

巨礫堆積帯における 道路構造物設計・施工

室住治伸

MUROZUMI Harunobu

国際航業株式会社
防災事業本部/道路計画部/構造防災グループ/主任

1—概要

栃木県栗山村西川地区の県道は、ダム建設により水没することから、付け替え工事が実施されている。しかし現道と付け替え道路の比高差が大きく、現道上からの施工が困難であることや水没する林道を付け替える必要があることから、工事用道路兼付け替え林道の構築が必要となった。

当初、本工事用道路は、不安定な巨礫を含む崖錐層上に構築されることから、①安定基盤面が確保できない、②掘削が困難、③支持力が不



■写真1—落石供給源

■写真2—崖錐堆積物の状況

■写真3—浮石状況



■図1—地質平面図

足する等の理由から、杭基礎併用型軽量盛土構造が最適と考えられていた。しかし不安定な崖錐層上では、杭削孔時の斜面不安定化が懸念され、削孔そのものも極めて困難と判断された。そこで可能性のある工法を種々検討し、アンカー併用軽量盛土構造を採用した。

また雨水流下が集中する箇所は、崖錐中の土砂が流出し、浮石・転石の噛み合わせで、かろうじて斜面が現状を維持していた。そのため転石間の大きな空隙によって、崖錐層が容易に変位・不安定化することや転石上での擁壁施工が困難であることが問題となった。しかし特殊グラウト材の使用やグラウト方法の工夫、転石を含む崖錐層の安定化工法を提案し、軽量盛土擁壁の安定施工が可能となった。

2—現地状況および問題点

当該箇所は、工事用道路の予定ルートとして数度にわたり地質調査、ルート検討が行われてきたが、大規模落石発生源や巨礫混じりの崖錐帯が広域に分布し、斜面や道路構造物の安定確保が困難であったことから、事業実現が危ぶまれる状況となっていた。現地の状況を写真1～3および地質平面図に示す。

当該箇所の地表面は、数10cmの厚さで表土に覆われており、それより下位に巨礫混じりの崖錐層が5～7mの厚さで堆積している。

写真4に示すように、植生や土砂に覆われていると転石間の空隙は確認できないが、法面清掃を行うと雨水流下に伴う土砂流出や転石間の空隙が視認できる(写真5)。ボーリングコアの状態から数10cmの空隙の存在は予想していたが、実際には想定以上に転石間の空隙が大きく、斜面上に振動・衝撃や荷重を

用させると、転石が移動して斜面全体が不安定化すると判断された。そのため道路構造物施工前に、転石間の空隙を確実に充填する必要がある。充填方法と充填材選定が課題となった。

また道路構造物を構築するには、安定した平坦面を確保する必要があるが、地表面には浮石・転石が無数に点在しており、斜面を不安定化させずに岩塊を除去するのは困難と判断された。そのため凹凸の著しい転石上での基礎構造形式や基

礎構築方法、施工時・完成時の安定化対策が課題となった。

3—安定化対策工法

●1 アンカー工法

不安定な崖錐層の安定化対策としては、杭工法とアンカー工法が考えられたが、杭工法は硬質な巨礫の存在により、大口径削孔が困難かつ危険であると判断されたことから、小口径削孔で振動・衝撃が少ないアンカー工法を採用した。

