

11. 自然斜面の崩壊機構の解析と設計にせん断試験の活用を

愛媛大学工学部 ○矢田部龍一, 横田公忠, 須賀幸一, 高田修三

1. 自然斜面の切土の設計

沖積地盤の安定性の検討と比べて自然斜面の安定性に関する検討は比較的簡単に行われているように感ずる。沖積地盤では多くの場合、N 値データを元に安定性が検討される。当然、重要構造物ではせん断試験が活用されることもある。それに対して、自然斜面の安定性検討は、地質評価を元に安定勾配が設定される。

2. 岩構造を残した自然斜面の崩壊は弱面に支配される

図-1 は和泉層群の流れ盤斜面における崩壊・非崩壊の実例である。CL 級や CM 級とランクされた、あるいはそれ以上に堅硬なり面でも崩壊が発生することがある。CL 級や CM 級の岩盤が、8 分や 1 割、更には 1 割 5 分といった切土勾配で崩壊することはあり得ない。崩壊が発生するためには、粘着力がほぼゼロであるとすれば、せん断抵抗角は高々 45° 程度となる。これは当然岩盤の強度ではなくて、土砂の強度である。とすれば、岩盤に分類されたり面が何故崩壊したか？。この答えは極めて単純で、岩盤ではない弱面がすべり面となったからである。このような弱面としては、断層破碎帯、古いすべり面の風化粘土層、層理面や片理面、熱水貫入に等に伴うシーム状粘土等がある。これらの弱面は面的に連続しており、もし小さなせん断強度を持つ土であれば、1 割とか 1 割 5 分という切土勾配で崩壊してもおかしくない。

3. 弱面の土の強度特性

安定性検討には安定計算を

すべり面となり得る連続した弱面があれば、それでのり面が崩壊するのかということ、そうとは言い切れない。崩壊が起こる起こらないは、すべり面上での滑動力と抵抗力の釣り合いの問題である。したがって、すべり面に沿った安定計算を必要とし、そのためには弱面の土の強度特性を明らかにする必要がある。

弱面の土のせん断試験法

分級が進んだ沖積地盤の砂質土や粘性土と比べると、風化過程にある自然斜面の弱面を形成している土には礫から粘土まで含まれている。このような土をせん断試験する場合に乱さない試料で試験をすることが望ましい。しかし、一般的には不かく乱状態での試料採取が難しいので乱した試料を使うことが多くなるであろう。

- ・不かく乱試料か、かく乱試料か

不かく乱試料が採取できれば、原地盤の応力状態を再現して三軸試験を行うことにより、全応力状態と有効応力状態での非排水強度、強度定数、有効応力経路など、安定性を検討するために有効な種々の情報を入手することが可能である。地山中の粘性土化した層は一般に薄いので、サンプラーを打ち込んで採取した試料からでも三軸試験用の供試体は整形できる。しかし、不かく乱試料の採取は難しい場合もある。その場合は、かく乱試料の利用が考えられる。図-2 に示したように不かく乱試料とかく乱試料とで、有効応力基準による ϕ' に大

きな違いはみられない。したがって、 ϕ' に実用的な意義があれば、かく乱試料でも利用すべきということになる。

地すべり地の安定解析に際しては、いわゆる排水強度解析が用いられる。これは、すべり面の粘性土があまり厚くなく、透水性も比較的よいので、せん断変位が発生するまでは排水状態が保たれると考えられるからである。排水強度解析であれば、 ϕ' を使用できる。したがって、自然斜面の安定性検討には、乱した試料のせん断試験が意味を持つ。

・いかなるせん断試験法か

自然斜面の場合、粒度的には大概、礫から粘土まで含む。せん断試験法としては種々のものが考えられるが、礫混入の影響を直接的には受けにくい三軸試験や単純せん断試験、リングせん断試験が得策であろう。なお、砂礫が混入しているので供試体の大きさについては検討すべきである。どうしても不かく乱試料の試験結果が必要な場合は、一面せん断試験が便利だと思われる。

