

【問3】(社会基盤工学1)

次の問題1～2に答えよ。

問題1 図1に示すとおり、A点が固定端、B点がローラー支点のほりに、等分布荷重 q が作用している。このほりの支点反力(V_A 、 V_B 、 M_A)を以下の手順で求めるとき、次の(1)～(6)に入る数字や記号を答えよ。ただし、曲げ剛性 EI は一定とする。なお、解答欄には答えのみを記入すること。

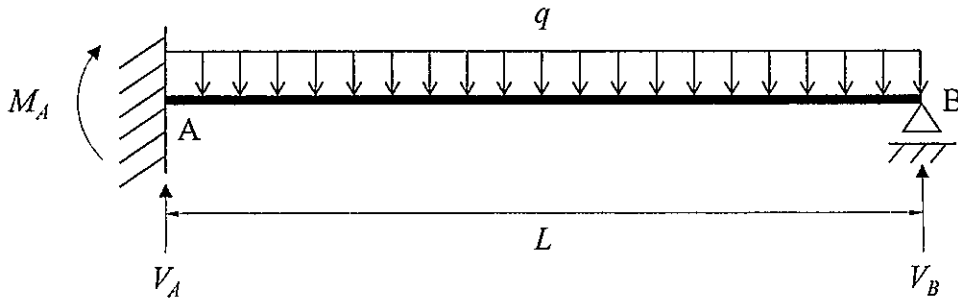


図1 不静定構造物

図1は、一次の不静定構造物である。そのため、支点反力を求めるにあたっては、まず、図2に示す片持ちばりに等分布荷重 q が作用している場合を考える。このときのB点のたわみ y_{B1} は(1)となる。続いて、図3に示す片持ちばりのB点に不静定力 X を作用させた場合、B点でのたわみ y_{B2} は(2)となる。

ここで、図1に示すB点でのたわみ y_B を考える。B点はローラー支点であるため、変形の適合条件式(境界条件式)は、

$$y_B = y_{B1} + y_{B2} = \text{(3)}$$

となる。上記の関係式から不静定力、すなわちB点の支点反力 V_B は(4)となる。一方、A点の支点反力 V_A は(5)、 M_A は(6)となる。

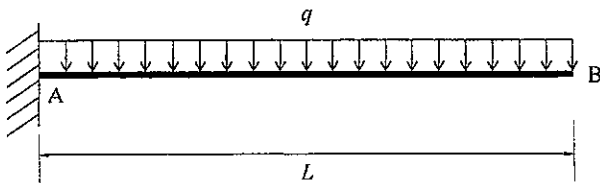


図2 片持ちばり(等分布荷重)

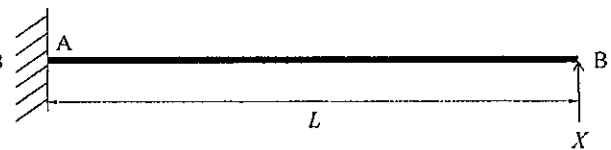


図3 片持ちばり(不静定力X)

問題2 土質調査のためサンプリングを行う。ボーリング孔底に試料採取用のサンプラーを押し込むことにより試料（土）を採取する。直径 50 mm、長さ 100 cm のサンプラーがちょうど一杯になったときの土の質量が 4500 g のとき、次の(1)~(3)について、小数第 3 位を四捨五入して小数第 2 位までの概数で答えよ。ただし、この土の土粒子密度は $\rho_s=2.60 \text{ g/cm}^3$ 、円周率は 3.14 とする。解答欄には途中の計算式も記入すること。

(1) 採取した土の湿潤密度 $\rho_r (\text{g/cm}^3)$ を求めよ。

(2) 採取した土の乾燥質量（土の土粒子部分の質量） m_s が 3500 g のとき、土の含水比 ω (%) および間隙比 e を求めよ。

(3) 土の含水比 ω および間隙比 e が(2)で求めた値のとき、土の飽和度 S_r (%) を求めよ。ただし、水の密度 $\rho_w=1.0 \text{ g/cm}^3$ とする。

【問4】(社会基盤工学2)

