

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 11595 号
------	---------------

氏 名 北村 拓也

論 文 題 目

Characteristics of grid turbulence and turbulence modulation
after interacting with a shock wave
(格子乱流の特性および衝撃波干渉による乱流変調機構)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	酒井 康彦
委員	名古屋大学	教授	長田 孝二
委員	名古屋大学	教授	佐宗 章弘
委員	名古屋大学	准教授	石原 卓
委員	名古屋大学	准教授	伊藤 靖仁

論文審査の結果の要旨

北村拓也君提出の論文「Characteristics of grid turbulence and turbulence modulation after interacting with a shock wave」は、(a)格子乱流の減衰特性と (b)乱流-衝撃波干渉に関する実験的研究、及び (c)Rapid distortion theory (RDT) (急激変形理論)を用いた乱流-衝撃波干渉の理論的研究をまとめたものであり、6つの章から構成されている。(a)については、現実生成される準一様等方的な乱流場である格子乱流場の実験による現象解明を目的とし、熱線流速計を用いて速度二成分の計測を行い、乱流エネルギーの減衰率、不変量および基本的な特性を調べ、格子乱流の特性についての更なる理解を図っている。(b)については、格子乱流に衝撃波が及ぼす影響について熱線流速計を用いて実験的に調べ、衝撃波干渉による乱流変調機構の理解を図っている。(c)については、RDTを用いて衝撃波の影響を受けた一様乱流の変化を解析的に調べ、衝撃波干渉による乱流変調機構の更なる理解を図っている。

第1章は緒論であり、本研究が対象とした事象である、格子乱流の減衰則、乱流-衝撃波干渉に関する、これまで行われた研究についてまとめている。

第2章では、一様等方性乱流の基礎理論およびRDTについてまとめている。

第3章では、異なる格子レイノルズ数および異なる格子(角柱および円柱)をパラメータとし、熱線流速計を用いて、流れ方向及び鉛直方向の速度変動を計測し、エネルギー減衰率や不変量を調べている。その結果、十分大きなレイノルズ数では、エネルギー減衰の減衰指数、積分スケールおよびTaylorスケールはSaffmanの理論値に近い値を取ること、不変量もSaffman乱流の特徴を満足する傾向を持つことが明らかにされている。また、形状による影響(角柱および円柱)に関しては、どちらもSaffman乱流の特徴を有するが、円柱の方がより周期的な構造を持ち、角柱の場合に比べて不変量が一定となる領域を得るには十分長い距離が必要であることが明らかにされている。

第4章では、異なる格子を用いて乱流レイノルズ数をパラメータとし、衝撃波の影響を受けた格子乱流の変化について熱線流速計を用いて実験的に調べている。その結果、衝撃波の影響を受けた乱流の変化に関して、全ての場合において、乱れの増加および特性長の減少が明らかにされている。また、その変化は、乱流レイノルズ数に依存することが明らかにされている。

第5章では、RDTを用いた乱流-衝撃波干渉の理論的研究についてまとめられている。衝撃波により誘起される一次元圧縮を対象とし、実験と同じようなsolenoidal成分が初期に卓越している場合に対してRDTによる解析解を求めている。特に第5章では、Andreopoulos et al. (2000)によって提起されている乱流-衝撃波干渉における5つの未解明の問題をRDTの線形理論の枠組みで答えることを試みている。解析の結果が、実験で得られた結果と定性的に一致することおよび解像度の高い既往の数値計算の結果と定量的に一致することが明らかにされており、乱流-衝撃波干渉における有用な知見を示している。また、非等方性の影響についても考察しており、特に軸対称な初期乱流場において、対称軸に対する波数ベクトルの角度依存性が重要なパラメータであることが明らかにされている。

第6章は総括であり、第3章から第5章で得られた知見をまとめている。

以上のように、本論文は基礎的な乱流場である格子乱流の特性およびそれとの衝撃波干渉による乱流変調機構を実験的・理論的に明らかにしたものである。本論文で得られた知見は、流体力学の分野の発展に大きく貢献しており、学術上・工業上寄与するところが大きい。

よって、本論文の提出者、北村拓也君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があるものと判定した。