

## 12. 岩盤地すべりとトップリングが複合した斜面の崩壊機構と対策工の検討

応用地質株式会社 高知支店 ○谷川 正志・有田 芳弘

建設省四国地方建設局土佐国道工事事務所 弘田 悦得

### 1. はじめに

本論文は、過去に大規模な落石が発生した経緯のある洞門上方の斜面において、洞門施工時に想定していなかった岩盤地すべりやトップリングに伴う不安定なブロックの分布とその動態状況を明らかにし、崩壊機構に基づいた最も効果的な対策工を検討したものである。

### 2. 調査経緯

一般国道 32 号の板木野第一洞門は、昭和 61 年に  $250\text{m}^3$  の岩盤崩壊が発生したために洞門が設置された経緯がある。その後平成 9・10 年度に実施した地表踏査等の結果、斜面上に著しく変状した不安定な岩盤の存在が判明し、平成 11 年度に本格的な調査・観測を実施した。

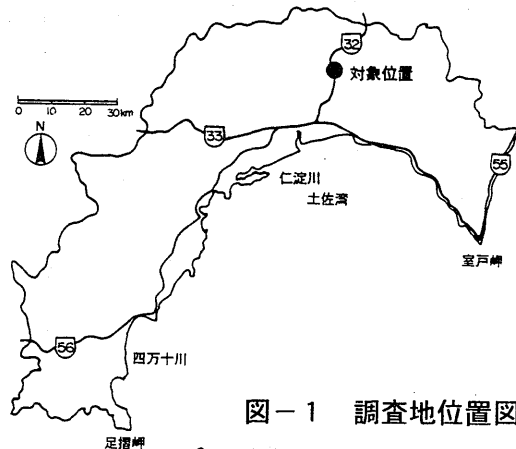


図-1 調査地位置図

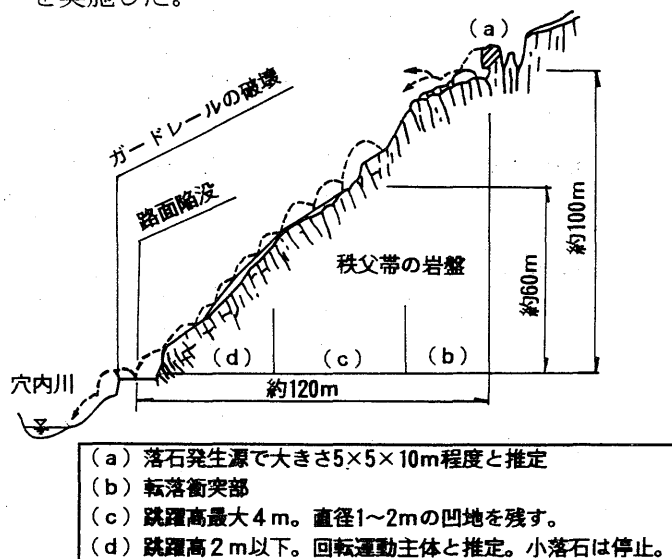


図-2 板木野地区の落石発生状況図

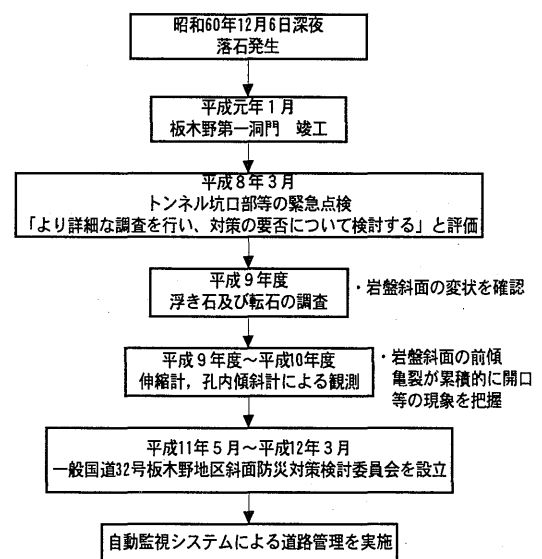


図-3 調査経緯図

### 3. 地形・地質概要

調査地のある国道 32 号板木野地区は、吉野川の支流である穴内川河岸斜面に敷設されている。穴内川は、ほぼ南北に貫流する顕著な先行性横谷を形成している。横谷は、地質構造に対してほぼ直交した谷方向となるため、一般的には、流路は地質構造に規制されて屈曲するが、調査地付近の穴内川は、ほぼ直線的である点が特徴的である。

