

長野県地すべり技術指針にしめす地すべり機構

長野県地すべり技術指針検討委員会

第3章 地すべり機構の解析

第1節 解析

解析は、概査および精査の結果に基づき、対策工を検討するために行うものとし、地すべり発生の素因・誘因および発生・運動機構について考察するものとし、次の順序で行う。

1. 地すべり運動ブロック図の作成
2. 地すべり断面図の作成
3. 地すべり機構解析

解 説

1) 地すべり運動ブロック図の作成

地形図上に調査の結果得られた地すべり運動ブロックを記入する。この場合、推定された潜在的な地すべりの分布する地域も点線で記入する。また、必要に応じてすべり面分布を示すすべり面等高線図を作ることもある。

2) 地すべり断面図の作成

主測線に沿った地すべりの地質断面図を作成し、推定されたすべり面や地下水位、亀裂の位置等を記入する。地質断面図は、ボーリング、その他の調査結果を十分検討したうえで作成するものとする。また、必要に応じて副測線や地すべりの横断測線についても断面図を作る。

本図には、地すべり発生前の断面形がわかっているならばこれを記入し、併せて現場透水試験・地下水検層の結果より判定された帯水層の位置、ボーリング孔ごとに観測された最高水位・最低水位等も記入する。縦断面図は、測線に沿って縮尺1/200または、1/500程度（縦、横同一縮尺）のものを作成し、地表面傾斜の変化点、亀裂、旧段落、池沼、凹地、台地、調査ボーリング地点、各種計測器の位置および表土、基岩の層準と傾斜、基岩と崩積土の区別、土質、断層、破碎帯の分布等を記入する。

3) 地すべりの機構解析

地すべりの発生、運動機構について、原因を素因、誘因に分けて詳述し、その対策計画についての考え方を述べるとともに、各種調査結果を添付する。

1.1 地すべり運動ブロック区分

地すべり運動ブロック区分は、概査及び精査をもとに分割された運動ブロックを移動状況、危険度、保全対象の有無等を考慮した区分をおこない、防止工法検討の一単位としてとらえる。

解 説

地すべり運動ブロック区分は、空中写真判読、概査及び精査をもとに分割された運動ブロックをすべり面の形態、移動の状況、危険度、保全対象の有無等を考慮して総合的に判断された区分とし、防止工法検討の一単位として作成するものとする。なお、写真判読や現地調査で確認される地すべりに起因する変状を平面図に表現した上でその変状を包括するような範囲をすべり運動ブロックとして表現することにも留意する。表現するにあたっては次の点に注意する。

- 1) 活動している運動ブロックは実線で表現し、活動が認められない運動ブロックは破線で表現する。
- 2) 運動の方向を矢印で表現する。
- 3) 断面図に表現される運動ブロック内の滑落崖や舌端は平面図にも表現する。
- 4) 図面の着色について
 - ・動きが明瞭なブロックは境界部を赤でぼかし塗りとする。
 - ・湧水・沢水流路は青で着色する。
 - ・道路は赤茶色、人家は橙色で着色する。
 - ・調査ボーリング、対策工法の着色は下記とする。

