

風化岩を対象とした原位置せん断試験の適用性について

基礎地盤コンサルタンツ（株） ○神田 大介
中西 晃

1. はじめに

風化の進行した岩盤に構造物の支持層を求める場合や切土掘削する場合の安定性を検討する様な場合に、N 値による従来の定数評価では、過小評価となる傾向があり N 値の評価次第では逆に過大評価となる場合もある。一方で、風化岩層は、岩石構造を残す礫混り土砂状を呈しており、乱れの少ない試料採取が難しく、精度の高い地盤定数盤の設定ができない状況にある。

この問題に対して、当社では風化軟岩や礫質土等に対応可能な孔内原位置せん断試験機の開発を進め、現在 NEXCO 設計要領で標準化された SBIFT の改良版として SBIFT (SD-Type) による測定を行っている。

今回、領家花崗岩類の風化岩を対象として、この試験とサンプリングによる室内試験(三軸 CD)を対比できるデータが蓄積されたことから、対象地盤への適用性について報告する。

2. 対象とした風化花崗岩の状況

対象とした風化花崗岩は、コア状態・N 値分布等から容易に風化程度が区分され、表-1に示す様に D 級岩盤を3段階に分類した。これらを対象に、トリプルチューブサンプラーによる試料採取を行って室内試験(三軸 CD)を実施しているが、DH 級の一部では硬質残留礫が点在したため、スリーブ内臓二重管サンプラーも併用して試料採取している。

表-1 風化岩の岩級区分

岩 級	DL 級	DM 級	DH 級
N 値	10～30 程度	30～50 程度	50 以上
コア状態	砂質シルト～砂質土	砂質土～礫混り砂	礫混り砂～砂 礫
性状	黄灰色で岩芯まで細粒化	黄褐色で風化残留礫混在	褐～灰色で硬質岩片混在

3. 原位置せん断試験(SBIFT)について

原位置試験に用いた SBIFT (SD-Type) は、自己掘削(セルフボーリング)により測定プローブを対象層に設置し、孔内でのせん断試験と水平載荷試験を同時測定できる孔内試験装置であり、掘削後にプローブを設置するプレボーリングと比較して精度の高い測定が期待される。ただし、原位置試験であるため、せん断過程における排水条件を制御できないが、対象とする風化岩が砂～礫質土状である事から、排水条件である三軸 CD が原位置状態と対比できると考えた。

4. 原位置試験と室内試験結果の比較

両試験により得られたせん断強度(c、 ϕ)について岩級毎に集積して比較を行った。三軸試験結果を図-1に、比較図を図-2に示す。このデータ比較では、必ずしも同一層を対象とした比較では無いため、地盤物性本来のばらつきを含む結果となっているが、比較的良く対応していると考えられる。

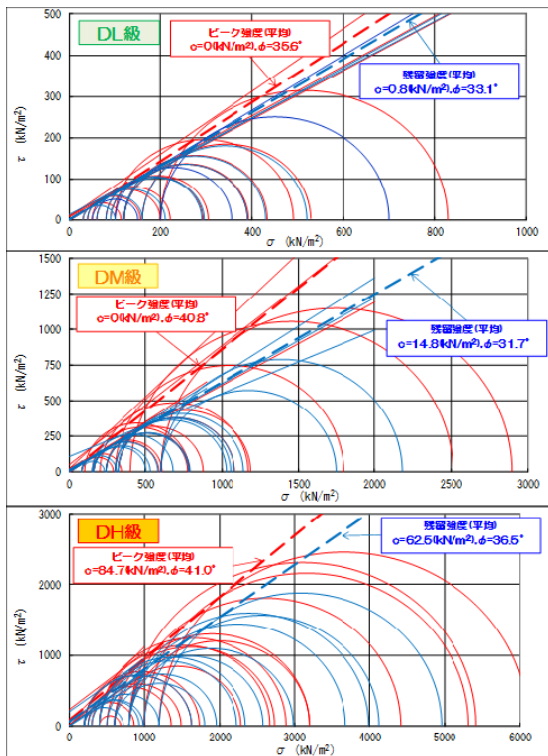


図-1 岩級毎の三軸圧縮試験結果集積図

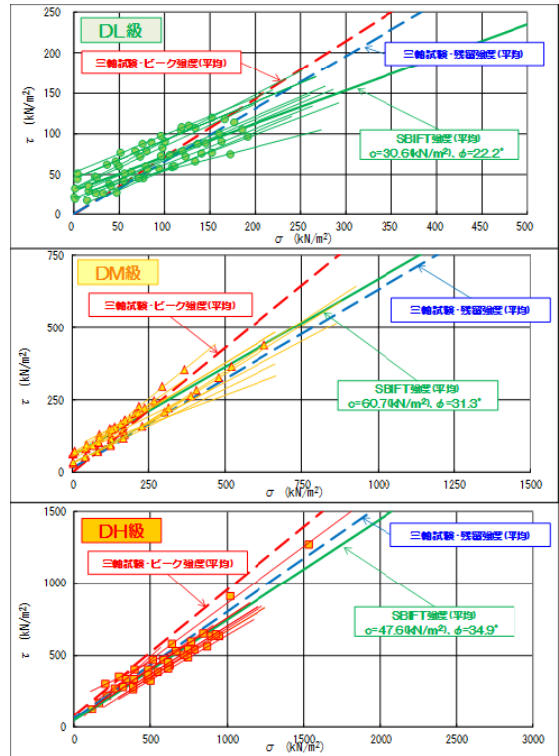


図-2 岩級毎の原位置せん断試験結果集積図

ここで、図-1に示した三軸試験結果では、ピーク強度と残留強度で整理して、それぞれの平均値を求めて代表値として図中に示している。DL 級岩盤ではその差は少ないが、DM~DH 級岩盤では強度差は明瞭となる。ここで得られた代表値と原位置せん断試験結果を重ねて図-2に示した。これによると三軸試験の代表値と原位置試験データは、ばらつきはあるが比較的良く対応しているが、岩級により対応状況は異なることが確認される。DL 級岩盤では原位置試験で粘着成分が見込まれる傾向があり、逆に ϕ 成分が低くなっている。また DM~DH 級岩盤では三軸試験の残留強度に原位置試験データが良く対応している。

