

三郡変成帯における切土のり面変状復旧事例

岡山県真庭地方振興局 吉田清志
 ○応用地質株式会社 土井富雄
 同 上 能見忠歳

1. はじめに

三郡変成岩類泥質片岩の山体を道路改良に伴い切土した際、長さ25m、幅21m、深さ5mの斜面崩壊が発生した。筆者らは、この変状に対し斜面崩壊の原因究明から復旧に至るまでの計画・調査・設計・施工の一連の作業に直接従事する機会を得て、その過程の中で試行錯誤の末いくつかの貴重な経験を取得することができたのでここで紹介する。

のり面切り直し工検討の際に、比抵抗映像法を適用して変状箇所背後斜面にも地すべりブロックが連続して控えていることを把握し、経済的に安価な排土工案より安全性の高いアンカー付き場所打ちのり枠工案が望ましいことを提案した。また、グラウンドアンカー工施工時に、比抵抗映像法で把握していた断層破砕帯を確認することができ、アンカー定着部位置決定に活用した。さらに、切土中にすべり面を目視で確認でき、のり面の地山状況に応じたのり面对策を実施することができた。

2. 崩壊に至るまでの背景

岡山県真庭郡勝山町、落合町、久世町にまたがる広い地域に、三郡変成帯に属する泥岩・砂岩・珪質岩・塩基性火山岩類を源岩とする結晶片岩類が図-1に示すように分布している。これらの結晶片岩類は、片理面や劈開面に加えて、小褶曲構造を有するため、これらの面に沿ってはげやすい性質（剝離性）を持っている。したがって、これらの結晶片岩類分布域において、岩盤が風化を受けて劣化したり、地質構造が斜面に対し流れ盤であったり、斜面下部が河川浸食を受けたり、斜面下部を人為的に掘削したり等の条件が重なった場合に、たびたび斜面災害が発生している。本論文で述べる切土工事箇所は、三郡変成帯内に位置し、近傍の道路改良工事で切土中に上方斜面が崩壊した実績を持ち、また、切土工事箇所の斜面が流れ盤状の地質構造を持つ尾根部に位置しているため、切土に対し最善の注意を払った。

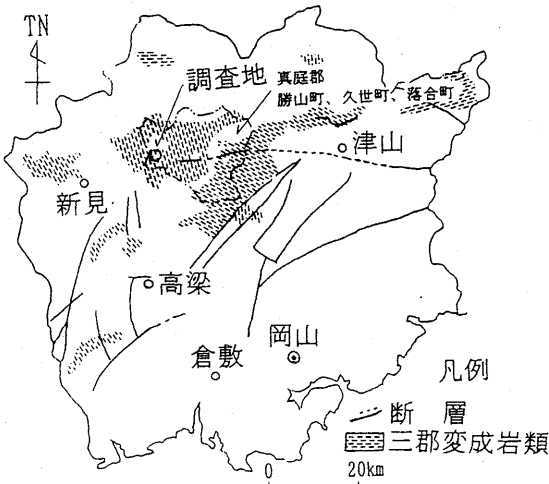


図-1 調査地位置図

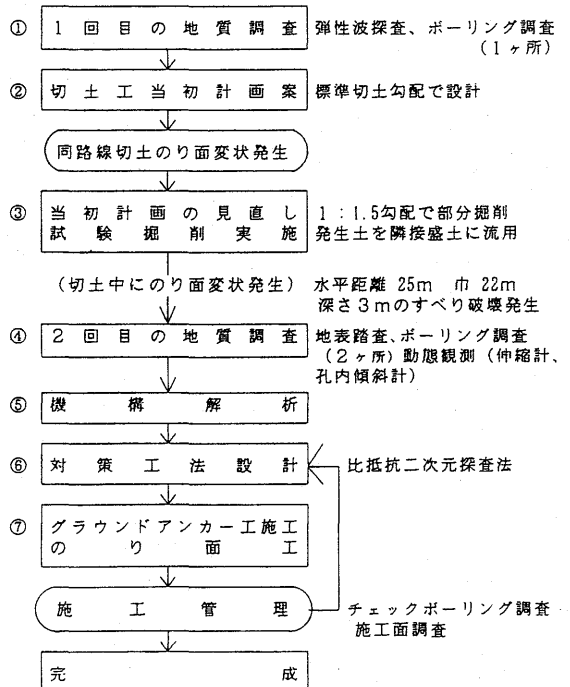


図-2 調査から設計までの流れ図

このため、切土に先立ち、緩勾配 (1:1.5) で部分的な試験掘削を隣接盛土の土量確保の目的を兼ねて実施することとした。(図-2参照)

