

長野自動車道稲荷山トンネル工事

「大口径鋼管杭（ $\phi 1700\text{mm}$ ）による地滑り対策工」について

日本道路公団名古屋建設局長野工事事務所

藤田典夫 岩渕昌弘 池田正明

榑大林組 長野土木JV 工事事務所

○(正会員)中谷通夫 野平明伸

はじめに

長野自動車道は、岡谷市から更埴市に至る延長約76Kmの高速自動車国道である。岡谷JCT から豊科ICまではすでに開通しており、豊科ICから更埴JCT 間は平成5年3月末に開通を予定している。

このうち稲荷山トンネル工事は長野盆地の南端に位置する延長約2.4Km のトンネルと切盛り土工の工事であり、工事の途中に発生した地滑り挙動に対し大規模な対策工を設計・施工（平成3年4月～平成4年10月）したので、ここに報告する。

1. 地滑り対策工の経緯

稲荷山トンネル工事の元町地区は標高約650mの山地部の山裾を通過しており、地質的には第3紀の凝灰岩（海成層）を基盤とし、上位を約30m 厚で土石流堆積物が覆っている。当初より地滑りの危険性が指摘されていたため、山側斜面に対する動態観測を行いながら切土工事に着手した。

切土工事の進捗にともない、切土法面5段目の切土肩に設置した地中傾斜計(K-3) に最初の変位が観測された。そのため動態観測箇所を増設(計10箇所)すると共に観測体制を強化して地滑り対策の必要性、規模等を検討した。その結果、地滑り対策工を必要と判断すると共にその規模は、幅約130m深さ約30m と決定した。（次頁 E断面横断面図 参照）

2. 地滑り対策工の概要

1)設計概要

地滑り対策工の設計は、動態観測結果及び地山状況等から地滑りブロックをC断面とE断面の2つに分けると共に滑り線の想定は、動態観測において観測された変位点を結ぶ複合滑りとして安定解析を行った。土質定数の決定に当たっては、次の事を条件にした。

①現況の安全率は $F_s=1.0$ とする。

②地形断面は変位が発生した時点の断面とする。

逆算により求めた土質定数は、右の通りである。
必要抑止力(Pr)の算出は次の事を条件にした。

①計画安全率は $F_{sp}=1.2$ とする。

②計画地下水位は地下水位低下工法を併用すること
とで当初地下水位から3m低下して設定する。

安定解析結果は、右の通りである。

2)対策工概要

地滑り対策工の検討に当たっては以下の事を考慮し、「排土工」「アンカー工」「深礎杭工」「鋼管杭工」の4案について計画し、比較検討を行った。

①大規模な抑止力を短期間に発揮できる工法であること。（供用開始まで1年6ヶ月）

②転石等巨礫混じり土砂層に対して施工が容易なこと。

土質定数の逆算結果

検討断面	単位体積重量	粘着力	内部摩擦角
C 断面	1.8tf/m ³	3.0tf/m ²	16.3°
E 断面	1.8tf/m ³	3.0tf/m ²	26.3°

安定解析結果

検討断面	計画安全率	解析結果	
		現況法面安全率	必要抑止力
C 断面	1.2	0.826	347.5tf/m
E 断面	1.2	1.007	202.6tf/m

③経済的であること。

その結果、最終的に「大口径鋼管杭+頭部アンカー」工法に決定した。尚〇断面については抑止力が大きいので鋼管杭の前後にグラウトアンカーを追加した。又、地下水位低下を計るため集水井を2箇所(W1=13m, W2=16m) 水抜きホースリングを14箇所施工することとした。

鋼管抑止杭(頭部アンカー併用)諸元

削孔径 $\phi 2000\text{mm} \times \text{長} 24\text{m} \times 44\text{本}$

・鋼管(SKK490)

$\phi 1700\text{mm}$ t19mm 14本

$\phi 1700\text{mm}$ t14mm 14本

$\phi 1700\text{mm}$ t22mm 30本

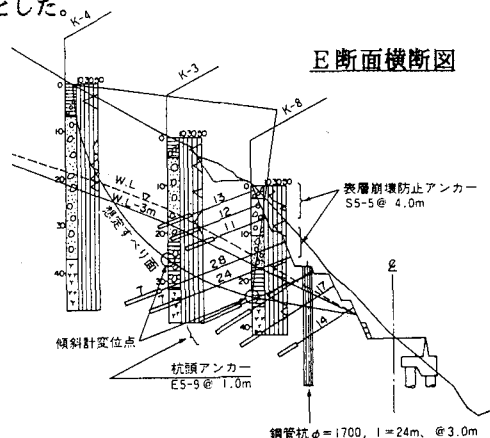
・杭頭アンカー(VSL7アンカー)

$\phi = 24\text{m} \sim 36\text{m}$ 132本

・腹起し(超極厚H型鋼)

H-478 $\times$ 417 $\times$ 30 $\times$ 60

$\Sigma \phi = 260\text{m}$ W=125本



3. 地滑り対策工の施工

鋼管杭の建て込みに伴う掘削は、全周旋回型 オールシング削孔機でプレホーリングした後、クレーンで鋼管を建て込み、中詰めコンクリートを打設して1サイクルを完了する手順とし施工した。鋼管は輸送の関係から2ヶ所で現場に搬入したため現場溶接が必要になり溶接用仮孔(深さ10m)を事前に削孔して鋼管を建て込み半自動溶接を行った。

使用機械 削孔機: 全周旋回型 オールシング削孔機(重量約82ton)1台

掘削機: 65ton 吊クレーン 1台

鋼管建込機: 100ton吊クレーン1台

また杭頭部のグラウトアンカーは鋼管1本当たり3本の配置(1m²づ)とし、定着長部のクリップが2m以上確保できるように削孔角度は22.5°と30°の交互施工とした。アンカー頭部の腹起しはアンカー力が約100tonf/1本と大きいのでフランジ厚60mmの極厚H型鋼を使用している。

使用機械 削孔機: 削孔径165mmプレホーリング機械

グラウト注入ポンプ: 30tonサイロ+混練り圧送設備

シート: VSL 二重防錆 ES-9

4. 地滑り対策工の結果

大口径鋼管杭による地滑り対策工を施工した結果、一定の成果を上げることができた。

①鋼管杭の施工は実績働日当たり1本打設という実績を上げることができ、当初の目標「短期間に大きな抑止力」をほぼ達成できた。

②地滑り土塊の挙動は、杭打設中は変位が加速する傾向を示したが、杭打設完了後約1ヶ月で横ばいとなり顕著な抑止効果を確認できた。

③転石等巨礫混じりの土砂の地層に対しオールシング工法による掘削の有効性が確認できた。

また、次のような、施工上の問題点も提起され、今後の同種事例の設計・施工では、十分検討が必要と思われる。

①使用機械が大型で重量があるため、作業ヤードの確保に労力と費用を要した。

②崩積土(転石等巨礫混じり土)に対するグラウトアンカーの施工に時間を要した。

おわりに

今回の地滑り対策工は短期間に、且つ制約された作業ヤードと急峻な地形の中、また各種の作業が幅そうする中で事故もなく無事工事を完了することができました。関係者の皆様の御協力を深く感謝致します。