

層面断層をすべり面とした地すべりの例

中日本高速道路株式会社 正会員 ○橋場 幸彦
川崎地質株式会社 加藤 靖郎
株式会社大林組 正会員 笠井 克哲

1. はじめに

流れ盤をなす固結シルト層中に形成された層面断層がすべり面となって、切土のり面で地すべりが発生した。今回の対象となった層面断層は、緩勾配の地層中に地層と平行に形成されていることから存在を認識しづらい。さらに断層破碎帯の固結度が高かったために切土直後に地すべりは発生せず、ある程度の時間経過による劣化の進行によって地すべりが起きたため、工事中に地質上の問題としての認識ができなかった。また、この層面断層は活断層から派生していると考えられることから、広域的に連続して広がった地質構造でもあり広範囲において地すべりの素因となりうるという側面もある。このような特徴を持った地すべりの事例を紹介することで、断層活動と地すべりの関係を考察する一助としたい。

2. 地形・地質概要

三重県北部にある桑名市西部の丘陵地帯は、鮮新—更新統とそれを覆う段丘層からなる(図-1¹⁾)。丘陵地は活断層に仕切られ、西縁では鈴鹿山脈の麓に鈴鹿東縁断層帯が走り、東縁では養老—桑名—四日市断層帯が走る(図-1²⁾)。この丘陵地の鮮新—更新統(東海層群)は活断層に伴う傾動で西方および北方に数°~10°程度傾斜しており、桑名断層沿いには背斜が形成されている。調査地点は桑名断層から約5km西方、鈴鹿山脈東麓断層群から約9km東方に位置する。

3. 断層破碎帯の性状と「層状破碎帯」との比較

調査地の東海層群は大泉累層に区分され、粘性土および砂質土の互層である。層面断層が形成されているのは固結シルト層であり、上位の砂質層との境界から10cm程度離れた位置に層理面と平行に途切れることなく連続している、厚さ約10cmで鱗片状をなすせん断破碎帯である(図-2)。固結



図-2 層状破碎帯

度が高いため新鮮な切土面では認識しづらいが、段丘層からの地下水が供給される法面ではスレーキングが急速に進み、鱗片状のせん断面が開口し軟質化が進む。

東海層群と同時代に形成された地層である大阪層群は大阪平野周辺の丘陵地に分布しており、その丘陵地において「層状破碎帯」が地すべりを起こす素因の一つとして報告されている³⁾。

4. 地すべりの形態

地すべりは幅が約50m、奥行きが約15m、高さは7mの規模であり、すべり面の傾斜は8°で北に傾いている。地すべりは法面前方へ横滑りするようにせり出し、それに伴

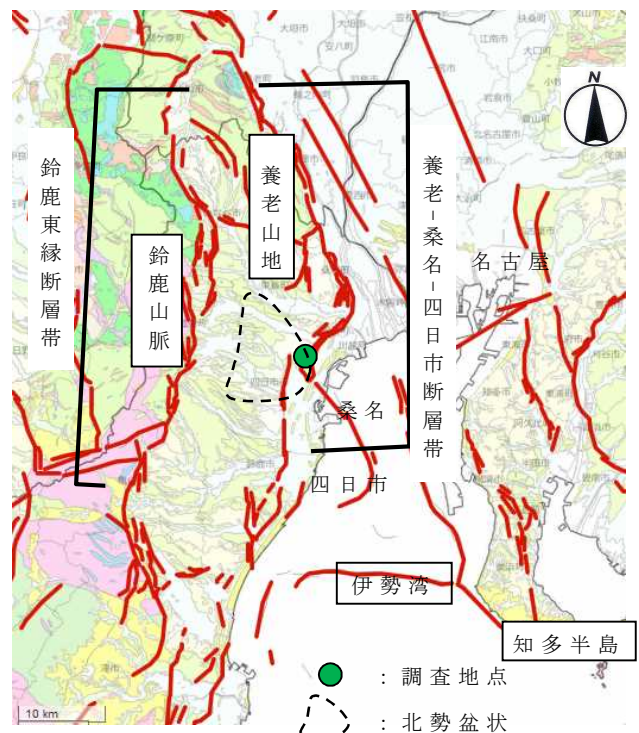


図-1 調査位置と活断層(赤線)
GSJ, AIST、20万分の1日本シームレス地質図

キーワード：地すべり 切土のり面 断層

連絡先：三重県四日市市伊倉 1-2-14 中日本高速道路株式会社 四日市工事事務所

TEL059-353-4595 FAX059-353-8445

って移動体の頭部が階段状に割れて大きく開口している。移動土塊中の段差は、地すべり移動方向と直交する方向にまっすぐ延びていることから、引っ張り破壊によって形成されたと推定で、典型的な並進すべりである。