しかし、この試験掘削の結果、緩勾配の切土にもかかわらず図-3に示す1次すべりブロックが崩壊した。このため、当該のり面の切土工の計画見直しを図-2の流れに沿って行った。

3. 斜面崩壊発生機構

1:1.5勾配による試験掘削後に斜面崩壊が発生した。斜面崩壊は、長さ25m、巾21m、深さ4mの規模で弾性波速度値1.4km/s以下の泥質片岩強風化岩～風化岩がすべり破壊を起こしていた。すべり形状は2円弧1直線の複合すべりで直線部のすべり面勾配は26°と旧地山の地表勾配にほぼ一致している。変状時に湧水現象は認められず、孔内水位もすべり面上位に認められなかった。

4. 対策工検討

図-2に示す流れ図のうち①～⑤の調査・解析結果を基に⑥で対策工検討を行った。崩壊地形頭部に滑落崖が落差約1mを有して生じ、変状発生直後に滑落崖に設置した伸縮計に1cm/日の移動が認められた。このことか

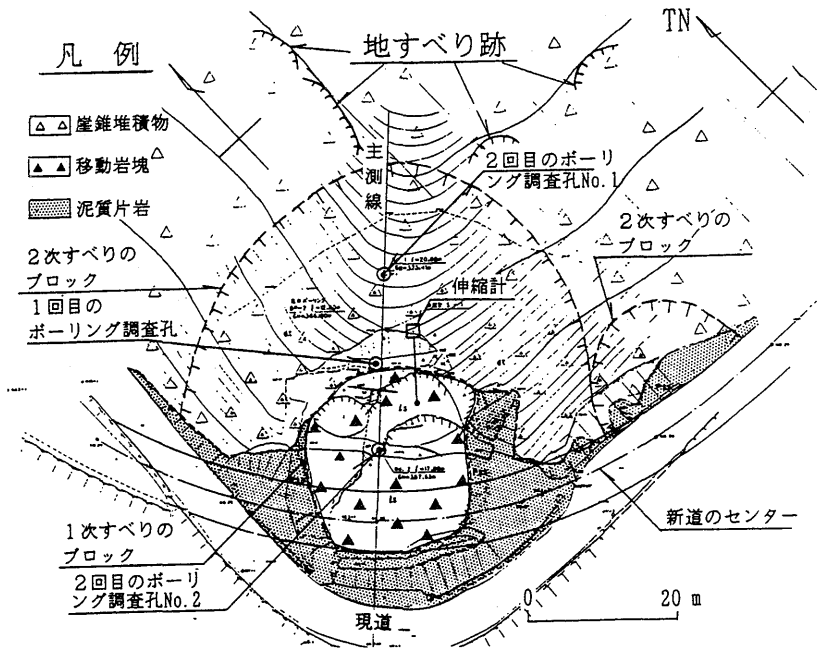


図-3 平面図

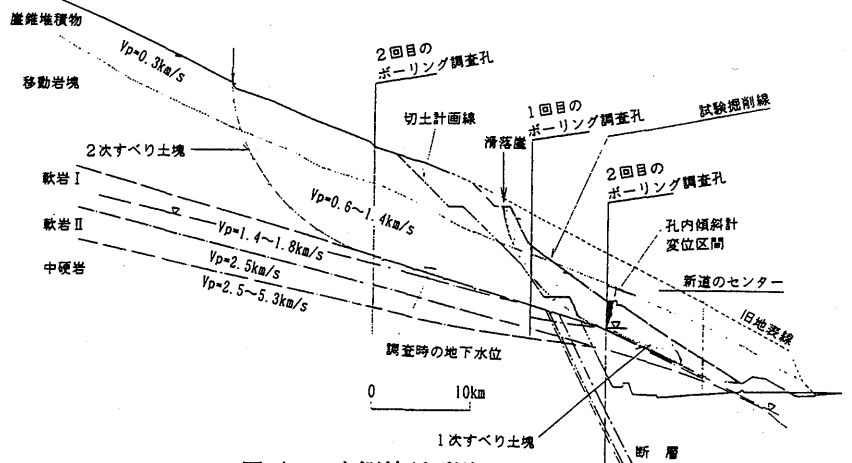


図-4 主測線断面図

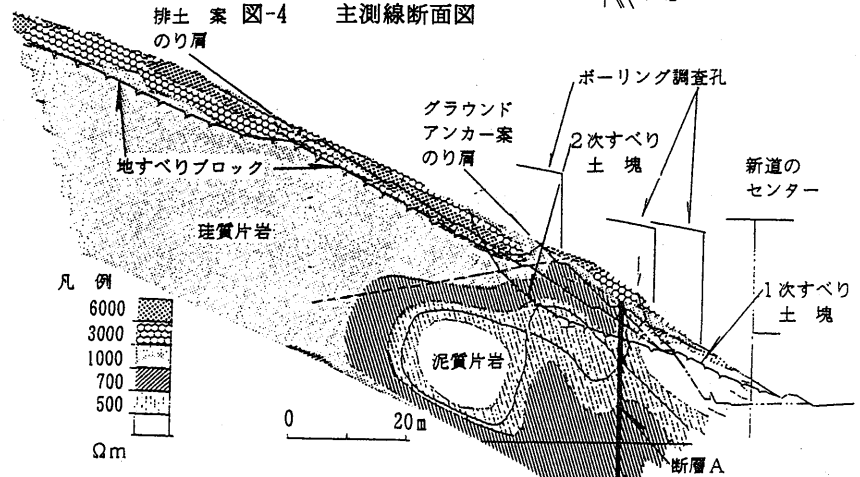


図-5 比抵抗分布解釈結果図

ら、変状時の初期安全率を $F_s = 0.95$ とし、計画安全率を $F_{sp} = 1.20$ とした。試験掘削時に発生したすべり破壊を1次すべりとした時、今後切り直した時にさらに斜面背後の不安定層がある範囲のブロック（図-3の2次すべりブロック）を持って地すべりを起こす可能性が高いと考え、この2次すべりを念頭においた対策工を検討した。