

専攻	総合 エネルギー工学	学籍番号	853241	指導教官氏名	蒔田秀治 教授
申請者氏名	森 重樹				後藤圭司 教授
					北村健三 助教授

## 論 文 要 旨

論文題目	安定成層流中における波動現象の実験的解明
------	----------------------

(要旨 1,200字以内)

鉛直上方に向かって密度が小さくなる流れ場を安定成層流という。強安定成層状態では浮力を駆動力とする内部重力波と呼ばれる波動現象が発生する。内部重力波は成層流中の乱流生成や熱・運動量輸送機構に重大な影響を与えると考えられ、その特性や平均流との相互作用に関する定量的データを蓄積することは、工学的見地からのみならず、海洋や大気中の汚染物質の拡散や局地風の発生予測などの気象モデルを構築する上でも有益である。

従来、内部重力波に関する実験的研究は野外観測を除けば、水路・水槽を用いたものが多く、それらから得られた結果は定性的なものが多かった。定量的計測を比較的容易に行いうる風洞実験では、内部重力波の自然発生を可能とするような強安定成層流の実現には至っておらず、山模型などによって強制的に波動を発生させてきた。

このような手法で与えられる攪乱は極めて大きく、流れ場の全体構造をも変化させてしまうため、内部重力波発達の素過程や平均流との相互作用、熱・運動量輸送機構への影響を定量的に解明することが困難となる。

本研究では、風洞内での内部重力波の自然発生と、それが混合層内の熱・運動量輸送機構に与える影響の解明を目的とした。そのため、強安定成層流を実現しうる温度成層形成装置および温度・速度場を正確に同時計測で

きる温度流速計の開発を行った。それらを用いて、ステップ状の温度分布を有する強安定成層流を実現し、その混合層内の温度・速度場の計測を通じて、風洞内における初めての内部重力波の自然発生を観測した。さらに、Reynolds応力や熱流束、変動エネルギーの輸送方程式中の生成項などを求め、内部重力波が成層流中の熱・運動量輸送機構に及ぼす影響について検討し、以下の結論を得た。(1) 較正が簡単で、かつ高精度な温度流速計を開発した。本装置は、流速が1.8~12m/sec、温度差140Kまでの範囲で正確に温度・速度場を同時計測することができ、温度・速度信号とも約DC~5kHzまで良好な周波数特性を有する。(2) 温度成層形成装置により、初期の温度乱れ強度が約0.10%、速度乱れ強度が約0.14%程度の低乱れ、かつ、最大温度差100Kまでの任意の温度分布を有する成層流の実現が可能となった。(3) 最大局所温度勾配が5000 K/m、局所Richardson数 $Ri$ が静的安定限界値 $Ri=0.25$ を越える $Ri=0.72$ の強安定成層流が実現された。(4) Brunt-Väisälä周波数が $N=13.0$ Hzに達し、内部重力波に対する波形解析を精度良く行うことができ、内部重力波の自然発生・発達を風洞内で初めて確認された。(5) 内部重力波は混合層の中心部で発達するが、混合層外縁に近づくにつれて吸収され、混合層外には伝播しない。(6) 内部重力波が存在する混合層内では、温度・速度勾配を緩和するような通常の熱・運動量輸送は抑制される。これは熱・運動量の輸送が内部重力波によってのみ行われ、その波面を越えて輸送されないためであると考えられる。