

## 平成16年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[流体力学]

1. 流体力学では無次元数を用いて流体の運動を支配する力の相互関係を表す。以下の設問に答えよ。

【20点】

- (1) レイノルズ数とプラントル数の定義を以下の記号を用いて記述し、各々の物理的な意味について説明せよ。

$C_p$ : 定圧比熱	$L$ : 代表長さ	$U$ : 代表速度
$k$ : 熱伝導率	$\rho$ : 密度	$\mu$ : 粘性係数

- (2) プラントル数が1よりはるかに小さい場合、速度境界層と温度境界層の厚さの大小関係はどのようになるのか簡潔に述べよ。ただし、流れは層流と仮定する。
- (3) プラントル数が1よりはるかに小さい流体の例を挙げよ。

2. 図1に示されているように、水が満たされたタンクの底面にノズルが取り付けられ、水が大気中に流出し続けている。ここで、タンクの断面は一様で断面積  $A_t$  であり、ノズルも断面は一様で断面積  $A_n$  であるとする。タンクの底面からの水面高さを  $H$  とし、ノズルから流出する水の体積流量を  $Q$  とする。また、水の密度を  $\rho$  (一定)、重力加速度を  $g$  とする。以下の設問に答えよ。

【30点】

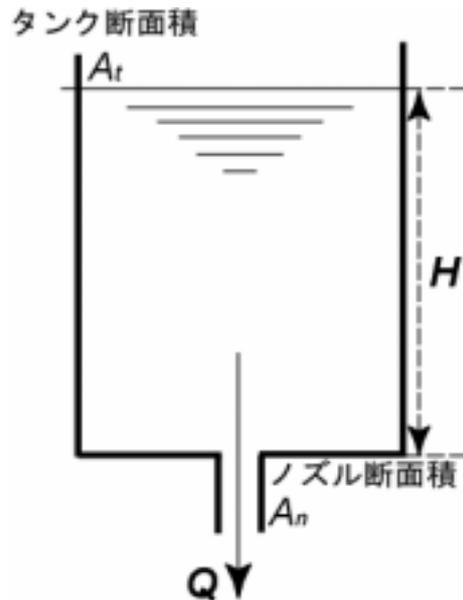


図1 タンク内の水のノズルからの流出

- (1)  $A_n$  に比して  $A_t$  が充分大きい (  $A_n \ll A_t$  ) ため、タンク内の水の運動エネルギーは無視できるとする。以下の設問に答えよ。
- (a) ベルヌーイの式を用いてノズルから流出する水の体積流量  $Q$  を  $H$  の関数として求めよ。
- (b) 水面の高さ  $H$  を時刻  $t$  の関数として表せ。ただし、時刻  $t=0$  の時の水面高さを  $H_0$  とする。また、タンク内の水がなくなる時刻  $t_{\text{end}}$  を求めよ。
- (2) ノズルの断面積  $A_n$  が上記(1)の場合と同じであっても、タンクの断面積が大きくはなく、 $A_n \ll A_t$  の仮定が成り立たない場合、ノズルから流出する水の体積流量  $Q$  は上記(1)(a)の場合と比較してどのように変化するのか、その理由とともに簡潔に述べよ。

## 論点[流体力学]

1. 流体の運動を考える際に必要となる基礎知識についての理解度を問う。
  - (1) 熱流体の運動を表す無次元数についての理解度を問う。
  - (2) 境界層についての理解度を問う。
  - (3) プラントル数についての理解度を問う。
  
2. 一次元非圧縮性流れを対象として、流れの基礎であるエネルギー保存則に関連した理解度を問う。
  - (1) (a) ベルヌーイの式によるエネルギー保存則についての理解度を問う。
    - (b) 水面の高さが変化する場合の位置エネルギーと流量の変化についての理解度を問う。
  - (2) 運動エネルギーを考慮した際のベルヌーイの式についての理解度を問う。