5. 地すべり機構

地すべりを起こした法面の背後は広い段丘面となっており、約 2m の砂礫層が覆っている。段丘層の地下水涵養能力は高く、切土法面の段丘層下底からは広い範囲で湧水を起こしている。層状破碎帯は法面を非常に緩い角度で斜めに横切っており、地すべりを起こしている箇所は層状破碎帯がちょうど法尻に現れている。(図-3)層状破碎帯はシルト層

(Toc2) 内にあり、直上の砂層 (Tos2) は帯水層であり層状破碎帯の間隙水圧上昇に関係していると考えられる。地すべり後の層状破碎帯部は含水比の高い軟弱な粘土となっていた。

以上のような状況から、層状破碎帯が流れ盤状に存在していたことが素因であり、応力解放と豊富な地下水の供給により、固結した状態だった層状破碎帯が急速に軟質化させられ、豪雨により更に間隙水圧が上昇したことで地すべりは起きたと考えられる。

6. 安定解析

表-1 に安定解析に用いたすべり面せん断強度定数を示す。段丘層は地すべり変形において引張破壊による分離状態であったことから、せん断定数を与えなかった。

Toc3・Tos2 層は、N 値や土質区分から決定した土質定数を用いた。層状破碎帯のせん断強度は、層状破碎帯をブロックサンプリング、繰り返し一面せん断試験によって残留強度を求め $\phi = 7.5^\circ$ 、 $c = 17.2 \text{ kN/m}^2$ の値を得た。Toc3・Tos2 層の傾斜が不明であったため、主動土圧崩壊角から推定した。推定した地すべり形状で安定解析を行うと、若干安全率が高く出たことから逆計算を行い、層状破碎帯の c だけを 4.8 kN/m^2 と低減とした。

7. 対策工

対策工は切土補強土、コンクリートのり枠工＋水抜きボーリング（湧水箇所）とした。層状破碎帯は、地すべり箇所より西側では次第に法尻より深い深度に潜っていき、東側では次第に法尻の上部に現れる。層状破碎帯が法面に現れた箇所はどこでも地すべりを起こしているわけではない、恒久的な安定が確保できるとはいえない。そのため、20m ごとの測点で層状破碎帯を投影した断面図を作成し、安定解析によって断面ごとの安全率を求め対策範囲を決定した。

8. おわりに

層状破碎帯は非常に固結した状態であったことから、調査段階から工事初期段階では破碎帯という認識が全くされていなかった。しかし急速な劣化により、一部がすべり面に発達して地すべりの素因となった。今回の調査地や大阪平野周辺のように、活断層に隣接した十分に固結していない地盤の丘陵地、全国に多く存在しており、層状破碎帯の存在を意識した地質調査、斜面防災調査が求められる。

【引用文献】

- 1) 産業技術総合研究所地質調査総合センター（編）（2015）： 20 万分の 1 日本シームレス地質 2015 年 5 月 29 日版．産業技術総合研究所地質調査総合センター．
- 2) 地震調査研究推進本部：地震に関する評価
http://www.jishin.go.jp/evaluation/long_term_evaluation/major_active_fault/
- 3) 西垣好彦（1977）：土と基礎，Vol.25，No.2，pp.57-62．

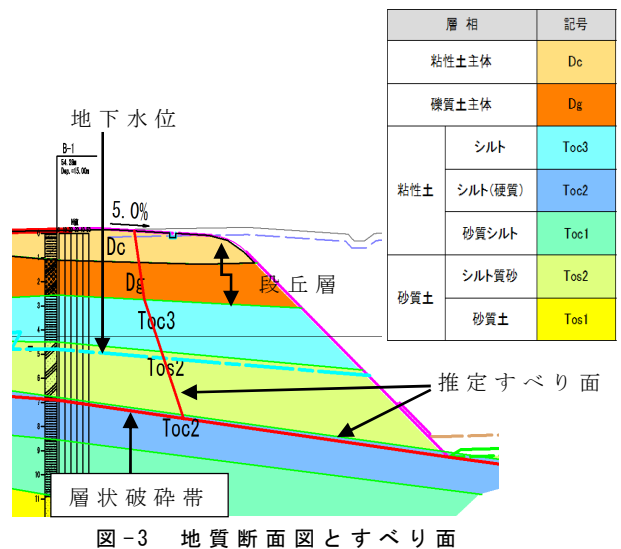


図-3 地質断面図とすべり面

表-1 すべり面せん断強度定数

地 層	記号	設計 N値	土質定数		
			γ_t (kN/m^3)	c (kN/m^2)	ϕ ($^\circ$)
段丘層	Dc・Dg	43	17	0	0
シルト	Toc3	17	17	50	0
シルト質砂	Tos2	24	18	0	33
シルト(硬質)	Toc2	32	18	130	20
層状破碎帯	-	-	18	4.8	7.5