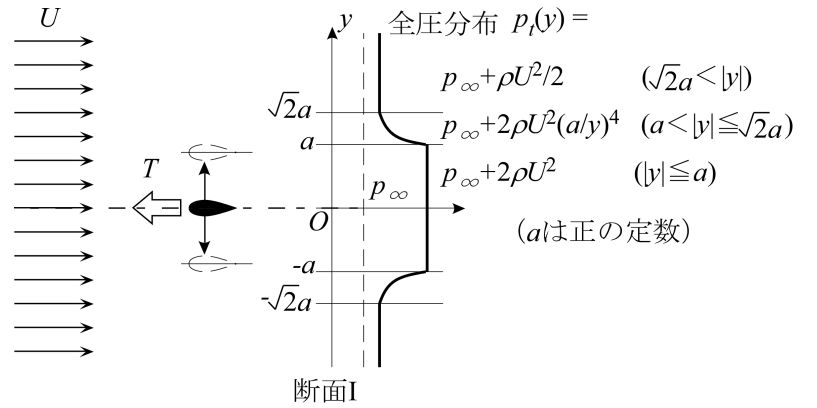


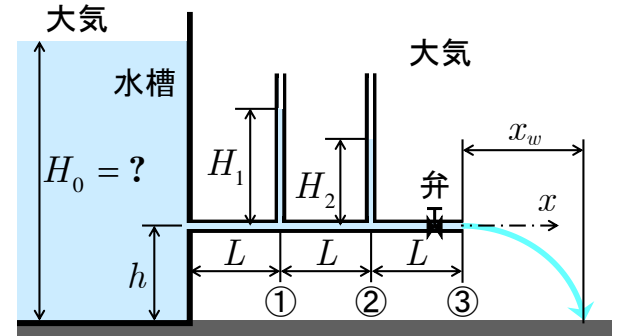
問(I) 図に示すとおり、非圧縮性流体（密度 ρ ）の主流中に平行におかれた二次元対称翼を、主流に対して垂直方向に振動させたところ、翼には推力（流れの上流方向に向かう力）が発生した。このとき、主流の流速は U で一様であり、翼の下流断面Iで全圧分布を計測したところ、図に示すと通りの時間平均の全圧分布 $p_t(y)$ が得られた。ただし、 p_∞ は遠方の静圧であり、翼の振動中心から主流に垂直な方向に y 軸を取っている。また、下流断面Iにおいて、静圧は一様で p_∞ と等しく、流速は主流方向の成分しか持たなかった。流れは変動しているものの、時間平均流れの状態であらゆる流れが定常とみなせると仮定して、以下の問いに答えよ。（50点）

- (1) 断面Iにおける、主流方向の速度の分布 $u(y)$ を求めよ。
- (2) 振動翼に作用する単位奥行き当たりの推力 T を求めよ。
- (3) 振動翼により流体が得る単位奥行き当たりの動力 P を求めよ。



問(Ⅱ)

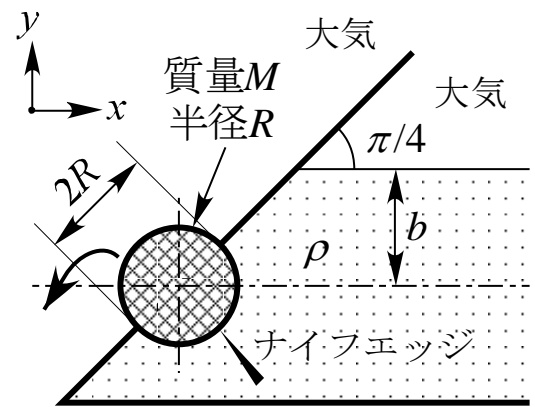
図のとおり、大気に開放された水槽に、1本の直円管、弁、および2本の液柱計で構成されたシステムが接続されている。水槽は十分に大きく、その水位は一定に保たれているが、水槽の底面から測った水位 H_0 は不明である。直円管は全長が $3L$ 、内径が D で、水槽側壁の底面から上方 h の位置に水平に接続され、その右端は大気に開放されている。ただし、円管の管摩擦係数 λ は不明である。図中に示すとおり、円管上の位置①（水槽側壁から L だけ離れた位置）および位置②（水槽側壁から $2L$ だけ離れた位置）に細い液柱計がそれぞれ鉛直に接続され、両者の上端は大気に開放されている。円管の位置②と右端③との間に弁が設置されているが、その損失係数 ζ は不明である。この弁をある開度に設定したところ、水が円管の右端から大気中へ定常に噴出し、図中に示すとおり、水槽底面と同じ高さの水平面上で、円管右端③から水平方向に x_w だけ離れた位置に到達した。また、円管の位置①および②における液柱計の水位が円管の中心軸から測ってそれぞれ H_1 および H_2 となった。このとき、円管の入口損失は無視できること、円管の出口で縮流は起きていないこと、弁の長さは管長に対して無視できること、液柱計の接続部での分岐損失は無視できるほど小さいこと、水の噴流と大気との間の摩擦力は無視できることを仮定して、以下の問いに答えよ。ただし、 $2H_2 > H_1 > H_2$ とする。なお、重力加速度を g とする。(50点)



- (1) 円管から噴出する水の体積流量 Q を、 x_w 、 h 、 g および D を用いて表せ。
- (2) 円管の管摩擦係数 λ を、 x_w 、 h 、 H_1 、 H_2 、 D および L を用いて表せ。
- (3) 水槽の水位 H_0 を、 x_w 、 h 、 H_1 および H_2 を用いて表せ。
- (4) 弁の損失係数 ζ を、 x_w 、 h 、 H_1 および H_2 を用いて表せ。

問(Ⅲ)

図に示すような、水平面と $\pi/4$ の角を成す側面を有する開放形の二次元容器がある。容器の側面には幅 $2R$ の開口部があり、底面の半径が R 、単位長さあたりの質量が M である円柱が開口部を塞いでいる。円柱がちょうど開口部を塞いだ位置で円柱を支えるためのナイフエッジ(厚さは無視できるものとし、また図に示すように、ナイフエッジは容器内を仕切らない)が容器内部に配置されている。容器内に密度 ρ の水をゆっくり注入したとき、ある高さ(開口部の上端より高いものとする)まで水が注入された時点で、円柱が開口部から容器外へ飛び出した。このとき、重力加速度を g として、以下の問に答えよ。なお円柱は均質かつ比重が1より十分大きな素材でできており、また円柱と容器の開口部端面との間に摩擦はなく、さらに円柱が開口部を塞いでいるときは水の漏れがないものとする。(50点)



- (1) 水平方向右向きに x 軸を、鉛直方向上向きに y 軸をとる。円柱が開口部から容器外へ飛び出していないとき、開口部の中心(円柱の中心軸と等しい)を基準とした水面の高さを b (ただし $b > R/\sqrt{2}$)として、円柱に作用する圧力による力の x 成分 F_x および y 成分 F_y を求めよ。
- (2) 円柱が開口部から容器外へ飛び出さないための、水面の高さの最大値 b_{max} を求めよ。