

豊橋技術科学大学長 殿

平成 8年 2月 27日

審査委員長 三田地 紘史 (印)

論文審査及び最終試験の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。

記

|         |                           |         |             |
|---------|---------------------------|---------|-------------|
| 学位申請者   | 関下 信正                     | 学籍番号    | 第 883121 号  |
| 申請学位    | 博士(工学)                    | 専攻名     | 総合エネルギー工学専攻 |
| 論文題目    | 一様等方性乱流の統計的性質に関する実験的研究    |         |             |
| 公開審査会の日 | 平成 8年 2月 20日              |         |             |
| 論文審査の期間 | 平成 8年 1月 24日～平成 8年 2月 26日 | 論文審査の結果 | 合格          |
| 最終試験の日  | 平成 8年 2月 26日              | 最終試験の結果 | 合格          |

論文内容の要旨

工学的に最も重要な流体现象は乱流に関するものであり、本研究はこの乱流現象の普遍的性質に関する実験的解明を試みたものである。乱流は、非線形性、3次元性、非定常性等を具備し、物理学的にも最も解決困難な現象の一つとされ、これまでに、一様等方性を仮定した理論体系が展開されているが、それは局所等方性の概念の導入によって実在乱流場の解析手法の理論的基礎を与えている。しかし、それら理論の適用限界や特性量のレイノルズ数(Re数)依存性、乱流場の微細構造の影響等の解明が十分になされているとは言い難い。

本論文は、第1章で研究背景と目的を、第2章では、本研究で使用する理論および解析手法について述べている。第3章は、風洞中に大規模乱流場を実現するための手法とその乱流場の特性について記述している。第4章では、仮想原点の決定法を提案し、第2章で導出した減衰モデルを用いて乱流エネルギーの減衰特性を解明した。第5章は、スペクトル解析や、構造関数、新しく提案した非等方テンソルスペクトルによる解析結果に基づいて、新しい特性渦スケールを導入した。それらを用いてスペクトル上の慣性小領域を定義し、局所等方性や普遍平衡理論の成立条件、Kolmogorov定数の乱流Re数依存性等を与えた。第6章では、波形解析と構造関数を用いて乱流場の微細構造中に存在する間欠性の影響を調べ、構造関数の慣性小領域における勾配とその次数の関係を導くことを通して、既存の乱流モデルの評価を行った。第7章に本研究の結論を述べる。

審査結果の要旨

近年、航空機をはじめとする輸送機関の抵抗軽減や安全性、流体機械の効率の向上や騒音の発生といった工学的側面のみならず、大気汚染や気象予測などに関して、乱流構造の解明に対する要請が増々高まっている。乱流構造の普遍平衡性を仮定した一様等方性乱流理論は、局所等方性の概念により実在乱流の解析の根拠を与えており、本研究ではそれら理論の適用限界の決定や乱流場の微細構造に関する実験的論証を行っている。

本研究は、風洞中に実現した大規模乱流場を計測し、その速度変動場を新しい解析手法を導入することにより分析している。非等方性の影響の排除や、新しい仮想原点の決定法の導出を通して、乱流エネルギーの減衰率を正確に決定している。乱流渦構造の階層性に関して最小非粘性渦スケールを提案し、それと最大等方渦スケールを用いた慣性小領域の定義の有効性を、非等方テンソルスペクトルや構造関数による解析結果と結びつけて証明している。さらに、慣性小領域の存在条件、局所等方性や普遍平衡理論の成立条件等を決定し、Kolmogorov定数の乱流Re数依存性を与えている。最後に、乱流場の微細構造中における間欠構造の影響を確率密度関数や構造関数を求めることにより解析を行い、各種乱流モデルの実験的検証を行っている。

上記の結果は、乱流構造の解明に多くの新しい知見をもたらしたのみならず、理論モデル中のモデル定数を与えており、工学的な意義は大きい。以上により、本論文は博士(工学)の学位論文に値するものと判定した。

審査委員

三田地 紘史 (印) 北田 敏 廣 (北田 印) 齋田 秀 次 (印)

北村 健 三 (印) 鈴木 新 一 (印)

(注) 論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。