



Title	流れの可視化を用いた二次元物体の後流形成に関する研究
Author(s)	近江, 和生
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37836
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名・(本籍)	近 江 和 生
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	第 9 7 9 6 号
学位授与の日付	平 成 3 年 5 月 21 日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学 位 論 文 名	流れの可視化を用いた二次元物体の後流形成に関する研究
論文審査委員	(主査) 教 授 角 谷 典 彦 (副査) 教 授 吉 川 孝 雄 教 授 辻 本 良 信

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は流れの可視化実験を主体として、二次元物体背後に形成される後流渦の特質を、いくつかの流れの例について調べたものである。

第1章では、いわゆる二次元鈍頭物体背後に形成される Kármán 渦列に着目し、その研究の歴史的な進展と、現在までに明らかにされた渦列の物理的特質について概説する。また並行して、現在なお検討の余地が残された問題や未解明の問題点を指摘し、それらの解明を目標として本研究が行われること、研究手法として流れの可視化を主体とする実験的アプローチが試みられることを明らかにする。

次いで第2章では、鈍頭物体背後に形成される典型的な Kármán 渦列として、低 Reynolds 数領域 ($Re \leq 300$) における二次元単一円柱の後流を採り上げ、主として Reynolds 数の影響により流れの挙動にいかなる変化が見られるか、また種々の可視化技術をいかなる意図の下に適用し何を明らかにするかについて具体的な説明を与える。さらに従来より議論されることの多い、Reynolds 数100前後での渦列の性格変化に着目し、本研究で得られる根拠に基づいて従来の研究成果を再検討する。

第3章では、同じく低 Reynolds 数の領域における平行二円柱背後の渦列を採り上げ、後流渦の配置パターンや渦列干渉の形態について、可視化実験を中心に検討を加える。二円柱を主流中で直列型および並列型の二通りに配列した場合について、円柱間隔や Reynolds 数による流れへの影響を調べるとともに、後流周波数や渦流出の同期・非同期的問題等について議論する。

第4章では、可視化実験の持つ新たな方向性として、電算機援用による画像処理技術の適用を試み、流れの定量的解析の可能性について検討する。供試流れとしては前二章で述べた二次元円柱の渦流れを再度採り上げる。処理の具体的内容に関しては、後流の流跡線写真を画像解析して瞬時速度の分布を定量的に求め、そこから流れ関数や渦度、静圧の分布を数値的に評価することを主眼とする。

第5章ではやや複雑な渦流れとして、大きな迎え角を持つ（失速角を大きく上回る）二次元翼まわりの非定常流れを採り上げる。一様流中の翼をピッチ方向に調和振動させた場合に、前縁からの剥離渦が干渉しながら特徴的な後流形成に至る過程を、いわゆる出発流れの可視化により明らかにする。供試翼は厚み比 $1/10$ の楕円、および NACA0012 の二種の対称翼である。

この研究の実用面における意義は航空機翼の動失速、それも実験データの少ない Deep Stall と呼ばれる領域での失速流れの解明であるが、本章の研究ではより一般的に、翼形の柱状物体が高振動数、大振幅の回転振動を受ける場合、翼の振動が強まるにつれて後流渦の特性にいかなる影響が現れるかという点を調べる。

第6章では二次元物体の後流特性を数値計算により明らかにすることを試みる。数値計算法としてはポテンシャル流の計算を主体とする離散渦法が用いられ、第5章で述べた翼まわりの流れをモデルとして、後流の時間的進展の模様をシミュレートするとともに、可視化実験との比較が行われる。また流れの現象面の検討では、前縁・後縁から剥離する剪断層における渦度の挙動に注目し、形成渦のパターンとの関連を調べる。

第7章では、以上に述べた鈍頭物体まわりの流れを総括し、本研究全体を通じて明らかにされた結論を簡潔に述べる。

論文審査の結果の要旨

本論文は、流れの可視化を主な実験手段として、二次元鈍頭物体背後の流れの渦特性を調べたものである。

まず第一章で、Karman 渦列を始めとする関連分野の従来の研究成果とその問題点を整理し、本研究の位置づけを行っている。第二章では、典型的な鈍頭物体として単円柱をとりあげ、比較的低 Reynolds 数 (≤ 300) の範囲で Karman 渦列の発達過程をいくつかの可視化法で調べ、その手法としての優劣を論じている。ついで第三章で、流れに対して直列および並列に配置された平行2円柱まわりの流れを調べ、円柱間隔の影響・後流渦の相互干渉・渦流出の同期性等を詳しく観察し、従来知られていなかった臨界間隔（流れのタイプが大きく変化する間隔）を見出している。第四章では、従来の定性的観察を主とする可視化実験を発展させ、電算機援用の画像処理技術を開発し、流れの定量的解析を試みている。第二章および第三章でとりあげた円柱まわりの流れを対象にして、準瞬時の速度場を定量評価し、これをもとに代表格子点における流線・渦度分布・圧力分布を数値的に求めている。第五章では、ヘリコプターの主ローターや各種回転機械の動翼のモデルとして、大きな迎え角をもつ振動二次元翼まわりの流れをとりあげている。具体的には、厚み比 $1/10$ の扁平楕円翼および NACA 0012 翼がピッチ方向に調和振動する場合の非定常流れを前章と同様の可視化法で調べ、翼の前縁および後縁から放出される渦が干渉しながら特徴的な後流を形成する過程を明らかにし、振動の周波数・角振幅・平均迎え角等によって後流パターンを4つの典型に分類している。第六章は、ポテンシャル

流中に離散渦を分布させるモデルを用いて、第五章でとりあげた楕円翼まわりの流れを数値解析したもので、後流の時間発展の様子が可視化実験のそれとよく対応することを確認し、更に翼に働く揚力・抵抗といった非定常流体力を求めている。最終の第七章は本研究のまとめにあてられている。

以上、本論文は鈍頭物体背後の流れという古典的な問題をとりあげながら、注意深い観察と綿密な実験技術を駆使して、この分野に精密かつ詳細な知見を付け加えたものであり、博士論文としての価値があるものと認める。