

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第	号
------	-------	---

氏 名 社河内 省吾

論 文 題 目

噴流による密度成層流体の混合に関する研究

論文審査担当者

主 査 名古屋大学教授 内山 知実

名古屋大学教授 渡辺 崇

名古屋大学教授 大岡 昌博

## 論文審査の結果の要旨

社河内省吾君提出の論文「噴流による密度成層流体の混合に関する研究」は、密度が異なる二つの流体がタンク内で上下に層状に分離して存在する密度成層流体を対象として、タンク底部のノズルから鉛直上向きに噴射された噴流の挙動、および噴流が誘起する密度成層流体の混合に関する研究をまとめたものである。本論文は6章から構成され、各章の概要は以下の通りである。

第1章は緒言であり、研究の背景と意義、先行研究、本研究の目的、方法および概要を述べている。

第2章では、本研究が対象とする、上層を水、下層を塩化ナトリウム水溶液とする二層の密度成層流体、タンクの形状と寸法、ノズルからの噴流の噴射方法など、実験的研究の方法を述べている。下層の水酸化ナトリウム水溶液からなる噴流に少量の蛍光染料（ローダミン B）を添加し、タンク外部からレーザ光シートを照射することにより、流れを可視化している。その結果、密度界面に対する噴流の挙動は、噴流 Reynolds 数  $Re$  と水酸化ナトリウム溶液の濃度  $C_0$  に応じて三種類に分類できることを示している。すなわち、噴流先端が密度界面に到達するが貫通しない場合、噴流が界面を貫通するが先端が上部水面に到達せずに下降する場合、界面を貫通した噴流が水面に到達して水平方向に流れる場合である。また、噴流の到達高さが Froude 数で整理できることも明らかにしている。さらに、噴流の挙動とそれに誘起されて生じる混合の関係も把握し、密度界面に沿う水平方向への流れ（貫入）が発生することも解明している。

第3章では、噴流挙動と混合をより詳細に把握することを目的として、噴流に添加された塗料の濃度および流体速度の分布を測定している。画像解析技術を駆使した研究であり、上述の三種類に分類される噴流挙動に応じて、密度界面や噴流近傍で濃度と速度が特徴的な分布を示すこと、および  $Re$  と  $C_0$  に依存した分布を示すことなどを明らかにしている。

第4章では、上述の実験的研究が対象とした噴流および混合の解析に適用できる、数値シミュレーション方法を提案している。流れの渦度に着目した渦法のひとつである、Vortex in Cell 法に基づく方法である。さらに、上述の実験で調べた現象のシミュレーションに適用し、 $Re$  に応じて定まる密度界面に対する噴流挙動が適切に解析できることを確認し、シミュレーション方法の妥当性を示している。

第5章では、第2章と第3章で述べた実験的研究の補完を目的として、第4章で提案したシミュレーション方法を用いて、噴流挙動および混合に及ぼす  $C_0$  の影響を詳細に調べている。その結果、 $C_0$  が高いほど噴流の到達高さが低下して、噴流の混合能力が低下することなどを明らかにしている。

第6章は結言であり、本論文の成果をまとめている。

以上のように、タンク内の二層の密度成層流体の内部に噴射された噴流の挙動およ

び流体の混合を実験および数値シミュレーションにより解析した本論文は、学術的に重要な成果を蓄積しているばかりか、液化天然ガス (LNG) 貯蔵タンク内の LNG の層状化の防止と解消について技術的に貴重な知見を与えている。よって、本論文提出者の社河内省吾君は、博士 (学術) の学位を受けるに十分な資格があるものと判定した。

## 論文審査の結果の要旨

## 論文審査の結果の要旨