

2012年度 地盤工学基礎 演習課題 [2012.10.3 出題]

問題

直径 50.0 mm, 高さ 100.0mm の円柱形の土試料は, 湿潤状態における質量が 329.9 g であった。また, この土を乾燥させたら 243.5 g となった。

この土の湿潤密度 ρ_t , 湿潤単位体積重量 γ_t , 乾燥密度 ρ_d , 乾燥単位体積重量 γ_d をそれぞれ求めよ。なお, 重力加速度は 9.8 m/s^2 とし, 密度の単位は t/m^3 , 単位体積重量の単位は kN/m^3 で表せ。

解答例

土試料の体積は,

$$V = \frac{5.00^2 \times \pi}{4} \times 10.00 = 196.35 \text{ (cm}^3\text{)}$$

湿潤密度

$$\rho_t = \frac{m}{V} = \frac{329.9}{196.35} = 1.6802 \text{ (g/cm}^3\text{)} \approx 1.68 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

湿潤単位重量 : 密度の単位を一旦 kg/m^3 に変換して計算する。

$$\gamma_t = \rho_t \cdot g = 1680.2 \times 9.8 = 16466 \text{ (N/m}^3\text{)} \approx 16.5 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

乾燥密度

$$\rho_d = \frac{m}{V} = \frac{243.5}{196.35} = 1.2401 \text{ (g/cm}^3\text{)} \approx 1.24 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

乾燥単位重量

$$\gamma_d = \rho_d \cdot g = 1240.1 \times 9.8 = 12153 \text{ (N/m}^3\text{)} \approx 12.2 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

補足

(1) 単位相互の関係を確認しておきましょう。

$$1 \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{1 \times 10^{-6}}{1 \times 100^{-3}} \text{ (t/m}^3\text{)} = 1 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

密度 $1 \text{ t/m}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$ の物質の単位重量は？ ($g=9.8 \text{ m/s}^2$ の場合)

$$\gamma = \rho g = 1000 \times 9.8 \text{ (kg/m}^3 \cdot \text{m/s}^2\text{)} = 9800 \text{ ([kg} \cdot \text{m/s}^2\text{)]/m}^3\text{)} = 9800 \text{ (N/m}^3\text{)} = 9.8 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

(2) 桁違いの解答がかなり見られました。

水は約 $1 \text{ t/m}^3 \equiv 9.8 \text{ kN/m}^3$ ということを基準に解答をチェックしてみよう。

(3) 円周率 π が付いたままの解答は不十分です。

工学はモノづくりが目的なので、最終的に得られた数値が設計施工に利用できる形でなければなりません。実数、または指数形式で表示してください。

(4) 有効数字の桁は計算に用いる計測値の桁数で決まりますが、今回は最終解答で切りすぎた例が多いようです。

なお、中間の計算ではいわゆる丸め誤差の蓄積を防ぐため、有効桁より多目の桁数で処理を行い、最終的に適切な桁数でまとめるようにしましょう。

また、重力加速度や水の密度など、仮定値として与えたものは有効桁としては扱わず、基本的には計測値の桁数を基準に計算結果をまとめるようにしてください。

今回の解答では、試料の直径 50.0 mm の 3 桁を有効桁とすることが適切でしょう。