

高耐力マイクロパイルを用いたトンネル坑口切土のり面の抑止工と計測

国土交通省九州地方整備局延岡工事事務所 光安 勇 志賀浩二
 (株)フジタ技術センター 正会員 村山秀幸 相良昌男
 (株)フジタ九州支店 中路拓明 菊谷久嗣 都 昌平
 日特建設(株) 山田 浩 外崎 亘

1. はじめに

切土のり面の地すべり抑止工法としては、グラウンドアンカー工、抑止杭工あるいは排土工などが一般的に採用されている。しかしながら、急峻な山岳地帯では、急傾斜かつ狭盆地での施工となることから施工機械の制約や用地の確保などの問題から対策工法が限定される場合が多い。最近、高強度鋼管を用いた高耐力マイクロパイル（杭径が300mm以下の場所打ち杭・埋込み杭の総称）工法が構造物基礎の耐震補強などに用いられている¹⁾。本工法は小口径鋼管を用いることから小型機械での施工が可能で急峻な狭盆地での施工性がよく、従来の同口径程度の地すべり鋼管杭と比較して高耐力が得られることが特徴である。

本報告は、トンネル施工に伴う坑口周辺の切土のり面の地すべり抑止工事において、急傾斜かつ狭盆地な施工条件を考慮して、高耐力マイクロパイルを用いた抑止杭を併用した対策工を実施し、高耐力マイクロパイルの抑止杭としての機能を計測にて検証した事例についてその概要を述べる。

2. 切土のり面の抑止工の設計と施工

本工事では、設計・調査段階において古地すべり崖の分布とボーリング調査によって不安定岩塊の分布が確認され、トンネル掘削に伴い切土のり面が不安定となると想定されたことから、対策工としてグラウンドアンカー工が採用されていた。図-1 にトンネル坑口周辺の切土のり面平面図、図-2 に地質断面と対策工の標準断面図を示す。設計では、崖錐堆積物と強風化砂岩を不安定土塊と想定してグラウンドアンカーによる抑止工が採用されていた。しかしながら、施工段階で実施したチェックボーリングによって不安定土塊の厚さが将来トンネル近傍で厚くなり、必要抑止力が増えると同時に、単にアンカー長を長くすると将来トンネルの内空をアンカー一定着部が犯すことが明らかとなった。

よって、切土のり面最上段のグラウンドアンカーの長さや打設角度を変更し、不足する必要抑止力を高耐力マイクロパイルによる抑止杭に負担させる計画とした。現地は急傾斜かつ狭盆地であり大型機械での施工は困難で、施工性および経済性を考慮して高耐力マイクロパイルの採用が最も有利であった。

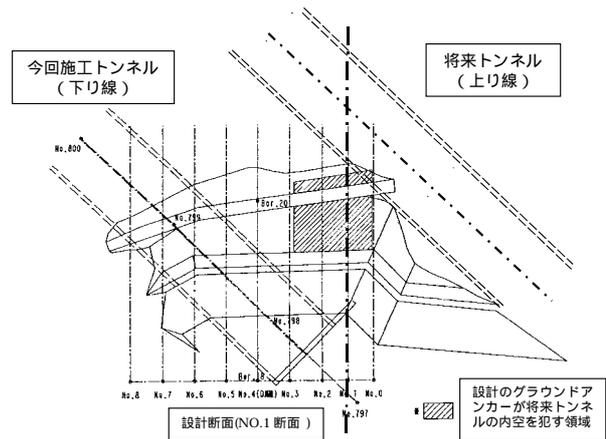


図-1 トンネル坑口周辺の切土のり面平面図

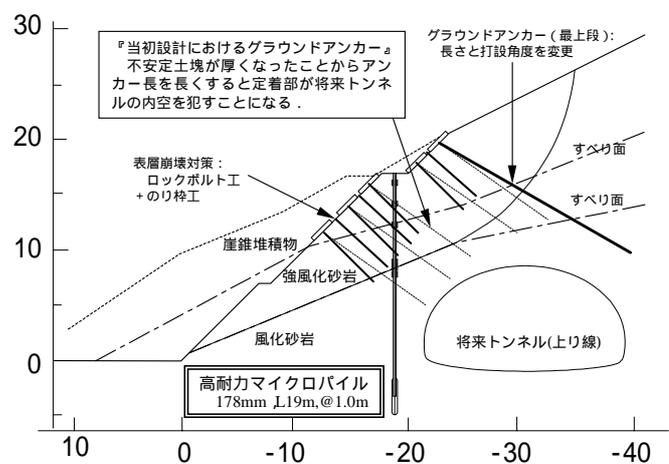


図-2 地質断面と対策工の標準断面(No.1 断面)

キーワード 切土のり面, 地すべり, 抑止杭, 高耐力マイクロパイル, トンネル坑口

連絡先 〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 tel046-250-7095 fax046-250-7139

