軽量動的コーン貫入試験と三軸試験による自然まさ土斜面の強度評価

広島大学	学生会員	西井 愛	広島大学	正会員	〇土田 孝	
広島大学	学生会員	管 和暁	広島大学	学生会員	土井豆	聡之

1. 背景・目的

広島大学地盤工学研究室では、斜面での簡易調査法として軽量動的コー ン貫入試験機を導入している。この方法は室内貫入試験と一面せん断試験 による比較を行い、貫入試験により強度定数を推定する方法である。図 -2(a)は室内試験から得られた貫入抵抗値と間隙比の関係を飽和度ごとに グラフにしたものである。図-2(b),(c)は一面せん断試験より間隙比と内部 摩擦角・見かけの粘着力をそれぞれまとめたものである。一番上の図より、 原位置貫入試験により貫入抵抗値を得て、飽和度が既知であれば間隙比を 推定することができる。また、推定した間隙比と一面せん断試験の結果と あわせて、現在の地盤の内部摩擦角と見かけの粘着力、降雨により飽和度 が上昇したときの粘着力が推定できる。

本研究では、室内試験に基づいた推定値の実地盤への適用について検討する ため、異なる3つの条件で三軸試験を行い強度定数を求めている。不撹乱試料 では原位置での強度を求めるための不飽和三軸試験と、降雨時の強度低下を調 べるための飽和三軸試験を行った。また、不撹乱試料と同じ間隙比の再構成試 料でも三軸試験を行い、不撹乱試料との比較を行った。この結果より、提案法 の実地盤への適用について検討した。

2. 試験方法

広島大学ががら山現地観測斜面において、過去の軽量動的コーン貫入試験結 果から深度と貫入抵抗値の関係を A~F の 6 つのグループに分類した。これら の分類は残積土か運搬土かおよび残積土の場合は風化の程度に対応している と考えられ、不撹乱試料の採取は 3 点 b-7(グループ C:風化の程度が小さい残 積土)、c-5(グループ B:風化の程度が中程度の残積土)、e-2(グループ A:風化 の程度が大きい残積土)を選んだ。

サンプリング方法はネイルサンプリングを用いた。この方法は試料の周り に釘を打ち込み微小拘束圧を加えることで、試料に与える影響を少なくするサ ンプリング方法である。採取した試料は試験室内でサンプリング用モールドを 用いて回りを削りながらモールドをゆっくり押し込み凍結させた撹乱試料の







供試体寸法は不撹乱試料直径 5.0cm、高さ 10.0cm とし、圧密圧力 σ = 9.8、19.6、39.2kPa について三軸圧縮試験 を行った。試験条件を表-1 に示す。

試料は、凍結した状態で三軸室内にセットした後に解凍し、不飽和の状態で圧密しせん断した。せん断時の 試験条件は排気非排水条件であり、せん断中にペデスタル設置したセラミックディスクを介してサクションを計 測した。また、供試体の外側に設置した内セルの水位を計測することによりせん断中の体積変化を計測した。

また、同じ箇所で採取した試料を同様にセットした後に試料内に水を通し、飽和させたのちに排水条件でせん断 を行った。また、比較のため同じ試料を再構成して飽和条件で三軸排水試験を行った。

キーワード: まさ土, 斜面安定, コーン貫入試験, 強度定数

連絡先 : 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 地盤工学研究室 TEL. 082-424-7785

それぞれの試験から見かけの粘着力 c と内部摩擦角 φ を求め、貫入試験から推定した値と比較した。

3. 試験結果

図-3に c-5 試料の応力ひずみ曲線を示す。不撹乱試料 では間隙比のばらつきが大きく再構成試料と直接の比較 は難しい。しかし、全体として不撹乱試料では変形係数 が大きく、軸差応力のピークが明瞭に現れる。また、不

飽和試料と飽和化した試 料を比べると、飽和によっ て最大軸差応力は減少し ており、これは供試体内の サクションが飽和化する ことで消失するためであ る。図-4 に貫入抵抗値か ら推定した値と三軸試験 から得られた値との比較 を、(a)間隙比、(b)内部摩



擦角、(c)見かけの粘着力の順に示した。図中の fine と rain はそれぞれ晴天時と降雨時の貫入抵抗値か らの推定値であり、図-2 に示すように、一面せん断 試験より間隙比・飽和度と内部摩擦角、見かけの粘 着力の関係をそれぞれ求め、室内貫入試験から求め た貫入抵抗値よりと間隙比の関係を用いて推定して いる。図中の「不飽和」、「飽和」、「再構成」は三軸 試験から求めた値である。貫入抵抗値から推定した 値は、図-4(a)より、間隙比は b-7、c-5 ではほぼ一 致するのに対し、e-2 では貫入試験から推定した値 よりも大きく 1.266 となった。

図-4(b)をみると、内部摩擦角は不飽和・飽和でば らつきがあるものの、不撹乱試料の個体差と考える と両方の地盤でほぼ一致した。また、e-2 のように 間隙比が推定値と異なっていても内部摩擦角は推定 値と同じ結果が得られた。