国道沿いの斜面は、浸食営力の盛んな河床に近い斜面下方で急峻となっており、斜面の上方においては、河床からの比高 100~150m 付近の遷急線を境にして傾斜が比較的緩やかになる傾向が認められる。板木野地区は、上記の横谷の核芯部に位置しており、斜

面内の溪流の溪流勾配はかなり急であり、河岸壁の一部をなす露岩及び崖が連続しており、国道のほとんどの部分は、切土による人工斜面が背後に伴っている。これらの切土は、張り出し尾根の部分に当たり、切土上部は、露岩、壁岩が分布しており、落石災害の生じ易い状況にある。

地質は秩父帯のチャートを原岩とした珪質片岩で構成される。片理面は道路とほぼ直交するE-W走向を有し、 $30\sim 70^\circ$  Sで傾斜する。節理面は $N10^\circ$  Wと $N60^\circ$  Wの2方向に卓越し、 $70\sim 90^\circ$  SWの受け盤傾斜となる。

#### 4. 斜面状況及び調査方針

斜面開口亀裂節理系と調和的な横断節理と片理沿いの分離面で構成される。これらの開口亀裂の分布に基づき斜面を12の不安定ブロックに区分した。伸縮計による動態観測では、降雨との相関性のあるブロックが4つ(A・B・C・Dブロック)あり、豪雨時の変位速度が最大 $8.7\text{mm/h}$ に達することを確認した。

このようなことから本斜面は大変危険度が高く、崩壊が発生した場合の洞門を含めた現道へ与える影響が大きいことから、①観測体制の強化と交通の規制(図-4参照)、②崩壊機構の解明、③落石シミュレーションによる落石衝撃力の検討、④対策工の検討を行った。特に④は崩壊機構を十分に生かし、最も効果的な対策工ができるように留意した。

