

## 平成 21 年度弁理士試験論文式筆記試験問題

## [流体力学]

1. 流体力学で用いられる無次元数に関して、以下の問いに答えよ。ただし、流れの代表速度、代表長さ、流れの変動の周波数をそれぞれ  $U$ 、 $L$ 、 $f$  とし、重力加速度を  $g$  とする。また、流体の物性値として、密度を  $\rho$ 、粘性係数を  $\mu$ 、音速を  $a$  とする。

【40点】

- (1) 流れが層流か乱流かを判断したい。用いるべき無次元数の名前を答えよ。また、その無次元数を  $U$ 、 $L$ 、 $f$ 、 $g$ 、 $\rho$ 、 $\mu$ 、 $a$  の中から必要なものを用いて表せ。
- (2) 発達した円管内流れの場合、層流から乱流への遷移が始まるのは、設問(1)の無次元数の値がおおよそいくつの場合か。下記の(ア)から(ウ)の中から適切なものを選べ。ただし、代表長さは円管の内径とする。  
(ア) 230            (イ) 2,300            (ウ) 23,000
- (3) 流体の圧縮性の影響の有無を判断したい。用いるべき無次元数の名前を答えよ。また、その無次元数を  $U$ 、 $L$ 、 $f$ 、 $g$ 、 $\rho$ 、 $\mu$ 、 $a$  の中から必要なものを用いて表せ。
- (4) 一般に、流体の圧縮性の影響が無視できるのは、設問(3)の無次元数の値がおおよそいくつ以下となるときか。下記の(ア)から(ウ)の中から適切なものを選べ。  
(ア) 0.003            (イ) 0.03            (ウ) 0.3
- (5) カルマン渦のように周期的に変動する流れの周波数を推定したい。用いるべき無次元数の名前を答えよ。また、その無次元数を  $U$ 、 $L$ 、 $f$ 、 $g$ 、 $\rho$ 、 $\mu$ 、 $a$  の中から必要なものを用いて表せ。
- (6) 船のつくる波の高さを推定したい。流体に働く慣性力と重力の比を表す無次元数の名前を答えよ。また、その無次元数を  $U$ 、 $L$ 、 $f$ 、 $g$ 、 $\rho$ 、 $\mu$ 、 $a$  の中から必要なものを用いて表せ。

2. 図1のように、水平に円管とノズルがフランジを介して取り付けられている。その中を水が流れており、ノズル出口から噴出している。水の密度を $\rho$ 、重力加速度を $g$ 、円管の内径を $d$ とする。円管内及びノズル出口の断面内の流速は一様で、それぞれ $U_1$ 、 $U_2$ である。また、流れは定常である。このとき以下の問いに答えよ。ただし、流れの損失はないものとする。

【60点】

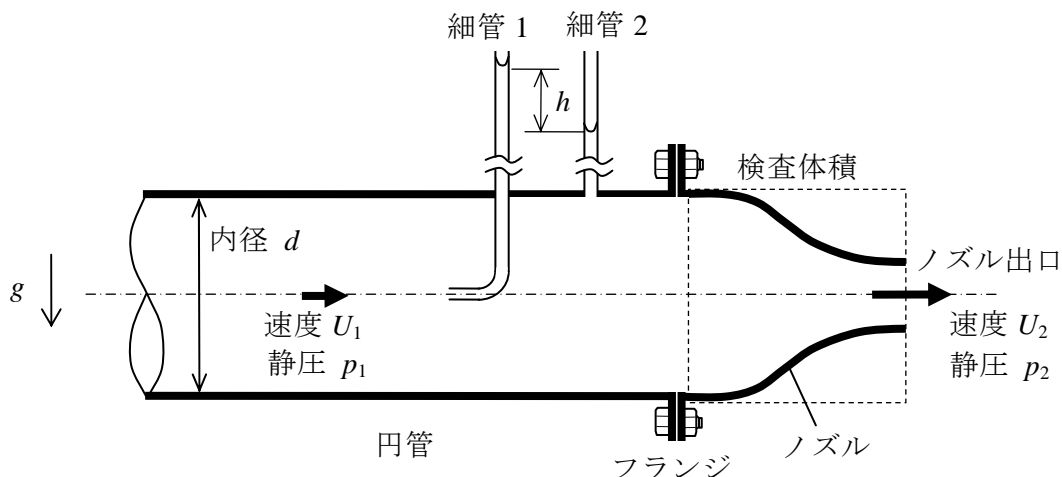


図1 フランジで取り付けられた円管とノズル

- (1) 図1のように、円管の側壁へ鉛直上向きに2本の細管を設置して細管内の水面高さを測定したところ、細管1内の水面高さが細管2の水面高さよりも $h$ だけ高くなった。なお、両細管の上端とノズル出口は大気開放されている。また、細管1の下部は90度曲げられており、その先端は円管の中心軸に沿って上流に向けられている。このとき、 $U_1$ と $h$ の間に成り立つ関係を示せ。
- (2) ノズル出口での静圧 $p_2$ を、円管内の静圧 $p_1$ 、及び $\rho$ 、 $U_1$ 、 $U_2$ を用いて表せ。
- (3) 図中の点線のような検査体積を考える。検査体積の入口断面を流れる水の質量流量を求めよ。
- (4) 検査体積に流入する運動量に対して、流出する運動量はどれだけ増加するか。運動量の増分を $\rho$ 、 $d$ 、 $U_1$ 、 $U_2$ を用いて表せ。
- (5) フランジを引き離そうとする力 $F$ を $\rho$ 、 $d$ 、 $U_1$ 、 $U_2$ を用いて表せ。なお、検査体積の右端断面の圧力は、ノズル出口の水の静圧 $p_2$ と等しいと近似できる。