再構成 排水 <u>飽和</u> 19.6, 39.2 不撹乱 不飽和 非排水 9.8, 19.6, 39.2 不撹乱 c−5 排水 飽和 9.8, 19.6, 39.2 再構成 <u>飽和</u> 排水 196 392 不撹乱 19.6, 不飽和 非排水 9.8, 39.2 e-2 <u>不撹乱</u> 飽和 排水 9.8, 19.6, 39.2 再構成 飽和 19.6 39 400 300 30 - σ9.8 - σ39.2 ε v19.6 σ19.6 εv9.8 εv39.2 • ■ σ19.6 ■ εv19.6 σ 39.2 – σ39.2 ▲ εν39.2 350 25 250 25 300 c-5 再構成 c-5 飽和 0.751~0.975 20 <u></u>200 20 Έ 250 [%]^ ₹150 15 Š - σ 3[kN 15 200 AAAAAA ь 100 10¹⁶ 150 10 体積ひずみ ε 軸差応力の 軸差応力の を積ひ。 100 5 50 50 0 0 15 -5 15 -5 -50 -100 -10 -10 -100 軸ひずみε(%) <u></u>軸ひずみ ε (%) (b) 不撹乱飽和試料 (c)再構成試料(e=0.80) 三軸試験における応力ひずみ曲線 0.5 1.5 1.5 0 0.5 05 1 0 1 15 n 0.0 n þ−7 €-5 0.2 0.2 0.2 0.4 0.4 0.4 Δ 0.6 0.6 0.8 (E 0.8 か 1 既 1.2 (E^{0.8})し 1 勝 1.2 とり 1.0 勝 1.2 1.4 ◆推定値 ◆ 推定値 1.4 ◆推定値 1.6 1.6 16 ▲サンプリ ング結果 ،++ 1.8 2.0 ング結果 間隙比 (a) ф φ 40 φ 40 35 50 35 45 50 35 40 45 50 45 30 30 30 0.0 0 0.2 0 e−2 ' b-7 ◆ c-5 0.2 0.2 0.4 0.4 ۵ ____ ♠ Δ 📫 Δ **A** 06 0.6 (E し 刊 1.0 黙 1.2 1.4 (E 0.8 北 1 既 1.2 1.4 0.8 ◆推定値
▲不飽和
△飽和
●再構成 ◆推定値 ▲不飽和 1.2 ◆推定値
1.4 ▲不飽和 △飽和 ■ Ø=-1.6 △飽和 1.8 ●再構成 16 1.8 1.8 .。 2 ●再構成 2.0 $2 \Box \phi =$ 内部摩擦角 (b) с 10 10 15 20 15 0 5 15 20 0 5 10 ٥ 0 0 e−2 **/** 0.2 -5 b−7 0.2 0.4 0.2 0.4 0.6 •=+--**4**• 0.4 ▲ 🛃 🜲 _∕_ - 🔼 0.6 0.6 (E 0.8 1 1 1 1 1 2 0.8 0.8 **...** -♦ fine-1 も 1.2 10 1.2 ♦ fine-♦ fine-1 · · · · · · · · · · □ rain-1 ∎☆ ···· □ rain-1 ▲rain-2 ▲不飽和 △飽和 14 **□**<u>∧</u>----▲不飽和 ▲不飽和 -0 1.6 1.6 · 🗖 -∧ 餉和 △飽和 - 🖪 - 🔶 1.8 · · · · <mark>0</mark>· · · · 1.8 ----1.8 20再構成 ●再構成 2 ● 再構成

三軸試験の試験条件

不飽和

飽和

試験条件

98 196 392

19.6.

39.2

9.8,

不飽和·飽和 排水条件 拘束圧(kN/m

非排水

排水

表-1

供試体 不撹乱•再構成

不撹刮

不撹刮

b-7

図-4 軽量動的コーン貫入抵抗値による予測値と三 軸圧縮試験による実測値との比較

(c)

見かけの粘着力

図 4-(c)より、不飽和と飽和の粘着力を比較すると、

飽和することにより見かけの粘着力の低下は見られた。また、全体として粘着力は貫入試験から推定した値より も小さくなる傾向にある。また、再構成試料の結果を見ると、不撹乱試料とほぼ同じ結果が得られており、再構 成試料でも原位置の強度定数に近い値を得ることができると考えられる。

4.結論

軽量動的コーン貫入試験による推定値と三軸試験から求めた値の比較より、間隙比については b-7、c-5 地点に ついてはほぼ一致したが、e-2 では大きくなった。しかし内部摩擦角はすべての地点で推定値とほぼ一致し、再構 成試料と不撹乱試料においても一致した。室内の再構成まさ土のデータに基づいた推定法は間隙比・内部摩擦角 については実測値と大きな差はないが、見かけの粘着力については今後さらに検討が必要と考えられる。