

Ⅲ-A216 結晶片岩風化土すべり層を有する斜面でのすべり対策工の設計と計測結果

中国電力㈱東京支社	正会員	○河原 和文
中国電力㈱土木部	正会員	新谷 登
山口大学工学部	正会員	山本 哲朗
日本国土開発㈱広島支店		田中 克哉
日本国土開発㈱技術開発研究所	正会員	岡 千裕

1. はじめに 山口市周辺に分布する三郡変成岩地帯中結晶片岩が分布する地域で、変電所施設建設のための敷地造成を施工した。事前の調査、試験により比較的堅固な岩盤の近傍あるいはそれに狹在する状態で極めて強度の低い強風化土層が存在し、計画された切土法面に対しすべり対策工が必要と判断された¹⁾。

本文では、抑止杭等によるすべり対策工の設計について述べ、施工完了後も継続して測定している傾斜計および降雨データを基に、計測結果から再評価したすべり面での強風化土の強度定数、および強風化土の存在する地山におけるすべり対策工の設計について考察する。

2. 地形および対策工概要 切土法面施工位置の平面図および傾斜計を設置したボーリング孔(一部)およびA-A断面を図-1に示す。切土法面は、地形的に2つの尾根とそれらに挟まれた谷部に対し、45°毎に3方向掘削するものであり、谷部の勾配は約15°と非常に緩やかである。図中には、合わせてすべり抑止杭頭のアーチ型連結コンクリート工も示している。

地質調査結果よりA-A断面には明瞭な強風化土が確認され、すべり対策工を設計する際の検討断面とした。また対策工の範囲は、各孔のボーリングコアで確認された強風化土の分布から、両側の尾根までの谷部に設定した。図-1には、強風化土を境にして比較的土砂化しているD級結晶片岩と、比較的堅固なCL~CHの岩級区分を示す。また地質調査結果から想定したすべり想定線およびB-2孔における最高水位を同図に示すとともに、抑止杭、フトンカゴ工および水抜きボーリング等のすべり対策工を図-2に示す。

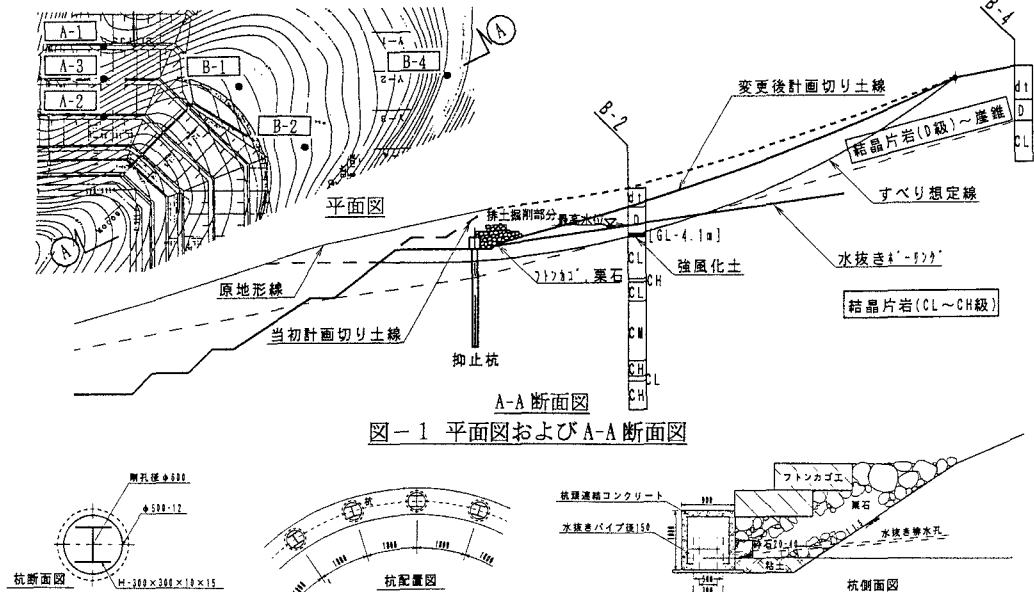


図-1 平面図およびA-A断面図

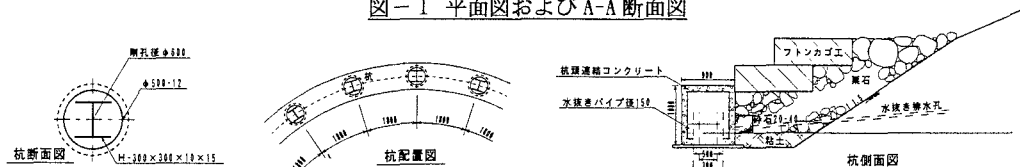


図-2 すべり抑止杭頭詳細図

[キーワード] 結晶片岩、すべり対策工、抑止杭、傾斜計変位、逆解析

[連絡先] 〒100-0005 東京都千代田区丸ノ内1-8-2 第一鉄鋼ビル8F Tel:03-3201-1636 Fax:03-5223-8224

3. すべり対策工の設計

すべり対策工の仕様を表-1に示す。設計は、切土法面完成時の想定最高水位に対する計画安全率を F_s 、 $=1.20$ とし、すべり土塊の排土と抑止杭によるすべり抑止工、および地表面、地中の排水によるすべり抑制工を計画した²⁾。

