

軟岩切土法面の安定に影響する不連続面とそのせん断強度の評価

The Discontinuous Planes Affecting on the Stability of Cut Slope in Soft Rock
and the Evaluation of Their Shear Strengths

小松 順一 (こまつ じゅんいち)

奥山ボーリング㈱ 技術本部調査設計部長

阿部 真郎 (あべ しんろう)

奥山ボーリング㈱ 技術本部長

村岡 洋 (むらおか ひろし)

奥山ボーリング㈱ 技術本部調査設計課主任

三田地 利之 (みたち としゆき)

北海道大学大学院教授 工学研究科社会基盤工学専攻

1. はじめに

軟岩の切土法面勾配は、設計指針・マニュアル等に記載されている標準勾配¹⁾を基準として決定される場合が多い。しかしながら、東北地方・第三紀層堆積軟岩地帯の標準勾配を基準として切土された法面では、層理面や節理面および亀裂等の不連続面を発生要因とする初生岩盤崩壊が数多く発生している²⁾。このような不連続面が存在する軟岩の切土法面勾配は、本来、不連続面のせん断強度や不連続面の傾斜角度、さらには亀裂の発達状況等を考慮して安定解析等により決定するべきであると考えられるが、実施される機会は少ない。山本ほか (2001)³⁾や寺山ほか (2002)⁴⁾は地すべり粘土や黒色薄層土のような整形可能な試料を対象として、超簡易現場せん断試験機を用いた不連続面のせん断強度の測定結果を報告している。しかしながら、一軸圧縮強度 q_u が数 MPa 以上の軟岩の整形は困難な場合が多く、不連続面のせん断強度はほとんど明らかにされていないのが実状である。本研究では岩盤崩壊事例より、崩壊の要因をなす地質、地質構造の特徴をまとめ、さらに崩壊面となりやすい層理面のせん断強度の測定を試みた。

2. 調査対象地の概要

対象とした地域は東北地方の出羽丘陵地帯の、主として岩盤崩壊現場と軟岩の露頭現場である。

本地域の地質は新第三系のグリーンタフ層として知られる凝灰岩類 (主に門前層、台島層、西黒沢層) と、これを覆う女川層に代表される硬質泥岩、船川層の黒色泥岩、さらにその上位の脇本層の砂岩、シルト岩などで構成されている。

3. 簡易せん断試験方法

不連続面のせん断強度を以下のような簡易な方法で求めることを試みた。まず、試験の対象とする岩盤ブロックの周辺をカットして分離し、ブロック供試体を作製する。これにリング状の鉄製おもりと人力による垂直力 N を載荷し、その力を一定に保ったままの状態でも人力によりせん断し、最大せん断力 T を測定し、 $\sigma N - \sigma T$ の関係から強度パラメーターを求める (写真-1)。な



写真-1 簡易せん断試験の一例

お、人力による垂直力は荷重計 (容量 1 kN) で、せん断力はばねばかり (秤量 0.2 kN および 1 kN) で測定した。

4. 切土法面における岩盤崩壊の地質的素因

東北地方の軟岩切土法面の崩壊は、層理面を崩壊面としている場合が多く、特に硬質泥岩層、黒色泥岩層に数多く発生している。

硬質泥岩の崩壊はほとんどが層理面沿いに発生している。層理面は、薄層粘土や軟質な凝灰岩層を挟在している場合が多い。阿部 (2001)⁵⁾らは硬質泥岩層に挟在するこれら不連続面の成因について、海底地すべり (スランピング) やフレキシブルスリップ褶曲によるものと報告している。

黒色泥岩層の崩壊もほとんどが層理面沿いに発生しているが、崩壊面の一部は切土後に発達する潜在的な亀裂面に相当している場合もある。切土直後は一見新鮮で亀裂も少ないが、数カ月後には比較的規則正しい方向を持つ多くの亀裂が発達し、その後、層理面や亀裂を境に岩盤が押し出されるように崩壊することが多い。崩壊は褶曲軸付近で発生していることが多く、また、スレーキングの発達も顕著である場合が多い。

5. 岩盤崩壊事例と不連続面のせん断試験結果

5.1 硬質泥岩層の事例

1) 崩壊事例と崩壊箇所でのせん断強度試験結果例

写真-2 は福島県会津地方の新第三系中新統下部～中部の硬質泥岩層の、1:1 で切土された法面で発生した岩盤崩壊である。硬質泥岩層には 30~50 cm の間隔で層