科目名：流体力学　［１/２］

（問題[1], [2]は別々の答案用紙に解答すること.）

[1] 速度ポテンシャル$\Phi(\boldsymbol{x})$を用いて，流れの速度場$\boldsymbol{u}(\boldsymbol{x})$が

$$\boldsymbol{u} = \nabla\Phi \tag{1.A}$$

と書けるとする. ここで，$\boldsymbol{x} = x\boldsymbol{e}_x + y\boldsymbol{e}_y + z\boldsymbol{e}_z$ は位置ベクトルであり，$\boldsymbol{e}_x$，$\boldsymbol{e}_y$，$\boldsymbol{e}_z$ は三次元直交座標系の基底ベクトルである.

二つの項の和で表される速度ポテンシャル,

$$\Phi = \alpha y - \frac{\beta}{|\boldsymbol{x}|} \tag{1.B}$$

を考える. ただし，α，β を正の実定数とする. 以下の問(1)～(5)に答えなさい.

(1) 直交座標系の速度ベクトルを$\boldsymbol{u} = u\boldsymbol{e}_x + v\boldsymbol{e}_y + w\boldsymbol{e}_z$とするとき，$u$，$v$，$w$をそれぞれ求めなさい.

(2) 原点から十分離れた位置における速度の大きさを求めなさい.

(3) よどみ点の座標を求めなさい.

(4) 式(1.B)の右辺第二項は，原点からのわき出しを表している. 原点からの流出量を求めなさい.

(5) 十分下流において，式(1.B)の第一項によって生じる流れと第二項によって生じる流れは，円筒状の境界面を形成する. この円筒の半径を求めなさい.

科目名：流体力学　［２/２］

（問題[1], [2]は別々の答案用紙に解答すること．）

[2] 奥行き幅が単位長さ，高さDの矩形管内における非圧縮定常流を考える．流路内には，流れを途中から上下に分離する薄い仕切り壁が設置されている．下図の断面１の分離流路入口における仕切り壁の流路下面からの位置はHであり，流速，静圧をそれぞれu_1，p_1とする．また，十分下流の断面２における仕切り壁の位置は$D/2$であり，そこでの上段流路内の流速，静圧をそれぞれu_T，p_T，下段流路内の流速，静圧をそれぞれu_B，p_Bとする．なお，仕切り壁の位置は，Hから十分下流における$D/2$まで，単調に変化するものとする．流体の密度をρとし，粘性による損失および重力は無視するものとして，以下の問(1)～(3)に答えなさい．

(1) u_Tおよびu_Bを，u_1，H，Dにより表しなさい．

(2) p_Tおよびp_Bを，p_1，u_1，H，D，ρにより表しなさい．

(3) 下図の破線で囲まれた断面1~2の流体部分に運動量保存則を適用し，仕切り壁が流体から受ける主流方向の合力をu_1，H，D，ρにより表しなさい．