

地すべり抑止アンカーの破壊事例とその原因に関する考察

昭和地下工業(株) 正 会 員 ○吉田 健二
九州産業大学工学部 正 会 員 奥園 誠之

1. はじめに

近年、斜面安定対策工としてアンカー工は杭工とともに最も実績のある抑止工法といえる。しかし、時には斜面安定対策としてアンカー工が施されたにも関わらず、何らかの原因でアンカーが破壊し斜面に再変状が発生することがある。このように再変状が生じると、多大な費用を要するだけでなく、人災等の危険が伴う可能性につながる。

本報告では、地すべり抑止アンカーの破壊に関する3箇所の斜面再変状事例を報告するとともに、それらが破壊した原因について考察し、今後の設計・施工に役立たせることを目的としたものである。

2. 事例1 すべり面に対してアンカー角度が大きい例

2.1 A現場の概要

四国の段丘堆積物を切土した斜面の崩壊事例である。図-1 のように1:0.8 の勾配で切土する必要があるため、補強として礫混じり粘性土部分にアンカーを打設した。当初は粘性土の緩いすべりを想定したため、アンカーの角度は比較的急角度(のり面に直角)に打設した。しかし、実際のすべり面が急角度であったため、結果的にアンカーをすべり面に対してほぼ直角($\beta \approx 90^\circ$)に入れたことになる。

切土が終了し、保護工もほぼ完了した時点で台風に伴う538mm/日の雨に見舞われ再変状が発生した。

2.2 アンカー破壊原因の考察

アンカーの効果は、すべり土塊をすべり面に押し付け(締め付け)て摩擦力を得る効果($\sin \beta \tan \phi$)と土塊を基盤に引き止める効果($\cos \beta$)がある。式で表すと以下のようである。

$$F_s = \frac{\sum c \cdot \ell + \sum W \cos \theta \tan \phi + \sum T \sin \beta \tan \phi + \sum T \cos \beta}{\sum W \sin \theta}$$

図-2 はこの $\sin \beta \tan \phi + \cos \beta$ が最大値となる β 、すなわちアンカーが最も効果的な打設角度をすべり面の摩擦角 ϕ をパラメータとして求めたものである。この図から $\beta = \phi$ が最も効果的な角度といえる。(すべり面に対して ϕ の角度で挿入する)

つまり、本斜面はアンカー角度 β が急過ぎた為($\cos \beta > 90^\circ$)にアンカーの引き止め効果がなく、アンカーの破壊に至ったものと考えられる。

3. 事例2 すべり方向とアンカー打設方向の開きが大きい事例

3.1 B現場の概要

現場は長野県に位置しており、計画路線に対して流れ盤構造となる頁岩の切土斜面の崩壊事例である。のり面は平成6年に図-3 のような地すべり(1次)に対し吹付けのり砕工およびアンカー工が施された。しかし、平成11年4~8月

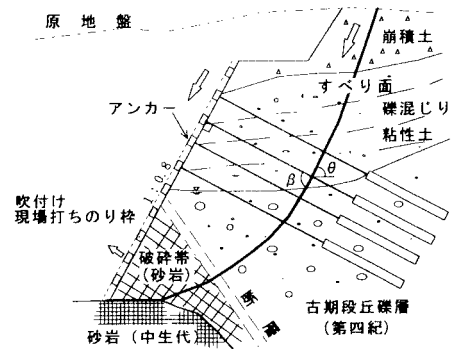


図-1 地すべり模式図

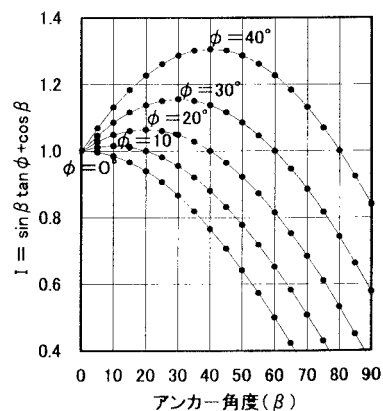


図-2 アンカー角度(β)とIの関係

に地すべり性の変位が観測され、1次すべり上方斜面を頭部とする2次すべりが発生した。

3.2 アンカー破壊原因の考察

アンカーの検討は通常、代表解析断面が用いられその際すべり方向とアンカー打設方向（解析断面）は同じとして設計される。この現場はその後の観測等により地すべり水平方向とアンカー打設水平方向の開きが 39° あることが確認された。

