

多段階三軸圧縮試験結果による地盤定数設定の適用

サンコーコンサルタント(株) ○西菌隼太郎, 平木伸明, 内田昇一

1. はじめに

設計のためのボーリング調査は、単位体積重量、せん断定数(c, φ)、変形係数など、地盤定数の設定が求められる。その設定方法として、室内試験や原位置試験の試験値、N値からの推定値、一般値を参考とする方法が一般的である。土質地盤のせん断定数(c, φ)は、「乱れの少ない試料採取」によるサンプリング試料を用いて、三軸圧縮試験(JIS規格)を行うことが多い。一方、亀裂性岩盤のせん断定数(c, φ)では、無亀裂の供試体から求めたせん断力を亀裂係数で低減して地盤定数を設定する方法がある。しかし、この亀裂係数は、地山の弾性波速度と供試体(無亀裂)の超音波速度から求めるため、弾性波探査、超音波測定が必要となってくる。このため、岩種・岩級区分別の推定値(一般値)から設定することが多い。それ以外の室内試験としては、JIS規格でないものの、亀裂性のボーリングコアを用いた供試体で実施する多段階三軸圧縮試験がある。この試験は、亀裂性のボーリングコアを成形した供試体で実施することから、他の試験等を必要とせず直接的に地盤定数を求めることができる。今回は、多段階三軸圧縮試験結果をまとめた事例について示す。

2. 多段階三軸圧縮試験方法

(1) 試験準備(供試体成形～B値測定)

試験に供する試料について亀裂面がずれないように端面カット、研磨を施した供試体の密度を測定し、三軸室に設置する。CUB条件で試験を実施する場合、供試体の飽和を行った後B値を測定する。

(2) 圧密～載荷

所定の圧密圧力で1段階目の圧密を実施した後、載荷を行い圧縮力のピーク直前で除荷を行う(載荷時には圧縮力及び間隙水圧(UU, CU, CUB)の変動を直視しながら進める)。次に2段階目のB値測定をした後、圧密圧力を上乗せし、1段階目と同様に載荷を実施する。最終段階までこれらを繰り返し(通常は3～4段階)、最終段階は供試体が破壊するまで載荷を行ってピーク強度を求める。残留強度を測定する場合、供試体破壊後の軸圧縮力が一定となるまで載荷を続けた後除荷を行う。段階毎のピーク強度の測定を逆に辿って圧密圧力を減少させて圧密(減圧)-載荷-除荷を繰り返す。試験結果の例を、図-1に示す。

(3) 試験の注意点

亀裂が多い試料で試験をする際、供試体の作成が非常に困難である。そのような場合、スリーブを残したままビニールテープで被覆して成型する。時には凍結させての作成も行う。成型した供試体を凍結させて試験機に設

置する場合もある。現場でコア採取した時点で試験に供する部分の保護が大切で、できれば現場でスリーブの上からビニールテープを巻いておき、必要部分を切断して運搬する。供試体作成時にも最大限の注意もって行う。亀裂面のズレを極力無くすることが重要である。

また、載荷時のピークの見極めも非常に難しい。各段階の載荷後にB値が下がってしまうことがある。供試体外部と通じていなかった微小の空隙が、載荷によって亀裂が増し、外部と通じて飽和度が下がるため間隙水圧が下がってしまうと考えられる。またその場合、有効応力でのモールの漸近線の傾きが小さくなる。¹⁾ 低速度での載荷や、前述した圧縮力と間隙水圧の変動の注視が非常に大切である。段階ごとに再飽和を行うことで多少は飽和度を上げられるが、その場合亀裂面がずれてしまう恐れがあるので注意が必要となる。また、載荷時に生じた亀裂には対応できないため、将来的には何らかの方法で補正方法を求めておく必要がある。

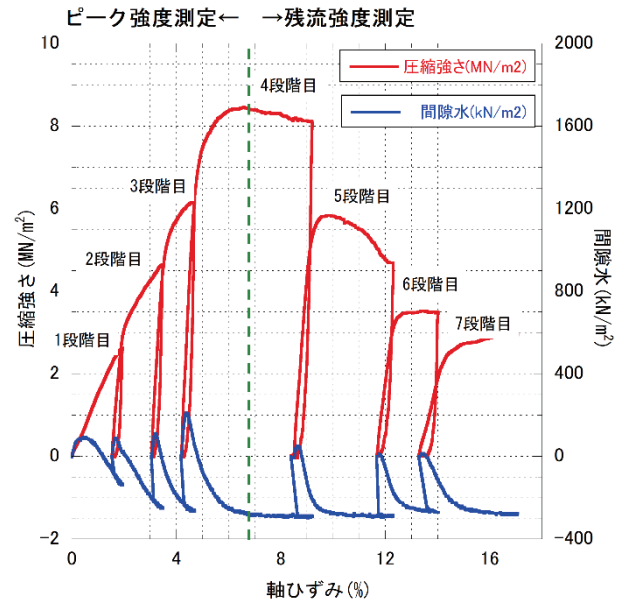


図-1 圧縮強さ・間隙水圧-ひずみ曲線

3. 多段階三軸圧縮試験結果の例

様々な岩種（堆積岩）の全応力（ピーク強度）を岩級区分ごとに整理した（写真-1～写真-3）。なお、亀裂性の供試体が対象であるため、岩級区部は、D 級、CL 級、CM 級である。

