

審査の結果の要旨

氏名 田中源太郎

自由液面を有する流れ場は自然界にもまた種々の工業プラントにも現れる。したがってその挙動を正確に予測する技術の開発が望まれているが、流れ場と液面がどのような相互作用をしているのかについて、まだ十分な知見が得られていない。数値計算で液面挙動を解析する場合においても、境界条件の与え方についての明確な知見がまだない状況にある。本研究はこの問題解決に資するため、液面挙動と液体内部流速の3次元同時計測手法の開発し、液面に平行な水噴流と液面の乱れを同時計測したものである。

第1章は序論で、自由液面乱流場に関する従来の研究をまとめるとともに、本研究の目的を述べている。

第2章では3次元液面計測手法の開発成果についてまとめている。従来手法は点計測のものがほとんどであり、3次元計測には複雑な測定系を要することから、固体の微小変動測定に使われているスペックル法を液面計測に応用するという新しいアイデアを創出し、実際にシステムを組んで精度確認まで行っている。尖鋭な波の計測は困難であるなどの制約はあるものの、表面張力波のような微小な波、特に自由液面乱流場における液面擾乱の計測には非常に有力であることを実験的に示している。

第3章は液体内部流速の計測手法の改良について述べている。レーザドップラー流速計、レーザ励起蛍光法による可視化、粒子画像流速測定法(PIV)といった計測手法を自由液面に平行な円形噴流の作る流れ場に対し試み、その定性的性質をまず把握している。次いで液面との同時計測を考慮し、高速カメラを用いたステレオPIVを研究目的に十分なものにまで改良している。その結果として、低レイノルズ数・低フルード数の条件では鉛直方向速度成分がレイノルズ応力となって液面表層にスパン方向流れ場を発生させていること、などを確認している。

第4章では、まず液面と流れ場の同時計測のための光学機器同期システムを構築している。すなわちPIVではダブルパルスレーザのそれぞれのパルスを用いたPIVカメラの異なるフレームに記録する。その間隙においてスペックル法のレーザを発光しもう1つのカメラに記録する。これにより両者が干渉することなく同時計測が可能となる。続いて構築された計測システムを用い自由液面乱流場を計測している。高レイノルズ数・高フルード数では噴流は液面を隆起・振動させて扇状の表面波を発生させていることなど、液面と流れ場の相互作用

を確認している。

第5章は結論で、本研究の成果をまとめている。

以上のように、本論文は自由液面乱流場の研究に必要な液面と液体内部流速の3次元同時計測システムを開発するとともに、それを液面に平行な円形噴流によって生じる流れ場に適用しその有効性を示したもので、工学の進展に寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。