

第Ⅲ部門 粗粒土のせん断強さに関する一推定法

立命館大学大学院 学生員 ○辻家 弘貴
 ㈱西部ガス 齊藤 章人
 中津川市役所 成瀬 友太
 立命館大学理工学部 正会員 福本 武明

1. 緒言

岩砕や巨礫などの粗粒子を多量に含む粒状材料を盛土材料等として使用される機会が増えている。こうした粗粒土を用いて構築された土構造物の恒久的な安定性と耐久性の確保の観点から、締固め後の粗粒土の密度、強度、圧縮性、透水性などの工学的諸特性を適正に評価することは、実務上、極めて重要なことである。

粗粒土の締固め密度については、既にわが国に規定¹⁾があり、それに従って許容最大粒径 D_a よりも粗な粒子を除去した試料（試験土）で締固め試験を実施し、得られた密度を D_a より大きな粗粒子の混入率 P に応じて補正し、粗粒土の乾燥密度 ρ_d を求めるという方法が採られている。粗粒土のせん断強さについても、その適正値を最終的には現行締固め規定と連動させ、 P に応じて補正して求められるような方法の確立が望まれるところである。

そこで本論文では、上記のような視点から、 P に応じて補正して求まる締固め密度 ρ_d を基礎に、粗粒土のせん断強さ ϕ の一推定方法を提案²⁾するとともに、その妥当性を既往の実験データ³⁾により検証したので、その結果について報告する。

2. 粗粒土の締固め密度 ρ_d の推定

現行規定では、式(1)のような Walker-Holtz 式が用いられている。式中、 ρ_{d1} は試験土の実測乾燥密度、 ρ_{d2} は粗粒部分の平均粒子密度である。この式は、多くの人々が指摘するように、 $P \leq 30 \sim 40\%$ の範囲でしか成り立たない。

そこで著者らは、その対案として式(1)中に含まれる不合理な点を改善した、式(2)を以前から提案し使用している（詳細：文献^{4) 5) 6)} 参照）。

式中、 ρ_{dg} は粗粒部分のみの場合の実測締固め密度であり、係数 α と β は粒径比 D_m/d_m (D_m ：粗粒部分の平均粒径、 d_m ：試験土の平均粒径) と材料特性値(ρ_{d1} , ρ_{d2} , ρ_{dg})さえ既知であれば容易に求められる。⁵⁾ 式(2)の推定精度は、実務上十分良好であることが報告されている。⁶⁾

以下の議論では、上記2法を基礎にそれらを比較する形で粗粒土のせん断強さの検討を行うことにする。

3. 粗粒土のせん断抵抗角 ϕ の推定

まず粗粒土の ρ_d は、2節の方法で求められるから、これを式(3)より間隙比 e に換算する。式中、 G_g は粗粒部分の比重である。

$$e = \frac{G_g}{\rho_d} - 1 \quad (3)$$

次に、粗粒土のせん断抵抗角 ϕ については、粒状体を対象として提案

$$\sin \phi = \frac{\bar{m}}{1 + e} \quad (4)$$

された最上⁷⁾の式、すなわち式(4)を利用して推定する。この式は、ロックフィルダムなど粗粒材料を扱う分

キーワード；粗粒土、締固め、密度、せん断強さ

住所；滋賀県草津市野路東 1-1-1、電話；077-566-1111（内線 8717）、FAX；077-561-2667

野⁸⁾でも利用されている。式(4)中の定数 $\bar{m}$ については、粒度配合や粒子形状などに依存すると考えられ、種々の研究⁹⁾¹⁰⁾がある。しかし文中では、 $\bar{m}$ の取り扱いとして粗粒土原土と試験土とで変わらない、つまり材質が同じなら不変と仮定する。そうすれば結局、式(5)から式(3)の e を代入することによって粗粒土の ϕ が推定できる。

$$\sin \phi = \frac{1+e_1}{1+e} \sin \phi_1 \quad (5)$$

4. 具体例

上記の考え方が妥当なものかどうかを検証するために、ここでは岩砕を用い礫分混入率 P を種々変えて行った日笠山・西林³⁾の大型三軸圧縮試験のデータを用いることにする（数値等の詳細：原文を参照されたい）。