次の問題1～2に答えよ。

問題1 図1の断面Aに関する次の(1)～(3)の問いに答えよ。なお、解答欄には答えのみを記入すること。

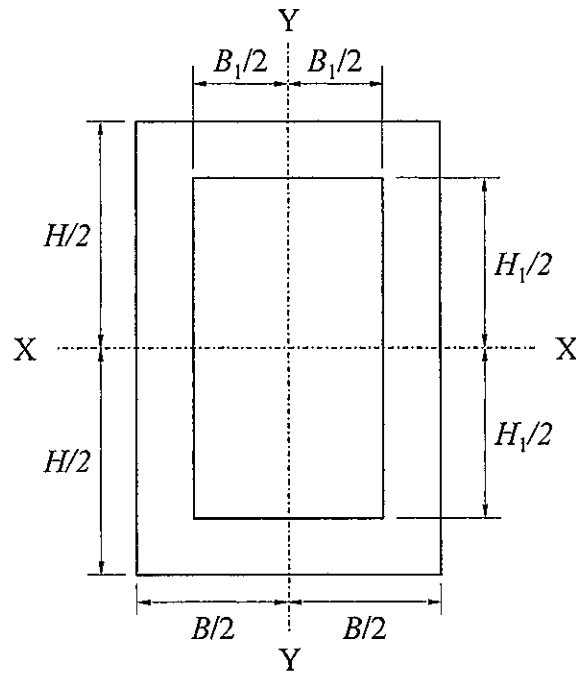
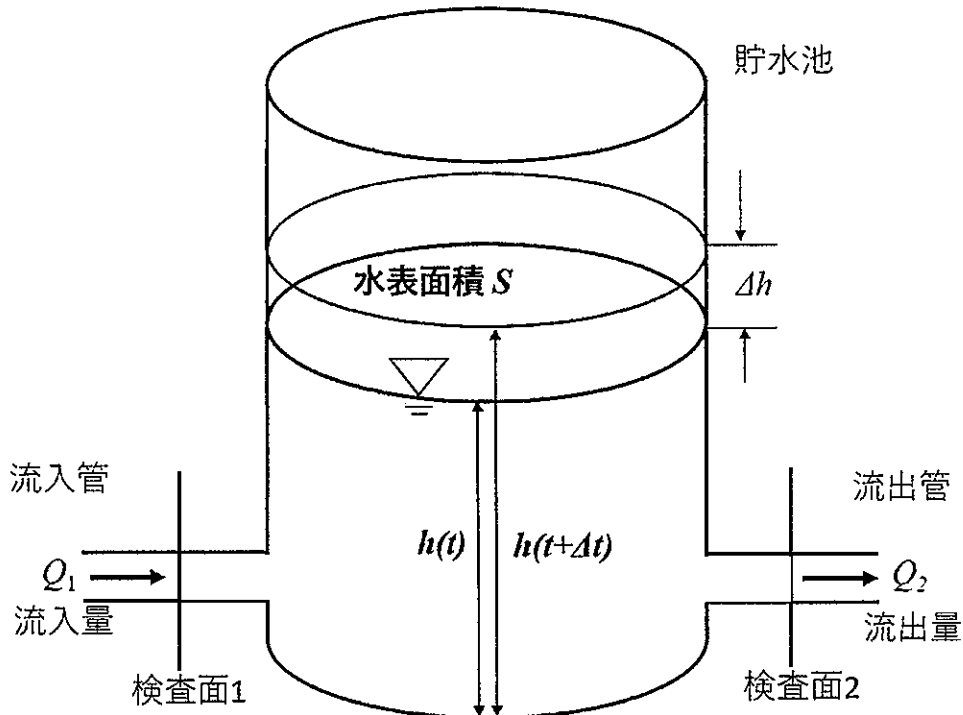


図1 断面A

- (1) X軸まわりの断面2次モーメント I_x および断面係数 $Z_{H/2}$ を求めよ。
- (2) Y軸まわりの断面2次モーメント I_y および断面係数 $Z_{B/2}$ を求めよ。
- (3) $H=10\text{ cm}$ 、 $B=5\text{ cm}$ 、 $H_1=6\text{ cm}$ 、 $B_1=3\text{ cm}$ のとき、 I_x/I_y を求めよ。

問題2 貯留部を有する流れに関する次の(1)~(3)の問いに答えよ。

- (1) 水表面積 S の貯水池に、流入管と流出管が接続している施設を考える。水の密度 ρ は一定、管の中の流れは定常とする。流入管、流出管に、それぞれの検査面 1, 2 をとり、それらで挟まれたコントロールボリュームを考える。ある時刻にコントロールボリュームに存在する水は色付き部であり、このときの貯水池の水深は h とする（下図参照）。



Δt 経過に伴う水深の変化を Δh とすると、色付き部の水の質量は変わらないので、整理すると以下の式が成立する。

$$\rho Q_1 \Delta t = \rho Q_2 \Delta t + \rho \Delta h S$$

上式を $\rho \Delta t$ で割って、 $\Delta t \rightarrow 0$ の極限操作を行い整理すると、一般的に連続式と言われる常微分方程式が得られる。この常微分方程式を記述せよ。ただし、 Δh の定義は、 $\Delta h = h(t+\Delta t) - h(t)$ であり、時間の経過とともに水深が減少する場合は負の値をとりえる。

- (2) 水表面積 S の円形水槽が設置され水深 h だけ水を張っている。水槽の底の真ん中に断面積 a ($\ll S$) の穴をあけたとき、穴から流出する流速を求めよ。ここでの流速はトリチェリの定理に従い、流出穴での損失はないものとする。ただし、重力加速度は g とする。なお、解の導出過程の記述は不要である。
- (3) 直径 $D=3$ m、高さ $H=4.9$ m の円形水槽が設置され、水が満水状態で貯留されている。底の真ん中に直径 $d=10$ cm の穴をあけ、水槽の水を排水する。(1)の方程式を使い、穴をあけてから排水が完了するまでに要する時間を求めよ。なお、排水の流速はトリチェリの定理に従い、重力加速度 g は 9.8 m/s^2 とする。また、導出・計算過程も記すこと。