

氏 名	浅 野 敏 之 あさ の とし ゆき
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1980 号
学位授与の日付	昭 和 61 年 9 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	波と流れの共存場における水理特性に関する研究

論文調査委員 (主 査)  
 教 授 岩 垣 雄 一 教 授 土 屋 義 人 教 授 中 川 博 次

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、波と流れの共存場における各種の水理特性を明らかにするとともに、両者の共存効果が重要な役割を果す海岸工学上の諸問題を取りあげて検討し、その成果をまとめたもので、6章からなっている。

第1章は緒論であって、海岸工学の対象となる沿岸域においては、各種の流れが存在し波と流れの共存場が形成されるが、そのような場では波と流れの干渉効果や共存場特有の現象が現われることを指摘し、これについて従来の研究が必ずしも十分でないことを述べて、本研究の目的と内容を説明している。

第2章では、波と流れが共存する時の水粒子速度場に対し、特に波の成分に注目して理論的・実験的な考察を行っている。すなわち、まず底面付近の波の水粒子速度を記述する線型乱流境界層方程式を提示し、境界層外縁位置を未知量とする未定境界値問題として解き、境界層厚などの水理量を計算してその特性を明らかにしている。ついで非線型の乱流境界層方程式に基づいた解析を行って、水粒子速度に及ぼす非線型性の効果を検討している。それによれば、非線型理論を用いると、実験において現われる水粒子速度分布の over-shooting 現象が表現でき、定量的にもよく一致することを見出している。

第3章では、波と流れが共存する時の流れの特性を議論している。まず流れの場に波を加えると、底面摩擦が増大して平均水面勾配が変化することを実験によって明らかにし、底面摩擦による流れのエネルギー逸散量は、流れに対する水粒子速度の構成比とともに増大すること、それは共存場のエネルギー保存式から理論的に推算できることを示している。また、この問題に関連して、流速分布が与えられた流れの場に、波が重畳したあとの平均流の流速分布を求める手法を提示している。さらに、波と流れが斜交するときの底面摩擦力と流れの方向との偏差を検討し、掃流漂砂の移動方向との関係を考察している。

第4章では、波と流れの共存場に設置された小口径円柱に作用する流体力の特性を検討している。まず可視化実験によって後流渦のパターンを調べ、それが全位相を通じて波と流れの合速度が最大となる位相付近で発生した渦によって支配されることを明らかにしている。ついで、共存場において円柱に作用する直方向力と揚力に関する実験を行い、流体力係数の特性を検討して、円柱に対する水粒子運動の非対称性をとり入れた新しい KC 数を用いると、波動場における従来の知見がそのまま共存場へ適用できること

を見出している。さらに揚力の変動周波数をとりあげて波の周波数との関係を考察し、波動場では両者の比が整数となるのに対して、共存場では整数となる以外に半奇数の値をとることを示し、その理由を渦の離脱モデルを用いて説明している。

第5章では、流れによる消波について述べている。すなわち、流れを利用した消波施設として空気防波堤をとりあげ、その実用化に向けて解決すべき基礎的な問題を主として実験的に検討している。まず、流れが碎波特性に及ぼす影響を考察したあと、流れによる完全消波の理論を展開し、深海波に対する Taylor の表面水平流による波の伝播阻止理論を浅海波に拡張するとともに、下層部にもどり流れを加えたモデルについても検討して、流れの場における消波限界を明らかにしている。空気防波堤の消波性能に関しては、最初に不規則波に対する消波特性が、スペクトル形状に関係なく規則波とほぼ同じであることを確かめ、ついで潮流などの流れが及ぼす効果を明らかにするとともに、他の防波堤と組合せた消波性能の改善や消波護岸としての応用を試みている。さらに、空気防波堤の力学的相似法則を議論し、これにはフルードの相似則が適用されるが、他に空気供給量に関する相似則が必要であることを明らかにし、模型実験の結果から実物における所要の空気量を算出する手法を提示している。

第6章は結論であって、本論文で得られた主な成果をとりまとめている。

### 論文審査の結果の要旨

一般に沿岸域には潮流や海浜流などの流れが存在するので、沖から海岸へ入射する波浪はこれと共存する 경우가多く、そのような場合には両者の干渉効果や共存場特有の現象が現われるが、それらについての従来の研究は十分とはいえない。この論文は、波と流れの共存場の水理特性のうち、特に水粒子速度場の特性と円柱に作用する流体力特性について基礎的な研究を行うとともに、流れによる消波を利用した空気防波堤の実用化の研究を実施したもので、得られた主な成果を要約すると次の通りである。

1. 共存場における底面付近の波の水粒子速度を記述する線型乱流境界層方程式を導き、境界層外縁位置を未知量とする未定境界値問題として解き、境界層厚などの水理特性を明らかにしている。また非線型の乱流境界層方程式を解き、線型解と比較して、水粒子速度分布に見られる over-shooting 現象や摩擦係数の増大などの非線型効果を説明している。

2. 流れの場に波が重畳すると、底面摩擦力が増大して平均水面勾配が急となること、それと同時に平均流の流速分布も変化することを見出し、流れの流速分布が与えられた場合、それに波が重畳したあとの平均流の流速分布を求める方法を提示している。

3. 波と流れの共存場に設置された小口径円柱に作用する流体力の発生機構が、波単独の場合と異なるのは、円柱に対する水粒子運動の非対称性にあるとし、波と流れの合速度が最大となる時の流況を表現する新しい KC 数を用いると、直方向力および揚力に関する流体力係数が良く整理でき、波動場において得られた従来の知見がそのまま共存場にも適用できることを示している。

4. 揚力の変動周波数は共存場においても波の周波数に強く支配され、波動場では両者の比が整数となるのに対して、共存場では整数のほか半奇数となる場合があることを実験によって明らかにし、その理由を円柱からの渦の離脱モデルによって説明している。

5. 流れを消波に利用した空気防波堤の不規則波に対する消波性能は、スペクトル形状に関係なく規則波とほぼ同じであることを見出し、また流れが消波性能に及ぼす効果は、順流のときは低下するが逆流の場合は逆に向上することを明らかにしている。

6. 空気防波堤の力学的相似則にはフルード則が適用されるが、他に空気供給量に関する相似則が必要であることを指摘し、実物と模型の空気供給量比を表わす関係式を導いている。そしてスケールの異なる既往の実験結果を用いて、この相似則が十分な信頼性をもつことを実証している。

以上要するに本論文は、波と流れが共存する時の底面近傍の水粒子速度分布や流れに重畳する波の干渉効果のほか、円柱に作用する流体力の共存特性を解明するとともに、空気防波堤の消波性能と相似則を明確にし、多くの有用な知見を得たもので、その成果は学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また、昭和61年8月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。