

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第 397 号	氏名	山下 啓
審査委員	主査	柿沼太郎	
	副査	浅野敏之	山城 徹

学位論文題目

内部波の伝播過程における非線形現象
(Nonlinear Phenomena in Propagation of Internal Waves)

審査要旨

提出された学位論文及び論文目録等に基づき、学位論文審査を実施した。本論文は、波の強非線形性・強分散性を考慮した非線形波動方程式系を基礎方程式系とする数値解析を実施し、本方程式系に対する孤立波解を求め、内部孤立波の特性を調べるとともに、大振幅内部孤立波の非線形相互作用を検討したものである。本論文は、6章より構成されている。

第1章では、内部波に関する既往の研究を踏まえ、本研究の背景及び目的を示した。

第2章では、変分原理に基づく多層流体に対する非線形波動方程式系の導出に関して詳述した。そして、本方程式系を上・下面が固定水平板で挟まれた2層流体に適用した。

第3章では、鉛直断面内における内部波の運動を対象とし、時間発展解析のための、差分法を用いた数値解析手法を述べた。次に、水理実験結果と、既存の強非線形モデル及び本数値解析モデルによる計算結果を比較し、本モデルによる解析結果の精度を検証した。更に、矩形格子を用いた離散化における、任意形状を有する鉛直壁に対する高精度境界処理法を提案した。

第4章では、非線形波動方程式系の定常進行波解を求めるための数値解析手法を提案した。そして、本手法を用いて、表面孤立波及び内部孤立波の数値解を求め、各波動の特性を調べた。

第5章では、内部孤立波の伝播特性を対象とした数値解析を実施した。まず、大振幅内部孤立波を含む、様々な振幅を有する内部孤立波の非線形干渉の数値解析を行なった。異なる振幅の二つの内部孤立波の追い越しや、内部孤立波の鉛直壁への衝突を対象とした。次に、潜堤や、水理実験で再現困難な緩勾配斜面を含む、種々の地形上における内部波の伝播過程の数値解析を行なった。内部波が示す、斜面上の変形や、砕波点近傍の挙動を調べた。最後に、外洋から陸棚に伝播する内部波の挙動を対象とし、深水域である外洋と浅水域である陸棚の間に存在する水深急変部における内部波の反射や、陸棚斜面上における内部波の変形を検討した。また、陸棚上における内部波の分裂過程に関して、界面位置と critical level の位置関係に着目して調べ、内部波のエネルギー特性に関して論じた。

第6章では、本研究によって得られた知見を総括した。

以上のように、本研究では、強非線形・強分散内部波の高精度数値解析手法が構築され、数値解析結果に基づき、内部波の伝播過程における様々な非線形現象が論じられた。内部孤立波の相対波高が中程度の場合に、運動エネルギーが卓越し、波の非線形性が強いこと、また、深水域から浅水域に伝播する内部波のソリトン分裂波の波形の特性が、界面と critical level の位置関係により決定されること等を明らかにした本論文は、流体の波動に関する研究の今後の進展に大きく寄与すると考えられる。よって、審査委員会は、本論文を博士(工学)の学位論文として合格と判定する。