

2015年度 地盤工学基礎 演習問題 [2015.10.7 出題]

問題

質量 389.5 g, 体積 245.8cm³ の土試料の物理量について以下の問いに答えよ。

- ①この土試料の密度 ρ を計算し, g/cm³, および t/m³ の単位でそれぞれ示せ。
- ②この土試料の単位重量 γ を kN/m³ の単位で示せ。(重力加速度は 9.81 m/s²)

解答例

①

$$\rho = \frac{389.5}{245.8} = 1.5846 \dots = 1.585 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

ここで, 質量と体積の単位を変換すると,

$$389.5 \text{ (g)} \equiv 389.5 \times 10^{-3} \text{ (kg)} \equiv 389.5 \times 10^{-6} \text{ (t)}$$

$$245.8 \text{ (cm}^3\text{)} \equiv \frac{245.8}{100^3} \text{ (m}^3\text{)} = 245.8 \times 10^{-6} \text{ (m}^3\text{)}$$

より,

$$\rho = \frac{389.5 \times 10^{-6}}{245.8 \times 10^{-6}} = \frac{389.5}{245.8} = 1.585 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

室内試験の計測データは g, cm の単位が用いられるため, 密度の単位は前者となるが, 設計や現場は t, m のスケールになるので, 後者の単位が用いられる。

どちらも, 数値の桁は同じなので, 単位を書き換えるだけで済む。

②

力・重量の単位は, 1(N)=1(kg・m/s²) なので, 一旦 t を kg に置き換えると, 密度は, 1.585 (t/m³) \equiv 1585 (kg/m³) より,

$$\gamma = \rho \cdot g = 1585 \text{ (kg/m}^3\text{)} \times 9.81 \text{ (m/s}^2\text{)} = 15548.85 \text{ (N/m}^3\text{)} \equiv 15.5 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

補足

(1) 単位重量の計算結果が桁違いとなった解答が 1/3 ほど見られた。計算式を見直すとともに, 地盤の密度は, ほとんどが $\gamma_t = 10 \sim 20 \text{ kN/m}^3$ の範囲に入ることを覚えておくと良い。

(2) 講義で提示した基本物理量の関係式: $e \cdot S_r = w \cdot G_s$ を証明してみよう。

各物理量の体積, 質量に関する定義式を適用すると,

$$\text{左辺は, } e \cdot S_r = \left(\frac{V_v}{V_s} \right) \cdot \left(\frac{V_w}{V_v} \right) = \frac{V_w}{V_s} \quad \text{右辺は, } w \cdot G_s = \left(\frac{m_w}{m_s} \right) \cdot \left(\frac{\rho_s}{\rho_w} \right) = \frac{m_w}{m_s} \cdot \left(\frac{\frac{m_s}{V_s}}{\frac{m_w}{V_w}} \right) = \frac{V_w}{V_s}$$

より, 両辺とも水と土粒子の体積比となり, $e \cdot S_r = w \cdot G_s$ が成り立つ。