

(様式 2)

## 学位論文の概要及び要旨

氏 名 金 美 錦 印

題 目 VOF-DEMモデルによる捨石構造物の変形予測とその適用性に関する研究

### 学位論文の概要及び要旨

外洋に面して設置される防波堤は高波浪時に大きな波浪外力の作用を繰り返し受けることになる。近年、波浪制御工法として景観、海水交換性の面から利点のある捨石型式の透過性潜堤を用いた堤防の施工例が増えつつある。捨石などを用いて潜堤を施工する場合、潜堤の安全性を確保するのが極めて重要となり、大波浪による潜堤の破壊を防止する為に移動と衝突、そして捨石の流れの相互作用を考慮して波力による構造物の挙動を正確に予測しなければならない。

近年、様々な手法を用いた海岸構造物の変形に対する解析が行われているが、しかし、そのほとんどは、計算の効率のため地盤の要素を同一サイズの均一な粒子に置き換える、または、粒子に与える流体力の影響を簡便に取り扱う方法である。計算を簡略化する過程で複雑な流れに対する水圧変動を反映させることが困難であるという問題があった。

本論文は、捨石潜堤変形問題に対して、前述した問題点を補う新たな VOF-DEM による変形解析モデルを開発することを目的として、さらに、その適用性を検証したものである。

提案するモデルは2つのサブモデル、すなわち VOF 法と SMAC 法に基づいた CADMAS-SURF による流動場解析モデルと、DEM による構造物解析モデルから構成される。実際には、CADMAS-SURF で計算された波浪場と流速値から、モリソン式を使って流体力を求め、構造物変形解析のための外力とする。構造物を構成する要素の挙動については、要素の大きさや形状特性によって影響されるため、構造物周りの流体力を計算し、それを外力として構造物要素に与え、マウンドの変形を解析しようとするとき、その構造部内部の個々の要素が受ける流体力をどのように正確に評価し、それを構造物要素に反映させるかが重要な問題となる。特に、流体力による構造物の断面変形と、断面の変形による波浪場の変化との相互作用を考慮しなければならない。また、多数の要素を用いて挙動解析をする場合、要素間の接触判定が複雑になるため、膨大な計算時間がかかるという問題点がある。

そこで、本研究で提案する VOF-DEM モデルの開発においては、以下のことを考慮した。

- 1) バネ係数、粘性減衰係数、摩擦係数のパラメータをモンテカルロ シミュレーション法(乱数)を使って入力することで要素構成のばらつきを表現
- 2) 計算をいくつかのステップに分けてフィードバック解析を行うことでマウンド断面変形と波浪場の変化との相互作用を考慮
- 3) 要素間の接触判定を効率良くし、計算時間の短縮を図るため、全解析領域を小区画に分けて計算の効率化を図る手法を提案

また、提案したモデルの妥当性を検討するため、模型実験との比較を行った。模型実験は、まず、潜堤の安全性を検討する際、構造物の要素を等価な体積の球体に換算して扱われることが多いこと理由から、粒径 2.6 cm, 3 cm と 2.6 cm, 1.5 cm のガラス球で構成された2種類の潜堤マウンドの波による変形実験を実施し、碎石で構成された潜堤の変形実験および各々のマウンドを用いて防波堤の波による変形実験の三種類を行った。

最後に、模型実験結果と開発された2次元 VOF-DEM モデルを用いた数値解析結果を比較することで本モデルから推定される変形量の妥当性を検証した。