5. DL 級岩盤の試験結果の評価について

DL 級岩盤を対象とした原位置せん断試験において、粘着成分の発現が見られる理由としては、以下の要因が考えられる。

- ・構成粒子の噛み合わせによる見掛けの粘着力の発現
- ・風化の進行による細粒化により非排水状態の強度を測定
- ・せん断過程における粒子破碎による粘着力の発現

これらの要因により、原位置試験のデータは、 ϕ は概ね一定であるにも関わらず、粘着力はばらつきが大きくなる傾向が見られた。ここで、設計用地盤定数を評価する際には、粘着力の設定は極めて重要となるが、安全側評価になるとして粘着力を見込まない事も一般的に行われている。しかし、 ϕ 成分のみをそのまま利用することは、あまりに過小評価となる。そこで、得られたデータから、残留強度相当に粘着力が低下した場合を想定した試算を行った。

前述した様に、原位置試験においては、せん断強度と共に、孔内水平載荷試験を合わせて実施しており、図-3に示す関係から残留強度 ϕ_r を評価できるとした。

得られたせん断強度がピーク強度 ϕ_p を示しているとすれば、孔内水平載荷試験により得られる降伏圧 P_y 相当を境界として、破壊包絡線は残留強度 ϕ_r を示すことを示している。この特性を利用して、残留強度 ϕ_r を算定した。

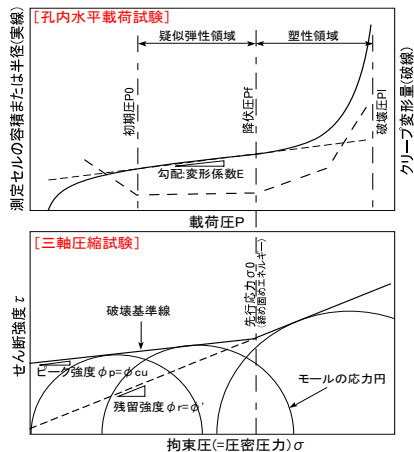


図-3 変形特性とせん断特性の関係模式図

図-4には、その結果図を測定データに重ねて示すが、データのばらつきは大きい。それらの平均を代表値とす

ると、三軸試験結果のデータと概ね一致することから、三軸試験結果は、原位置せん断試験の残留強度に相当すると考えられた。

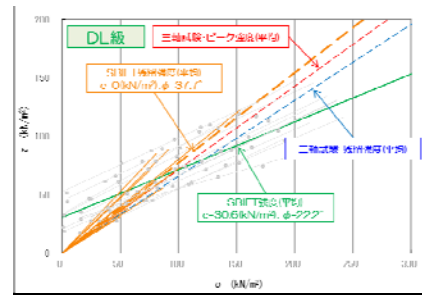


図-4 原位置せん断試験の残留強度の算定結果図

6. 設計用地盤定数の設定について

以上のデータ整理結果を踏まえて、設計用地盤定数の設定においては、以下の方針で評価できるものとした。

- [DL 級岩盤] 得られたデータから地盤定数を設定する方法は、図-5に示す様に、以下の2つの方法が考えられる。
- 方法①: ピーク強度 ϕ_p を一定として粘着力 c を低減する方法
 - 方法②: 残留強度 ϕ_r を下限値として一定の c を見込む方法

原位置試験結果を複数実施できた場合には、方法①により下限値を相当の粘着力を見込めると考えられる。残留強度相当のデータが集積された場合には、方法②により ϕ を決定して、最低限の粘着力を設定する方法が考えられる。

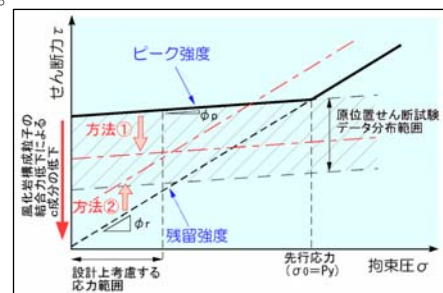


図-5 地盤定数の設定方法模式図(DL 級)

[DM~DH 級岩盤] 原位置せん断試験は、図-2に示した通り、室内試験と比較して残留強度に相当する値を示しており、測定データのばらつきも少ない事からそのまま設計用定数に用いる事が可能であると判断された。

7. まとめ

原位置せん断試験と室内試験データを集積して、その比較検討を行った結果、設計用の地盤定数の設定に有効であることを確認した。特に、原位置せん断試験は、試料採取が難しい風化岩を対象とした設計用定数を求める場合に、強度特性を把握できることから、今後もその利用が期待される。

《引用・参考文献》

- 1) NEXCO3社: 土質地質調査要領, 2007.1
- 2) 前田ほか: 原位置せん断摩擦試験 (SBIFT) の紹介, 基礎工 pp.76-78, 2006.9
- 3) 豊岡ほか: SD-FPT の礫質地盤への適用性試験, 第37回地盤工学会研究発表会, 2002.7