

III-151 軟岩における切土のり面の勾配の決定法について

日本道路公団 試験所 斜面試験室 奥園 誠之

まえがき

軟岩とよばれる固結度の低い岩、きれつが多い岩等を切土すると、しばしばのり面崩壊が発生する。これは、軟岩の物性や地質構造が複雑なため、沖積地盤の安定検討のように工質工学が適用できないのが原因の一つである。日本道路公団試験所では、高速道路における軟岩の切土のり面の事例をもとに、その岩質を客観的に評価し、岩質に応じた適正な勾配を検討するため、実態調査を行った。本報告は、その概要である。

1. 岩質区分

本報告では、対象とする岩種を次のとおり区分した。

- i) オ三紀層：きれつは少ないが、固結度が低く、切土後の二次的变化を起しやすい岩、例、オ三紀泥岩、頁岩。
- ii) 中、古生代層：固結度は高いがきれつが多く、断層を含む岩、例、結晶片岩、粘板岩、チャート。
- iii) 火成岩：i), ii)の両方の性質をもつ岩、例、蛇紋岩、変石安山岩、風化花崗岩、温泉余土

2. 調査、解析方法

現地調査は次の三項目を骨子として行った。

- i) 地質調査：地表踏査、弾性波探査、岩石試験、湧水調査
 - ii) 設計、施工状況調査：実際の切土高さ、勾配の把握
 - iii) 変状（安定状況）調査：その結果健全か、崩壊したか
- 解析は次のとおり行った。

- i) 岩質とのり勾配の直接的関係、ii) 岩質を各要因、水準で評価し、これらと崩壊率との関係、iii) 崩壊率から求めた総合評価点とのり勾配との関係、等を現場の実績より求めた。

3. 岩質とのり勾配の直接的関係

(1) オ三紀層

オ三紀層の崩壊の最大の原因は切土後の二次的变化（強度低下）にあることに着目し、乾湿繰返し試験による劣化の程度を吸水量増加率で評価し、これを二次的变化のしやすさを表すインデックスとした。同試験は次の要領で行った。

試料採取→24時間水浸→表乾重量測定→24時間炉乾燥→重量測定→水浸、以後同じことの繰返し10回まで。

各段階で算出される吸水量から1回当りの吸水量の増加分の平均値を算出し、これを吸水量増加率 M とした。

図-1は吸水量増加率とのり勾配の関係について、現場の実績（崩壊したか、健全か）をプロットしたものである。やはり M が高く、急勾配のゾーンに崩壊したサンプル（●印）が集中し、健全なサンプル（○印）の分布するゾーンと区分される。同図の破線が求める M に応じた限界勾配線である。

(2) 中、古生代層

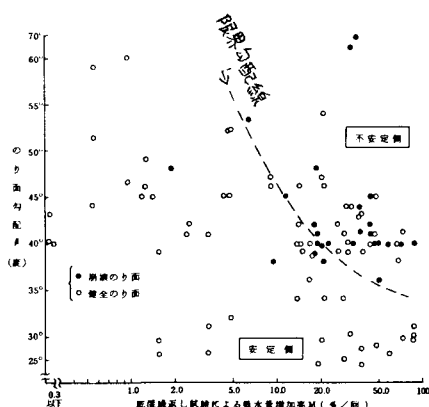


図-1 乾湿繰返し試験による吸水量増加率—のり勾配とのり面の安定性

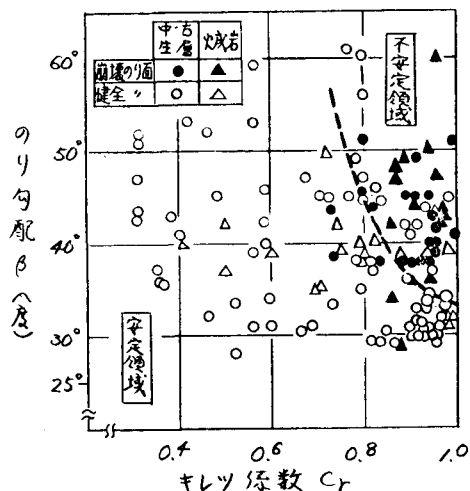


図-2 キレツ係数—のり勾配とのり面の安定性

中、古生代層や火成岩の崩壊の最大の要因は、破碎、変質の度合にあると思われる。この破碎等の多少を評価する指標として、ここでは弾性波探査によって算出されるきれつ係数 C_r を採用した。 C_r は次式より求めた。

$$C_r = 1 - \left(\frac{V_R}{V_{P_0}} \right)^2 \quad \text{--- ①} \quad \left\{ \begin{array}{l} V_R: \text{無きれつサンプル} \\ \text{の超音波伝播速度} \\ V_{P_0}: \text{地山の弾性波速度} \end{array} \right.$$

