

5 結論

本論文の各章で得られた主要な結論を要約すると以下のとおりである。

第一章は、円柱後流渦の制御に関連する過去の論文を概観し、本研究の位置づけを行なった。干渉要素として仕切板と副円柱を採用し、臨界的挙動の共通性を探し、そのメカニズムを理解することを本論文の目的とした。

第二章では、実験で使用した水槽と風洞装置を説明し、仕切板のケースと二円柱のケースの実験状況を述べた。水槽実験における両ケースの主円柱後流の背圧とストローハル数の計測方法を述べた。レイノルズ数効果を調べるため、風洞における二円柱のケースでの背圧の計測方法を述べた。

PIV 計測については、従来の流速測定法と PIV を比較した。二枚の粒子画像からベクトルを取得する際の相互相関法を説明した。良好な粒子画像を得ることで、ベクトルの発生を抑えるため、諸パラメータの設定を検討した。最後に平滑化による誤ベクトルの処理について示した。

第三章では、仕切板のケースと二円柱のケースで、干渉要素を各レベルで主円柱に近づけていく時、主円柱の背圧とストローハル数を計測し、以下の結果を得た。

1. 風洞実験による円柱のケースの背圧を測定し、副円柱が臨界ギャップに近づくととき、レイノルズ数が比較的低い範囲 ($Re=5.0 \times 10^3 \sim 9.0 \times 10^3$) で臨界ギャップ前に C_{pb} の低下が見られ、低下の大きさ、勾配などがレイノルズ数とともに大きく変化した。レイノルズ数 ($Re=2.9 \times 10^4$ 以上) が大きくなるにつれて C_{pb} はほぼ一定となり、その特性は飽和した。すなわち C_{pb} の G/d にともなう変化は $Re=5.0 \times 10^3 \sim 2.4 \times 10^4$ でレイノルズ数に依存する。
2. 水槽実験による両ケースの背圧から、各 Z/d で干渉要素を上流へ移動させるにつれて、臨界ギャップで臨界的な背圧の回復がみられる。臨界ギャップは干渉要素のレベル Z が大きくなるにつれて主円柱に近づく。二円柱のケースの $Z/d=0$ では、臨界ギャップ付近で双安定になるため、背圧の回復はそれほど急ではない。

3. 仕切板のケースのストローハル数は、臨界ギャップまでは単独円柱のストローハル数 ~ 0.19 を示す。 $Z/d=0, 0.5$ では、臨界ギャップ後に渦放出を示すピークが同定できないほど渦が弱くなる。 $Z/d=1.0$ では臨界ギャップ後、さらに仕切板が円柱に近づくにつれて、ストローハル数が上昇する傾向が見られる。
4. 二円柱のケースのストローハル数は、臨界ギャップまで単独円柱のストローハル数を示す。臨界ギャップ後は二つのグループに分岐する。水槽実験では、一方は単独円柱のストローハル数 ~ 0.2 よりも約 2~3 倍大きい値をとり、他方は単独円柱のストローハル数より 40% くらい小さい値をとる。 $Z/d \geq 0.75$ の高いストローハル数成分は仕切板の $Z/d=1.0$ と同じ傾向を持つ。

第四章では、両ケースの臨界ギャップ前後の流れ場を PIV 計測した。瞬間渦度分布、平均流線、さらに主流方向速度変動の r.m.s. 値の分布と渦度分布から渦形成長さを求め、以下の結果を得た。

1. 臨界ギャップ前まで、干渉要素の上流移動に伴い渦形成領域も縮小し、渦の巻き込みは強まる。
2. 臨界ギャップに達すると渦形成領域は急に伸長し、渦の巻き込みは弱まる。剪断層の相互干渉パターンは干渉要素のレベルに依存する。
3. 臨界ギャップ後ディフレクターがさらに上流に近づくとき、渦形成領域も縮小する。
仕切板のケースと二円柱のケースで 1.~3. の流れパターンの特徴は共通している。
4. 二円柱のケースの臨界ギャップに対応する一連の副円柱表面が作る包絡線と、仕切板のケースの臨界ギャップのトレースとはほぼ重なる。このことは両ケースにおける臨界的な挙動の原因は共通であることを示唆している。