Fig.1 は礫分混入率 P と締固め密度 ρ_d との関係を、また Fig.2 は P とせん断抵抗角 ϕ との関係をそれぞれプロットしたものである。これらの図中において、▲印は実測値であり、●印と■印はそれぞれ式(1)と式(2)を用い前節で述べた考え方に従って求めた計算値である。

これらの図から、式(5)による ϕ の計算値と実測値との相関関係は、式(5)を使う前段階で密度推定式として式(1)を使うか式(2)を使うかによって大きく異なる結果になること、及び式(1)に比べ式(2)を使った場合、 P の全範囲にわたってほぼ傾向的に支持できることなどが分かる。しかし、 $P=40\%$ のときの実測値 $\phi=48^\circ$ が計算値を大きく上回っている点が気に掛かるところである。

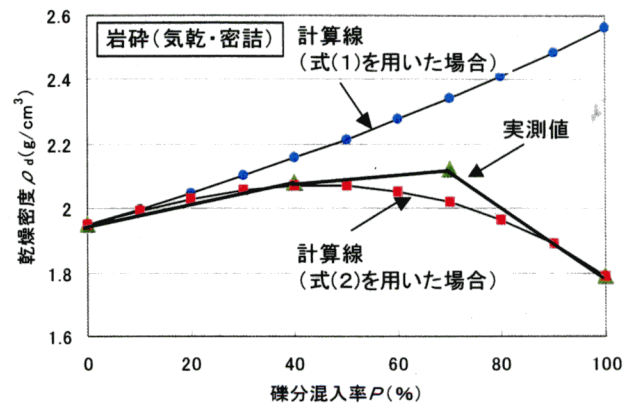


Fig.1 締固め密度と礫分混入率の関係

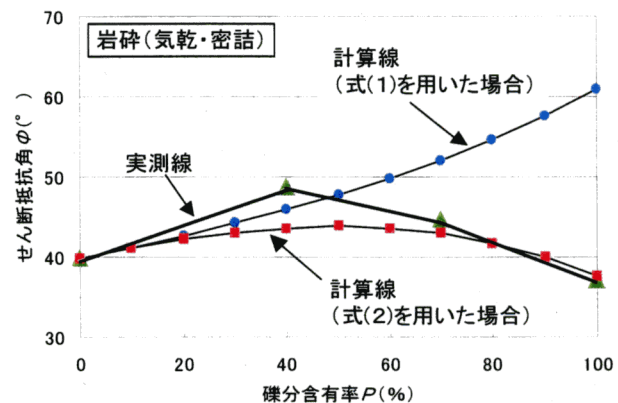


Fig.2 せん断抵抗角と礫分混入率の関係

5. 結言

粗粒土のせん断抵抗角 ϕ を、わが国の締固め規定と連動させ、礫分含有率 P に応じ補正して求められるような方法の提案を行った。今回提案の推定法は、現行締固め規定で採用の式(1)に代わり式(2)を使えば P の全範囲にわたって傾向的に支持できる値となり、決して理不尽なものでないことが判明した。

参考文献

- 1) 地盤工学会編：「土質試験の方法と解説（第一回改定版）」，2000。
- 2) 福本武明：粗粒土の工学的諸特性の推定法に関する一提案，立命館大学地盤研究室資料，pp.1～4，2001。
- 3) 日笠山徹巳・西林清茂：粗粒材料の圧縮強度特性と砂分含有率について，第32回地盤工学研究発表，pp.405～406，1997。
- 4) 福本武明・増井久：粗粒土の締固め密度推定法，土と基礎，Vol.49，No.8，pp.26～28，2001。
- 5) 福本武明・増井久：二要素混合問題における粒径比の影響，第36回地盤工学研究発表会，pp.549～550，2002。
- 6) 増井久・福本武明：粗粒土の締固め密度推定式の比較，土木学会論文集，No.701/Ⅲ-58，pp.135～143，2002。
- 7) 最上武雄：レキの内部摩擦角と常数 k について，土と基礎，vol.16，No.11，pp.29～36，1968。
- 8) 電力土木技術協会編：最新フィルダム工学，1981。
- 9) 吉越洋：粒状体の内部摩擦角に影響する諸因子について，東京大学博士論文，1971。
- 10) 諸戸靖史：粒状体の変形と強度に関する基礎的研究，1976。