「水理学」試験問題（2016 年 1 月 25 日）

1.　「Hagen-Poiseuille 流れ」とは，円管内を層流状態で流れる等流であり，その流速分布は$u(r)=\dfrac{g\eta_x}{4\nu}\left(a^2-r^2\right)$で与えられることが知られている．ここに，$r$は円管の中心からの距離，$g$は重力加速度，$\nu$は動粘性係数，$\eta_x$は動水勾配，$a$は円管の半径である．

1-1)　動粘性係数ν，粘性係数μ，密度ρはどのような関係にあるか．

1-2)　円管の中心と壁面のそれぞれにおけるせん断応力を求めよ．

1-3)　Hagen-Poiseuille 流れが破綻する(乱流へ遷移する)状況の例を，灌漑工学において現実的な数値を挙げつつ述べよ．ただし，地球上でのgは10^1 m/s 程度，水のνは10^{-6} m^2/s 程度である．

2.　開水路の等流における断面平均流速Vを与える公式として，Manning 式 $V=\dfrac{1}{n}R^{2/3}S_0^{1/2}$が広く用いられている．ここに，$n$は粗度係数，$S_0$は水路底勾配，$R$は径深である．

2-1)　非常に幅が広い長方形断面水路においては，径深Rと水深hの関係はどのようになるか．

2-2)　「等流水深(h_0)」の定義を述べよ．

2-3)　非常に幅が広い長方形断面水路において，粗度係数nが 1.200 倍になると等流水深h_0は何倍になるか．ただし，微小なεと正の実数pに対する$\left(1+\varepsilon\right)^p$の計算には，無限回連続微分可能な関数$f(x)$についての Taylor 展開 $f(x)=\displaystyle\sum_{n=0}^{\infty}\frac{f^{(n)}(x_0)}{n!}\left(x-x_0\right)^n$を利用すること．