

【問3】(社会基盤工学1)

次の問題1～2に答えよ。

問題1 図1に示すように、長さ l 、断面幅 b 、断面高さ h の梁に等分布荷重 q が作用している。このとき、以下の(1)～(4)の問いに答えよ。ただし、この梁は部材軸方向に一様で、その自重は無視する。また、平面保持の仮定が成立するものとする。

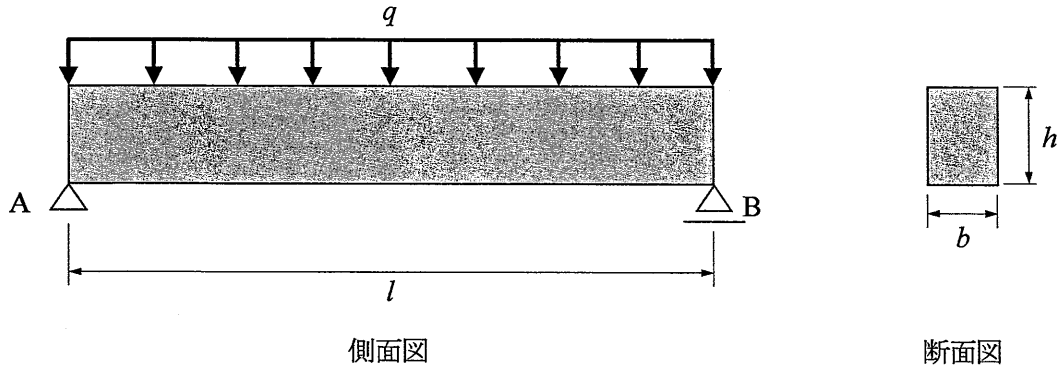


図1 梁

- (1) A点およびB点の支点反力 V_A 、 V_B を求めよ。なお、解答欄の自由物体図(フリーボディ図)に支点反力の矢印を記入すること。
- (2) 最大曲げモーメント M_{max} を求めよ。
- (3) 曲げモーメントによる最大引張応力 σ_{max} を求めよ。
- (4) 最大引張応力をゼロにするように、図2に示す断面の中央に圧縮力 N を作用させたい。このとき、圧縮力 N を求めよ。

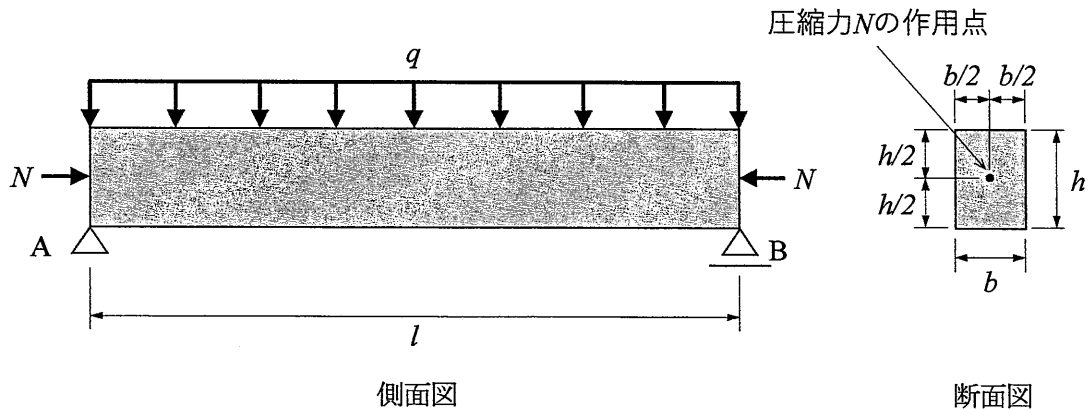


図2 圧縮力 N を作用させた梁

問題2 図3に示すように5層の水平地盤があり、上面と下面の不透水層の間にA～C層で構成される透水層が存在している。A層の層厚は D_1 、透水係数は k_A 、B層の層厚は D_2 、透水係数は k_B 、C層の層厚は D_3 、透水係数は k_C である。これらの透水層の内部では、地下水が水平方向に流れているものとし、以下の(1)～(3)の問いに答えよ。なお、解答欄に計算過程を記述し、設問中に示されていない記号を用いる場合は、記号の定義を記すこと。解答は、小数第3位を四捨五入し、小数第2位までの概数で示すこと。