抑止杭頭周辺の詳細を図-3に示す。抑止杭は鋼管杭中にH鋼を挿入し、モルタルで中詰めした合成杭として剛性を向上させた。また、杭頭を鉄筋コンクリートで連結し、すべり力が両端の比較的良好な尾根部の岩盤に伝達するようにアーチ型の配列とした。水平から 10° に掘削した水抜きボーリング孔は、流末のフトンカゴ工と栗石の敷設により集水性能を向上させた。また、排土により前面の土が除去され部分的にすべり抵抗力が低減し、表層土中を通過する初生すべりの可能性が考えられたが、杭頭連結コンクリート背面のフトンカゴ工と栗石が、再度安定状態に達するまでの変位を吸収する柔な構造として作用することも考慮した。

4. 計測結果

(1) 傾斜計変位および降雨量

切土掘削完了後も傾斜計による地山変位、降雨量の計測を継続している。1998年は特に降雨が多く、切土法面の安定に厳しい条件の年であった。B-2、B-4孔の傾斜計変位と、降雨量の記録を図-3に示す。比較的多量の降雨後で想定最高水位(GL-3.1m)に近い地下水位が観測された時点の傾斜計データを示している。

B-2孔において、地下水位がGL-3.3m~-3.0mの場合に、GL-3.5m(排土掘削前を基準とした深度)以浅の高さ約2mの土塊が移動している。B-4孔は、初期は下方の土塊に引きずられるせん断変形の形状を呈していたが、変位が増大となるGL-2mをすべり面とする平行移動に変化している。

変位は降雨量が増大する中で収束傾向を示しており、また、杭頭連結コンクリートおよび法面保護工には変位が発生していないこと、B-1、B-3およびB-5孔の傾斜計の累積変位は10mm程度と比較的小さな値であることから、抑止杭背面の高さ約2mの表層土の移動に留まっていると考えられる。

(2) 逆解析

すべり挙動を示したB-2、B-4孔のすべり面について、切土法面施工後の地形で最高水位時のすべり安全率を $F_s=0.98$ として逆解析を実施した。逆解析によるすべり面強度は、せん断抵抗角が $\phi=15^\circ$ の場合、粘着力 $c=3.4kPa$ を得た。この結果から、設計強度定数はわずかに安全側であったと考えられる。

5. まとめ

当地ですべり検討の対象とした結晶片岩の強風化土は、いずれの試験や原地形の逆解析からも、粘着力 $c=0\sim 12kPa$ 、 $\phi=15\sim 21.5^\circ$ と非常に低い値として評価され、地すべり現象に対して注意の必要な地質と判断されたが、施工後の計測結果に対する逆解析結果からもそのことが確認された。

当工事で施工したすべり対策工は、抑止杭をアーチ型に配置したことによる全体剛性の向上、および杭頭連結コンクリート背面に敷設した栗石とフトンカゴ工による不安定な表層土の移動に対する柔な構造が、切土法面全体の長期的な安定状態を確保する上で有効であったと考えられる。

参考文献 1) 山本, 瀬原, 中森, 森岡: 三郡変成帯に発生した地すべりの特徴と対策, 土と基礎, Vol. 45, No. 6, pp. 17-19, 1997. 2) 日本道路協会: のり面工・斜面安定工指針, PP. 275-302, 昭和61年11月。

表-1 すべり対策工仕様

計画安全率	$F_s=1.20$	
必要抑止力	260 kN/m	
すべり面強度	$c=2.0kPa$	$\phi=15^\circ$
排土	図-1に示す部分を排土	
抑止杭	・鋼管(φ500mm、 $t=12m$)、H鋼(H-300)の合成杭 ・長さ9m~10m、ピッチ1.8m、26本 ・アーチ形状に配置、杭頭コンクリートで連結	
その他	・杭頭コンクリート背面に裏込め栗石、フトンカゴ工 ・水抜きボーリング	

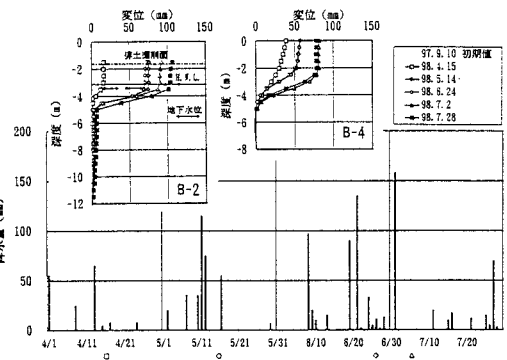


図-3 傾斜計、降雨量計測結果