

急勾配切土斜面における不安定土塊規模の予測

株式会社 荒谷建設コンサルタント 正会員 ○山田 透
株式会社 荒谷建設コンサルタント 非会員 佐竹 敦

1. はじめに

四国地方は、地形が急峻であることから、土木工事において急勾配の切土が施工されることが多い。

調査・設計時点では、限られたデータから短期・長期的な斜面の安全性が確保できるように計画しているが、いざ施工に入ると当初想定していない自然的条件（地質・異常気象など）に遭遇し、斜面崩壊を誘発するケースが見受けられる。

斜面崩壊状況は様々であるが、崩壊に至れば復旧までには長い時間と多大な労力および費用を要することに加え、最悪のケースでは人身事故に繋がる場合がある。

ここで、このようなケースを回避するための事例として、私が経験した急勾配切土斜面における不安定（すべり）土塊の予測について報告する。

2. 安定解析手法

一般には、ボーリング調査や原位置試験結果から、その場所における地盤特性を「道路土工」や「NEXCO」が示す方法で設定し、その地盤特性値を用いて「CASE-1：極限平衡法（修正 Fellenius）」や「CASE-2：標準切土勾配を用いたクサビ土塊」による安定解析が行われている。

今回は、これら手法に加え近年実施されている性能設計などに取り入れられている「CASE-3：変形解析（非線形弾性解析）」を用いた不安定土塊の予測について報告する。

これら不安定土塊を予測する安定解析を行うには、下表の強度定数を用いた。

表-1 安定解析に必要な強度定数

	強度定数-1					強度定数-2				
	必要条件		下式による算出値			必要条件		下式による算出値		
	N値	γt	C_N	Φ_N	E_N	γt	F_s	仮定・実測	C_F	Φ_F
CASE-1	○	○	○	○	***	○	○	すべり形状	○	○
CASE-2	○	○	○	○	***	○	○	標準切土勾配	○	○
CASE-3	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-
備 考	N値 =	標準貫入試験				$F_s =$	0.95 ~ 1.05			
	$C_N =$	$0.6 \times N$				$C_F =$	最大層厚（砂防関係）			
	$\Phi_N =$	$SQR(15N) + 15$					平均層厚（道路関係）			
	$E_N =$	$2800 \times N$				$\Phi_F =$	逆算値			