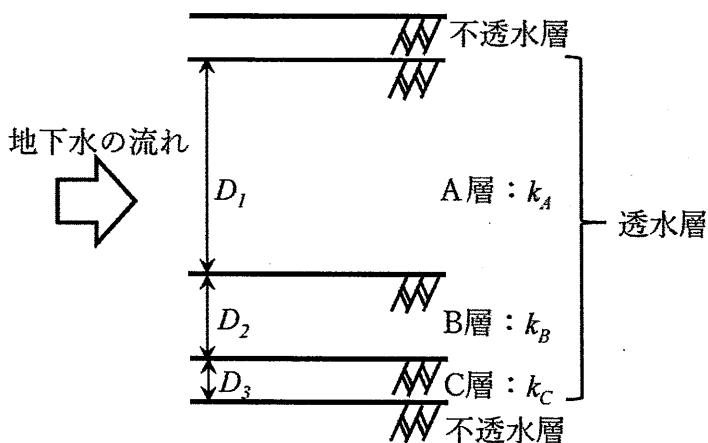


図3 水平地盤

(1) A層で試料をサンプリングして供試体を作成し、図4に示す定水位透水試験を実施した。供試体の寸法は、高さ $l=8\text{ cm}$ 、直径 $D=10\text{ cm}$ である。試験時の水位差を $\Delta h=10\text{ cm}$ で保ちながら、1分当たりの透水流量 q を測定したところ、 60 cm^3 であった。A層の透水係数 k_A (m/s)を求めよ。ただし、水の粘性係数に関する温度補正はしなくてよい。

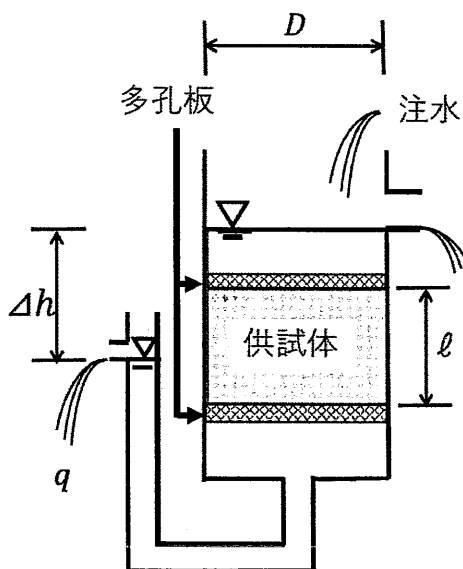


図4 定水位透水試験

(2) この水平地盤では、図5に示すように観測孔が設置されて調査が進展し、観測孔の間隔 (L)、観測孔間の水頭差 (ΔH)、各層の厚さ、各層の透水係数の値が表1に示す結果になった。この結果のもとで透水層全体における奥行き1m、1時間あたりの透水流量 Q (m^3)を求めよ。

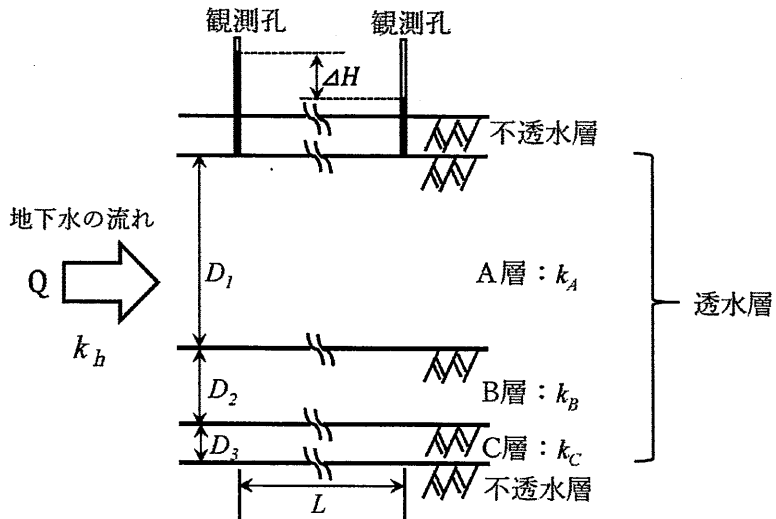


図5 水平地盤における観測孔と水頭差

表1 各計測値

| | | |
|--------------------|----------|-----------|
| 観測孔の間隔 L (m) | 250 | |
| 水頭差 ΔH (m) | 0.5 | |
| 層厚 (m) | A層 D_1 | 5.0 |
| | B層 D_2 | 2.0 |
| | C層 D_3 | 1.0 |
| 透水係数 | A層 k_A | k_A |
| | B層 k_B | $1.5 k_A$ |
| | C層 k_C | $0.5 k_A$ |