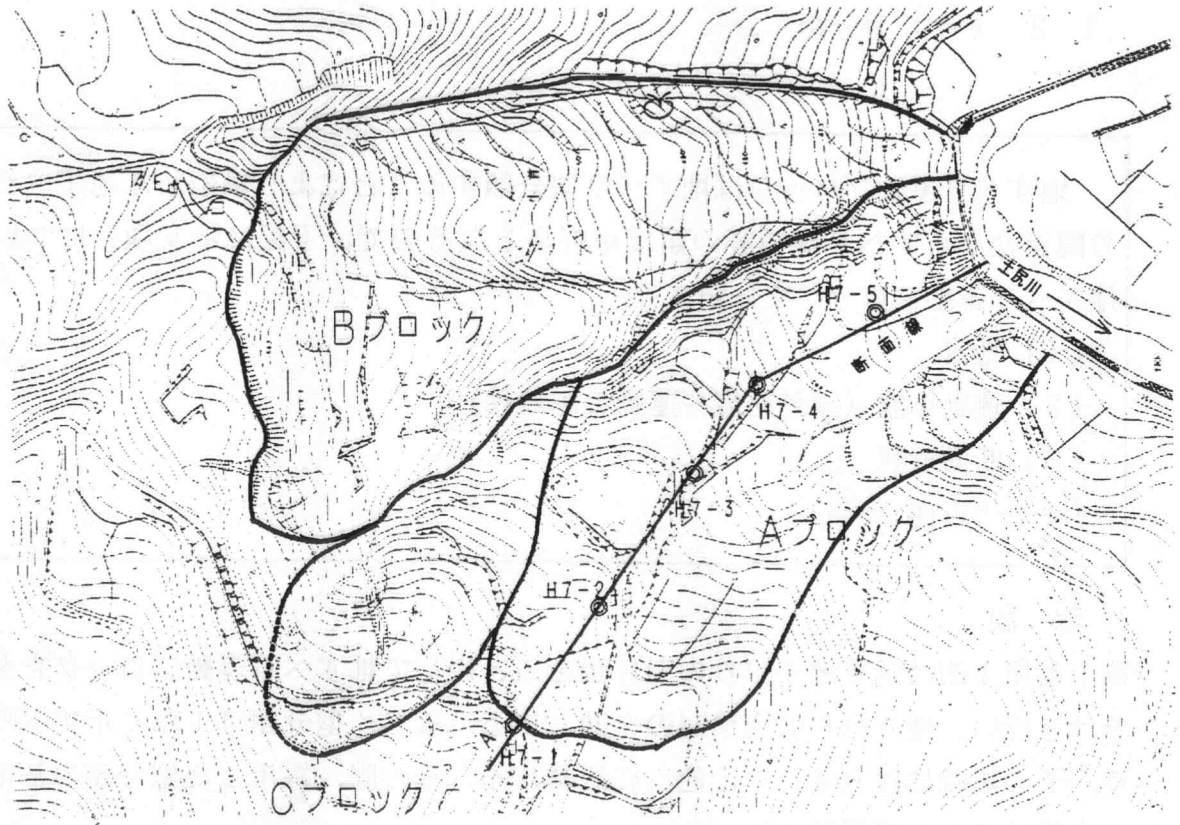
既年度 : 黒色

前年度 : 黄色

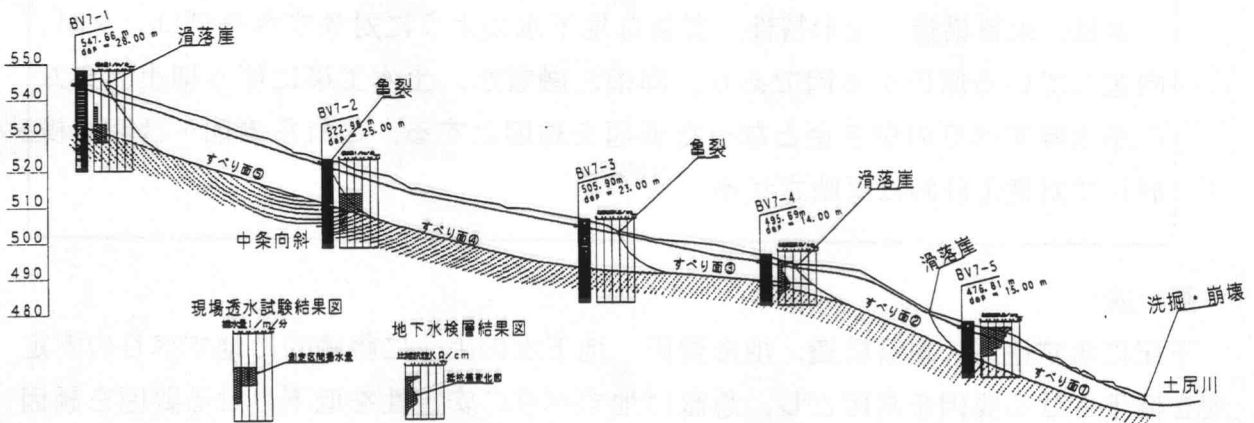
当該年度 : 赤色

将来計画 : 緑色

他事業 : 紫色



運動ブロック平面図



Aブロック断面図

図 3-1 運動ブロック平面図と断面図の一例

1.2 すべり型分類

地すべり運動ブロックは地すべり型分類することにより類似した地すべりとの関連性からすべり機構等の類推が容易となるので、下記に示す項目について地すべり運動ブロックを分類する。

- (1) 地質
- (2) 運動形態 (運動速度や運動の継続性)
- (3) 断面形状
- (4) その他

解 説

第1章第1節に示す地すべりの型分類をもとにして地すべり運動ブロックをタイプ分けを行い、地すべり機構検討の一助とする。なお、型分類は1章に示す以外もあり、その場合には(4)その他に記載する。その際、採用した型分類の基準、参考文献はかならず記載する。