設計アンカー力の水平方向補正を行うと、 $\cos 39^\circ = 0.78$ となり、直交計算値の 78% の効果しか発揮されていないことになる。つまり、1次対策のアンカー力不足により1次すべりを抑止できず、上方斜面が引きずられ後退性の2次すべりが発生したと考えられる。

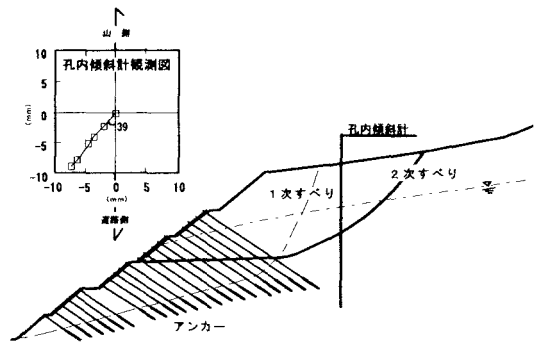


図-3 地すべり模式図

4. 事例3 地盤隆起により外力が増加した例

4.1 C現場の概要

北海道の活火山に近接した（直線距離で約 1.2Km）切土斜面の崩壊事例である。

地質的な特徴としては第四紀堆積物と軽石流堆積物の境界若しくは第四紀堆積層中に膨張性を持つ変質粘土層が挟まれており、この粘土層が地すべり発生に深く関わると思われる。

図-4 に示す地すべりに対しアンカー工、集水井工が施工され沈静化していた。しかし、火山の活動に伴う地盤の変形により平成 12 年3月に地すべりが再滑動した。

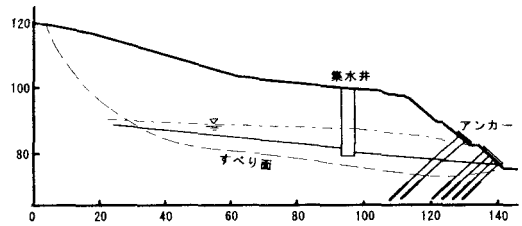


図-4 地すべり模式図

4.2 アンカー破壊原因の考察

地盤変動は、末端部を中心とし頭部側が隆起する形で 0.5° づつ 3° まで傾斜するものと仮定（図-5）し、また、安定解析する際に地盤変動と同時に短期的に地下水位も上昇すると考え、その際の動水勾配の変化に伴う地下水压（背圧）増加も考慮した。

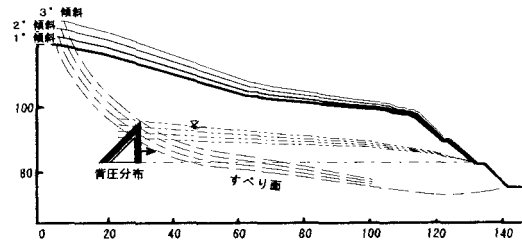


図-5 地盤変動模式図

図-6 は滑動中の各地盤変動角の現状（変動時）安全率を $F_{s0} = 0.98$ と設定し求めた土質定数 ($c \cdot \phi$) を用いて地盤変動前の安全率を計算し表したものである。この図より地盤変動角が 1° と仮定すると、地盤変動前の安全率は $F_s = 1.07$ 、2° の場合は $F_s = 1.18$ となる。

背圧は、0.5° 変動すると 119kN/m 増加し、以降 0.5° 変動するごとに約 150kN/m 増加する結果が示された。これより本斜面では地盤変動時の水位上昇に伴う地すべり後方からの背圧増加も誘因の一つと考えられた。つまり、地すべり対策を施した斜面が火山活動の影響で地盤が変動し、それが滑動力の増加につながり、また、その際の背圧増加も加わり再変状が発生したと考えられる。

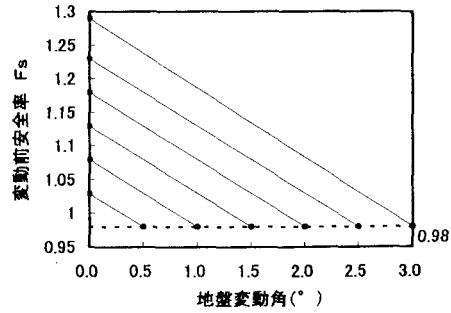


図-6 地盤変動角と変動前安全率の関係

あとがき 本報告は現在滑動中の現場を含むため、中間報告としてとりまとめている。