(3) この水平地盤の水平方向における透水層全体の透水係数 k_h (m/s)を求めよ。

【問4】(社会基盤工学2)

次の問題1～2に答えよ。

問題1 図1に示すように、断面Aの図心Gを通るX軸に対して、X軸に平行でa離れたX1軸の座標系において、X1軸に関する断面二次モーメント I_{X1} を考える。このとき、次の(1)～(9)に入る数式、記号および数値を答えよ。

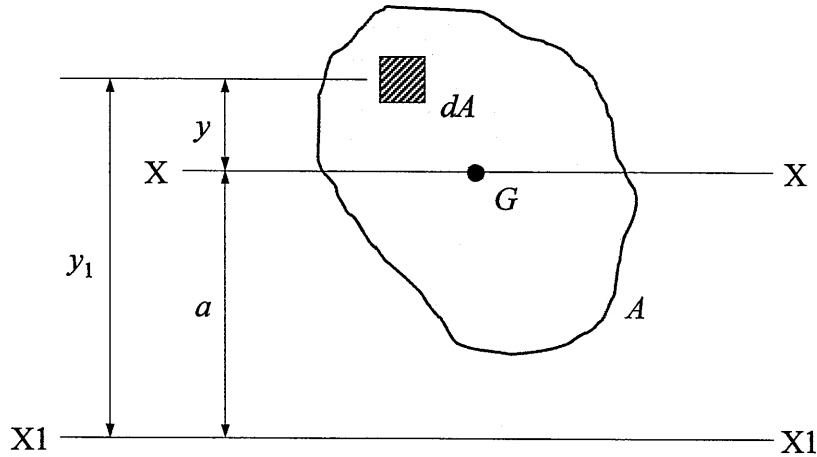


図1 X1軸に関する断面二次モーメント

断面の微小要素の面積 dA と微小要素の $X1$ 軸からの距離 y_1 から、 $X1$ 軸に関する断面二次モーメント I_{X1} は、次式で求められる。

$$I_{X1} = \boxed{(1)}$$

ここで、 $y_1 = a + y$ から、上記 I_{X1} は次式のように変形できる。

$$I_{X1} = \boxed{(2)} = \boxed{(3)} A + 2a \boxed{(4)} + \boxed{(5)}$$

図心に関する断面一次モーメントは $\boxed{(6)}$ となり、また図心に関する断面二次モーメントを I_x と表記すると、

$$I_{X1} = \boxed{(7)}$$

となる。

上記を参考にすると、図2に示す長方形断面の図心を通るX0軸に関する断面二次モーメント I_{X0} および X0軸に平行で h 離れた X1軸に関する断面二次モーメント I_{X1} は、

