面形。 平面形は移動方向に直交する長円形を示す。 周囲の斜面との間に明瞭な傾斜変換線を伴わない。	slump or glide	圧縮	本来の構造が変形、変質、破碎され、小規模な褶曲・スラスト・正断層が発達する。
8 debris-flow- redge	移動方向に平行な細長い尾根状の地形。	flow	引張	分級の悪い破碎物や風化物。
9 debris-flow- cone	前面が急、背面が緩やかな火山泥流の流れ山状の地形。		圧縮	

(木全ほか、1985を一部補足)

「ランドスライド」(1996)古谷尊彦. より引用

3. 地滑りによる変状と構造物

表 建物・構造物等の地すべりによる変動状況

建物・構造物	変動・変状・破壊の状況														
建物	①壁にクラックの発生 ②壁の剥落 ③床下やタタキにクラックや段差(落差)の形成 ④建物の傾動 ⑤建物の土台(地盤)に段差														
擁壁 土止壁	<table border="0"> <tr> <td>①縦方向クラックの形成</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">圧縮クラック(地すべり末端付近に多い)</td> </tr> <tr> <td>②縦方向段差の形成</td> </tr> <tr> <td>③水平方向クラックの形成</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">引張クラック(地すべり頭部付近に多い)</td> </tr> <tr> <td>④水平方向段差の形成</td> </tr> <tr> <td colspan="3">⑤壁面全体の傾動(脚部の動く方向が地すべりの動きの方向)</td> </tr> <tr> <td colspan="3">⑥壁面全体の沈下</td> </tr> </table>	①縦方向クラックの形成	}	圧縮クラック(地すべり末端付近に多い)	②縦方向段差の形成	③水平方向クラックの形成	}	引張クラック(地すべり頭部付近に多い)	④水平方向段差の形成	⑤壁面全体の傾動(脚部の動く方向が地すべりの動きの方向)			⑥壁面全体の沈下		
①縦方向クラックの形成	}	圧縮クラック(地すべり末端付近に多い)													
②縦方向段差の形成															
③水平方向クラックの形成	}	引張クラック(地すべり頭部付近に多い)													
④水平方向段差の形成															
⑤壁面全体の傾動(脚部の動く方向が地すべりの動きの方向)															
⑥壁面全体の沈下															
側溝	<table border="0"> <tr> <td>①横断方向にクラック形成</td> <td rowspan="3">}</td> <td rowspan="3">圧縮によるもの(地すべり末端付近に多い)</td> </tr> <tr> <td>②横断方向に段差形成</td> </tr> <tr> <td>③側溝の圧損*</td> </tr> </table>	①横断方向にクラック形成	}	圧縮によるもの(地すべり末端付近に多い)	②横断方向に段差形成	③側溝の圧損*									
①横断方向にクラック形成	}	圧縮によるもの(地すべり末端付近に多い)													
②横断方向に段差形成															
③側溝の圧損*															
道路	①路面がある幅にわたって帯状に隆起もしくは沈降(起伏形成) ②路面横断方向にクラック形成 ③切土のり面にクラック形成 ④路面の水平移動(線形のはらみ出し) ⑤切土のり面から湧水 ⑥山側端部舗装のもり上り														
トンネル	<table border="0"> <tr> <td>①横断方向にクラック形成</td> <td rowspan="4">}</td> <td rowspan="4">圧縮によるもの(地すべり先端付近に多い)</td> </tr> <tr> <td>②横断方向に段差(落差)形成</td> </tr> <tr> <td>③側溝の圧損</td> </tr> <tr> <td>④水路トンネルからの水もれ</td> </tr> </table>	①横断方向にクラック形成	}	圧縮によるもの(地すべり先端付近に多い)	②横断方向に段差(落差)形成	③側溝の圧損	④水路トンネルからの水もれ								
①横断方向にクラック形成	}	圧縮によるもの(地すべり先端付近に多い)													
②横断方向に段差(落差)形成															
③側溝の圧損															
④水路トンネルからの水もれ															
電柱	①電線の弛緩 — 地盤の圧縮による(地すべり末端部に多い) ②電線の緊張 — 地盤の引張による(地すべり頭部に多い) ③電柱の傾動 — ふつう地すべりの移動方向と反対に傾動														
耕地	①棚田の分布 ②畦畔にクラック ③畦畔の移動 ④水田の傾斜 ⑤湧水田 ⑥水ぬけ田 ⑦荒地化 ⑧ヨシ等湿生植物の侵入														
井戸	①井戸にクラック形成 ②井戸の切断 ③井戸の傾動 ④地下水位の変動(急増や急激) ⑤井戸水の濁り(白濁、赤褐色、臭気)														
その他	①砂防ダムの袖部にクラック形成 ②砂防ダムの破損 ③溜池の減水 ④墓石の傾動 ⑤用水の濁り ⑥局地的隆起・陥没														

「空中写真による地すべり調査の実際」(1984)日本測量調査技術協会編、より引用