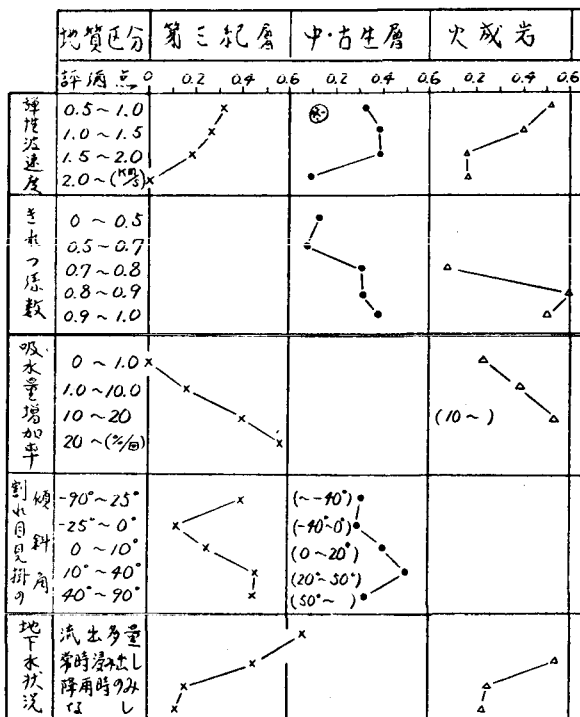
図-2 はこれらの岩種を対象に、きれつ係数とのり勾配との関係に対して現場の実績をプロットしたものである。やはり C_r が高く、勾配の急なゾーンに●印が集中しており、○印の多いゾーンとの境界線(破線)が C_r に応じた限界勾配線である。

4. 総合評価

のり面の崩壊は、構成する岩の物性と地質構造と地下水の三要素が複雑に支配あって発生する。したがって地山条件の評価は、これらを統合したものでなければならない。ここでは、のり面安定を支配する要因を選別し、水準(ランク)別にその該当するサンプルから崩壊率を算出した。崩壊率 Q は次式より求めた。

$$Q = \frac{a}{a+b} \quad \text{--- ②} \quad \left\{ \begin{array}{l} a: \text{崩壊のり面個数} \\ b: \text{健全なり面個数} \end{array} \right.$$

図-3 は各要因、水準別にそれぞれの崩壊率を求めた結果をグラフ化したものである。この図を配点



※ 総合評価の場合除外

図-3 各要因、水準別崩壊率の一覧

表として使い、再度全サンプルに対して総合評価点(各要因内の該当する水準の崩壊率の合計点 ΣQ)を算出した。図-4, 5, 6 は第三紀層、中、古生代層、火成岩別に、それぞれの総合評価点とのり勾配との関係に対して、現場の実績をプロットしたものである。全体的に●印と○印は分離しており、破線が求める限界勾配線である。たとえば、火成岩ののり勾配を決定する場合、弾性波探査、乾湿繰返し試験、ゆう水状況調査を行い、その該当する水準に応じた崩壊率を図-3 より読み取り、総合評価点を計算すれば図-5 より限界勾配が判読できる。

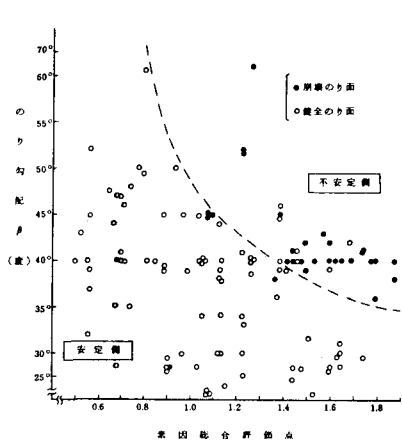


図-4 第三紀層

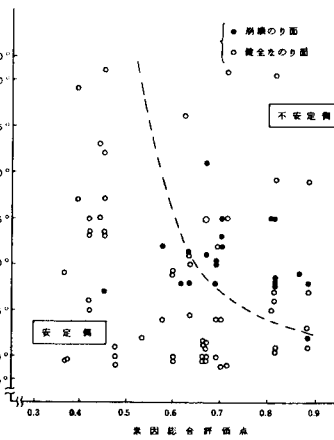


図-5 中、古生代層

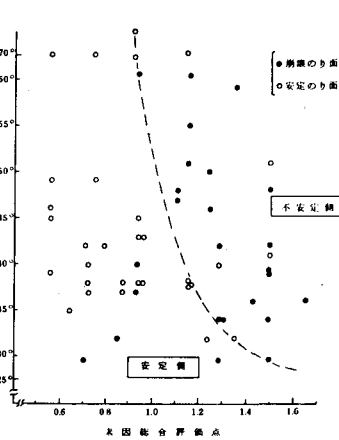


図-6 火成岩

素因総合評価点と限界のり勾配