

Ⅲ－5

高張力鋼管杭を用いた地すべり抑止杭の設計と施工

清水建設(株) 正会員 ○石垣悦夫
 日本道路公団 正会員 福沢 純
 応用地質(株) 高橋正則

1 はじめに

本報告は、日本道路公団山形自動車道建設工事で採用した高張力厚肉鋼管杭を用いた地すべり対策工の設計及び施工について報告するものである。

既往の地盤調査報告書では、当該地点は風化花崗岩を含む段丘堆積物の分布域と報告されていた。ところが、本線横断ボックスカルバートの基礎掘削時に、切土法面に厚さ 10cm 程度の軟質化した粘土層が確認され、部分的に小規模な地すべりが発生したため抑止杭(H鋼)を施工する必要が生じた。また現地踏査の結果、上方に明瞭な滑落崖らしき箇所が2～3ヶ所発見され、比較的大規模な地すべりブロックが存在する可能性が指摘された。計画では地すべりブロックの末端部を付け替え道路工事で切土することになっていたため、地すべりブロック内で新たに地盤調査を実施し、地すべり解析を行った。

2 地盤調査及び地質概要

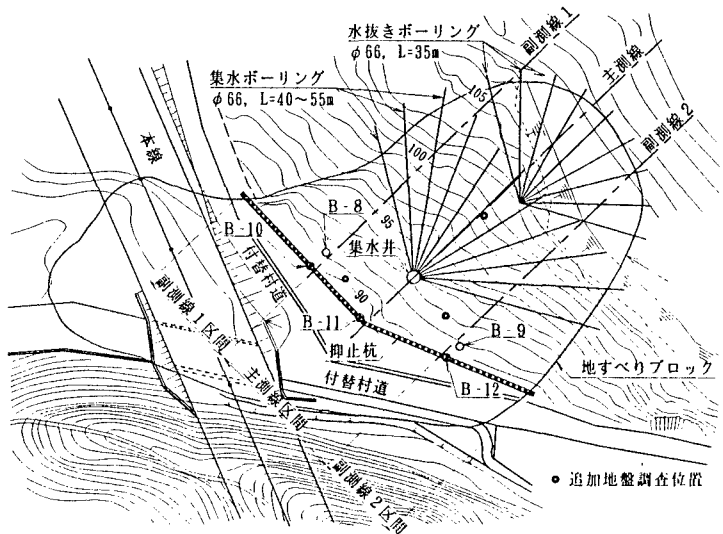
地層断面を図－2に示す。想定された地すべりブロック内の3ヶ所で追加地盤調査を行い、併せて地山変位観測及び水位観測も開始した。

この結果、地すべり範囲は腐食物を含む粘性土主体の崖錐堆積物(層厚 4～7m)が広く覆っており、崖錐堆積物の基底部に軟弱な粘土層が広がっていることが明らかになったため、この軟弱な土塊が地すべりの主体をなすものと考えられた。また崖錐堆積物の下位の地盤として砂礫層が層厚 17～25m で分布し、砂礫層の下位は凝灰岩がほぼ水平に分布していることが明らかになった。

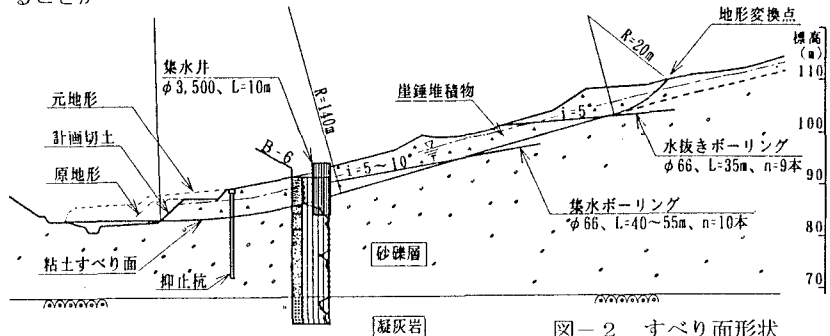
3 設計及び施工

(1) 設計条件

解析断面(主測線)は、すべり勾配が最も大きくなる図－1に示す方向とした。すべり面形状については、図－2に示すように現地踏査



図－1 地すべりブロック平面図



図－2 すべり面形状

で確認された滑落崖を頭部とし、崖錐堆積物と砂礫層の境界に分布する粘土層を通して計画切土法面の法尻に達する円弧～直線～円弧の形状とした。安定計算に用いる安全率は、着工前に地山の活動が停止していたこと及び保全対象物が山形自動車道本線であることから現状安全率を $f_s=1.05$ 、計画安全率を $f_{sp}=1.20$ とし、地下水位については融雪期に水位の上昇が見られることを考慮して観測期間中の最高水位とした。表－1に解析結果を示す。

