

Title	加速度ポテンシャルによる波浪中浮体運動の非線形理論と数値解法の研究
Author(s)	谷澤, 克治
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3132549
DOI	10.11501/3132549
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	谷 澤 克 治
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 3 6 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 9 年 7 月 7 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	加速度ポテンシャルによる波浪中浮体運動の非線形理論と数値解法 の研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 内 藤 林 (副査) 教 授 浜 本 剛 実 教 授 鈴 木 敏 夫 教 授 大 楠 丹

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では加速度ポテンシャルを用いた流体と浮体の非線形連成運動の理論構築とその数値計算法への応用について論じたもので、全体を6章で構成している。

第1章では研究の背景として耐航性理論研究の歴史および時間領域における浮体運動の線形理論の沿革について述べている。

第2章では陰境界条件を用いた流体と浮体との非線形連成運動の理論を構築した結果を記述している。まず、加速度ポテンシャルを導入して加速度場の境界値問題を定式化している。本論文で用いた加速度ポテンシャルは、プラントルが翼理論に用いた線形化された加速度ポテンシャルではなく、非線形項を含むより一般性のあるもので、線形の仮定に依らずその勾配が流体加速度を与える性質を持つポテンシャルである。そこで、この性質を利用して、加速度場における物体表面の幾何学的境界条件式を、物体の加速度と物体表面の流体の加速度との関係から求めている。つぎに、物体の運動方程式を用いて、未知数である物体加速度を消去し、物体表面で成り立つ幾何学的かつ力学的な陰境界条件式を求めている。さらに、定式化した境界値問題をより数値計算に適した形に置き換えた結果を示している。

第3章では加速度場の境界値問題を数値的に解くための離散化手法、陰境界条件式を用いた流体と浮体との連立運動方程式の構築法、自由表面および浮体の運動追跡法、波の放射条件を疑似的に満たす減衰領域など、時間領域で流体と浮体の連成運動を非線形のままで計算するための具体的な手法について述べている。

第4章は数値計算法の検証について論じている。前半は閉領域に置かれた2次元浮体の大振幅運動の計算を例に、本計算法が質量、運動量、エネルギー保存則を高精度で満たす数値解を与えること、また時間刻みに対する収束性が非常に良いことを示し、非線形問題の解法として理論通りの性能を有することを検証した結果を示している。また後半では、時間領域における非線形計算でかならず解法が必要となる無限遠方の波の発散条件の取扱いの検討結果として波の人工的減衰領域を設定する方法を検討し、その領域の消波性能を検証している。

第5章では船体中央横断面形状および船首部横断面形状の二つの2次元浮体の規則波中動揺を例に、計算結果が水槽実験結果と定量的に一致することを示している。これらの数値計算から求めた波漂流減衰力やパラメトリック横揺

の限界等についても、実験結果と良く一致したことから、本計算法の精度ならびに妥当性が確認されたとしている。

第6章では結論として以上によって得られた結果を総括している。また付録では本計算法で用いた数値計算上の種々の技術について記述している。

論文審査の結果の要旨

本論文は波浪中の浮体に働く非線形流体力を推定する新しい手法を提案するもので、以下の成果をあげている。

- 1) 非線形流体力の計算に適する新しい加速度ポテンシャルを定義し、そのポテンシャルが満足すべき方程式、境界条件を定式化している。
- 2) 時間領域において浮体と流体の連成運動をシミュレートする非線形数値計算法を開発している。
- 3) この計算手法の精度を確認するため各種保存則の満足度を調査し、その精度が極めて高いことを示している。
- 4) この手法を使い、長周期動揺時の減衰力の物理的性質やパラメトリック横揺の性質について明らかにしている。
- 5) 非線形三次元計算への展望や、流力弾性問題への展望を示している。

以上のように本論文は工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。