

III-93

第三紀層切土法面の安定対策

㈱ソイルコンサルタンツ 正会員 ○牧田準一郎
 ㈱富士土木設計事務所 正会員 平井正樹
 フジタ工業㈱ 梅岡久志

1. はじめに ある造成工事の開発区域は南北約3km, 東西約1kmの形態をし, 敷地北部を東西にF₁断層, 中央にF₂断層が走っており, F₁断層以北及び敷地南端部は秩父古生層から成っている。古生層に挟まれる地域は花崗岩を基盤岩とし, 敷地中央に走っているF₂断層を境にして北側は第三紀層である神戸層群下部が, 南側は神戸層群上部が分布している。この両断層の影響を受けて敷地内の神戸層群は破碎された部分が多く見られ, また基盤岩である花崗岩はボーリング孔から自噴する箇所も見られるほど被圧した状態であった。敷地東側斜面部では切土法面となるが, 神戸層群は緩い流れ盤を成す所が多く, 全体に地下水位も高かったので当初より安定性調査を行った。その内2ヵ所においては法面安定計算上問題が発見され, これらは法面置換工法+セン断杭工法, アースアンカー工法にて対策工を実施した。しかし当初問題なしと判定した法面で, 法面切取り1年半後に変位を起こした。本文ではこの法面の安定に対する検討, 対策工について述べる。

2. 地すべり発生状況

問題の法面は図-1に示すような高低差約25mの切土法面である。法面には神戸層群の礫岩が分布しているが, 法面で深は礫岩, 砂岩, 泥岩の互層状で流れ盤を成し, 基岩は花崗岩である。法面上段の敷地にはポンプ場がある。事前にボーリング調査, 土質試験を実施し, 安定解析をした結果Fse=2.12以上と安全を確認した上で工事を実施した。施工後も法面の変動調査を

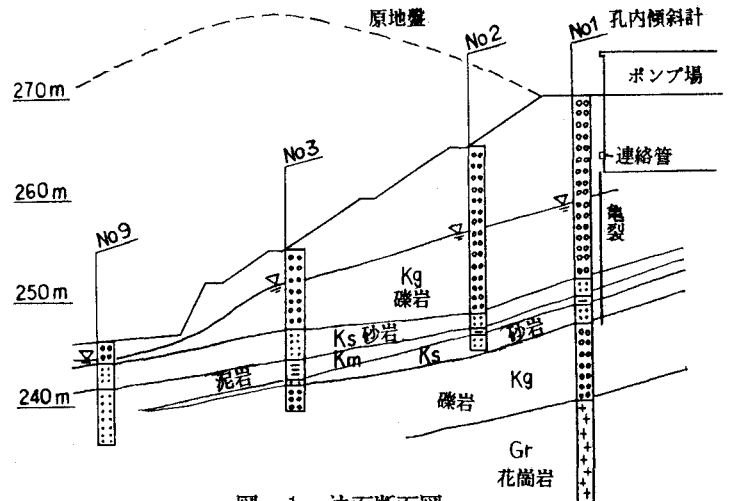


図-1 法面断面図

継続していたが, 1年半の間は何の変動も見られなかった。しかし, 61年5月突然法面から湧水が起こり孔内傾斜計の変位も2cmを記録した。湧水の原因を調査したところ, ポンプ場施設の連絡管に亀裂が入り漏水していることと, ポンプ場沿いに埋め戻し土下面に10cmの亀裂が生じていることが判明した。この影響範囲はトレンチ調査により約80mの長さで起こっていることが分かった。漏水を修理すると法面からの湧水は止まったが, 孔内傾斜計によるとわずかながら変位が進行しており, 地下水位も異常に上昇していた。緊急対策として, 高さ5m, 幅10mの押え盛土と水抜きボーリングを2本実施した。この結果水位は約3m下がり, 法面の変位は停止した。

3. 地すべり機構の推定 ボーリング, トレンチ調査の結果, 神戸層群砂岩の下に薄い泥岩層があり, その表面に風化してできた3~5cmの厚さの粘土層があることが判明した。法面を構成する各土質のセン断試験を行って安定解析をした結果, 上部の礫岩, 砂岩層ではセン断破壊は起こり得ないためすべり面は

粘土層と判断した。法面頂部の亀裂は、ひびり亀裂であり、この亀裂に漏水した水が滯水し水圧をもって横方向に押し出したものと推定した。各土質のせん断試験結果を表-1に、礫岩の原位置せん断試験の概要図を図-2に示す。