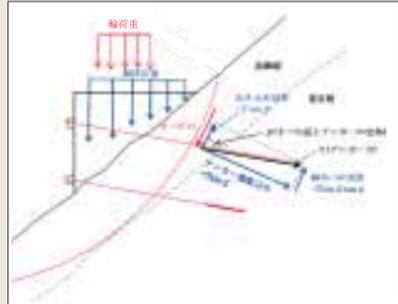
ただしアンカー工法は、初期緊張



■写真4—植生や土砂に覆われた転石の状況



■写真5—法面清掃後の転石状況



■図2—アンカーによる安定化方法



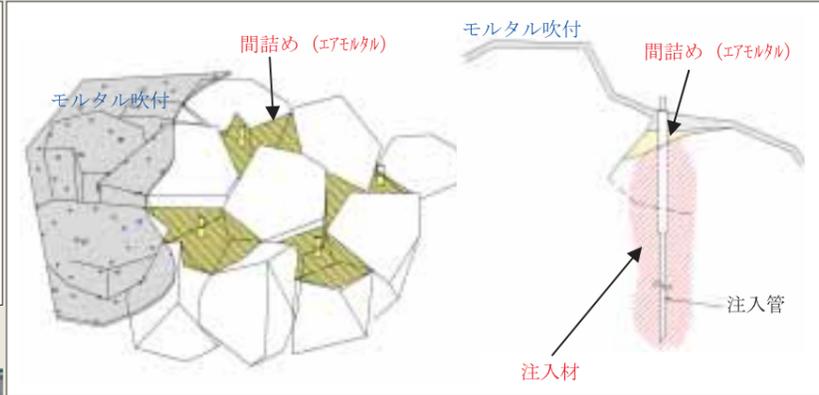
■写真6—充填確認状況

時に不安定な転石を移動させる可能性があることから、転石間の確実な空隙充填と、荷重に耐える材料強度 ($Q=300\text{kN/m}^2$) が必要となった。

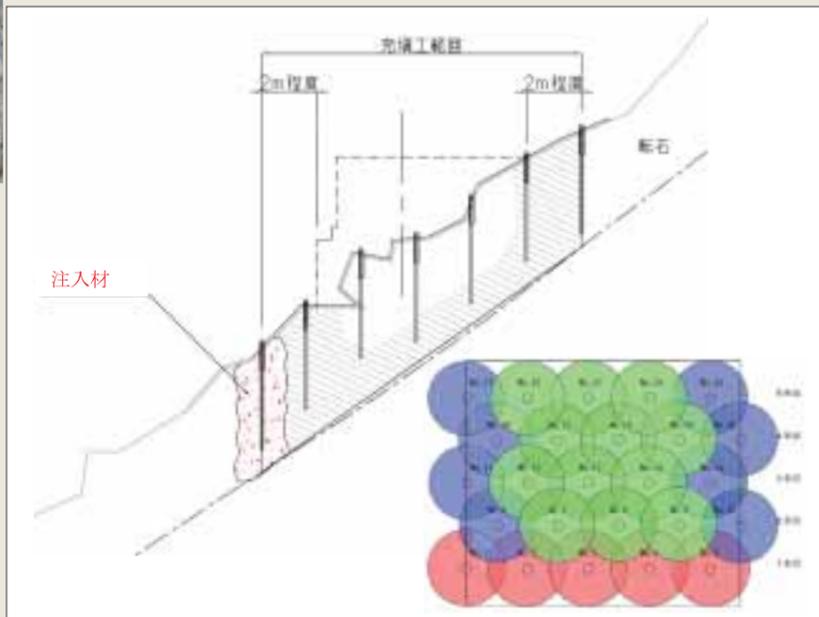
●2 グラウト材の充填方法

一般的に斜面上での空隙充填は、①傾斜方向に注入圧が逃げることから、地盤深度方向(注入孔直下)への注入が不完全となる、②必要な範囲に限定注入ができないため、膨大な注入量(莫大な工費)となる、③確実な注入が実施できたかを確認する管理基準がない、等の理由から実績が少ない状況にある。そのため当該箇所においては、充填材料や充填方法について次のような施工方法を取ることにした。

- a) 地表から確認できる大きな空隙については、安価な材料(図3:エアモルタル)を用いて間詰めを行う。
- b) モルタル吹付 ($t=5\text{cm}$) を行い、充填材の地表への流出や圧力漏れを防ぐ。
- c) ボーリングマシン削孔 ($\phi 90\text{mm}$) で転石層の底部より注入を行



