

学生実験「円管内流動」の装置新規設計製作と改良

後藤伸太郎

装置開発技術支援室 精密加工技術グループ

はじめに

名古屋大学マテリアル工学科3年生の学生実験において、平成30年度まで使用してきた実験室は建物の建替え計画により移転することになった。それに伴い令和元年度から実験テーマを刷新することになり、新規テーマ「円管内流動」の立上げ担当教員からの業務依頼により実験装置の設計製作を担当した。また、令和2年度には引続きの業務依頼において機能の追加や改良を行った。

1 設計製作

新しい実験装置は旧来の装置の転用が考えられていたため、まず旧実験室にある装置の視察を行った。その装置から流用できる部品を確保し、構造も大いに参考にして新実験装置の設計製作を行った。

1.1 実験装置概要

図1に実験装置の概要を示す。この実験装置は層流・乱流の様子を可視化観察する実験流路と、流量を変化させつつ圧力損失の計測を行う実験流路で構成される。装置上部に設置したヘッドタンクにポンプで水を汲み上げ、各実験流路へ配水する。

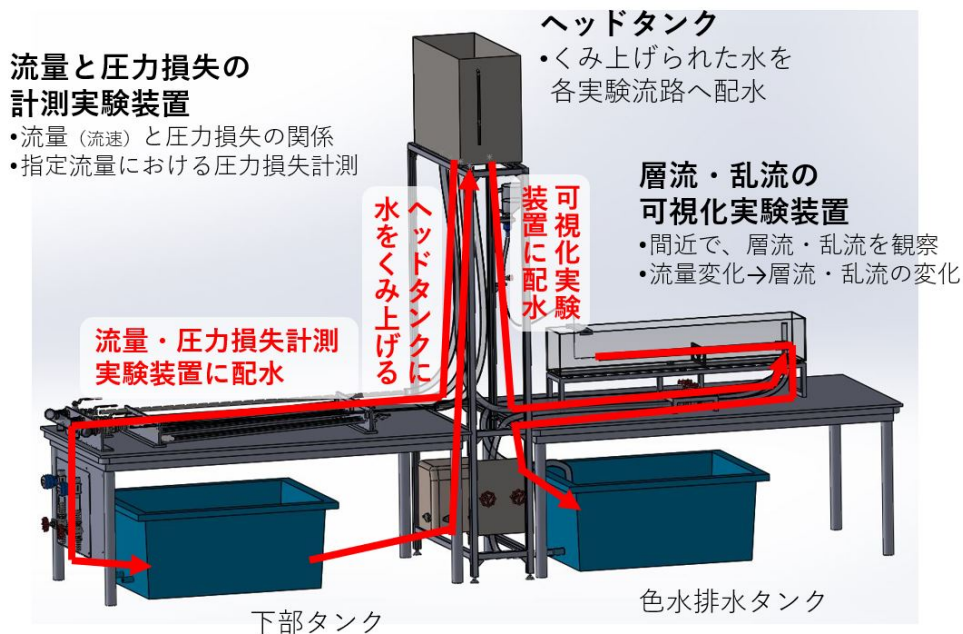


図1 実験装置の概要

1.2 ヘッドタンク

各実験流路への送水圧力は一定でなければならないため、水道やポンプから直接に配水することはできない。そこで実験装置上部にヘッドタンクを設け、そこに一度くみ上げられた水を各実験流路に配水するよう設計した。ヘッドタンクの水面高さと各実験流路の高さの差で送水圧力が決まるため、実験で使用する流量が変化してもヘッドタンクの水面高さが一定になるよう複数の仕切り板を設けて構造を工夫した。

1.3 可視化実験装置

流れの様子は速度が遅いと安定（層流）、速くと不安定（乱流）になる。透明の円管に水を流し、そこに色水を少量注入できるようにした。円管を流れる水の速度は下流に設置したバルブにより変化させることができ、層流・乱流の流れの様子の違いを観察できるように設計した。

1.4 圧力損失計測実験装置

円管内に流体（水）が流れるとその流体の粘性により圧力損失が生じる。実験流路はガラス管2本（内径6mm、11.6mm）、ステンレス管1本（内径12mm）の合計3本を設置した。これは流路の太さや壁面粗度の違いによる実験結果への関連を考察するためである。それぞれの実験流路の圧力計測区間前後には圧力計測用のポートを設けてマノメーターを接続した。マノメーターは圧力差を計測するための装置である。流路下流には流量を把握しながら流速を変化させられるよう流量計とバルブを設置した。実験授業においては流量を細かく変化させながら圧力損失を計測・記録する。

2 初年度の問題点とその改良

製作した実験装置を始めて使用した令和元年度において、複数の問題点が発覚した。中でも特に大きな問題であったのは圧力損失計測実験装置の流量調整用に設置したゲートバルブである。ゲートバルブは流量調整に不向きであり本来は全閉・全開で使用するバルブであるが、著者の知識不足のため採用してしまった。令和2年度の実験授業に向け流量調整の行きやすい水道蛇口と同じ構造のバルブに交換し、前年度よりも圧力計測数を増加できた。

3 機能の追加

実験授業を行っている中で担当教員から機能追加の要望を多数頂いた。ここでは主な2つを紹介する。

3.1 可視化実験装置への流量計設置

可視化実験においても層流・乱流における流量を計測し、圧力損失計測実験の結果と比較・考察できるようにしたいとの要望を頂いた。流量計の設置は容易であるが、それに伴い必要になる流路下流の空気抜きについて工夫が必要になった。

3.2 圧力損失計測実験装置のステンレス管内壁の粗化

実験流路内壁が平滑なガラス管と微細な凹凸のあるステンレス管の違いを観察するにあたり、ステンレス管の内壁粗さがほぼ平滑であるため実験に適さないとの意見があり、ステンレス管の内壁に微細な傷をつけて粗化して欲しいとの要望を頂いた。長さ約1.5m、内径12mmのステンレス管内壁に一樣な傷をつけるために試行錯誤を重ねた。

4 おわりに

実験流路の管内径やポンプ容量は計算により決定するため、流体力学を復習する必要があった。部品の購入に当たっては部品同士が適合するように選定したはずが、知識不足のため不適合の部品を選定していた失敗もあった。

この業務においては初めて経験したことが多々あり、著者としては非常に大変な業務であった。しかしその分、流体を扱う装置製作に関する知識と経験が得られた貴重な機会となった。本発表では工夫点や苦労した点、失敗したことなどを多数まとめて紹介する。