表-1 セン断試験結果表

岩盤種類	強度定数	
	C kgf/cm ²	ϕ
粘土	0.16	11.8
泥岩	0.65	40.8
砂岩	20.9	52.1
礫岩	0.20	60.0
盛土材	0.68	27.0

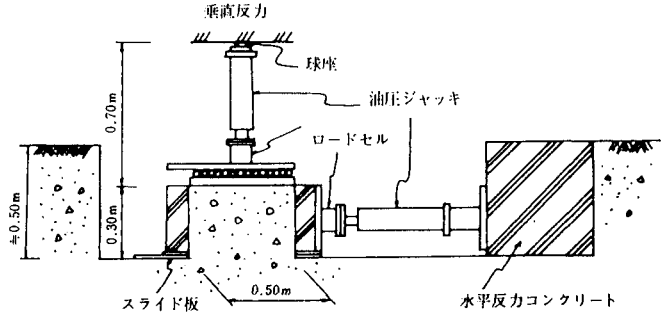


図-2 原位置せん断試験概要図

4. 安定対策及び対策工 安定解析の計算方法は推定すべり面に対する非円弧すべり面法により、地震時の水平震度は $K_h=0.18$ とした。計算に使用する土質定数は、活動中の水面形のもとで、安全率を0.95にとり、下記の3ケースに分けて粘土と砂岩の値は逆算し、礫岩はすべてのケースで試験値を用いた。

ケース① 粘土の C 、 ϕ は試験値、砂岩の ϕ は試験値で C は $F_s=0.95$ による逆算値。

ケース② 粘土の C 、 ϕ を0とし、砂岩の ϕ は試験値で C は $F_s=0.95$ による逆算値。

ケース③ 粘土の C 、 ϕ は試験値の $1/2$ 、砂岩の ϕ は試験値で C は $F_s=0.95$ による逆算値。

安全率の算定は水面形及び法面の状態を次の4段階に分け、それぞれの時点での安全率を計算した。

(a) 滑動中であつたと考えられる時点での水面形、法面形

表-2 安定解析結果

(b) (a)の水面形で緊急押え盛土施工後の法面形

(c) 水抜きボーリングで3m下がった水面形で、(b)の法面形

(d) 恒久対策完了後の水面形、法面形

この計算の結果を表-2に示した。

表のように、(c)の時点すなわち緊急押え盛土と水抜きボーリングによる水位低下（3m）の実施では安全な法面となるが、重要度を考慮し法面上部2段の切り下げを行い、水抜きボーリングを8本追加して水位を下げ、(d)の安全率を達成した。しかし万一、水抜きボーリングの機能低下等により水位が上昇した場合にも $F_s \geq 1.2$ となるよう安定計算を行い、H杭（H-300）を3.5mピッチにせん断杭として施工し、当法面の対策工を完了した。

水面形	条 件	ケ ー ス ①		ケ ー ス ②		ケ ー ス ③	
		常 時	地震時	常 時	地震時	常 時	地震時
(a)	安全率	4.696	2.976	*	*	*	*
	試験結果	Kg:C=2.0, $\phi=60.0$ $r=2.2$ Ks:C=209, $\phi=52.1$ $r=2.0$ Km:C=1.6, $\phi=11.8$ $r=2.0$		*		*	
	逆算法	Kg:C=0.0, $\phi=60.0$ $r=2.2$ Ks:C=5.85, $\phi=52.1$ $r=2.0$ Km:C=1.6, $\phi=11.8$ $r=2.0$		Kg: 同左 Ks:C=34.22 $\phi=52.1, r=2.0$ Km:C=0.0, $\phi=0.0$ $r=2.0$		Kg: 同左 Ks:C=19.55 $\phi=52.1, r=2.0$ Km:C=0.8 $\phi=6.0$ $r=2.0$	
	安全率	0.950	0.599	0.950	0.615	0.950	0.607
(b)	安全率	2.370	1.091	2.371	1.113	2.370	1.102
	強度定数	Kg, Ks, Km: 同上 押え盛土: C=6.8 $\phi=52.1, r=2.0$		Kg, Ks, Km: 同上 押え盛土: 同左		Kg, Ks, Km: 同上 押え盛土: 同左	
(c)	安全率	2.576	1.185	2.473	1.137	2.370	1.161
	強度定数	同 上		同 上		同 上	
(d)	安全率	2.793	1.248	2.708	1.232	2.721	1.227
	強度定数	同 上		同 上		同 上	