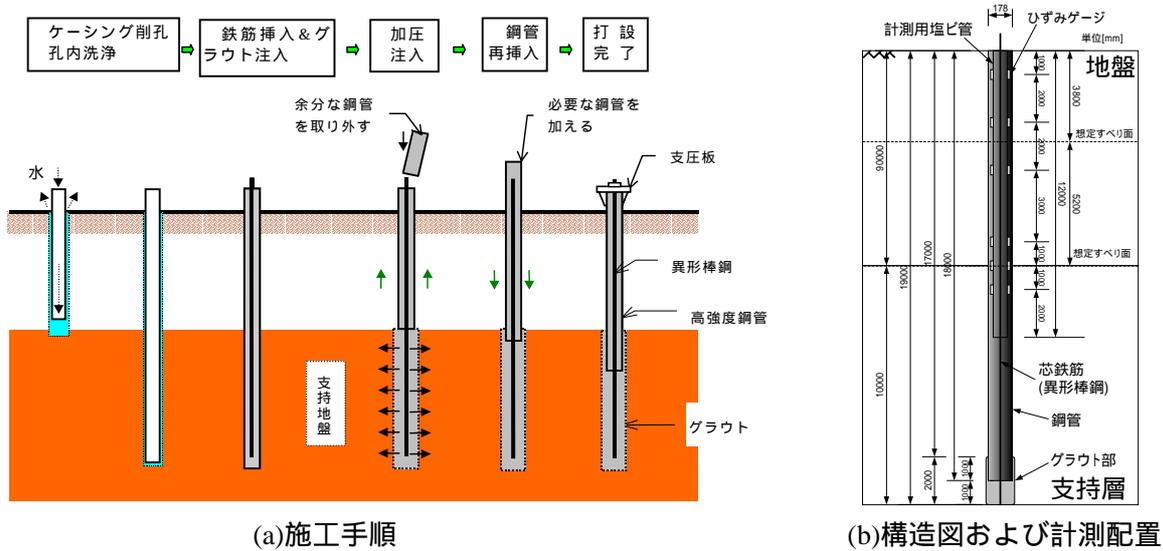


図-3 高耐力マイクロパイルの施工手順と仕様

設計すべり解析は、上部のすべり面（崖錐堆積物と強風化砂岩の境界）および下部のすべり面（強風化砂岩と風化砂岩の境界）においてそれぞれ必要抑止力（計画安全率 1.20）を算出し、各々のすべりに対して計画安全率を満足する抑止杭を配置する計画とした。一方、のり面の表層崩壊対策としてロックボルト工とのり枠工を採用した。

高耐力マイクロパイルの施工手順及び仕様を図-3 に示す。高耐力鋼管の材質は API N-80（許容曲げ圧縮応力度 350N/mm²、許容せん断応力度 200 N/mm²）、外径 178mm、肉厚 12.7mm、施工数量は間隔 1.0m、長さ 19m で計 10 本である。

3. 計測概要

高耐力マイクロパイルの抑止効果を確認するために2箇所を杭を対象として、鋼管内に塩ビ管製パイプひずみ計を設置（図-2(b)参照）した。図-4 に、計測結果と設計計算（すべり面、）における曲げモーメントを対比して示す。計測結果から曲げモーメントは、設計で想定した上部のすべり面付近で、最大約-10kN・m（谷側に凸）となり設計計算結果と比較して約 1/7 程度と小さな値で、地山深部ではほとんど変化がない。切土のり面は、現況で安定していることから、この計測結果は、のり面下段の切土に伴う応力解放によって地山表層の土塊が緩み、その緩み土塊を高耐力マイクロパイルが効果的に抑止している状況を捉えていると考えられ、抑止杭としてその機能を十分発揮していると判断できる。なお、今回の計測結果はのり面下段の切土およびロックボルト工が完了した段階であり、トンネル(下り線)坑口部の掘削は今後実施する計画である。

4. まとめ

本報告では、トンネル坑口部の急傾斜挟盆地における切土のり面抑止工として高耐力マイクロパイルを抑止杭として用いた事例とその計測結果の概要について述べ、以下のような知見を得た。

急傾斜かつ挟盆地における地すべり抑止工として高耐力マイクロパイルは有効な対策工である。

高耐力マイクロパイルは、計測結果より抑止杭としてその機能を十分発揮していると考えられる。

今後、トンネル掘削が完了した段階で高耐力マイクロパイルの計測結果を適時報告する予定である。

【参考文献】1) 例えば、岸下ほか：高耐力マイクロによる既設基礎の耐震補強事例，第4回耐震補強・診断技術，耐震診断に関するシンポジウム，土木学会，平成12年7月

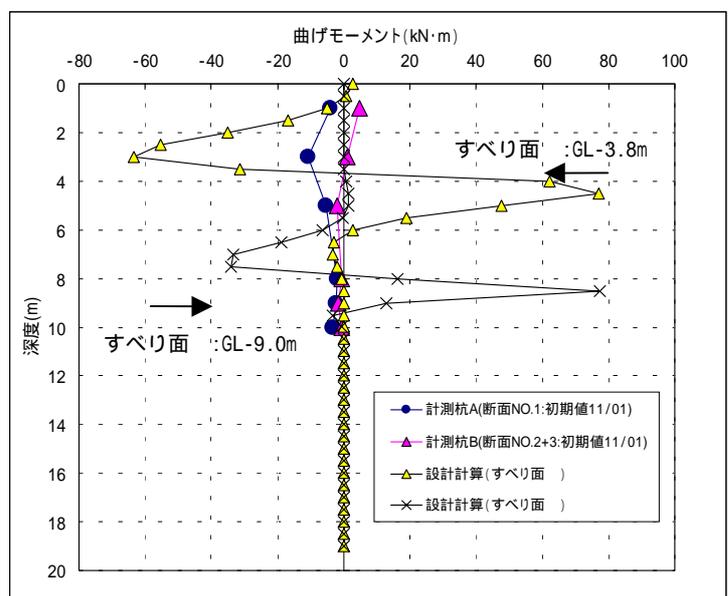


図-4 計測結果と設計における曲げモーメントの対比