その際、2次すべりの頭部は、尾根周辺の斜面で地すべり地形が多くみられる箇所の包括線の延長上とし、かつ、弾性波速度値 1.4km/s の下限を通るすべり面をもつ複合すべり形状を想定した。しかし、斜面上部の地質情報が不足していることから、この斜面上部の地質情報を得るため、比抵抗映像法を追加して実施した。その結果、現在変状が生じた箇所より上部にはさらに大きな規模でゆるんでいるゾーンが、連続して存在していることが把握できた。この2次すべりを安定化させる切土工は、次の2案を考えた。

- 第1案 1:0.7~1:1.0の勾配で切り直し、逆巻き工法によりグラウンドアンカー工により抑止する工法。
- 第2案 最下段を1:0.7とする以外は、1:1.5の緩勾配で排土する工法。

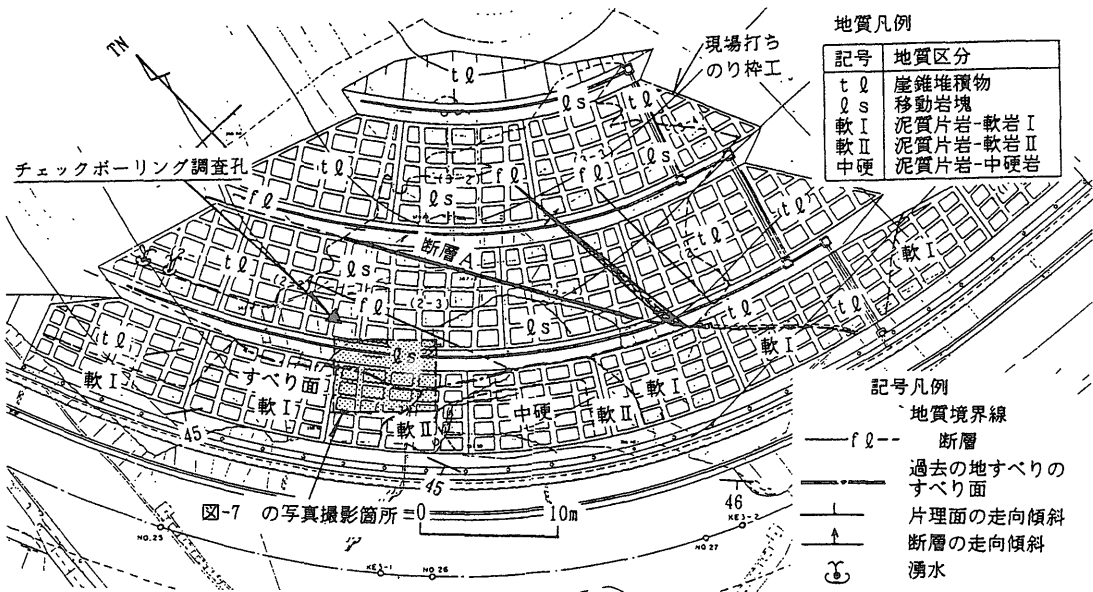


図-6 対策工平面図

この2つを比較すると、経済性、施工性からみれば第2案が有利であった。しかし、第2案（排土案）は、上部斜面のゆるんでいるゾーンの舌端を取り除くことになり安全性に致命的な問題があり、第1案が最適案との結論を得た。なお、比抵抗映像法の実施により次の成果が得られた。すなわち、比抵抗の異なる2種類の地質の分布が把握できた。1つはボーリングコアと露頭で確認した泥質片岩で、もう1つは近傍の路線調査で確認した珪質片岩である。また、図-5に示す断層Aの存在が推察できた。以上の経緯を経て、図-6、図-8



