

令和 9 年度 専攻科入学者選抜学力検査問題

100点
60分

専門科目 (創造工学専攻建設環境工学コース)

注意事項

1. 問題用紙は指示があるまで開かないこと。
2. 問題用紙は 1 ページから 3 ページまでである。
検査開始の合図のあとで確かめること。
3. 解答は、解答用紙の表面に全て記入し、裏面は用いないこと。
4. 解答用紙の得点欄には記入しないこと。

問題 1

図 1.1 に示すように、支間長 $3L$ [m] の単純梁（ヤング係数： E [N/m²]，断面積： A [m²]）がある。今、梁中間部の点 C，および点 D において、それぞれ集中荷重 $20F$ [N]（水平右方向成分 3：鉛直下方向成分 4：斜辺成分 5 の斜辺成分が $20F$ [N]）， $11F$ [N]（鉛直上方向）が作用している。次の問いに答えよ。なお、断面力の符号（正の方向）は、図 1.2 に示すように、微小領域が引張となるように作用する軸力を正值、微小領域が右下がりとなるように作用するせん断力を正值、また、微小領域が下に凸（上側圧縮－下側引張）となるように作用する曲げモーメントを正值とすること。なお、解答の際は、力の単位を [N]，長さの単位を [m] として答えること。

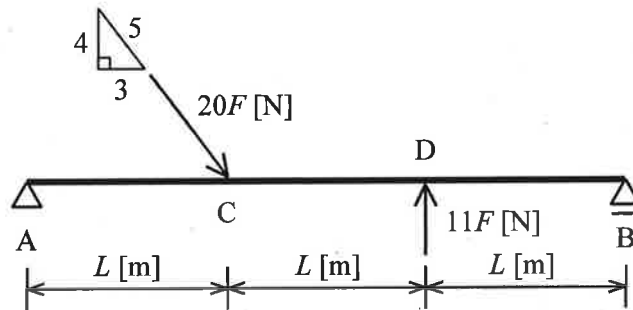


図 1.1：集中荷重を受ける単純梁構造

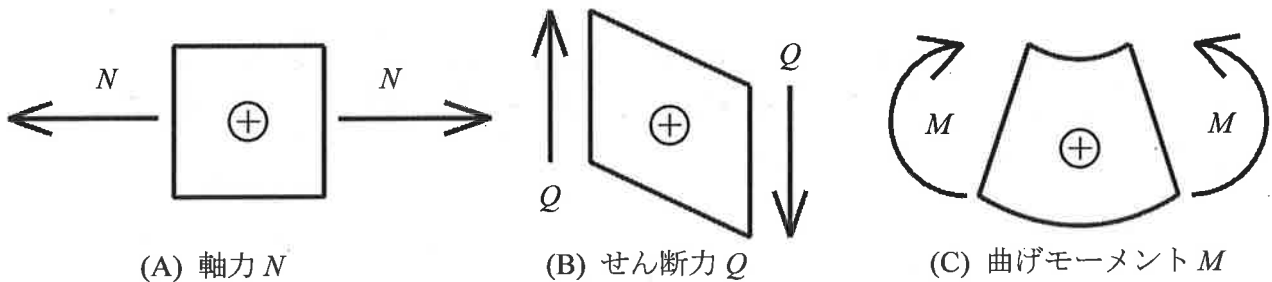


図 1.2：断面力の符号の定義（正の方向）

- (1) 力の釣り合い条件式を示した上で、支点 A における水平方向の支点反力 H_A ，鉛直方向の支点反力 R_A ，および支点 B における鉛直方向の支点反力 R_B を求めよ。ただし、水平方向は右方向，鉛直方向は上方向を正值とすること。
- (2) 区間 AC，区間 CD，および区間 DB で場合分けを行い，区間ごとに仮想切断部材図（当該部材に作用する全ての外力，内力：軸力 N_x ，せん断力 Q_x ，および曲げモーメント M_x を含む図）を示し，同図内で指定する位置 x （区間 AC：支点 A を原点に水平右方向，区間 CD：点 C を原点に水平右方向，区間 DB：支点 B を原点に水平左方向）を図示した上で，力の釣り合い条件式を示し，軸力 N_x ，および曲げモーメント M_x を求めよ。
- (3) 軸力図（ N 図），および曲げモーメント図（ M 図）を作図せよ。なお，(2) で求めた式へ各数値を代入して，断面力の変化点に代表値を求め，図中には，断面力の代表値と符号を明記すること。
- (4) 本梁構造に関して，軸力 N によるひずみエネルギー U_N を求めよ。なお，軸力 N_x ，部材長 L [m]，ヤング係数 E [N/m²]，断面積 A [m²] のひずみエネルギー U_N [J] は，下式で表される。

$$U_N = \int_0^L \frac{(N_x)^2}{2EA} dx$$

問題2

水深 h の淡水湖に、直方体の形状をしたコンクリートブロックが図 2.1 のように沈められている。このコンクリートブロックの点 $a-b$ 間に作用する全水圧とその作用点を求めたい。次の問いに答えよ。ただし、水の密度を ρ 、重力加速度を g とする。