表－1 解析結果

検討断面	安全率	すべり面強度	必要抑止力
切土前	1.05	$C=0.6\text{ (tf/m}^2\text{)}$	—
切土後	0.898	$\phi=14(^{\circ})$	76.8 (tf/m)

(2) 対策工の選定及び仕様

表－1の必要抑止力に対して対策工の比較検討を行った結果、集水井＋水抜きボーリング工による抑制工と鋼管杭による抑止工の併用工法が最適という結果になった。なお、一般的な地すべり解析では主測線の結果を用いてブロック全体の設計を行うが、本工事では、対策工決定後に行った詳細検討の段階で主測線の両側に主測線と平行な副測線を設け、各測線に対して対策工の仕様を求める方法を採用した。さらに、鋼管杭は変形性能、強度面及び経済面で有利な高張力鋼(SM570)厚肉鋼管杭を採用し、この場合の杭頭許容変位量は鋼材性能を考慮して15cmとした(シャフト工では10cm、「道路土工」)。また、地下水排除工による水位低下量は1mに設定した。表－2に対策工の仕様を示す。

(3) 抑止杭の施工

鋼管杭の施工については、施工時期が積雪時期と重なったこと、また表層地盤が軟弱であったことから孔壁の崩壊が頻繁に生じたため、最終的にはオールケーシング工法で施工した。

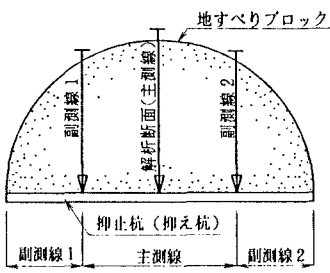
4 計測結果

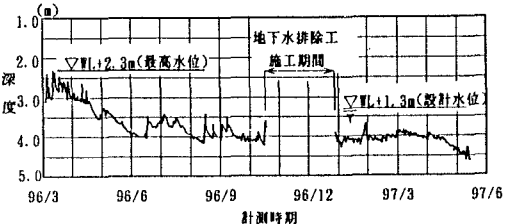
図－3に水位観測結果を示す。対策工施工前は降水量が20mmを超えると60cm程度の水位上昇が見られたが、対策工施工後は融雪期及び降雨の後でも地下水位が設計水位以下で比較的安定しており、地下水排除工が有効に作用していると考えられる。一方、図－4は地山及び鋼管杭の変位を示したものである。これによると付替村道の施工後に副測線2側の表層に若干変位が見られるが、許容変位量よりも小さく地すべりブロック全体としては安定していると考えられる。

5 あとがき

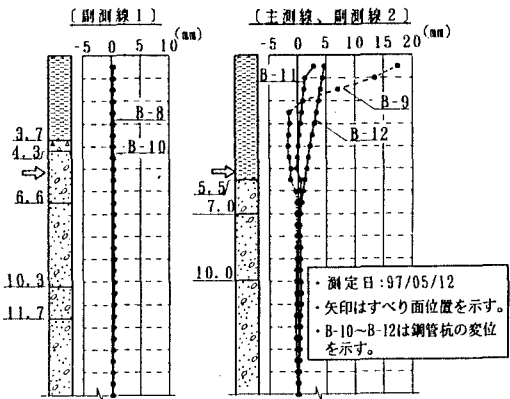
今後、経済面で有利な高張力鋼管杭による地すべり対策工が増えると思われるため、本工事での実績を同種工事に生かしていきたいと考えている。

表－2 抑止杭の仕様

解析断面				
	対象区間	副測線 1	主測線	副測線 2
	必要抑止力 (tf/m)	51.6	55.6	53.1
	杭 径(mm)	φ 550	φ 550	φ 550
	肉 厚(mm)	36	40	35
	長 さ(m)	17.0	17.0	16.0
	ピッチ(m)	1.6	1.6	1.6
	本 数(本)	17	26	15



図－3 地下水位観測結果



図－4 変位観測結果