1.3 地すべりの素因・誘因

地質、地質構造、地形特性、豊富な地下水のように対象すべりブロックが内包している原因が素因であり、降雨、融雪水、土木工事に伴う切土、ダムの湛水等すべりの引き金となった要因を誘因とする。これら素因・誘因を検討して対策工計画に反映させる。

解 説

下記に示す地質、地質構造、地形要因、地下水のように継続的に地すべりの安定度を低下させる要因を素因とし、急激に地すべりの安定性を低下させる要因を誘因としており、これら原因を検討する事により効果的な対策工の計画に反映されると言える。

素因の各要素については渡¹⁾に基づき整理する以下のようにまとめられる。

1) 地質および地質構造

泥質岩におけるすべり面の生成、断層、破碎帯、褶曲、ドーム構造、貫入作用、

キャップロック等の存在，熱水変質，特殊な風化帯。

2) 地 形

構造地形と大規模地すべり，組織地形としての二重山陵，分離峰，河川争奪，埋没谷と地すべり運動，集水地形。

3) 地下水

包蔵体の形成，有圧水，水圧水，地下水脈の変化

また，誘因としては次の要因が挙げられる

- 1) 気象現象： 大雨，融雪，地震動ならびに地震に伴う地盤の液状化等。
- 2) ダムの湛水。
- 3) 土木工事：切土工事，トンネル掘削，盛土工事等。

1.4 すべり面の判定

すべり面の判定は，概査及び精査で得られた結果を基に総合的に判断して，決定しその結果を地すべり断面図に明示する。

解 説

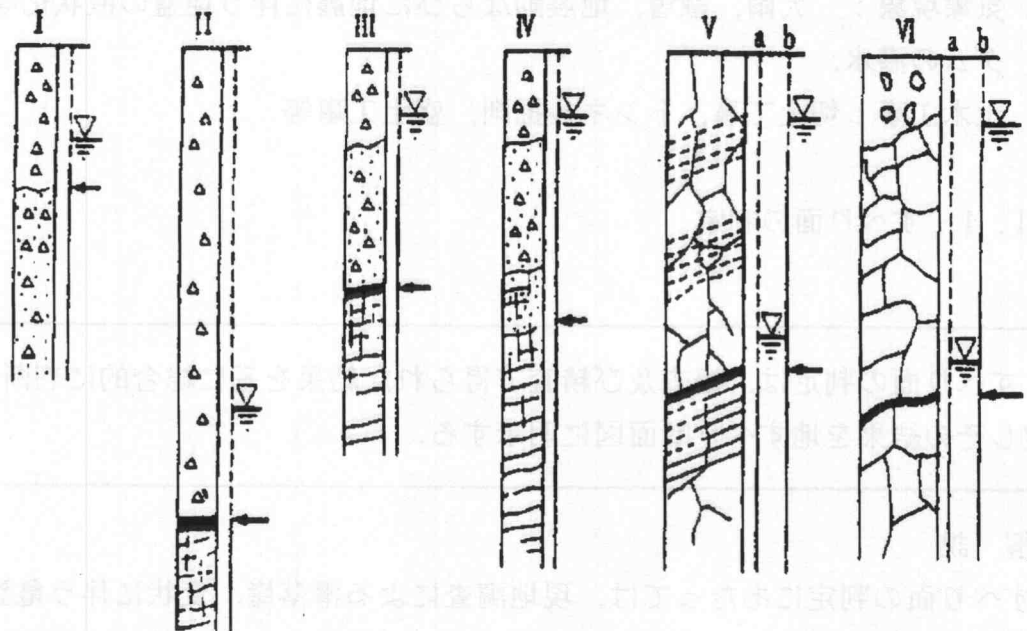
すべり面の判定にあたっては，現地調査による滑落崖，変状に伴う亀裂，沈下現象，隆起現象や構造物の変状（はらみだしや亀裂等），調査ボーリングによるコアの判定（スリッケンサイド(*)を有する粘土，粘土帯，風化度，色調）を基礎として，すべり面調査（歪計観測，孔内傾斜計観測等）で得られた結果をもとに総合的に判断し，判断根拠を明示するとともに地すべり断面図にすべり面を明示する。

コアによるすべり面の判定は，コアを裁断して色調，挟在する粘土，硬さ等から判断することになるが，中村浩之¹⁾はコアの色調，コアの状況からすべり面の位置としては6タイプあるとしており，参考までに次ページに示す。

