

Title	湧昇流生成構造物の開発に関する研究
Author(s)	木田, 英之
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/59202">https://hdl.handle.net/11094/59202</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名	木田英之
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 25545 号
学位授与年月日	平成24年3月22日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科地球総合工学専攻
学位論文名	湧昇流生成構造物の開発に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 出口 一郎 (副査) 教授 西田 修三 愛媛大学大学院・理工学研究科生産環境工学専攻准教授 中村 孝幸 准教授 荒木 進歩

## 論文内容の要旨

湧昇流の発生を目的とした構造物として、マウンド礁や逆T字型RC壁構造のものが比較的浅い水深で試験的に実施されており、設置海域付近のクロロフィルa濃度の増加や年間漁獲量の増加が確認できる調査結果も報告されている。水産庁では、沖合漁場開発事業の一環として直轄事業として水深150mから200mの海域での湧昇海域造成を計画している。大水深における湧昇海域造成は、膨大な事業費が必要となることから、より確実な湧昇流発生が見込まれる構造と、より経済的な構造・工法の検討が要求される。本研究は、大水深で効果的で経済的な湧昇流発生装置の提案を行う事を目的として、行ったものである。

本研究では、まず一様密度の条件における水理模型実験を行い、板で構成された6種類の平面形状を有する構造物に対して、構造物周辺の流況および流速分布の比較を行い、最も効果的に湧昇流を発生させる事のできる形状がV型である事を確認した。対象とした水深は200mである。また、実験で得られたV型および最も単純なI型構造物周辺の流況がMIKE3による数値シミュレーションにより、十分な精度で再現されることを確認した後、最も効果的と考えられたV型構造について、湧昇現象に影響を及ぼすと考えられる流速や構造高さ・構造幅等の諸元と湧昇現象との関係について、湧昇高さや、海底に配置したトレーサー物質の検査断面における鉛直上方への通過量(フラックス)を用いた定量的な評価を行い、最も効率的に湧昇流を発生させることのできる構造形状と、寸法諸元(高さ・幅)について検討を加え、構造物高さを30m~60mの間で変化させても湧昇高さに大きな変化がないこと、主流速が0.1m/secから0.7m/secの間で、流速の違いによる湧昇高さは殆ど変化がないこと、および構造幅を108m、150m、250mと変化させた場合の単位幅当りの時間平均フラックスは、150mが最も高い値となることを示した。

次に、一様密度の検討結果から最も効果的と考えられたV型、および最も単純な構造であるI型について、成層場での水理模型実験および数値シミュレーションによる検討を行い、構造物後流域での塩分濃度変化の比較から数値シミュレーションの再現性を確認した。また、成層条件においてもI型に比べV型が湧昇流生成に効果的であ

る事や、一様密度の場合とは異なり、流速が速くなるほど湧昇高さが高くなる事を確認した。さらに、水産庁が現地海域で実施した調査結果を参考に、最も効果的と考えられたV型構造を実海域条件の海底に設置した場合の数値シミュレーションを行い、構造物周辺の塩分濃度および水温分布の空間変化を示し、実海域での湧昇流生成構造物適用に当たっての留意事項を提示した。

さらに、構造物を設計するに当たって必要となる流体力について、3次元流れ解析により検討した。渦の生成、剥離に伴う抗力の変動やI型とV型の圧力分布の違いを示し、水理模型実験結果との比較により解析結果の妥当性を確認した。次に波力について湧き出し分布法により検討したところ、水深が200mという大水深においても波の周期が15秒を超えると流れによる抗力よりも波力が卓越する事が分かった。そこで、波と流れが共存する場の流体力について、水理模型実験および3次元湧き出し分布法による検討を行い、作用流体力の主たる部分は慣性力である事を示し、出会いの周波数を考慮したモリソン式を応用した波流れ共存場での流体力の簡易算定法を提案した。

## 論文審査の結果の要旨

湧昇流の発生を目的とした構造物として、マウンド礁や逆T字型RC壁構造のものが比較的浅い水深で試験的に実施されており、設置海域付近のクロロフィルa濃度の増加や年間漁獲量の増加が確認できる調査結果も報告されている。水産庁では、沖合漁場開発事業の一環として直轄事業として水深200mの深海域での湧昇海域造成を計画している。本研究の目的は、このような大水深下で効果的で経済的な湧昇流発生装置の提案を行うことである。

本研究では、まず一様密度の条件における水理模型実験を行い、板で構成された6種類の平面形状を有する構造物に対して、構造物周辺の流況および流速分布の比較を行い、最も効果的に湧昇流を発生させることのできる形状がV型であることを示している。対象とした水深は200mである。また、実験で得られたV型及び最も単純なI型構造物周辺の流況がMIKE3による数値シミュレーションにより、十分な精度で再現されることを確認した後、V型構造について、湧昇現象に影響を及ぼすと考えられる流速や構造高さ・構造幅等の諸元と湧昇現象との関係について定量的な評価を行い、最も効率的に湧昇流を発生させることのできる寸法諸元(高さ・幅)について以下の結果を得ている。

- ・構造物高さを30m~60m(構造高さ/水深=0.15~0.3)の間で変化させても湧昇高さに大きな変化がない。
- ・流速が0.1m/secから0.7m/sec(フルード数=0.002~0.016)の間で、流速の違いによる湧昇高さはほとんど変化しない。
- ・高さ/幅の比が1/5の場合に湧昇高さが最も高くなる。

つぎに、一様密度の検討結果から最も効果的と考えられたV型、および最も単純な構造であるI型について、成層場での水理模型実験および数値シミュレーションによる検討を行い、構造物後流域での塩分濃度変化の比較から数値シミュレーションの再現性を確認している。成層条件においてもI型に比べV型が湧昇流生成に効果的であることや、一様密度の場合とは異なり、流速が速くなるほど湧昇高さが高くなる事が示されている。さらに、水産庁が沖合漁場造成を計画している海域で、最も効果的と考えられたV型構造を実海域条件の海底に設置した場合の数値シミュレーションを行い、構造物周辺の塩分濃度および水温分布の空間変化を示し、実海域での湧昇流生成構造物の設置位置選定に当たっての留意事項を提示している。

一方、構造物を設計するに当たって必要となる流体力について、3次元流れ解析により検討を行い、渦の生成、剥離に伴う抗力の変動やI型とV型の圧力分布の違いを示し、水理模型実験結果との比較により解析結果の妥当性を確認している。さらに波力について湧き出し分布法により検討し、水深が200mという大水深においても波の周期が15秒を超えると流れによる抗力よりも波力が卓越する事を明らかにしている。そこで、波と流れが共存する場の流体力について、水理模型実験および3次元湧き出し分布法による検討を行い、作用流体力の主たる部分は慣性力であることを示し、出会いの周波数を考慮したモリソン式を準用した波流れ共存場での流体力の簡易算定法が提案されている。

以上のように、本論文は大水深化において効果的に湧昇流が生成可能な構造物の提案が行われており、沖合漁場開発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。