

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: マトリクス・フリー3D 気液混相流体解析新技術の確立と CFD 波動シミュレーションへの応用
プロジェクトリーダー	: 五洋建設(株)
所属機関	: 五洋建設(株)
研究責任者	: 奥村弘(富山大学)

1. 研究開発の目的

従来、海岸保全施設の耐波設計に用いられる水理模型実験には膨大なコストと時間を要するため、実務担当者や事業主にとって大きな問題であった。現在、CFD(計算流体力学)は水理模型実験に並ぶ重要な存在となっており、より高速かつ高精度な数値波動水槽の CFD プログラムが求められている。本申請課題では、ビッグデータ化する CFD(計算流体力学)の計算処理速度を飛躍的に高速化する新しい流体モデルを構築し、CFD アルゴリズムにおいて完全なマトリクス・フリーを実現する 3D 気液混相流体解析の新技術を開発する。

2. 研究開発の概要

①成果

本課題では非圧縮流体モデルに基づく全ての CFD アプリケーション・プログラムを飛躍的に高速化することができる 3次元 adiabatic 流体モデルを構築し、五洋建設(株)技術研究所で蓄積した実験データと比較検証することにより CFD における次世代の流体モデル(3次元 adiabatic 流体モデル)を創出する。さらに、この adiabatic 流体モデルを適用した高速 3次元気液混相流体シミュレータを開発する。ここで開発するソフトウェアは CAD(Computer Aided Design)と融合させることにより、最適かつ効率性に優れた港湾外郭施設の耐波設計に利用することができる。なお、adiabatic 流体モデルは連立の移流拡散方程式系と見なすことができることから、従来の非圧縮性流体モデルにおける圧力ポアソン方程式を解く必要がないため計算コストを約 80%削減することができる。このとき、この連立の移流拡散方程式系に対し、計算手法として特性有限要素法(SLG 法; Semi-Langrage Galerkin 法)を適用することにより、逆行列の求解を必要としないマトリクス・フリー(大規模疎行列からなる連立一次方程式を解く必要がない)次世代高速 CFD 技術となる。

研究開発目標	達成度
①3次元 adiabatic 流体モデルの構築	①ベンチマーク問題により数値誤差が 7%以内および計算コスト 80%削減を達成し、高レイノルズ数の流れに対しても高精度化を実現した。更に、GPU 計算により 800%以上の高速化を実現した。
②Adiabatic 流体モデルによる 3次元気液混相流体解析シミュレータの開発	②自由表面(界面)流れに関するベンチマーク問題により、界面の高い解像能力・保存性・鋭敏性(数値誤差 7%以内)を実現。本 CFD 技術は陽解法にも関わらず、時間増分量に対して無条件安定であるため極めて高いロバスト性を実現した。
③3次元 CAD に融合させた最適かつ効率性に優	③沿岸域事業の調査・設計に携わる実務経験者

れた港湾外郭施設の耐波設計システムの開発	の観点からも利便性そして事業者やステークホルダーが理解しやすい結果の表現方法を取り入れに優れた数値波動水槽の開発に成功した。
----------------------	--

②今後の展開

本課題である津波防波堤の自動設計最適化 CAD システムは、既設防波堤の耐津波化に加え、重要な港湾施設についても、経験則ではなく流体力学的に整合性を有するため、必要に応じた耐津波性を確保するための対策が講じることができる。また、このことは同時に波の消波・反射効果を最低にする津波防波堤の最適形状設計ができるため、港湾の静穏度確保することが可能となり、港湾の災害対応力を強化することができるものとする。

3. 総合所見

イノベーション創出の可能性は無いとは言えないが、多くの問題を残している。

シミュレーション結果の課題である収束性の解析ができていない、性能評価も十分でないなど目標達成が出来たとはいえない。

また、特許の出願など知的財産の形成も進んでいない。産学連携に関しては、企業側が受身であり大学の成果の採り入れ方などが明確でなく、相乗効果が見られない。