$$I_{X0} = \boxed{(8)}$$

$$I_{X1} = \boxed{(9)}$$

となる。

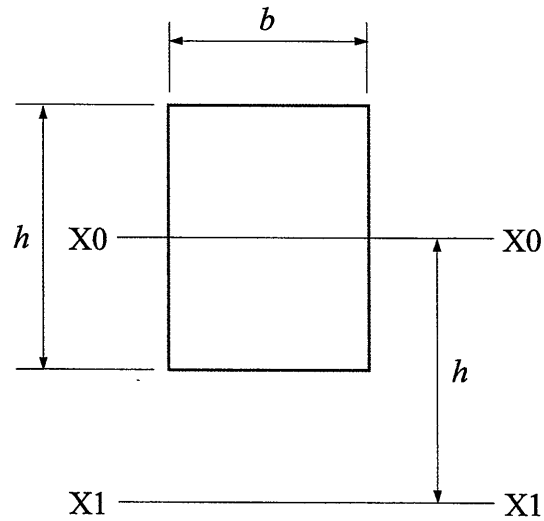


図2 X0軸およびX1軸に関する断面二次モーメント

問題2 次の(1)~(2)の問いに答えよ。

(1) ア~オに当てはまる語句または数式を答えよ。

水路床を基準面とした単位質量あたりの水のエネルギーを水頭の形であらわしたものを比エネルギー E とよぶ。開水路に流れる一定流量 Q に対し、比エネルギー E と水深 h の関係を示すと、図3のようになる。図3において、比エネルギーが最小になる点の水深 h_c のことを、アという。この状態の流れを限界流とよび、比エネルギーは最小にて流れることができる。開水路の流れは水深 h_c を境として、同一の比エネルギーに対して h_1 と h_2 の二つの水深が現れる。この一組の水深は互いに交代水深の関係にあるという。水深が h_c よりも深い場合、流れはイとなる。逆に、水深が h_c よりも浅い場合、流れはウとなる。フルード数を $Fr = v/\sqrt{gh}$ で定義すると、アは $Fr=1$ のとき的水深である。水深が h_c よりも深い流れのフルード数はエ、水深が h_c よりも浅い流れのフルード数はオである。

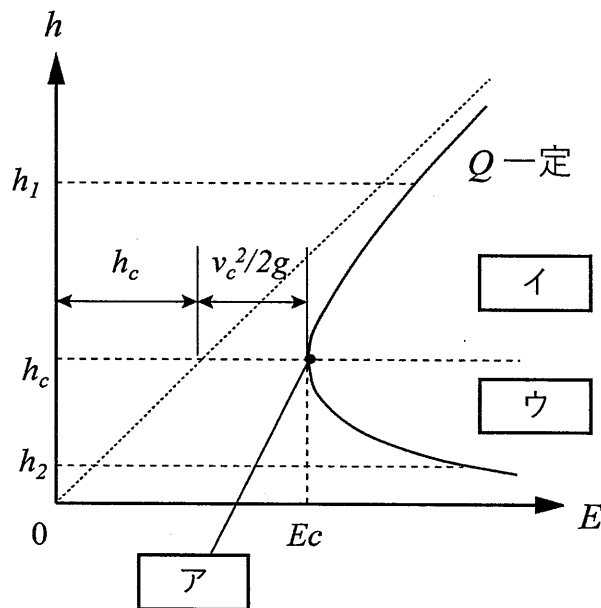


図3 一定流量 Q に対する比エネルギー E と水深 h の関係

(2) 水面形状を示せ。

図4に示す水路幅が一定である広矩形水路に、一定流量が流れている場合を考える。上流側は水路勾配 i_1 と一定であり、これは限界勾配 i_c よりも小さく、緩勾配水路である。逆に、下流側は水路勾配 i_2 と一定であり、これは限界勾配 i_c よりも大きく、急勾配水路である。緩勾配水路と急勾配水路ではそれぞれ等流水深 h_{01} と h_{02} を形成し、流れの形態が異なる。本水路に形成されると考えられる水面形を図に記述せよ。なお、水面形記述の際には、 h_c 、 h_{01} 、 h_{02} 、支配断面がどこに該当するか分かるように示せ。また、水面形には M_2 と S_2 の名称を合わせて記述せよ。

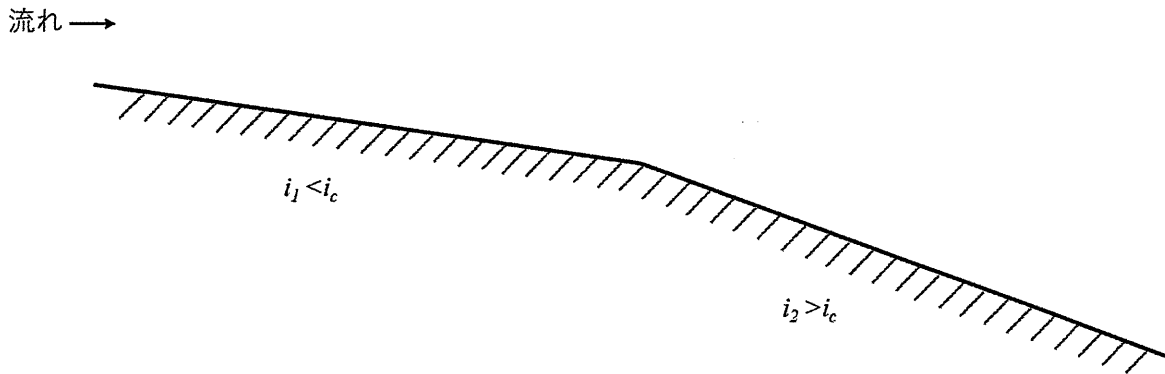


図4 緩勾配から急勾配部への流れ