

I - B24

矩形柱の流力特性に及ぼすレイノルズ数の影響

金沢大学大学院自然科学研究科	正会員	○岡島	厚
同上	正会員	大津山	澄明
同上		片山	輝明
同上		尾島	録

1. 緒言

一様流中に置かれた矩形柱周りの流れについては、矩形柱特有の空力特性を有することもあり、数多くの研究が成されてきた。中口らは矩形柱の抗力に及ぼす断面比 B/H の影響を調べ、抗力、背圧係数が $B/H=0.6$ 付近で極端に大きくなる中口ピークと呼ばれる現象を見出した。その後この現象についても種々な研究が成されてきたが、いずれも高いレイノルズ数 (Re 数) を対象としたもので、比較的低い Re 数域の挙動についてはほとんど知られていない。そこで本研究では、低い Re 数域を含む広い Re 数範囲において、断面比 0.6 の場合を中心とし断面比を $B/H=0.4 \sim 1.0$ の範囲で変え、矩形柱の流力特性、特に抗力係数と関係の深い背圧係数に及ぼす Re 数の影響を風洞実験によって明らかにした。

2. 実験装置及び方法

2.1 風洞装置 実験は、エッフェル型風洞装置（断面寸法：300 × 1200mm）及びゲッチング型風洞装置（断面寸法：167 × 400mm）で行い、一様流速 U を 2 ～ 30m/s の範囲で変えた。

2.2 供試模型 供試模型は黄銅またはアクリル製で、製作の際に出来るだけ角を鋭くし、表面は滑らかにした。また幅広い Re 数範囲の実験データを得るために、供試模型の前面辺長さ H を 3 ～ 18mm で変えた。背圧を測定するために、それぞれの模型背面に直径 $\phi 1.2$ mm の静圧孔を設けた。実験は図1に示す概略図のように、圧力は導圧管を通じ、スキヤニバルブを介して差圧変換器に導き、パーソナルコンピュータで解析した。なお、 Re 数、背圧係数 $-C_{pb}$ はそれぞれ $Re=UH/\nu$ (ν は空気の動粘性係数)、 $C_{pb}=(p_b-p_\infty)/p_d$ (p_b は背圧、 p_∞ は一様流の静圧、 p_d は一様流の動圧) である。

3. 結果及び考察

3.1 $-C_{pb}$ の変化 図2に、 $B/H=0.4, 0.65, 0.8, 1.0$ の角柱の各断面比をパラメータとして $-C_{pb}$ 値の Re 数に対する変化を示す。

(1) $B/H=0.65$ の場合： $B/H=0.65$ の $-C_{pb}$ 値は他の断面比の模型に比べ、最も高い値を示している。またこの場合、模型の大きさによって $-C_{pb}$ 値は異なり、(a) $H=3$ mm では高い値を、(b) $H=6.8$ mm、(c) 18 mm では低い値を示している。そこで、具体的な例として (c) $H=18$ mm 模型で異なる Re 数の $-C_{pb}$ の時経的变化を図3に示す。また図4(a)、(b)には、図3(a)、(b)それぞれの場合の度数分布を示す。図から、背圧には2種類の流れパターンモードが存在する。1つは、渦形成領域が模型背面に近づき（タンデム型ホット・ワイヤー法による測定で確認）、背圧係数が低い低圧モード、そしてもう1つは渦形成領域が模型背面から離れ、背圧係数が回復する高圧モードで

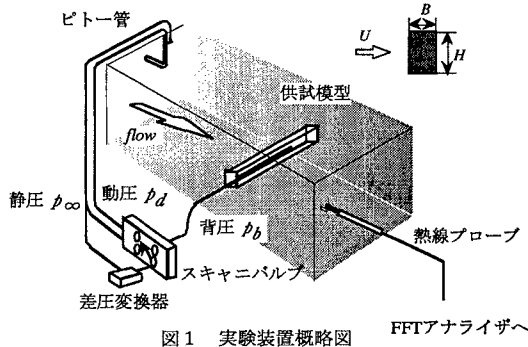


図1 実験装置概略図

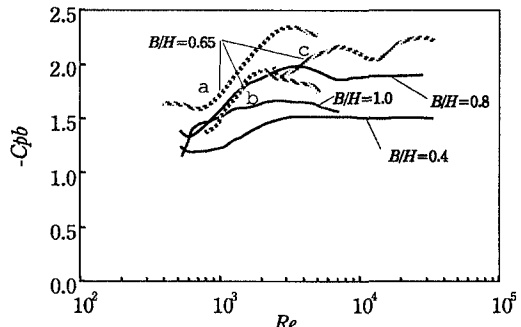


図2 Re 数に対する背圧係数の変化

矩形柱、レイノルズ数、背圧係数、ストロハル数、断面比、中口ピーク

〒920 石川県金沢市小立野2-40-20 金沢大学大学院自然科学研究科 TEL 0762-34-4748 FAX 0762-34-4746

あり、図3のように背圧は高圧値と低圧値の間を断続的に変化する。この場合、図4の度数分布からも分かるように(a) $Re=5.1 \times 10^3$ では高圧モードが卓越し、(b) $Re=1.3 \times 10^4$ では高圧・低圧の2つのモードが同程度に現れる。

(3) $B/H=0.8$ の場合： Re 数の増加とともに $-Cpb$ 値も増加し、 $Re=3.0 \times 10^3$ 付近で最大値を取り、その後ほぼ一定となる。また $B/H=0.65$ の様な大きなモード変化は認められない。

