流体力学　FLUID DYNAMICS

次の(1)，(2)の問いに答えよ．

(1)　図1に示すように，液体の入った円筒容器を容器中心の z 軸（鉛直軸）まわりに一定の角速度ωで回転させると，液体は液面中央がくぼんだ形状を保ったまま容器と一体となって回転する．ただし，流体の密度をρ，重力加速度を g とする．

(1-1)　容器の底面の半径 r の位置における中心角 $\mathrm{d}\theta$，幅 $\mathrm{d}r$，高さ $\mathrm{d}z$ の微小体積を考える．底面の半径 r の位置における圧力を p とするとき，微小体積に作用する半径方向の力の釣り合いの式を示せ．

(1-2)　円筒容器の底面の中心軸における圧力を p_0 とする．底面の半径 r の位置における圧力 p をρ，ω，r，p_0を用いて表せ．

(1-3)　$r=0$ の位置における水面の高さを h_0 とする．半径 r の位置における水面の高さ h をω，r，g，h_0を用いて表せ．

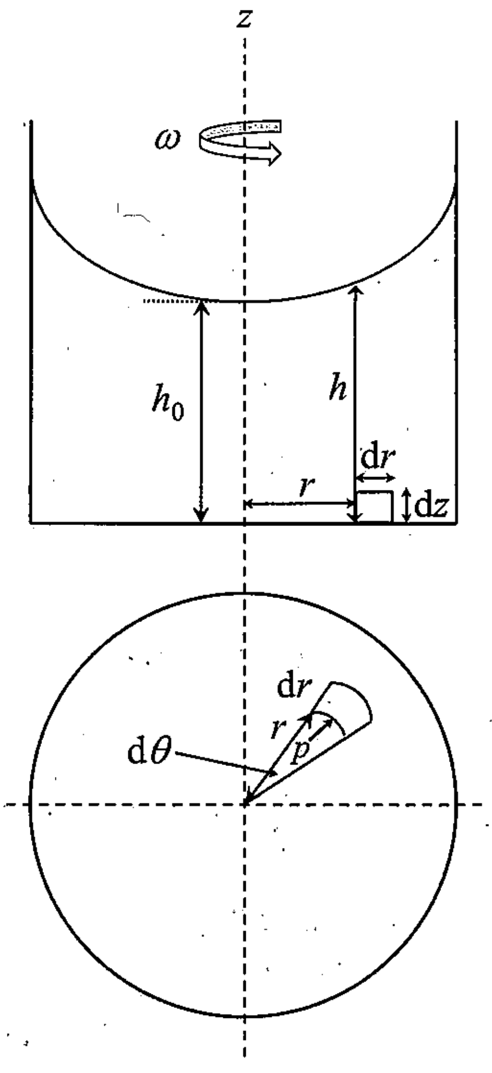

図 1

（次ページに続く）

流体力学　FLUID DYNAMICS

(2)　図 2 に示すように，水平方向にまっすぐな円管路が円筒形の水槽の側面につながっており，円管路の末端から水が噴出している．円管路の中心から水槽の水面までの距離は 5 m である．円管路は直径 D=30 mm であり，長さ L=10 m である．円管路の下には，噴流が垂直に当たるように平板が設置されている．円管路の中心から噴流が平板に当たっている点までの距離は 1 m である．円管路の直径に比べて水槽の直径は十分に大きい．水槽と円管路の接合部における損失は無視する．以下の問いに答えよ．ただし，小数点を含む場合は，有効数字を 3 桁とする．

(2-1)　円管路の末端から噴出する噴流の速度 V を求めよ．ただし，円管路における摩擦損失 h は次式で与えられ，g は重力加速度（=9.81 m・s^{-2}）であり，管摩擦係数λは 0.02 とする．

$$h = \lambda \frac{V^2}{2g} \frac{L}{D}$$

(2-2)　噴流が平板に当たるときの噴流の直径 d および速度 v を求めよ．ただし，噴流の断面は常に円形であるとする．

(2-3)　噴流が平板に及ぼす力を求めよ．ただし，水の密度は 1000 kg・m^{-3} であり，平板は十分に大きく，末端の影響は無視できるとする．

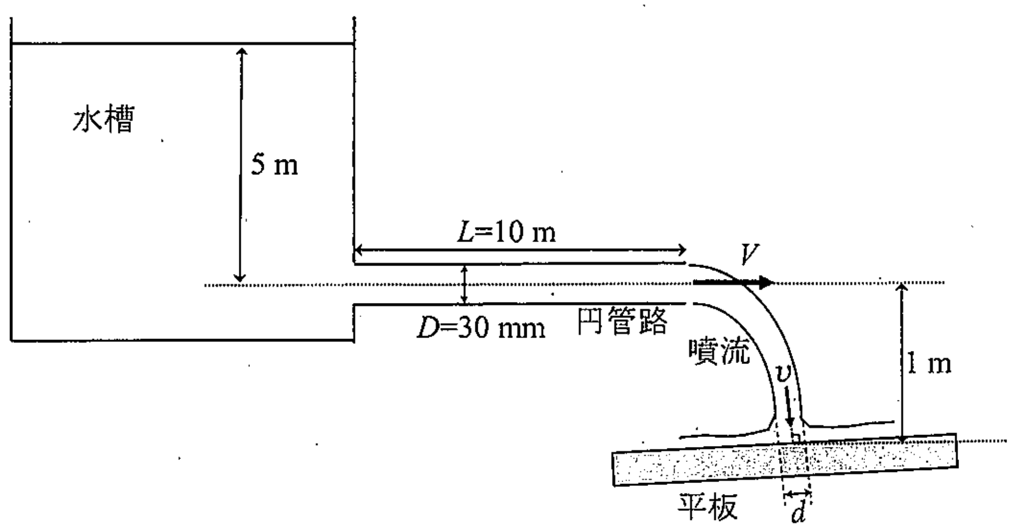

図 2