

氏 名	浅 野 富 夫 あさ の とみ お
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 673 号
学 位 授 与 の 日 付	昭 和 55 年 7 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 土 木 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	開水路流れにおける乱れの時空間構造に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 岩 佐 義 朗 教 授 今 本 博 健 教 授 中 川 博 次

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、河川などの開水路における大規模流れの乱れの構造を明らかにするために、まず乱れ計測法とデータ処理法とを詳細に検討し、その結果を用いて実験水路の流れにおける乱れの時間構造、時空間構造を考察し、さらに実河川などにおける大規模流れで実証的に研究したものであって、序論、5章および結論より成っている。

序論では、開水路流れの乱れの構造とその解明が河川水理学、河川工学における多くの基本的課題の解決につながることを示すとともに、乱れの時間的構造、時空間構造の研究の必要性和重要度を述べ、本研究の内容を明らかにしている。

第1章は開水路流れの乱流場の特性を乱流理論を用いて総括的に取り扱い、第2章以降の研究の基礎的事項を示したものである。すなわち、相関係数あるいはスペクトルを用いた乱流場の解析法を整理し、乱れ速度の一次元エネルギー・スペクトルについての種々の相似則を説明するとともに、同じ手法によってレイノルズ応力スペクトルおよび時空間スペクトルに関する相似則を新たに提案している。

第2章では、実験的研究の基礎となる乱れ計測の重要性和その問題点とを指摘するとともに、乱れ特性量の評価法について論じている。すなわち、乱れ計測機器としてホットフィルム流速計を取り上げ、その応答特性を明らかにし、これにもとづく実験法および検定法を検討するとともに、開水路流れのような多重構造的な乱流場を対象とした場合の計測スケールの効果と摩擦速度および乱れ特性量の評価法とについて考察し、開水路流れを対象とした乱れ計測法を提案している。

第3章では、以上の方法にもとづき、開水路流れの時間構造について実験的検討を行っている。まず、平均速度場の特性として、平均速度分布に対する対数則の適用性、カルマン定数と積分定数、抵抗係数と水理条件などについて検討し、管路流れにおける結果の開水路流れへの適用性を明らかにした。ついで、乱れ速度場の特性を検討し、第1章で得たレイノルズ応力スペクトルに関する相似則の実験的検証を行うとともに、乱れ特性量の鉛直分布に対する普遍関数表示法の明確化を試み、それぞれの目標を達成している。

第4章は乱れの空間構造および時空間構造についての実験的検討を述べたものである。乱れの広がり位相差によって特性づけられる空間構造については、まず、空間相関係数あるいは最適相関係数および時空間コヒーレンシにもとづきオイラー的広がりあるいは最適広がりについて検討し、つぎに、時空間相関係数および位相スペクトルによる位相差について考察し、これらの鉛直分布特性、波数特性などを明らかにした。また、寿命時間および移流速度により記述される時空間構造についてもその特性を明らかにし、第1章で得た時空間スペクトルの相似則を実験的に検証している。

第5章は、乱れの時間、空間ならびに時空間構造に関する以上の結果を、実河川のような大規模流れに適用したものであって、淀川、宇治川、濃尾用水において乱れの計測を実施し、第4章までの結果の河川工学的有用性を確認している。

結論では、以上の各章の研究において得られた成果をとりまとめるとともに、今後の課題を述べている。

論文審査の結果の要旨

開水路流れのもつ水理学的特性を説明する上で、乱れとその理論の示す意義・役割は極めて大きいものがある。しかし現実には、開水路流れにおける計測の困難性もあって、乱れの構造、とくに空間および時空間構造の検討はほとんど行われていない。本論文は、このような状況に鑑み、ホットフィルム流速計を用いた開水路流れの乱れ計測法を詳細に検討し、乱れの評価法を明らかにするとともに、その成果を用いて実験室内の水路から実河川に及ぶ流れの種々のスケールの乱れの構造を研究したものであり、得られた成果のおもなものは以下のである。

1. 水温変化が微小な場合、ホットフィルム流速計の検定曲線は、電圧・速度間の関係を温度変化に応じて電圧軸方向に平行移動することによって得られることを明らかにし、水温変化を考慮した乱れ計測法を開発した。さらに、開水路流れにおける乱れ特性量の評価法として、乱れの平均スケールについては時間相関係数にみられる second mild maximum の発生遅れ時間から推定する方法を、また乱れの強さについては平均値評価時間を平均スケールの 10^2 倍したときの r. m. s. から評価する方法を提案した。

2. 開水路流れならびに浮流砂を含む流れの時間的構造の検討から、対数則のカルマン定数および積分定数は必ずしも管路における値によって記述されないことを明らかにするとともに、浮流砂の平均濃度の増加とともにカルマン定数、抵抗係数が増すという本質的特性を見出した。

3. 一方、乱れ速度場の特性に関し、レイノルズ応力スペクトルの相似則を次元解析的に提案するとともに実験的にも検証し、また乱れ特性量の鉛直分布は、乱れの平均スケールとして時間スケールを採用する方法によって普遍的に表されることを示し、その具体的な関数形を種々の乱れ特性量について得るとともに、この関数形が浮流砂を含む流れにも適用されることを示した。

4. 乱れの空間構造および時空間構造に関する検討から、空間構造を記述するオイラー的スケールおよび鉛直方向位相差の普遍関数表示を提案した。また、時空間構造を表す乱れの寿命時間および移流速度についても普遍関数形を得、多点同時計測による乱れのラグランジュ的特性の解明の可能性を示した。

5. 実河川ならびに人工水路における大規模な流れの乱れの観測を実施し、室内実験水路で得られた乱れ特性量の評価法および普遍関数表示が適用されることを確かめるとともに、乱れの広がり概念を用い

た乱流拡散係数の評価法について新しい提案を行い、河川水理学の一つの側面を展開した。

これを要するに、本論文は、開水路水理学ならびに河川水理学におけるすべての問題の基礎となる開水路流れの乱れについて、主として実験的研究をすすめ、種々の乱れ特性量の鉛直分布に対する普遍関数表示形あるいはスペクトル特性を明確にするとともに、河川工学上応用されるべき多くの新しい知見を得たものであって、学術上、實際上貢献するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。