

専攻	総合 エネルギー工学	学籍番号	833109	指導教官氏名	蒔田秀治 助教授	
申請者氏名					岩崎隆夫	
					大竹一友 教授	
				北田敏廣 助教授		

論 文 要 旨

論文題目	軸対称異方性乱流場における乱流エネルギー輸送機構の実験的解明
------	--------------------------------

工学装置や自然界にみられるほとんどの流れ場は、非一様、非等方で複雑なせん断乱流場である。このような流れを定量的に予測するためには、一般には乱流モデルが必要である。これまで、等方性乱流の概念が乱流モデルの構築に大きく貢献してきた。しかし、等方性乱流場の概念のみに基づいた乱流モデルによって、実際の複雑な流れを予測することは危険である。より普遍性が高く、信頼性のあるモデルを構築するためには、等方性乱流の概念から非一様、非等方な乱流場の概念へとその理解を拡張して行かなければならない。一様軸対称乱流場は、その意味で、等方性乱流に次ぐ基礎的な乱流場である。

従来の一様軸対称乱流の実験的研究では、異方性を実現させるために格子乱流場を変形ダクト内で変形させる手法が用いられてきたが、それらの結果は乱流レイノルズ数が低く、かつ、非等方度が小さいため、非等方性乱流場としての特性を必ずしも精度よく抽出できていたとは言いがたい。また、実際の乱流場中には少ない、パンケーキ型 ($u' \ll v' \approx w'$) の渦構造をもった異方性乱流場に関する実験結果に限定されていた。

本研究では、風洞中の設置された動的な乱流発生装置の下流にハニカムを挿入し、一様軸対称乱流場を得た。本乱流場は乱流レイノルズ数が大きく、強い異方性をも

つ。本研究の目的は、本乱流場の減衰および等方化の過程を乱流諸統計量の計測を通じて解析し、今後の乱流理論の発展に寄与し得る基礎的データを提供するとともに、非等方性乱流の乱流エネルギー輸送の機構を解明することにある。以下に主な結論を述べる。(1)乱流レイノルズ数が大きく、強い異方性を有する葉巻型($u' \gg v' \approx w'$)の一樣軸対称乱流場が初めて実験的に実現された。(2)エネルギースペクトルの変化から、異方性乱流場の減衰を伴った等方化の過程は、(i)ハニカムが大規模渦を切断することによる一樣軸対称乱流場の実現過程、(ii)大規模渦が急激に等方化する過程、(iii)中規模渦の等方化に伴い慣性小領域が回復する過程、(iv)準等方性乱流としての減衰過程、に分けられる。(3)等価積分特性距離と等価特性速度に基づく乱流レイノルズ数は、異方度によらず乱流場の規模を表す無次元量としての的確な基準を与える。(4)レイノルズ応力方程式中の圧力-変形速度相関項に関するRottaのモデルの定数は、乱流場の非等方性が乱れの寿命時間によって緩和されると仮定した場合、上記の各過程内では一定値とみなしうるが、領域の変化とともに不連続的に変化する。(5)非等方性の緩和時間を渦の特性時間と仮定することにより、Rottaのモデルの定数は、非等方度の広い範囲にわたって一定値を示す。(6)強い異方性をもった軸対称乱流場の主流方向変動速度の1次元エネルギー伝達スペクトルが初めて示された。その分布の下流方向変化は、エネルギースペクトルの変化や異方性乱流場の渦構造に関する概念的モデルをよく説明する。