令和8年度九州大学大学院工学府機械系専攻修士課程入学試験問題・解答紙

試験科目　流体工学　［8月19日　15時10分～16時40分］

受験番号　　　　　　　　　　　　　　採点

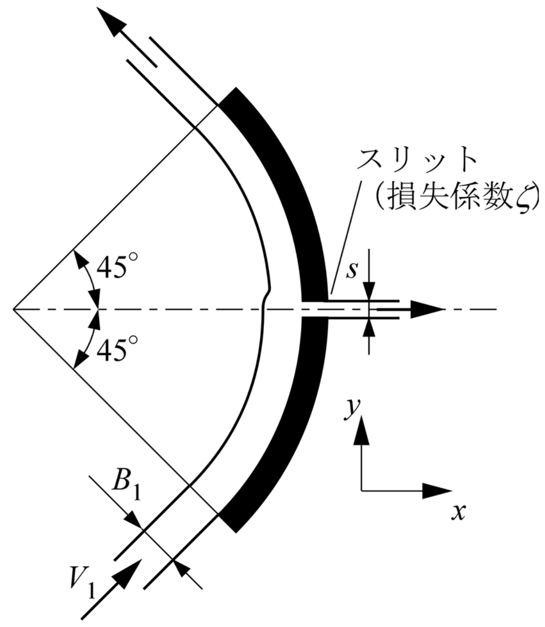
問（Ｉ）　図のように，開き角90度の円弧形状の曲板が大気中に置かれており，密度 ρ の水が曲板の一端（図の下端）より内面に沿って流入している．流入した水は曲板に沿って流れ，その大部は曲板の他端（図の上端）より内面に沿って離脱するが，曲板の中央には幅 s の細いスリットが曲板に垂直にあけられており，水の一部はスリット内に流れ込みスリットに沿って縮流することなく離脱している．流れは定常な二次元流れであるとし，曲板表面および大気が水に及ぼす摩擦は無視できるが，スリットにおける損失は無視できないものとする．また，重力の影響は無視できるものとする．曲板に流入する前の水の流速を V_1，幅を B_1（ただし，$B_1 > s$），スリットにおける損失係数を ζとして，以下の問いに答えよ．なお，ζ はスリットから流出する水の動圧に対して定義されるものとする．(50点)

（１）曲板の上端から離脱する水の流速 V_2 を求めよ．

（２）スリットから離脱する水の流速 V_s を求めよ．

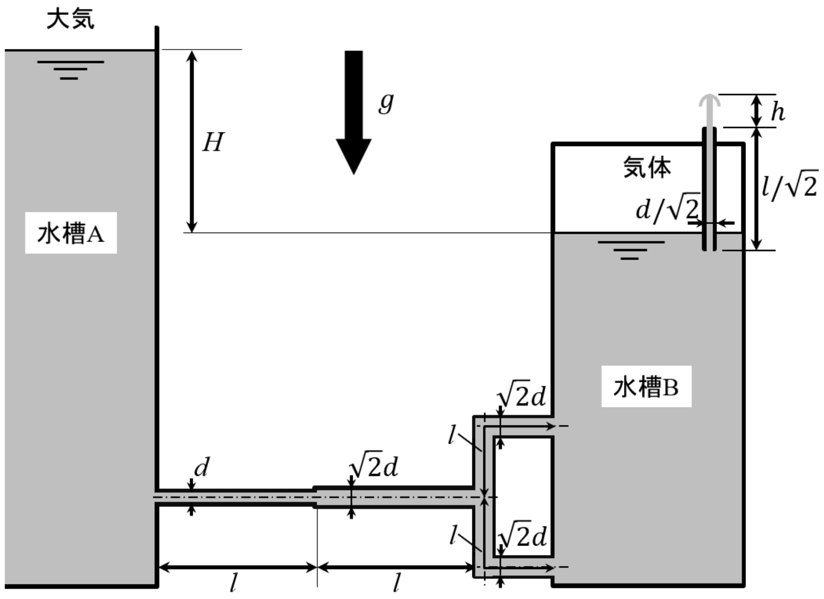
（３）曲板の上端から離脱する水の幅 B_2 を求めよ．

（４）曲板全体を保持するのに必要な単位奥行当たりの力の x方向成分，y方向成分を求めよ．ここで，図に示すとおり x方向を水がスリットから流出する方向として，xy座標をとること．



令和8年度九州大学大学院工学府機械系専攻修士課程入学試験問題・解答紙
試験科目　流体工学　[8月19日　15時10分～16時40分]
受験番号　　　　　　　　　　　　　採点

