

地すべりはなぜ起きる！

〈地すべりの発生原因とその対策〉

本 店 水力部 土木技術課 総合技術研究所 土木研究室
工務部 工務土木課

昨年9月の長野県西部地震による御岳山の大規模斜面崩壊（崩壊土砂量3,360万 m^3 ）の記憶も新しい去る7月には、長野市善光寺裏山の地附山南斜面で大規模な地すべり（移動土砂量約500万 m^3 ）が発生し、老人ホームと住宅数十戸を押しつぶし、死者多数を出す大災害となった。

このような大災害をもたらす地すべりの発生原因や対策について、その概要を紹介する。

1 「崩壊」と「地すべり」の相違

「崩壊（山崩れ、がけ崩れ）」と「地すべり」は形態のうえで極めてよく似ているため、しばしば混同されるが、その運動形態も発生機構のうえでも相違が認められる。

崩壊は、移動が急激に起こって相当速い速度で滑落するが、一旦移動した後はほぼ安定する。

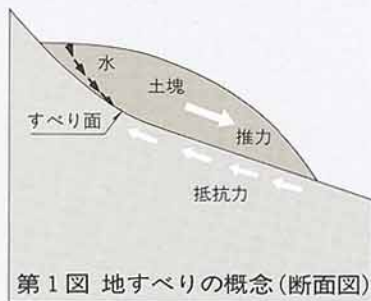
一方、地すべりは徐々に移動が起こり、その速度は比較的緩慢（0.01～10mm/日のものが多い）で継続的である。

また、崩壊と地すべりの違いは、その発生する地域のうえでも認められ、山地であればどこでも起こりえる「崩壊」に対し、地すべりはある限られた地域に集中して起こるのが特徴的である。

なお、がけ崩れは、人為的要因による地形変化（切土など）により、人家集落の近くで発生することが多く、人家を直撃して人命に関する被害を多く発生させる傾向がある。

2 地すべりの発生機構

地すべりを起こす斜面では、一般的に滑動する土塊の下に粘土層が生成・分布しており、これに地下水が作用して粘土強度の低下が進行し、やがてせん断破壊を起こす。この破壊面がすべり面となり、上層の土塊を乗せて下方へ移動する現象が地すべりの基本的な発生機構である。



第1図 地すべりの概念(断面図)



地附山地すべり

3 地すべりの発生原因

地すべりを誘発する直接的な原因（誘因）は、第1図の推力の増加と抵抗力の減少に係るものである。

具体的には、降雨、融雪など（自然現象）は地下水の増加を招き、地震がその直接的、間接的な原因となる場合も多い。

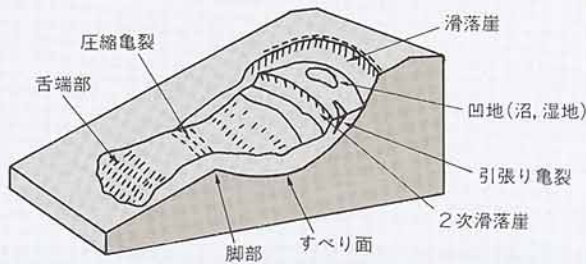
斜面内での切土や盛土など（人為的作用）が斜面安定を崩す結果となることも少なくない。

また、地すべり地域は、地形的、地質的にも特色があり、素質的な原因（素因）と呼ばれている。

(1) 地形的な特色

地形的に共通点があり、「地すべり地形」と呼ばれる独特の形状が見られるが、これは地すべりが起こったか、または起こりつつある結果である。

第2図は、地すべりの形状を模式図として表したもので、最上部に滑落崖という急ながけが見られ、その形状は馬蹄形または直線状となる。また上部には沼や湿地帯が存在することが多く、下部では斜面の盛り上がりがある。



第2図 地すべりの模式図

(2) 地質的な特色

第3図の地すべり分布図によれば、3種類の地質群に集中している。

それは、全体の7割を占める第三紀層地域、3割を占める破砕帯地域および温泉地域である。

これらの地域の特徴として、地殻変動の影響や温泉作用によって岩石が風化し、粘土化した地層が広く分布している。

4 地すべり発生の予知

予知に必要な情報は、「場所」、「時期」、「規模」の要素であり、これらを的確に把握することが望まれる。

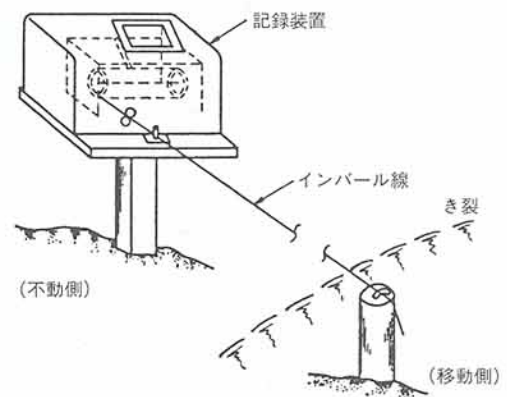
発生場所は、地すべりの地形的な特色から、地形図、航空写真を判読すれば大体の地域の推定ができ、現地踏査でより正確に把握できる。

