

2011年度 地盤工学基礎 演習課題 [2011.10.3 出題]

問題

1 辺が 50.0 mm の立方体に成形した湿潤状態の土の質量は 207.5 g であった。また、この土を乾燥させたら 172.5 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、 $V = 5.00^3 = 125 \text{ (cm}^3\text{)}$

湿潤密度: $1 \text{ g/cm}^3 \equiv 1 \text{ t/m}^3$ の関係より、(※補足 1)

$$\rho_t = \frac{m}{V} = \frac{207.5}{125} = 1.66 \text{ (g/cm}^3\text{)} = 1.66 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

湿潤単位重量

質量 1 t ($\equiv 1000 \text{ kg}$) の物体の重量は、 $W = mg = 1000 \times 9.8 = 9800 \text{ N} = 9.8 \text{ kN}$ より

$$\gamma_t = \rho_t \cdot g = 1.66 \times 9.8 = 16.3 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

乾燥密度: $\rho_d = \frac{m_s}{V} = \frac{172.5}{125} = 1.38 \text{ (g/cm}^3\text{)} = 1.38 \text{ (t/m}^3\text{)}$

乾燥単位重量 $\gamma_d = \rho_d \cdot g = 1.38 \times 9.8 = 13.5 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

演習補足

1) $1 \text{ g} = 1 \times 10^{-6} \text{ t}$ 、 $1 \text{ cm}^3 = (1 \times 10^{-2})^3 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ より、 $1 \text{ g/cm}^3 \equiv 1 \text{ t/m}^3$

2) 単位の扱いで、桁違いの非現実的な数値となった答案が多く見られました。常識的に取り得る数値として、次の範囲を押さえておくと良いでしょう。(必ず単位とセットで) (特殊土で例外はありますが、桁は変わりません。)

湿潤密度 ρ_t : 1.0~2.1 (t/m³)

乾燥密度 ρ_d : 0.9~1.6 (t/m³)

湿潤単位重量 γ_t : 10~21 (kN/m³)

乾燥単位重量 γ_d : 9~16 (kN/m³)

講義補足

1) 関係式 $e \cdot S_r = w \cdot G_s$ の証明

$$e \cdot S_r = \left(\frac{V_v}{V_s} \right) \cdot \left(\frac{V_w}{V_v} \right) = \frac{V_w}{V_s} = \frac{\rho_s \cdot \rho_w}{\rho_s \cdot \rho_w} \cdot \frac{V_w}{V_s} = \frac{(\rho_w \cdot V_w)}{(\rho_s \cdot V_s)} \cdot \left(\frac{\rho_s}{\rho_w} \right) = \left(\frac{m_w}{m_s} \right) \cdot \left(\frac{\rho_s}{\rho_w} \right) = w \cdot G_s$$