問（ＩＩ）



図のように，大気開放された十分大きな水槽Aがあり，水槽Aに水平に接続された急拡大部・分岐部・曲がり部を伴う円管を通って，密閉された水槽Bに水が流出している．水槽Aに接続された円管の内径は，急拡大部の上流側では d，下流側では分岐前後の双方において $\sqrt{2}d$ である．水槽Aの出口から急拡大部までの管の長さ，急拡大部から分岐部までの管の長さ，分岐部から曲がり部を含む水槽Bの入口までの２つの管（分岐後の上側および下側の双方）の長さは，すべて l である．一方，水槽Bには管長が$l/\sqrt{2}$，内径が $d/\sqrt{2}$ の円管が鉛直に設置されており，円管上端は大気中に，円管下端は水槽Bの水中にある．水槽Bの水はこの円管を通って縮流することなく噴流として流出しており，円管の出口から水の最高到達点までの高さは h となっている．また，水槽Bの水位は一定に保たれており，水槽Aの水位よりも H だけ低い．流れは定常であり，水の密度を ρ，重力加速度の大きさを g として，以下の問いに答えよ．ただし，水槽Bの上部は気体で満たされているがその質量は無視できるものとし，$l \gg d$ であり，d に比べて水槽Bも十分大きいとみなしてよい．また，管摩擦係数 λ は位置によらず一定で，急拡大部の損失係数は $\zeta = 1/4$ であるのに対し，各円管の入口部・分岐部・曲がり部の損失，噴流と大気の間の摩擦は無視できるものとする．(50点)

（１）水槽Bに設置されている鉛直円管の出口における流速の大きさ v を求めよ．
（２）水槽Aから流出する水の体積流量 Q を求めよ．
（３）水平円管の分岐部の下流において，上側を流れる体積流量 Q_1 と下側を流れる体積流量 Q_2 の比（Q_1/Q_2）を求めよ．
（４）水槽Bの気体のゲージ圧 P_g を求めよ．
（５）水槽Bの水面から鉛直円管の出口までの高さ $\tilde{h}$ を求めよ．

令和8年度九州大学大学院工学府機械系専攻修士課程入学試験問題・解答紙
試験科目　流体工学　［8月19日　15時10分～16時40分］
受験番号　　　　　　　　　　　　　　　採点

問（ＩＩＩ）

図のように，仕切りを持つ開放形の二次元容器があり，仕切りには長さ a の扉が取り付けられている．この容器の底面は水平である．扉の蝶番は扉の下端にあり，扉が閉じた状態では扉の上端は容器の仕切り下端に接しており，このとき液体の漏れは生じないものとする．またこの扉は左側にのみ開くことができる．扉を閉じた状態にしたうえで，容器の左側に密度 ρ_w の液体 A をある深さだけ注ぐ．一方，容器の右側には，まず密度 $2\rho_w$ の液体 B を深さ a だけ注ぎ，その上に密度 ρ_w の液体 A を深さ a だけ静かに注ぐことで，総深さが $2a$ の完全に層状に分離した状態を準備する．この時点で扉は閉じたままであった．この二種の液体は，時間の経過とともに界面での相互拡散により非常にゆっくりと混合する．このとき，混合領域の中心位置は底面から高さ a の位置で変わらず，混合領域の深さ l は時間とともに増加し，l が総深さ $2a$ に達するまでは，混合領域（$a-l/2<z<a+l/2$，なお z は容器底面からの高さ）の密度は近似的に $\rho(z)=\rho_w\{(a-z)/l+3/2\}$ と表せるものとする．重力加速度の大きさを g として，以下の問いに答えよ．なお，液体 A のみおよび液体 B のみの領域を含め，液体の密度は水平方向には一様であるとみなせ，双方の液体が混合する際に体積の変化は生じず，全体の体積は保存されるものとする．(50 点)

（１）容器の右側にて，液体Aの領域（$a+l/2\le z$），混合領域（$a-l/2<z<a+l/2$）および液体Bの領域（$z\le a-l/2$）のそれぞれの範囲におけるゲージ圧 $p(z)$ を，ρ_w, a, l, g, z を用いて表せ．

（２）$l\le a$ のときには動かなかった扉が，$l>a$ となったときに左側へ動くようになった．このとき，容器の左側における液体の深さ h と a の比 h/a を求めよ．ただし，l の変化は非常にゆるやかであり，準定常状態とみなせるものとする．