

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12776 号
------	---------------

氏 名 高橋 護

論 文 題 目

Transport mechanism of turbulent momentum flux in a plane jet
(二次元噴流における乱流運動量フラックスの輸送機構に関する研究)

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	内山 知実
委員	名古屋大学	教授	長田 孝二
委員	名古屋大学	准教授	伊藤 靖仁

論文審査の結果の要旨

高橋護君提出の論文「Transport mechanism of turbulent momentum flux in a plane jet (二次元噴流における乱流運動量フラックスの輸送機構に関する研究)」は、二次元噴流を対象として、レイノルズ応力によって表される乱流運動量フラックスの輸送機構を数値的及び実験的に明らかにしたものである。特に、圧力と歪速度の相互作用によるレイノルズ応力の消滅機構の解明に重点が置かれている。本論文は4章から構成されており、各章の概要は以下の通りである。

第1章は緒論であり、本研究に関連する先行研究(圧力と歪速度の相互作用によるレイノルズ応力消滅、圧力-歪速度相関の標準的なモデル化手法、条件付きサンプリング、熱線流速計プローブと圧力プローブの複合)をまとめ、本研究の目的を述べている。

第2章では、レイノルズ数2,000の二次元噴流の直接数値計算が行われている。噴流の流れに対して垂直な平面上で取得された時系列から構築された擬三次元データを用いることで、乱流構造の三次元的な抽出と可視化を行っている。計算された二次元噴流中には、多くの先行研究の主張とよく整合する大規模コヒーレント渦構造の存在が確認され、さらにその周辺に活発なレイノルズ応力消滅イベントが集中していることが示されている。ただし、大規模コヒーレント渦構造そのものではなく、大規模コヒーレント渦構造とは無相関なインコヒーレント成分がレイノルズ応力消滅に関連していること、そして、レイノルズ応力を消滅させる乱流構造はパンケーキ状構造とローラー状構造の二種類であることを明らかにしている。

第3章では、熱線流速計プローブと圧力プローブからなる複合プローブにより、レイノルズ数10,000の二次元噴流において速度勾配と圧力の同時計測が行われている。レイノルズ応力消滅には運動量輸送を担う大スケール変動より小さく、乱流エネルギー散逸を担う小スケールより大きいスケール、すなわち中スケールの乱流構造が関連していることが明らかにされている。また、第2章で示されたパンケーキ状構造とローラー状構造をとらえたと考えられる流れパターンが得られている。そして、パンケーキ状構造は少なくともレイノルズ応力消滅の9.5%、ローラー状構造は13.0%を占めるものだと評価されている。以上のように実験結果が第2章の数値計算結果とよく整合したことは、パンケーキ状構造およびローラー状構造がレイノルズ数2,000から10,000の二次元噴流において普遍的に観察されるという重要な事実を示す。

第4章では、第2章および第3章で得られた知見をまとめ、本研究の結論を与えている。

以上のように、本研究はレイノルズ応力を消滅させる乱流構造の描像と統計量に対する寄与を明らかにしたものである。レイノルズ応力消滅イベントが集中する大規模コヒーレント渦構造がせん断混合層や円柱後流で見られるものと類似することから、本研究の結果は二次元噴流以外のせん断乱流場におけるレイノルズ応力消滅機構も説明し得るものと考えられる。本研究で得られた知見は、乱流混合の促進あるいは乱流抵抗の低減、乱流モデル開発といった応用のために重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である高橋護君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。