

I-B23 低レイノルズ数域における正方形角柱の表面圧力特性

九州工業大学大学院 学生員 伊藤 剛
 九州工業大学工学部 正 員 久保喜延
 九州工業大学大学院 正 員 山口栄輝
 九州工業大学工学部 学生員 河村進一
 日本鉄塔工業(当時九州工業大学) 河内 肇

1. はじめに

正方形角柱に関する研究が最も多く行われているレイノルズ数域は 10^4 以上である。その結果によれば、正方形角柱周りの流れが剥離する位置は、前縁に固定され、St 数や圧力分布はレイノルズ数に対してほとんど変化しない。しかし、レイノルズ数が 10^4 より低い領域では、レイノルズ数の影響は非常に大きくかつきわめて複雑に現れる。そこで本研究では、低レイノルズ数域において正方形角柱の表面圧力の測定および抗力の測定を行い、これらの特性について検討を行った。

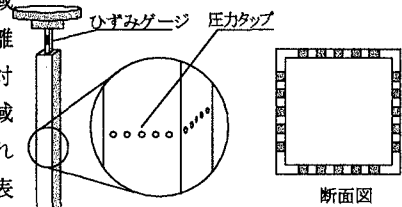


図1 実験模型

2. 実験方法

本実験には曳航式水槽(500×500×6000mm)を用いた。この水槽は、台車に固定した供試模型を静水中で移動させるものである。供試模型には図1に示す正方形角柱(28×28×640mm)に圧力タップを設けて表面圧力の測定を行った。また、模型の基部にひずみゲージを取り付けて抗力の測定を行った。実験パターンは、迎角を 0° に固定し、レイノルズ数を $Re=800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 3000, 4000, 5000$ と変化させて、実験を行った。

3. 実験結果および考察

a) 側面の表面圧力係数分布の負圧の最大値の位置

側面の表面圧力係数分布の負圧の最大値の位置を図2に示す。高レイノルズ数域において一定とされる側面の圧力係数分布が、本実験におけるレイノルズ数域においては圧力分布の負圧の最大値の移動が見られた。その位置を代表の長さを L 、背面からの距離を X として X/L で表した。 $Re=800\sim1200$ においては、側圧の負圧の最大値の位置が背面側に移動している。続いて、 $Re=1400\sim1800$ においては、最大値の位置が前面側に移動し、 $Re=2000\sim5000$ において、再び背面側に移動している。

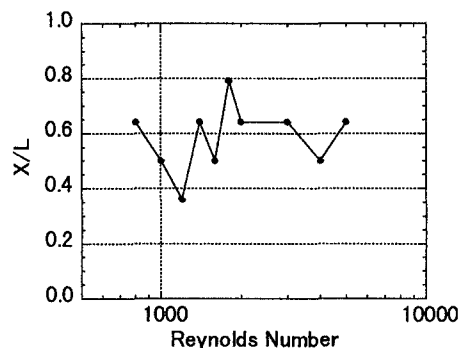


図2 レイノルズ数と側面のピークの位置

b) 背圧係数(Cpb)と側圧係数(Cps)

図3に背圧係数(Cpb)と側圧係数(Cps)の結果を示す。

本実験では、側圧係数は、直線的に減少しているのに対し、背圧係数は放物線的に減少している。これは、前縁部から剥離した流れの境界層の厚さに起因することではないかと考えられる。既往の研究¹⁾では、背圧

キーワード 低レイノルズ数, 表面圧力分布, 正方形角柱, 抗力係数

〒804 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1 Tel 093-884-3109 Fax 093-884-3100