*スリッケンサイド：せん断面上に生じた擦痕

凡例

- ← すべり面
- ▽ 地下水位
- コア褐色化部
- ===== コア青色化部



- I型：崩積土中の褐色層と青色層の境界にすべり面が形成されるもので、豪雨、融雪時にしばしば浅い流動状のすべりを起こすことが多い。
- II型：厚い褐色層の崩積土層が、基盤岩上をすべるもので、地下水位の変動が大きく、突発的なすべりを起こすものが多い。
- III型：移動層は褐色・青色の二層よりなる崩積土層で、基盤岩上をすべる。地下水位は高く緩慢な動きのものが多い。
- IV型：III型に類似するが、すべり面が風化岩の中の風化度の差異による地層境界面にある。
- V型：層理面、地層の境界にすべり面が形成される風化岩層のすべり。
- VI型：岩盤中の層理面にすべり面が形成されるもの。

図 3-2 すべり面位置の模式図¹⁾

第2節 危険度評価

区分された各地すべり運動ブロックについて、次の評価を行う。

- (1) 地すべりの形態による評価
- (2) 調査観測結果で得られた変動状況からみた危険度評価
- (3) 保全対象の重要度に基づく重要度評価

解 説

区分された地すべり運動ブロックに対し、調査結果をもとにした運動形態による評価、変動状況からみた危険度評価、さらに対象となる地すべり運動ブロックの保全対象からみた重要度評価をおこなった上で、総合的な判断による地すべり運動ブロックの危険度評価を行う。

各地すべり運動ブロックの評価は、地形・地質・変動状況・考えられる原因・区分された運動ブロックを決定した根拠、さらには変動状況から判断される危険度、保全対象や下流への影響等から考えられる重要度を考慮して総合的に各運動ブロックのランク分けができるものであれば良い。

参考までに評価表の例として、表3-1に示す。

また、その記載方法は下記の通りとする。

1) すべり面形

第1章1.2.3のすべり面形にもとづいて記載する。

2) 地すべりの型分類と運動の継続性

第1章1.3の地すべりの型分類をもとに地すべりの型分類と運動の継続性について記載する。

運動の継続性は、観測データがない場合や観測データで変動が認められない場合には、踏査結果および表1-2を参考に記載する。

3) 地質・地下水

地質：周辺の踏査結果もしくはボーリング結果を基に記載する。

地下水：踏査結果にもとづくブロック内の湧水状況から、該当ブロックが次のいずれの地下水系に影響されているかを記載する。

①表流水

②浅層地下水（崩積土すべりにおけるすべり面付近から上の地下水）

③深層地下水（風化岩・岩盤を流動する地下水）

4) 運動ブロック区分の根拠

概査段階：空中写真，地形図から判断される地すべり地形（冠頂亀裂，滑落崖，舌端部等）

精査段階：地表踏査結果に基づく地すべり地形，移動量観測結果。

5) 平面形・すべり面形による評価

第1章1.2.1の平面形および1.2.3のすべり面形による分類をもとに評価を下記に基づき行う。

A：開放型

平面形	馬蹄形，角形，沢形
すべり面形	椅子型，階段型，層状

B：中間型

平面形	馬蹄形，角形，沢形	ボトルネック型
すべり面形	舟底型（末端閉鎖型）	椅子型，階段型，層状

C：閉塞型

平面形	ボトルネック型
すべり面形	舟底型（末端閉鎖型）

6) 地すべりの兆候からみた評価²⁾

地すべり兆候としては以下に説明する「A：顕著なもの」と「B：軽微なもの」および「C：兆候なし」の3段階のいずれかに評価するものとし，重複する場合は，上位のものを選択する。

A：顕著な兆候

顕著な兆候には，以下のようなものがある。

- ①頭部の引張亀裂の段差，あるいは開口が顕著で連続しているもの。
- ②頭部に連続した二次亀裂が認められるもの。
- ③末端部のはらみ出し，隆起，圧縮亀裂が認められるもの。
- ④頭部の引張亀裂（段差，開口を伴わないもの）と末端部のはらみ出し，隆起，圧縮亀裂（顕著，でないもの）が同時に認められるもの。
- ⑤地すべりブロック側面に，連続あるいは断続的な亀裂が生じているもの。
- ⑥頭部，あるいは側部に比較的新しい陥没が認められるもの。
- ⑦構造物にクラックが発生し，食い違いが生じているもの。