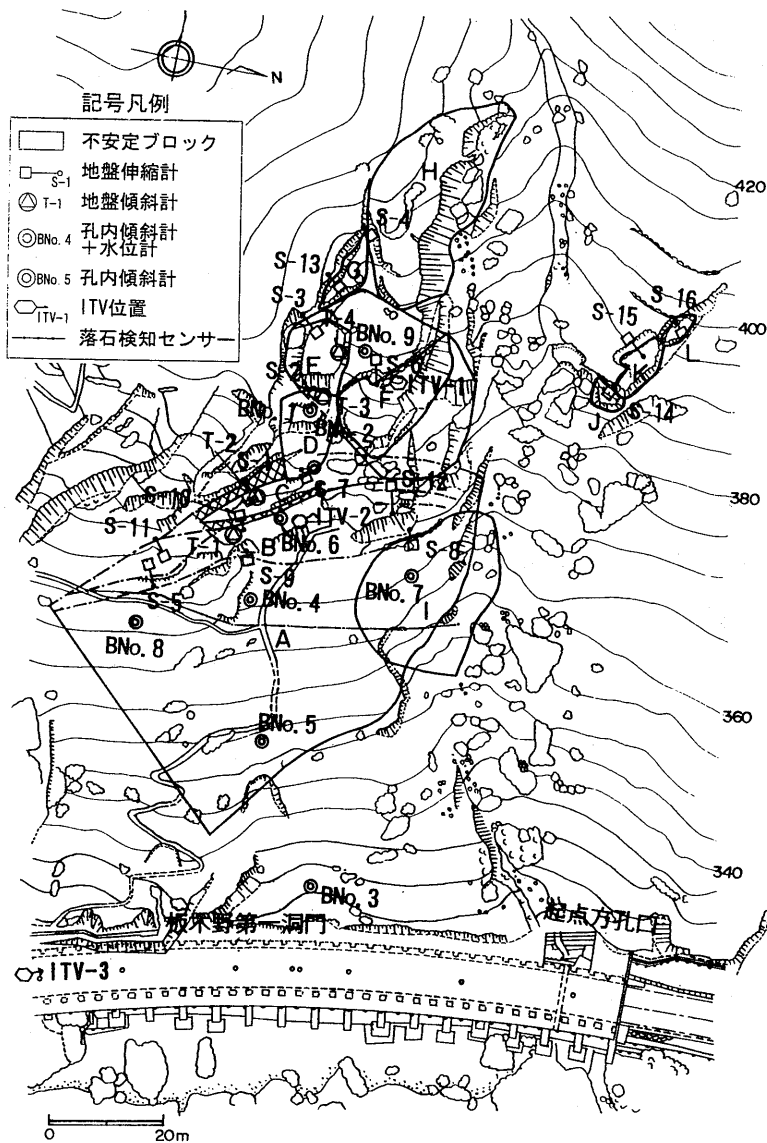


図-4 不安定ブロックの分布及び計測機器の配置

#### 5. 崩壊機構

調査当初は岩盤斜面の背後に開口亀裂のある不安定なブロックの変位のみが注目され、豪雨時に変位が大きくなる原因を開口亀裂背面にかかる水圧と考えていた。しかし、そ

の後の地表踏査によって、①岩盤斜面の開口亀裂の延長が 20m 追跡され、その幅が上・下部で 1~4m とほぼ同じであること、②岩盤斜面下方に常時湧水があること等から、岩盤斜面はこの開口亀裂を冠頭部とした地すべりの一部ではないかと想定した。そこでボーリング調査・孔内傾斜計観測等からなる地すべり調査を実施した。調査の結果、岩盤内には連続性のよい緩傾斜の破碎部が存在し、孔内傾斜計による観測結果から、この破碎部で明瞭なせん断変位が認められ、当該斜面は岩盤地すべりで不安定化が進行していることがわかった。伸縮計・孔内傾斜計・水位計による動態観測を総合して、下記の事項を明らかにした。

(1)概ね連続雨量 120mm かつ時間雨量 20mm を越えると、岩盤地すべり(A・B・C)内の地下水位が 1m 程度上昇し地すべりが滑動する。

(2)岩盤地すべりが滑動すると、約 15~30 分後に地すべり冠頭部の陥没帯に位置するDブロック全体が前傾(トップリング)を示す。

上記の動態観測結果から、昭和 61 年に発生した岩盤崩壊は、地すべり変位に伴い、Dブロックが前傾することにより、その一部が崩落したものと判断した。

## 6. 対策工の検討

降雨と変位量との相関が明瞭なブロックは、本斜面で最も危険度の高いものと考えた。またDブロックの不連続変形法による落石シミュレーションでは、落石衝撃力が洞門の設計条件(2940KN)を上回る結果を得た。これらを踏まえ、対策工法は第一に崩壊機構に基づく応急対策工を立案・施工し、その後継続的な動態観測による管理を行うものとした。応急対策工は、下記の考え方で検討を行った。

(1)滑動する岩盤地すべりを抑制する目的で水抜きボーリング工を実施する。

(2)不安定化しつつあるDブロックは、岩盤撤去工により最大限撤去する。

水抜きボーリング工は地すべり頂部開口亀裂での降雨・表流水による水圧上昇の防止等を考慮した配置とした。この結果全 13 孔の総排水量は常時 30~50 ㎥/分、降雨時で 150~1500 ㎥/分となり、地下水位は最高水位より約 4m 低下した水位を維持することができた。安定解析では、対策前の安全率  $F_s=0.98$  に対し、応急対策工後の安定率が  $F_s=1.02$  となり、伸縮計による動態観測でも岩盤地すべり・トップリングに関わる挙動が豪雨時に増加することがなくなった。岩盤撤去工は、岩盤地すべり対策としてもプラスに作用す