図-7 過去に移動した地すべりのすべり面

に示す対策工を逆巻き工法により施工した。

5. 施工管理

施工管理で行ったチェックボーリング調査の結果、アンカー定着予定箇所に巾 1.5mの劣化帯を確認した。この劣化帯は施工面の地山状況からみて、鉛直方向の断層破砕帯であると考えた。このため、アンカー定着部をこの断層山側の良質岩盤に変更する処置を講じた。なお、この断層は、比抵抗映像法で推定した断層と一致しており、断層の存在を検証したと言える。

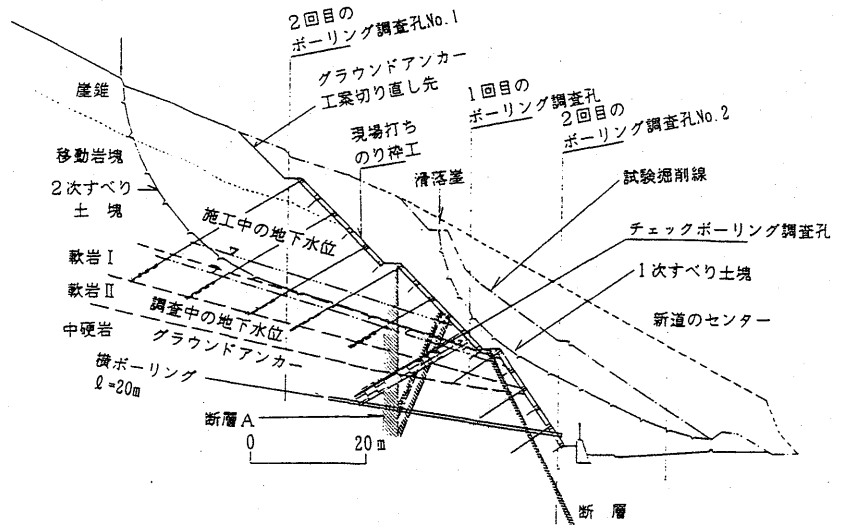


図-8 対策工断面図

また、このボーリング調査中に、すべり面より高い位置(+1.5m)に水頭をもつ孔内水位を確認した。このことから、豊水期に地下水位がすべり土塊内まで上昇することが確認できたため、横ボーリング工による地下水排除工を追加して実施することとした。

図-8に示す移動岩塊の下限面(2次すべりのすべり面)が存在すると想定していた最下段のり面において、その地質状況を確認するため掘削を中断して施工面調査を実施した。その時の地質状況は図-7に示すように激しくもまれた岩塊と整然とした構造を示す岩盤が凹凸のある面で接している様子を確認することができた。この性質を異にする2つの地質が接する面が過去において地すべり移動によって生じたすべり面と推察できる。このすべり面は、主側線で想定していた箇所を通過して約20m連続して確認できる。

最下段のり面の地質は、すべり面付近を中心に流れ盤構造の片理面がはげやすくなっているため、当初計画の切土勾配(1:0.7)では長期的な安定に対する不安感を施工面観察の結果で得た。この対応策として、片理面の平均傾斜角から想定したくさび形状のゆるみ領域を補強土工法(ロックボルト工)で抑止することとした。以上の対策を実施してこのり面を安定させることができた。

6. まとめ

今回の三郡変成帯の切土のり面変状に対する調査・解析・施工・施工管理を体験し、いくつかの貴重な教訓を得たので次にまとめる。

- 1) 三郡変成帯のように複雑な地質構造をもつ地質の地山を調査・解説するには、多くの情報を必要とするが、比抵抗映像法を一般的地すべり調査法に併用して実施することにより大きな成果を得た。このことから、比抵抗映像法は、地すべり調査に有効であると言える。
- 2) 三郡変成帯の泥質片岩を切土する際に、切土勾配を1:1.5に緩くしたとしてもり面が安定せず、さらに地山勾配に近い勾配まで緩くしなければ安定勾配とならない場合があることを体験した。このような場合には、切土に抑止工が必要となる。
- 3) 今回確認したすべり面は、凹凸をもった面であった。このことから、事前調査で点の情報から推定したすべり面の印象とは多少性質を異にしており、アンカー定着部位置決定には、多少の余裕量をもっておくべきと感じた。