- (1) コンクリートブロックの点 $a-b$ 間にかかる水圧分布を矢印の向きや大きさを示せ。
- (2) コンクリートブロックの点 a にかかる水圧 p_a および点 b にかかる水圧 p_b を文字式で示せ。
- (3) 水面からコンクリートブロック図心までの距離 h_G を文字式で示せ。
- (4) コンクリートブロックの点 $a-b-c-d$ で囲まれた面（面積 A ）にかかる全水圧 P を、水面からコンクリートブロック図心までの距離 h_G を用いた文字式で示せ。ただし、面積 A については図中の記号を用いた文字式で表現すること。
- (5) 水面を起点とする全水圧 P の作用点の距離 h_C を、図中の γ および水面からコンクリートブロック図心までの距離 h_G を用いた文字式で示せ。

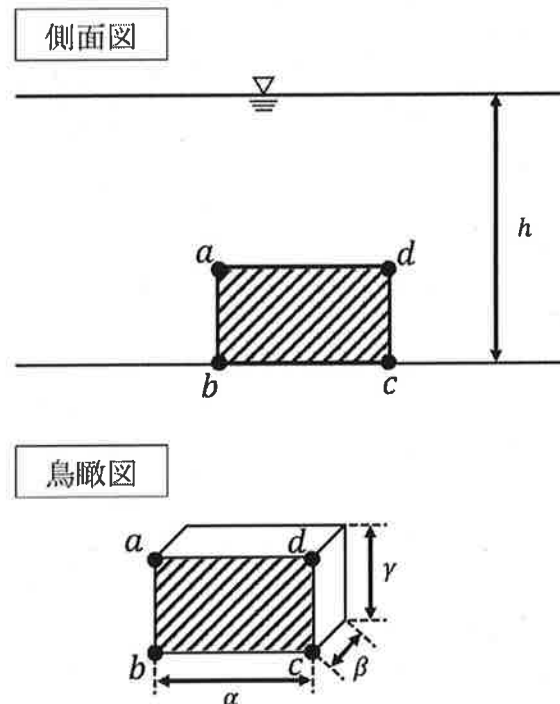


図 2.1：水面下に沈められたコンクリートブロック

問題3

(1) 土の状態を表す1)～4)の物理量について、[]内の物理量を用いて表せ。それぞれの量記号は以下に示すとおりである。

ρ_s :土粒子の密度

ρ : 湿潤密度

w : 含水比

ρ_d : 乾燥密度

e : 間隙比

S_r : 飽和度

ρ_w : 水の密度

1) 湿潤密度 $\rho = [\rho_s, \rho_w, e, S_r \text{ を用いる}]$

2) 乾燥密度 $\rho_d = [\rho_s, w \text{ を用いる}]$

3) 間隙比 $e = [\rho_d, \rho_s \text{ を用いる}]$

4) 飽和度 $S_r = [w, \rho_s, \rho_w, e \text{ を用いる}]$

(2) 乱さない土の自然状態における体積と質量を測定したところ、体積 $1.0 \times 10^5 \text{ mm}^3$ 、質量 116 g であり、この試料を乾燥させた質量は 100 g であった。この土について、以下の 1)～6)の物理量を求め、単位をつけて求めよ。ただし、無次元の場合は単位の記入の必要はない。また、土粒子の密度 $\rho_s = 2.60 \text{ Mg/m}^3$ 、水の密度 $\rho_w = 1.00 \text{ Mg/m}^3$ 、重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ とする。

1) 湿潤密度 $\rho [\text{Mg/m}^3]$

2) 含水比 $w [\%]$

3) 乾燥密度 $\rho_d [\text{Mg/m}^3]$

4) 間隙比 e

5) 飽和度 $S_r [\%]$

6) 湿潤単位体積重量 $\gamma_t [\text{kN/m}^3]$

【(2)の解答条件】

- ・ 解答に当たっては、計算式を示すこと。文字、記号による公式は示さなくても良い。
- ・ 間隙比は小数点以下2位まで表す。
- ・ 含水比、飽和度は小数点以下1位まで表す。