次に発生の時期は、地すべりに伴って起こる前兆現象を初期の段階で計測する方法がある。

これは地表面の異常変化を感知するもので、前兆現象は亀裂、局所的な陥没や隆起、道路面のクラック、構造物の変位などの現象として表れる。しかし、これらの現象は地すべりの直前でないと発生しない場合もあり、目視できない微小な異常変化をより早く感知することに配慮すべきである。そのためには、計器類を用いて、初期の微小な動きを測定し解析する必要がある。

移動量の測定には、地表面の伸縮量を測る伸縮計、地盤の傾斜の変動量を測る傾斜計などが用いられている。

第4図は伸縮計の設置例で、一方を不動側に置いた杭と亀裂を挟んだ移動側の杭の間に温度変化の小さいインバール線を張り、この2点間の伸縮量を測定する。



第4図 伸縮計の設置例

規模の問題は、予想範囲の地質を詳細に調査して、地質構造、地下水の挙動、すべり面などを把握する必要がある。

以上を踏まえ、発生までに相当な時間的余裕があり、事前に十分な調査と観測資料が得られるなら、ある程度の予知は理論的には一応可能といえる。

5 防止対策工法

防止対策とは、地すべりの発生機構からいえば推力の減少と抵抗力の増加を図るための対策で、大きく分ければ抑制工と抑止工とになる。



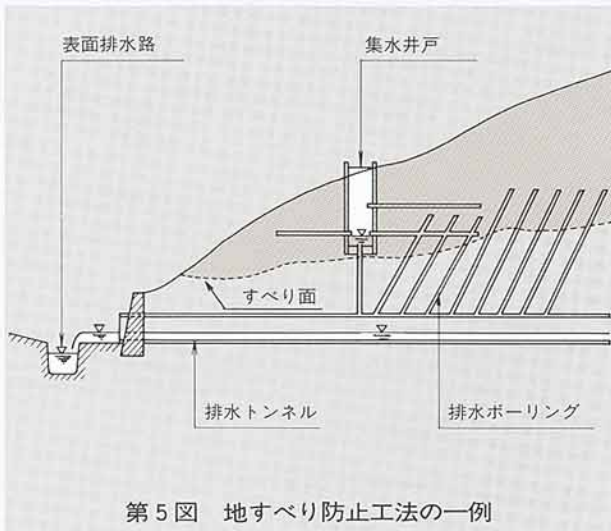
第3図 地すべり分布図 (1972年建設省土木研究所)

地すべり防止工法は、第1表のようにまとめることができるが、その意図するところは次のとおりである。

- (1) すべり面付近の地表水、地下水を排除することにより、すべり面の間げき水圧を下げて、抵抗力を増加させる。(地下水と地すべりは密接な関係があることから、効果的な排水対策が重要である。)
- (2) 地すべりの頭部を排土して荷重の軽減を図り滑動推力を減少させる。
- (3) 地すべりの末端部に押さえ盛土を行ったり、河川に面している場合は、護岸などを築造し、抵抗力の増加を図り、斜面を安定させる。

第1表 地すべり防止工法

区分	工 種	種 別
抑制工	地表水排除工	水路工、浸透防止工
	地下水排除工	暗きょ工、地下水遮断工、集水井工 排水トンネル工、排水ボーリング工
	排土工	
	押さえ盛土工	
	河川構造物	堰堤工、護岸工、制水工、床固工
抑止工	杭工	
	深礎工	
	アンカー工	
	擁壁工	



第5図 地すべり防止工法の一例

(4) 同じく末端部に杭などをすべり面よりも深く打ち込んで、せん断抵抗力を付加し、直接滑動推力に抵抗させる。

これらの工法の選定、適用については、その発生原因を主体に、周辺の環境なども考慮して、総合的に勘案の上、決定すべきである。

6 当社電力土木設備への対応

電力設備の建設に当たっては、地質、地形などの詳細調査を実施して位置選定や設計が行われているため、問題となることは少ない。

巡視・点検など、設備を管理していく際に、地すべりが想定される前兆現象が発見された場合は直ちに監視と連絡体制を整えとともに、各種の調査、計測を継続的に実施し、原因の把握に努めている。

その結果、対策が必要と判断された場合は、公衆災害防止を最優先に、設備の重要度などを考慮し、適切な対策工を実施している。

なお、対象構造物が水路工作物などで緊急を要する場合は、断水などの措置をとることとなっている。

過去の主な対策工としては、排土、排水ボーリング、集水井、アスファルトフェイシング（浸透水防止工）などを実施している。なお、これら対策後も調査、計測を継続し、災害防止と機能維持に万全を期している。

7 あとがき

最近の資料(1983年建設産業調査会)によれば、地すべり危険箇所は、全国で約1万1千カ所、地すべり面積は、国土の1.1%に達すると報告されている。はからずも地附山の災害はそれを再認識させる結果となった。

このため、地すべりについての概念をまとめてみたが、詳しくは下記の文献を参考にされたい。

○地すべりの解析と防止対策

藤原明敏 理工図書

○地すべりの調査と対策

谷口敏雄 山海堂

○最新建設防災ハンドブック

建設産業調査会