⑧構造物の目地に顕著なずれが生じているもの。

⑨頭部の引張作用や末端部の圧縮作用による構造物全体の傾倒，沈下が認められるもの。

⑩頭部や末端部に小崩壊が認められるもの。

B：軽微な兆候

軽微な兆候には，以下のようなものがある。

①頭部のみに，段差や開口を伴わない引張亀裂が生じているもの。

②構造物に亀裂が発生しているもの。

③構造物の目地にずれが生じているもの。

④斜面安定工にうねりが認められるもの。

⑤のり枠工の目地にずれが生じているもの。

C：兆候なし

7) 変動状況からみた変動判定

表 3-2変動種別と変動量をもとに変動判定をおこなう。

観測値がない場合は，記載不要。

8) 保全対象や下流への影響からみた重要度

A：住宅，弱者施設や重要な公共施設に直接被害をおよぼす。

B：上流側や下流側の誘発助長区域に住宅，弱者施設や重要な公共施設がある。

C：上記に該当しない。

9) 総合評価

A：変動が認められ，保全対象からみた重要度がAまたはBに区分される。

B：過去にすべり活動があり，地形変状がみとめられ，保全対象からみた重要度がA，またはBに区分される。

C：変動が認められ，保全対象からみた重要度がCに区分される。

D：過去にすべり活動があり，地形変状がみとめられ，保全対象からみた重要度がCに区分される。

表 3-1 地すべり運動ブロック評価表 参考例

作成月日 年 月 日

作成者

箇所名

ブロック番号		A	
		a-1	
運動ブロックの規模	長さ (L) m	150	
	平均幅 (W) m	40	
	平均深さ (H) m	10	
	土量 (L×W×H) m ³	60,000	
地すべりの形態	斜面の平均傾斜角 (°)	15	
	すべり面の平均傾斜角 (°)	10	
	すべり面形	階段型	
	地すべりの型分類と運動の継続性	粘質土すべり 断続的	
変動状況	観測値, もしくは確認された変状.	5×10 ³ μ/月 (歪計) 50mm/月 (伸縮計) 10mm/月 (路面の開口亀裂)	
地質・地下水の状況,	すべり土塊の地質	礫混り粘性土	
	基岩の地質	第三紀泥岩	
	湧水・地下水の特性	浅層地下水	
素因・誘因	素因	キャップロック構造 破碎された泥岩	
	誘因	融雪水の浸透	
運動ブロック区分の根拠		空中写真 踏査による地形変状 移動量観測	
平面形・すべり面形による評価		A	
地すべりの兆候からみた評価		A	
変動状況から見た変動判定		確定変動	
保全対象や下流への影響からみた重要度		B	
総合評価		A	

表 3-2 変動区分と変動量³⁾

変動判定	グレード区分	指 標				
		計測種別	平均日移動量	月間累積変動量	累積傾向	その他の事項
確定変動	変動A	歪計	10 ² μ以上	5×10 ³ μ以上	顕著	地形・地質からの可能性あり
		傾斜計	5秒以上	$\sqrt{X^2+Y^2}/月=100秒以上$	顕著	地形他と変動方向一致
		伸縮計	1mm以上	10 mm以上	顕著	引張りまたは圧縮亀裂発生
準確定変動	変動B	歪計	10 ² μ以上	10 ³ μ以上	やや顕著	地形・地質からの可能性あり
		傾斜計	5秒以下	$\sqrt{X^2+Y^2}/月=100秒以下$	やや顕著	地形他と変動方向一致
		伸縮計	0.1mm以上	2mm以上	やや顕著	断続変動を示す
潜在変動	変動C	歪計	10 ² μ以上	10 ² μ以上	ややあり	地形・地質からの可能性あり
		傾斜計	1秒以下	$\sqrt{X^2+Y^2}/月=20秒以下$	ややあり	地形他と変動方向一致
		伸縮計	0.02mm以上	0.5mm以上	ややあり	亀裂発生認める
異常変動	変動D 地すべりとの関連疑問地すべり以外の要因	歪計	10 ² μ以上	10 ³ μ以上(短期間)	なし	地形・地質からの可能性なし
		傾斜計	3秒以上	なし(断続変動)	なし	地形他と変動方向一致せず
		伸縮計	0.1mm以上	なし(断続変動)	なし	

μ : 1×10⁻⁶ ストレインを意味する

参考文献

- 1) 地すべり対策技術協会：地すべり防止技術研修テキスト 上，1995.
- 2) 道路保全技術センター：道路防災総点検要領（豪雨・豪雪），1996.
- 3) 藤原明敏：地すべり調査と解析，理工図書，1970.

地すべり防止技術研修テキスト 上	地すべり対策技術協会	1995	理工図書	1995	1995	1995	1995
道路防災総点検要領（豪雨・豪雪）	道路保全技術センター	1996	道路保全技術センター	1996	1996	1996	1996
地すべり調査と解析	藤原明敏	1970	理工図書	1970	1970	1970	1970