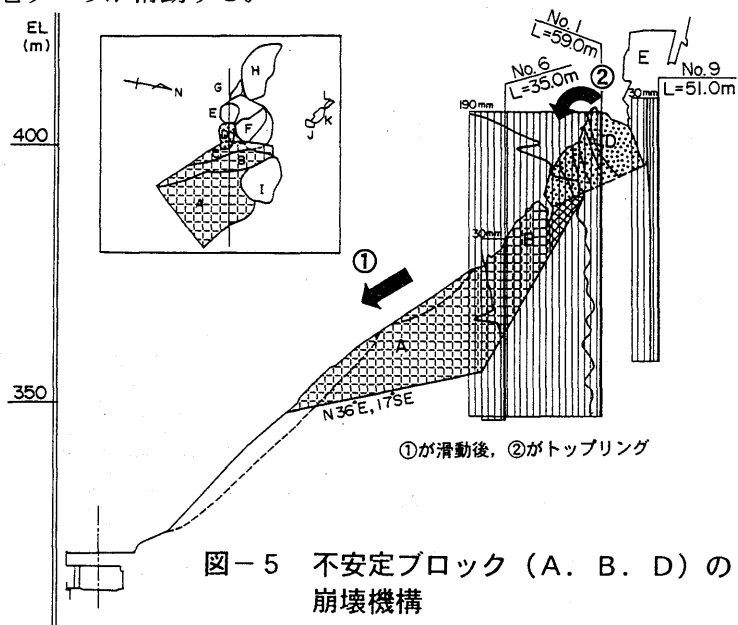


図-5 不安定ブロック(A・B・D)の崩壊機構

ることが期待され、現在動態観測と平行しながら施工を実施している段階である。

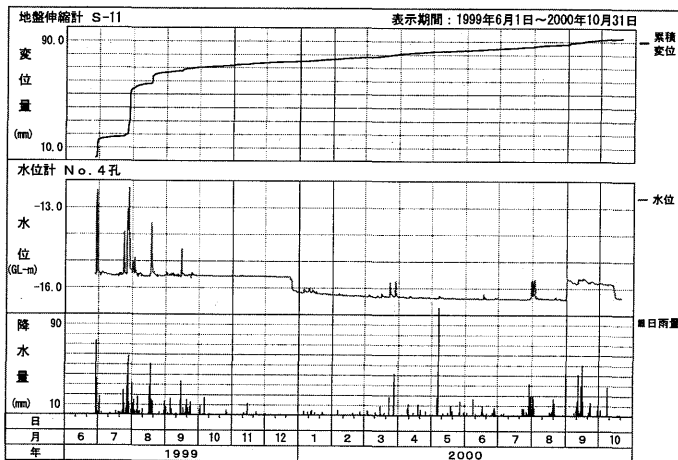


図-6 地盤伸縮計(S-11)と水位計(No. 4)との相関図

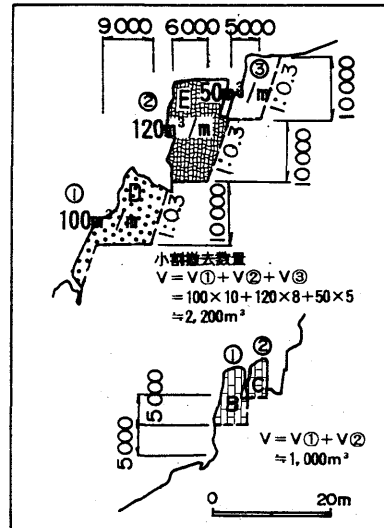


図-7 岩盤撤去工の概念図

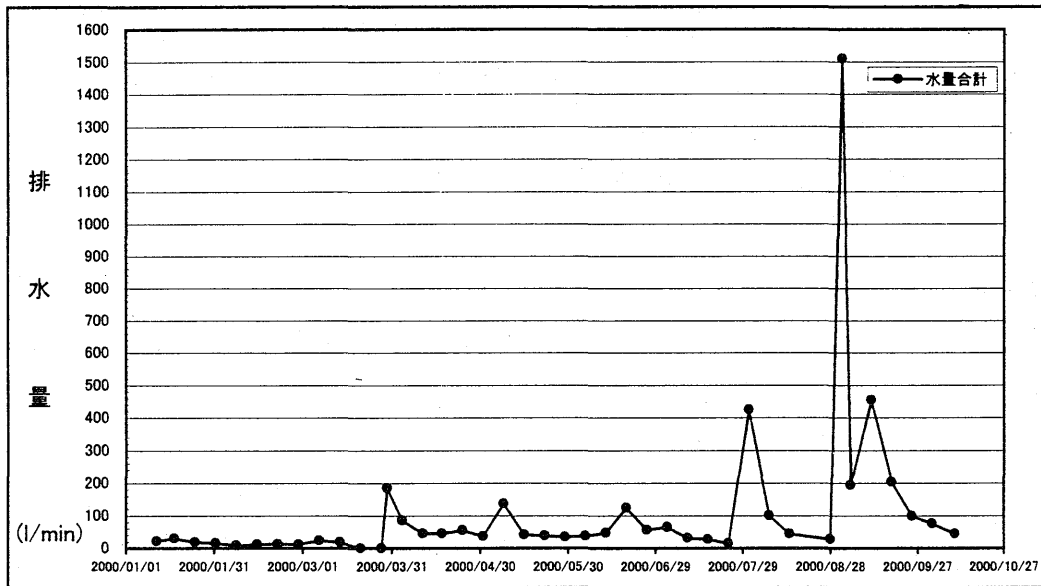


図-8 水抜きボーリング工の総排水量

## 7. まとめ

本斜面の長期的安定性を考えた場合、地震等による突発的崩壊の可能性も考えられる。当面の対策として、地すべり対策と、最も不安定化したDブロックの岩盤撤去工を進めたが、今後は地震等による突発的崩壊に対応可能な高速のリアルタイム監視技術を用いた道路管理の対応策について検討を加える必要がある。

また本斜面周辺では同様の地形・地質条件を有した問題斜面が存在するため、計測機器による斜面の自動監視や抜本的な対策としてのバイパスでの迂回等の道路防災対策について検討していくことが改善点として残されている。