

審査の結果の要旨

氏名 趙 芬芳

養殖漁業の需要が大きくなるに伴い生け簀を波浪から守るための浮消波堤が一般的に使われるようになってきている。浮消波堤は消波効果に加えて波力が小さいことが求められる。特に漁業用の場合は設置の簡易さ、廉価さ、そして海水交換性能が特に重要となる。本論文では外洋および沿岸養殖用の新しいタイプの浮消波堤として鉛直有孔円柱列を提案している。本装置は波のエネルギーを反射させるとともに散逸させるものである。そこで入射波と有孔物体との相互干渉についての物理現象の基礎研究により、現象理解を深めることが大切となる。

効果的な本装置の設計のために、まず単一の鉛直有孔円柱について入射波との干渉問題を理論的、実験的に研究し、その後に円柱列について理論的、実験的研究を行っている。円柱の底部には孔は空いていないが、側面には均一な孔が分布している。より有効にエネルギーを散逸させるため円柱内に水平有孔板を取り付けたモデルも試している。内部水平有孔板は円柱内のスロッシングの除去に大変効果的であることを見いだしている。理論は、有孔板上に Forchheimer の境界条件を等価線形化して適用し、線形のポテンシャル理論解の固有関数展開を導いている。Forchheimer の境界条件は有孔板における両側の圧力変化を、そこを通過する流速の 1 乗と 2 乗の項の和で表すものであるが、その流速は有孔率が小さいときは有孔板自身の排除効果を大きく受けることが本問題の解析を困難にする。Forchheimer の境界条件の等価線形化された抗力係数を、系統的にパラメータを変化させたディフラクション問題（波強制力）の実験値から同定して有孔板の有孔率と最大波傾斜で表示される等価線形化された抗力係数の実験式を得ている。その実験式を用いたラディエーション問題（付加質量、減衰力）の値と実験値を比較することにより実験式の汎用性を確かめている。

理論解析は通常固有関数展開法とほぼ同じであるが、水平な有孔板がある領域についての固有関数の求め方については工夫がされている。すなわち所謂、分散関係式の解がもはや実数ではなく、複素数になるからである。そのことが

有孔板でのエネルギー散逸を表している。そして Haskind-Hanaoka-Newman の関係や波漂流力に及ぼす有孔板でのエネルギー散逸の効果を理論展開して新しい公式を導いている。それらの流体力の対称性や相互間の関係の結果は数値計算で試して確認し、実験と比較できる物については比較し、良い一致を得ている。またラディエーション流体力のうちの減衰力が主として有孔板でのエネルギー散逸から生じ、周波数によっては造波散乱による効果も無視できないことを示している。

最後に横 1 列の円柱列について実験を行い、先程の等価線形化された抗力係数の実験式を用いた解析解と実験から得られた波強制力、周辺波浪場を比較している。解析解は実測値を良く説明することから、今回の等価線形化された抗力係数の実験式の有効性を確かめるとともに、配列にすることで鉛直有孔円柱が消波堤として有望であることを示している。特に内部水平有孔板を取り付けた場合、優れた消波性能を示すことを見いだした。続いて、横 2 列の円柱列についての計算を行っている。その結果、後背部で透過率が 0.5 以下になり、消波堤として十分な消波効果が得られことを示しており、今後本計算法を用いることで、高価な水槽実験をすることなく線形計算のみで有効な浮消波堤を設計することが可能となった。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。