

Title	三次元流速分布の光学的測定法に関する基礎的研究
Author(s)	岩田, 耕一
Citation	大阪大学, 1980, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32918
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

氏名・(本籍)	岩 田 耕 一
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 5 1 0 9 号
学位授与の日付	昭和 55 年 11 月 28 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	三次元流速分布の光学的測定法に関する基礎的研究
論文審査委員	(主査) 教授 鈴木 達朗 (副査) 教授 藤田 茂 教授 山田 朝治 教授 小山 次郎 教授 橋本 初次郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は三次元の流れ場における流速の空間分布を測定できる新しい光学的方法を提案し、それに関連する基本的諸問題を検討して、その測定法の有効性を研究したものである。

序論では、まず本研究を実施するに至った背景について述べ、その目的を明らかにするとともに、提案する流速測定法について概説している。

第 1 章では、新しい流速測定法を定量的に説明し、それを検証するために行った実験とその結果について述べている。ここで提案された方法は、微小粒子を懸濁した流体の内部にシート状に拡げた光束を入射することによって、流体内部に仮想的な粗面を形成させ、その散乱光に対しホログラフィ干渉法またはスペックル写真法を用いるものである。短い時間間隔の二重露光や多重露光で散乱光を記録し、再生もしくは空間周波数フィルタリングを行うと、シート状光束で定まる断面上の流速分布が干渉縞として表される。この方法をゆるやかな流れに対して適用し、任意の断面における流速分布が正しく得られることを実験によって実証している。

第 2 章では、空間の一点における流速測定法であるレーザ・ドップラ法と本方法との関連を考察している。その結果、一般に両者は異なる原理にもとづくものと説明されているにもかかわらず、同一の現象を利用していること、それを空間と時間という異なる次元でとらえてデータ処理を行ったにすぎないことを明らかにしている。

第 3 章では、提案した測定法の内、ホログラフィ干渉法を用いる方法について、より精密な考察を行うための前段階として、一般のホログラフィ干渉法における干渉縞形成の理論的解析を行っている。従来の理論では、再生像観測のための光学系の開口が大きい場合の干渉縞形成の説明が複雑であった

が、この解析の結果、直観的な説明が可能になった。また、実験によって解析結果の妥当性を示している。

第4章では、本研究によるホログラフィ干渉法を用いる流速分布測定法に関する考察を行っている。まず、第3章の結果を用いて、この方法の空間的分解能について考察し、望ましい光学系の配置について考察を加えている。ついで、測定可能な流速の範囲、流速ベクトルの三成分の測定法、非定常流の場合の誤差などについて考察している。これらの考察により、本方法が広い範囲の流速の測定に応用できる可能性があることが明らかになった。

結論では、以上の研究によって得られた結果を総括している。

付録では、第3章の解析に必要な計算公式の導出を行っている。

論文の審査結果の要旨

流体力学などの研究において流速分布の測定は重要である。従来これの光学的測定法としてはシェリーレン法や光干渉法が広く用いられてきたが、これらにおいては観測方向に対しては流速が一様であることが必要であって、すなわち二次元流に対してのみこれらは有効である。本論文はこのような制約を受けることなく三次元の流れ場における流速分布を測定し得る方法を開発したものである。

得られた結果を要約すると次のとおりである。

- (1) 層状の照射光束と二重あるいは多重露光されたホログラフィ干渉法とを組み合わせ、その層状光束面内の流速分布を流体の他の部分の流速とは無関係に求め得る方式を提案している。その結果の正当性は実験によっても確めている。したがってその層状光束を平行移動させることによって三次元の測定を可能ならしめたものである。
- (2) ホログラフィ干渉法の代わりにスペックル写真法と空間周波数フィルタリングを用いても同様の結果が得られることを示し、それらの両者の利点を種々の観点から比較検討している。
- (3) これらの方法が流速分布の測定のみならず、変位、歪の三次元的分布および透明媒質中の超音波の観測にも用いられることを示唆している。
- (4) ホログラフィ干渉法における干渉縞の形成理論について従来の解析にみられた種々の制約条件を取り除き、より一般化された取り扱い方法を導いている。さらにこの結果を用いて分解能を向上するため装置構成上の諸問題を考察し、本方法が広い範囲の流速の測定に用い得る可能性のあることを示している。
- (5) 非定常流の場合に生ずる誤差についても検討を行っている。
- (6) 本研究の方法とレーザ・トポグラ法との関連についても考察し、両者が同一現象を空間と時間と云う異なる次元でとらえてデータ処理したものであることを指摘している。

以上のように本論文は三次元流れ場における流速分布の測定に新しい道を拓いたもので、関連する工学の広い分野に貢献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。