■図3—充填工概要図



■図4—充填工断面図(上)、充填工配置図(右下)

い、基岩面付近からの材料漏れを防ぐ。

- d) 図4に示すように、斜面下部(赤色部)あるいは端部(青色部)にゲルタイムを調整した特殊材(可塑状グラウト材)を先行注入し、必要範囲以外への材料漏れを防ぐ。
- e) 試験施工によって、1孔当たりの注入量管理値を決定するとともに、コアボーリングによる充填確認(写真6)を行う。

●3 軽量盛土擁壁

道路構造の検討においては、斜面への荷重軽減と密着性を重視

して軽量盛土擁壁(エアミルク充填型)を採用した。

軽量盛土擁壁構築に必要な平坦面の確保については、転石除去が困難であることから、図5に示すように、岩塊と一体となる台座コンクリートの構築を採用した。ただし構造物としての連続性(1ブロック当たり10m程度)を重視すると、基礎構造物としての安定性(転倒・支持力)が損なわれる場合もあり、安定確保には台座コンクリートの形状調整やアンカー段数・緊張力調整など、構造タイプをそれぞれの条件に応じて変更した。

安定化対策の実施後には、空隙充填を行う崖錘層と台座コンクリート工、軽量盛土擁壁工がすべて一体となって挙動すると考えられることから、これらを一体構造と見なした外的安定照査を行った。施工時や完成時、下部斜面崩壊時など多数のケースを照査した結果、状態によって必要アンカー力に大きな差異 ($T_d=200\sim 600\text{kN/本}$) が生じることが判明した。しかしそれぞれの状況に応じた緊張力の管理を行うことで、構造物全体を安定させることができた。

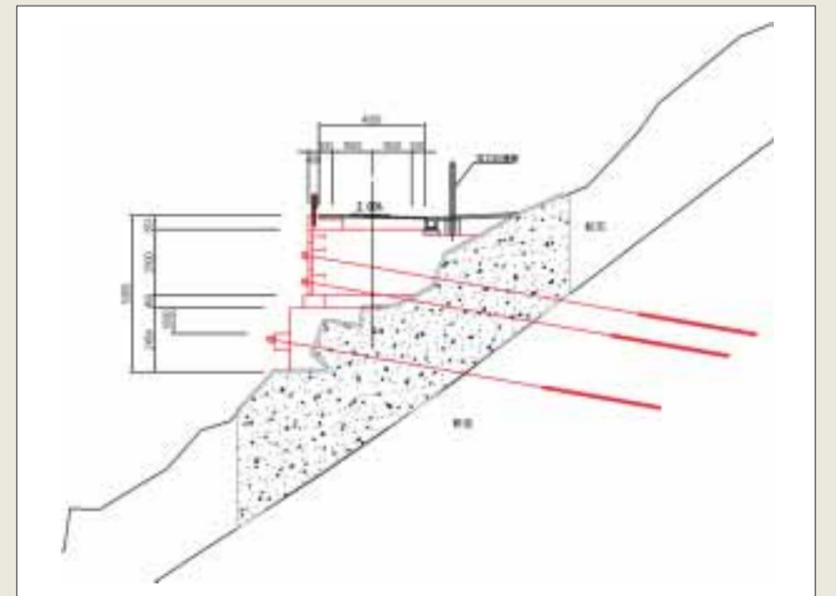
4—おわりに

試験施工を実施し、転石の空隙充填を確実に行ったことで安定した基盤を構築できた。既往技術ではルート回避を余儀なくされていた斜面であったが、新技術の導入により道路構築も可能となった。今後、観測データも含め、設計・施工時のデータが同様な崖錘斜面における道路構造物設計技術に活用されていくことを期待する。



■図5—台座コンクリート打設状況図

■写真7—台座コンクリート打設状況



■図6—完成断面図



■写真8—完成状況