(4) $B/H=1.0$ の場合： $-Cpb$ 値は Re 数の増加とともに漸増し、 $Re=2.5 \times 10^3$ 付近で最大値を取る。また $B/H=0.8$ の場合と同様に、モード変化は認められない。

3.2 $-Cpb$ 値のピーク 図4に示したような度数分布におけるピークの圧力を背圧係数ピーク($-Cpb)_p$ とし、図5, 6, 7には $B/H=0.4, 0.6, 0.7$ のそれぞれの($-Cpb)_p$ の Re 数に対する変化を示す。

(1) $B/H=0.4$ の場合： Re 数の増加とともに($-Cpb)_p$ は増加し、 $Re=(0.2 \sim 1.0) \times 10^4$ でほぼ一定となった後、 $Re=1.7 \times 10^4$ 付近で最大値を取る。またモード変化はほとんど認められず、模型による大きな値の変化はない。

(2) $B/H=0.6$ の場合：3.1(1) $B/H=0.65$ の場合と同様、背圧はモード変化する。これは H の大きさに及び経時的に $-Cpb$ 値が異なるためである。 $H=3\text{mm}$ の模型では、低 Re 数域において低圧モードが支配的で、 $Re=600$ で高圧モードが卓越し、 $H=4\text{mm}$ では、 $Re=500 \sim 700$ で低圧モード、その後高圧モードとなり、 $Re=1.5 \times 10^3$ 付近で再度低圧モードに変化する。一方、 $H=7\text{mm}$ の模型においては、 $Re=(1.0 \sim 4.0) \times 10^3$ で高圧モードとなった後2ndピークを生じ、 $Re=7.0 \times 10^3$ で1stピークと2ndピークが入れ替わり、1stピークは高圧モード、2ndピークは低圧モードである。さらに、 $H=16.5\text{mm}$ では $Re=(3.7 \sim 5.6) \times 10^3$ で高圧モード、その後低圧モードが卓越し、 $Re=1.7 \times 10^4$ で1stピークが高圧モードに、2ndピークが低圧モードになる。このように $B/H=0.6$ の模型においても、高圧・低圧の背圧係数を示す2つのモードが、模型の大きさや経時的に変化する。

(3) $B/H=0.7$ の場合：($-Cpb)_p$ は Re 数の増加とともに急増していくが、その後ほぼ一定となり、 $Re=(1.0 \sim 4.0) \times 10^3$ の比較的狭い Re 数域で、高・低2つのモードの背圧変化が現れる。

4. 結言

背圧係数 $-Cpb$ は Re 数に強く依存して変わり、特に断面比 $0.6 \sim 0.7$ 矩形柱では $-Cpb$ 値が2つのモードを持ち、経時的に低圧モードと高圧モードの間を変化する。

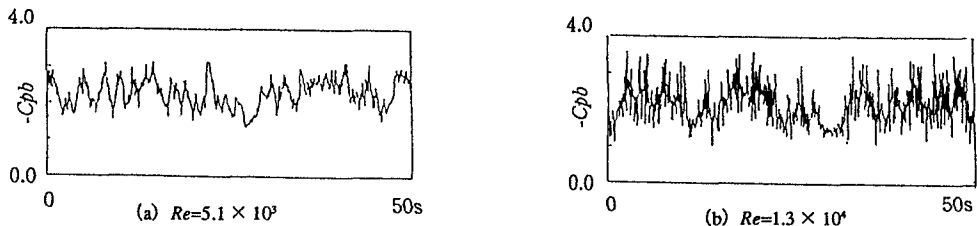


図3 背圧係数の信号波形 ($B/H=0.65, H=18\text{mm}$)

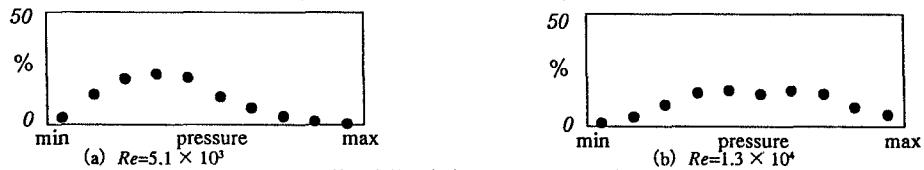


図4 $-Cpb$ 値の度数分布 ($B/H=0.65, H=18\text{mm}$)

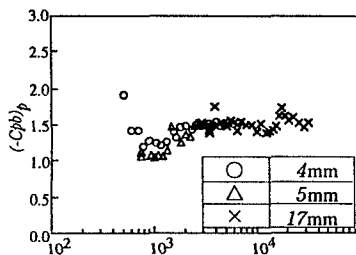


図5 $(-Cpb)_p$ の Re 数に対する変化 ($B/H=0.4$)

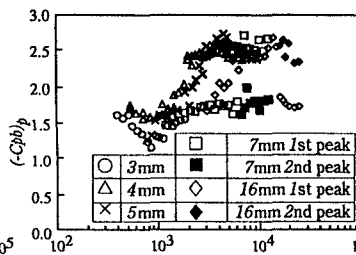


図6 $(-Cpb)_p$ の Re 数に対する変化 ($B/H=0.6$)

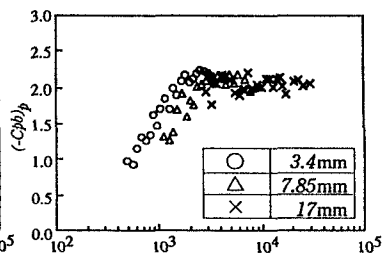


図7 $(-Cpb)_p$ の Re 数に対する変化 ($B/H=0.7$)