

Title	開水路乱流の構造解析とその応用に関する研究
Author(s)	福原, 輝幸
Citation	大阪大学, 1983, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33881
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【 4 】

氏名・(本籍)	福 原 輝 幸
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 6 2 0 0 号
学位授与の日付	昭 和 5 8 年 1 0 月 3 1 日
学位授与の要件	工学研究科 土木工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	開水路乱流の構造解析とその応用に関する研究 (主査)
論文審査委員	教授 室田 明 教授 小松 定夫 教授 榎木 亨

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は滑面開水路流れの組織的な壁面乱流構造の特性を把握するとともに、その基礎的知見を応用して河川水理学の視点から、河道潤辺の水生物がどのように流れ場に影響を及ぼし、抵抗に関与しているかを解明しようとするもので、2編から構成されており、第1編では大規模壁面乱流の構造解析に関する基礎的研究を、第2編では植生のある開水路流れに関する応用的研究を論じている。

第1編は4つの章からなる。

第1章では、本研究に関連する分野の従来の研究の経過と現況を概説し、本研究の位置づけを明らかにしている。

第2章では、流れの可視化手法として特別に開発した三次元水素気泡法や、熱膜流速計との併用による計測手順と、データの統計処理に用いた条件付画像解析法、パターン認識法の内容について予め一括して説明している。

第3章では、可視化法と流速計による定点計測法から得られた結果の比較対応によって、大規模かつ規則だった壁面乱流の特性を抽出し、その運動学的、及び動力学的特徴を明らかにし、それにもとづくモデリングを呈示している。

第4章では、呈示した時系列モデルにもとづくシミュレーションを行い、乱れの統計量に及ぼす壁面大規模乱流構造の寄与の程度を解明している。

第2編は4つの章からなっている。

第1章では、本研究に関連する分野における従来の研究を探索し、壁面乱流という観点からの研究と、

抵抗則に関する研究が欠如していることを指摘している。

第2章では、水藻のように揺動する植生がある潤辺状態の開水路流れについて、その周辺の乱れの励起特性等を実験的に明らかにし、このような場合のエネルギー収支を解明している。

第3章では、アシなどの屈撓性のある植生のある河道高水敷について、潤辺における乱れの発達と減衰、遮蔽域内外の運動量交換のモデルを呈示している。

第4章では、前章までの特異な壁面乱流の特性にもとづき、種々の冠水状態に対応する抵抗の発生機構と、抵抗係数を定量的に確定している。

結論では、第1編と第2編で得られた成果を総括している。

論文の審査結果の要旨

乱流研究の動向は、等質・等方性乱流から非等方性乱流、たとえば境界近傍の乱流構造の解明に向けられ、最近では、壁面極近傍の大規模かつ秩序立った構造が注目されつつある。本論文は特に滑面開水路流れについてこの問題を扱い、壁面乱流が主流部に及ぼす影響を明らかにしたところに特徴がある。得られた主な成果は次の如くである。

- (1) 水素気泡法による可視化手法を改良し、壁面乱流の三次元構造の可視化に成功し、平面的には高速渦、低速渦の配列、鉛直面構造として sweep, ejection の挙動を明らかにした。また条件付画像解析、あるいはパターン認識法により、大規模乱流の時系列を明瞭に抽出した。
- (2) 路床から離れた位置から高速流体塊が侵入し、壁床極近傍の低速流体層を排除し、舞い上げるといふモデルから、壁面乱流固有の鋸歯状変動流速時系列をシュミレートし、得られた統計量がよく実態を説明しうることを示した。

一方、河川工学における最近の動向として、河道の多目的利用、たとえば河川高水敷を河川公園として開放すること等が推進されている。かねてから植生のある高水敷の洪水時流水抵抗の定量的解明は実務面の課題であったが、最近のように高水敷の多目的利用がはかられ、潤辺状態の変化が予想されるに至っては、この抵抗則の解明はさらに緊急の課題となってきた。

本論文は、こうした河川工学の実際面の要請に応え、前半の壁面乱流に関する基礎的知見を応用し、最終的には各種植生の抵抗則を定量的に確定すべく行なわれたもので、主要な成果は次の如くである。

- (1) 水藻の如く揺動性に富む水生植物や、アシの如く屈撓性、倒伏性のある水辺植物のいづれにおいても、基礎方程式に付加的抵抗項を設けることで統一的に表現され、これによって揺動、ゆらぎを考慮した乱れエネルギーの収支まで説明できる。
- (2) 水藻のような揺動する植物群落では、それによって遮蔽される壁面領域と外部領域の運動量交換が、またアシのような倒伏性のある水辺植物にあっては出水時の水位に応じた各種冠水状態での抵抗発現機構の類別が重要であると指摘した。
- (3) 最終的に、抵抗係数がレイノズル数と密度の関数として図化して呈示された。

以上のように本論文は乱流研究の最近の課題である大規模かつ秩序立った壁面乱流の知見を、滑面開水路流れに拡張応用し、新たに乱れ挙動に関するモデルを提案しこれが組織乱流の的確な理解に寄与することで、水理学に貢献するところが大きく、かつこの壁面乱流の基礎研究を応用した植生のある河道の流水抵抗の研究は河川工学に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。