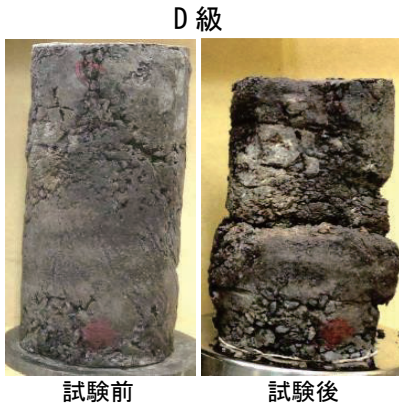


写真-1 多段階三軸圧縮試験前後の供試体(D 級)



写真-2 多段階三軸圧縮試験前後の供試体(CL 級)

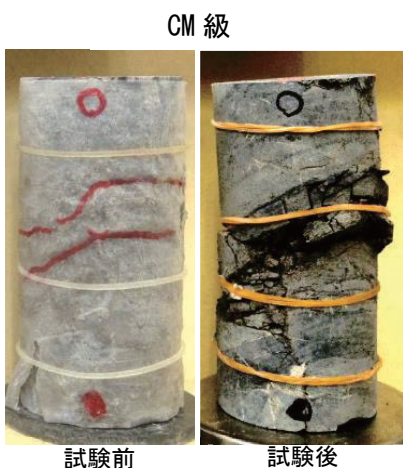


写真-3 多段階三軸圧縮試験前後の供試体(CM 級)

それぞれの岩級区分における粘着力 C を図-2に、岩級区分-内部摩擦角 ϕ を図-3に示す。

この図には、一般値として、粘板岩のダムサイトににおける測定例を併記した。

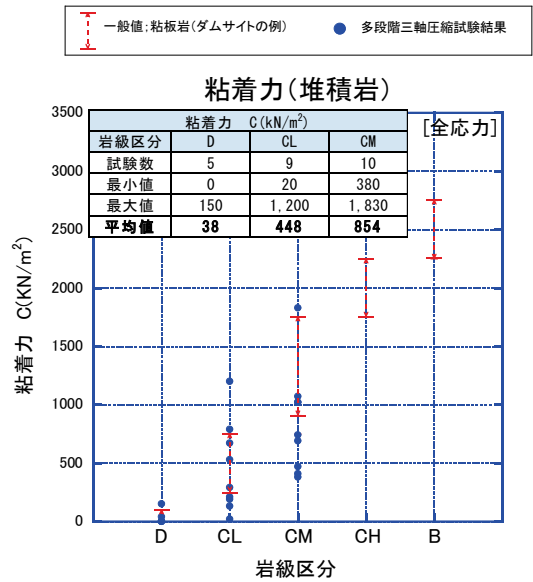


図-2 岩級区分-粘着力 C

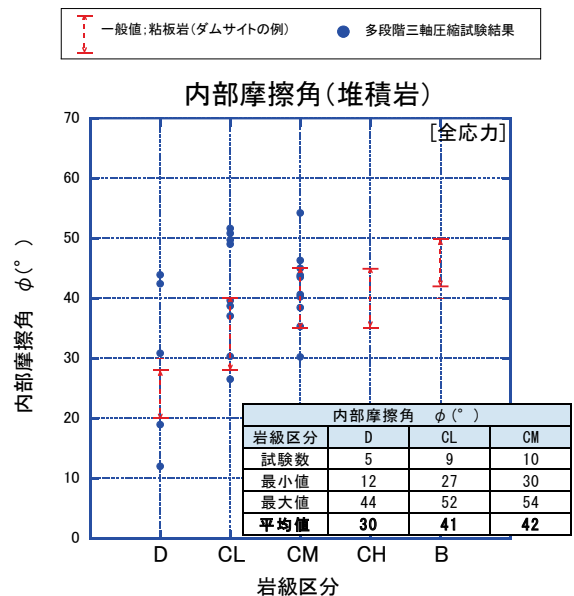


図-3 岩級区分-内部摩擦角 ϕ

4. まとめ

本試験結果を見ると、おおよそ一般値と近い結果が得られているが、直接的に得られたデータであるため過大設計になることを防ぐことができる。また、本試験は一本の供試体から複数の試験結果が得られるため時間的、経済的に有利である。

《引用・参考文献》

- 1) 小高猛司:第5回 中部支部 地盤力学・工学講習会(初級編③)「せん断」名城大・小高【土の破壊基準(垂直応力とせん断応力の重要性)】,2009.9.
- 2) (株)高速道路総合技術研究所:中日本高速道路株式会社 設計要領 第二集 橋梁建設編,2014.7