4. 設計マニュアルに弱面の調査を

崩壊もしくは変位が発生したのり面を後で観察すると、多くの場合、すべりを起こした弱面を発見できる。しかし、崩壊した後で弱面を見つけたとしてもあまり意味はない。それでは、いつの段階で可能かという点、多くの場合、切土中であろう。もちろん明らかに地すべり地形や断層が走っている場合は、調査段階に地図上や現地踏査で発見できる場合もある。

そこで、切土のり面は弱面で崩壊するということをマニュアルに明示し、弱面が存在する場合、報告の義務、弱面の鉱物分析さらにはせん断試験による強度定数の把握、それに基づく安定解析の実施により安定性を検討し、対策工を考えるというフローをマニュアル化すべきであろう。

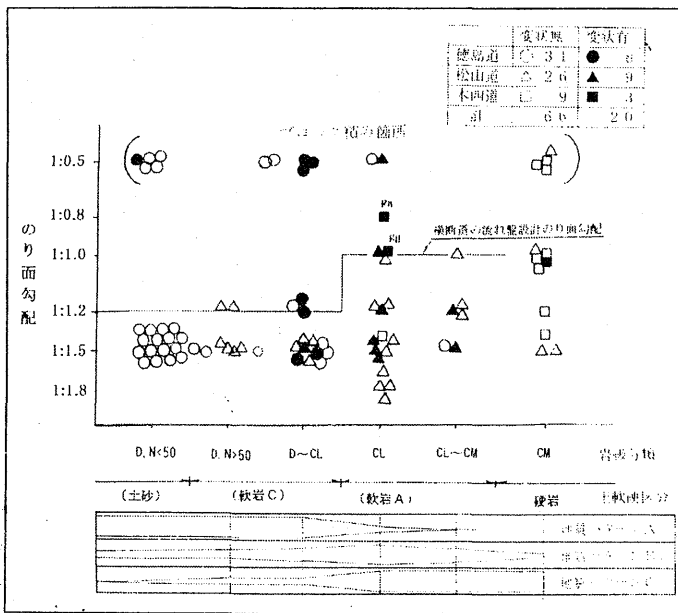


図-1 和泉層群における崩壊・非崩壊の実例 (流れ盤斜面)

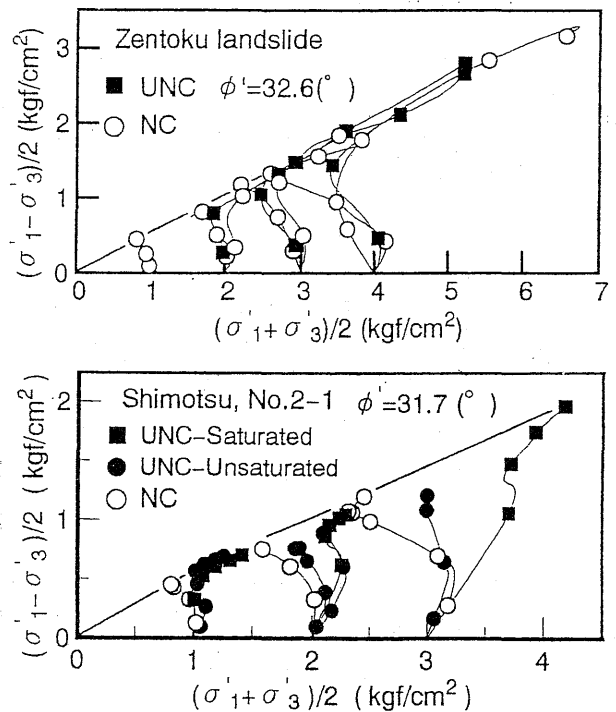


図-2 不かく乱試料とかく乱試料の有効応力経路と破壊強度線