CASE-1：1) 強度定数-1を用いた現況斜面の安定度評価を行う。

（最小安全率もしくは最大抑止力となるすべり形状を設定）

2) すべり形状から現況斜面の適性な現況安全率を設定し強度定数-2を算出。

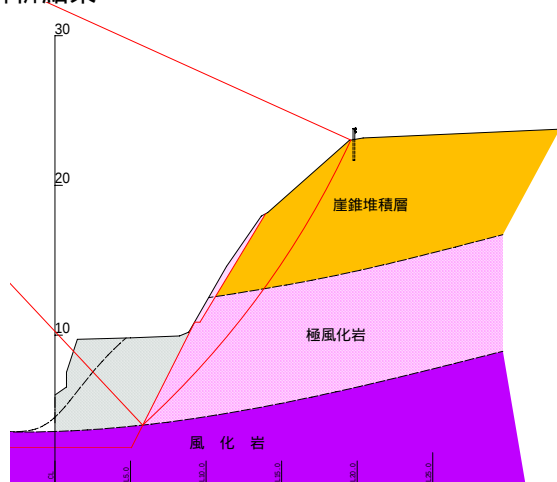
3) 強度定数-2を用いて、急勾配切土後における不安定土塊を予測する。

CASE-2：1) N値・地層分類から標準切土勾配を設定。（標準切土勾配を直線すべり面と仮定）

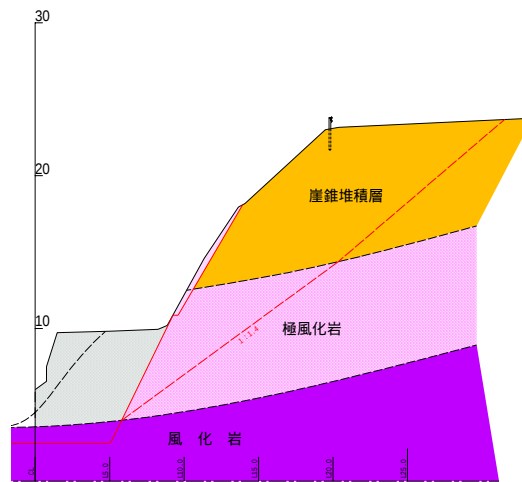
2) 現況斜面と標準切土勾配間のクサビ土塊を不安定土塊と予測する。

CASE-3：1) 強度定数-1を用いて、急勾配切土後に F_s 1.0 となる範囲を不安定土塊と予測する。

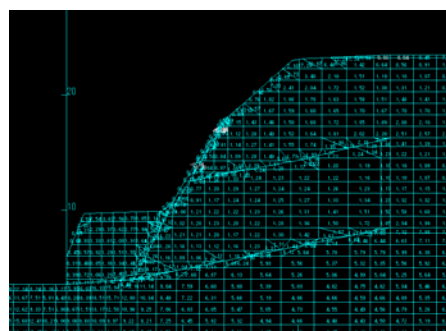
3. 解析結果



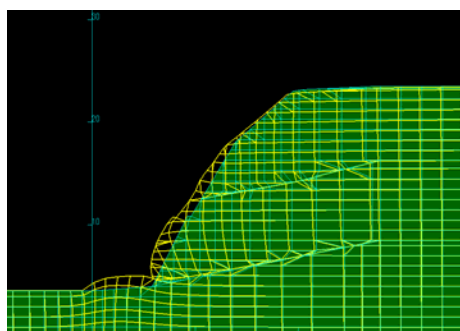
CASE-1



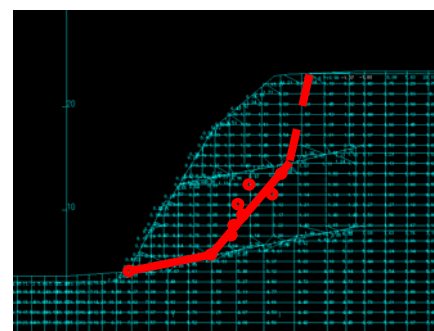
CASE-2



現況地形



最終地盤形状変形予測



Fs<1.0 局所安全率形状

CASE-3

4. 評価と今後の問題

急勾配切土斜面における不安定土塊の予測において、CASE-1～3 いずれも表-1 に示す算定方法による強度定数を用いて比較したものである。特に、CASE-3 においては、すべり面破壊を明確にしたものではなく、変形を考慮した「最も危険な不安定土塊」を予測できる特性がある。

今回の検討においては、地表面でのモニタリングを実施しており、この変形特性（地表面変状箇所）が概ね CASE-3 による結果と現地変位とほぼ一致していることが確認された。

幸いにも不安定土塊に対して、応急対策として「抑え盛土」を行い、段階を踏んだ「抑止工（切土補強土工）」を施すことで、最下段までの切土斜面の安定性を保つことが出来た。

CASE-3 で想定した崩壊は、CASE-1、CASE-2 に比べ不安定土塊深度が深い予測であるが、抑止工の定着地盤を判定する材料として有効と考える。

5. おわりに

近年、山間部での施工において当初設計条件と異なる地層の出現、異常気象に見舞われることで、追加調査や応急対策が実施されているケースが多い。今回紹介した事例はその1例である。

これを実証するには、施工時に掘削斜面および地中内変位のモニタリングを行えるように事前に監視機器の設置と体制（監視基準）を整えておく必要が望まれるが、施工管理に負荷が生じる。

山間地の占める割合が約 70%と多い四国地方では、今後、CASE-3 の利点を生かして、最低限必要な性能を保つ対策工を導くためのプロセスの1つとして利用できればと考えている。