係数, 側圧係数ともほぼ同じ形状の減少をしているのとは対称的となっている。また, 参考として風洞で測定された背圧係数, 側圧係数を同時にプロットとしているが, 本実験において低レイノルズ数域でのデータは連続したプロットになっている。

c) 抗力係数と表面圧力分布

高レイノルズ数域において, 正方形角柱では抗力係数は $C_d=2.0$ 付近で一定となることが知られているが, 図4に示すように, 本実験においては, $Re=2000$ 付近で極小値をとる曲線となった。また, $Re=1200$ 付近で一旦, 抗力係数が上昇するが, これは, 側面の圧力係数の最大値の位置が背面に移動していることから, カルマン渦の影響が背面側で強く影響していることに起因していると考えられる。側面での最大値の位置が最も前面側となった $Re=2000$ 付近で抗力が極小値となったのも同様に考えられる。また, $Re=3000$ 以上で抗力係数が増大するが, これは図3に示されるように背圧係数が $Re=3000$ 以上で増大することに起因していると考えられる。既往の研究²⁾と比較しても傾向が一致した結果となっている。

d) 数値流体解析結果との比較

図5に $Re=2000$ の平均圧力係数分布を示す。数値流体解析に 192×96 のO型トポロジーの計算格子を用い, 有限要素法を用いて計算を行った。実線が解析結果で, プロットが実験結果を示す。前面圧は解析結果と実験結果は良い一致を示している。側面圧では解析結果が平坦な分布傾向を示しているのに対し, 実験結果では曲線を描いている。背面は, 実験結果と比べ形状は類似しているが大きな負圧をとった。

4. まとめ

低レイノルズ数域において高レイノルズ数域と比較して

- 1) 正方形角柱の側面の平均圧力係数分布はレイノルズ数の変化とともに高レイノルズ数では見られない側面での最大値をとる位置の移動が見られた。
- 2) 低レイノルズ数域では, 背圧係数が, レイノルズ数の増加に対し緩やかに放物線的に減少するのに対し, 側圧係数は, 直線的に減少する。また, 風洞実験によるデータとの連続性が見られた。
- 3) 高レイノルズ数域では一定となる抗力係数が, 低レイノルズ数域では, 曲線を描いた。また, 抗力の増加には側面の負圧の最大値の位置と背面の圧力係数の増加が, 影響していると考えられる。
- 4) 数値流体解析結果との比較において, $Re=2000$ において, 前面の圧力分布は一致している。しかし, 背面の値を比較すると, 実験結果と異なり, 負圧が増大している。

<参考文献>

1. 岡島, 杉谷: 矩形柱周りの流れ, 九州大学応用力学研究所報第53号
2. 清水, 谷田: 長方形断面柱状体に働く流体力, 日本機械学会論文集44巻384号

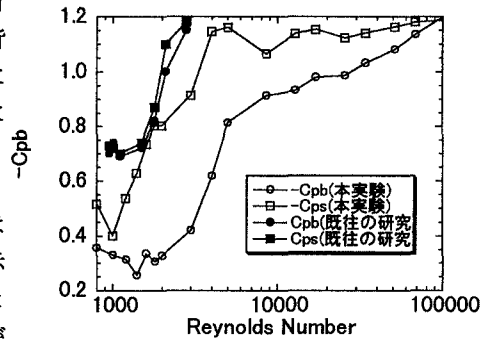


図3 背圧係数(C_{pb})と側圧係数(C_{ps})

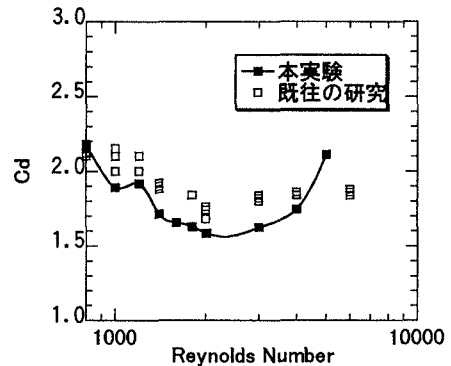


図4 抗力係数

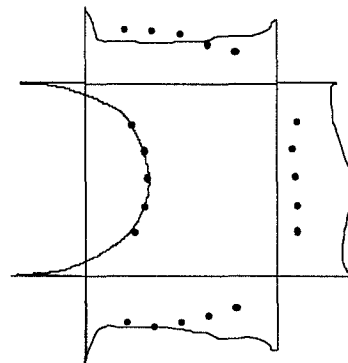


図5 $Re=2000$ の平均圧力係数分布