



Title	液体金属リチウム高速自由表面流における流動・波動特性に関する研究
Author(s)	杉浦, 寛和
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/58367
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【120】				
氏 名	すぎ	うみ	ひろ	かず
	杉	浦	寛	和
博士の専攻分野の名称	博 士（工 学）			
学 位 記 番 号	第	2 4 6 0 5	号	
学 位 授 与 年 月 日	平 成 23 年 3 月 25 日			
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科環境・エネルギー工学専攻			
学 位 論 文 名	液体金属リチウム高速自由表面流における流動・波動特性に関する研究			
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 堀池 寛 (副査) 教 授 栗津 邦男 教 授 福田 武司			

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、高速の液体金属リチウム自由表面流を生成し、その自由表面に発生する波動特性に関する実験的研究についてまとめた。現在開発段階にある国際核融合材料照射施設IFMIFでは、重陽子ビームを液体リチウム自由表面流に照射し、高線量の中性子を得る設計である。本研究では、高速流生成ノズルから近い領域とビーム照射軸上の2点で液体金属流の表面変動を計測して、波高の分布特性や波の成長に関する知見を追求し、非接触かつ遠隔での流速計測方法の開発と速度分布特性について追求した。

第1章では、本研究の背景と目的を述べ、第2章では、実験を実施した大阪大学大型液体リチウム循環装置を概説した。

第3章では、電気接触式液面計を用いて、ノズル剥離後とビーム軸の2点で表面波の振幅と周波数の計測を行い、表面変動特性を明らかにしている。表面変動の波高は非常に小さく、その頻度はレイリー分布と一致すること、大きな波高の変動が存在するがその頻度はレイリー分布より低いことを明らかにした。この結果、流路でのビームによる熱負荷分布を評価するために必要なデータを得た。また、ノズルから15mmの位置の周波数解析により、表面変動は渦の合体に対応して倍々にそのスケールが増大していること、流速の増加に伴い渦が乱雑化して、不規則な周波数と波高分布となっていることを明らかにし、特徴的な表面波動の成長に関する新たな知見を明らかとした。

第4章では、粒子画像流速計測法（PIV）の原理を応用し、表面からの反射光の輝度分布を利用した非接触式での速度計測を研究した。この計測方法による速度計測の結果、速度の回復過程や側壁近傍で流動状態に応じた2次元速度分布の計測に成功した。また、不規則波の発生する領域で、計測された速度は電磁流量計の値と一致し、不規則波の領域においてリチウム速度の計測が可能であることを示した。結果、IFMIFの定格流速である15m/sにて、流れの乱れや流速計測として本計測方法が適応可能であることを示した。

第5章では、本研究で得られた成果を総括した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高速の液体金属リチウム自由表面流を生成し、その自由表面に発生する波動特性に関する実験的研究についてまとめている。現在開発段階にある国際核融合材料照射施設 IFMIF では、重陽子ビームを液体リチウム自由表面流に照射し、高線量の中性子を得る設計である。本研究は、高速流生成ノズルに近い領域とビーム照射軸上の 2 点で液体金属流の表面変動を計測して、波高の分布特性や波の成長に関する知見を追求し、非接触かつ遠隔での流速計測方法の開発と速度分布特性について追求したものである。

第 1 章では、本研究の背景と目的を述べ、第 2 章では、実験を実施した大阪大学大型液体リチウム循環装置を概説している。第 3 章では、電気接触式液面計を用いて、ノズル剥離後とビーム軸の 2 点で表面波の振幅と周波数の計測を行い、表面変動特性を明らかにしている。表面変動の波高は非常に小さく、その頻度はレイリー分布と一致すること、大きな波高の変動が存在するがその頻度はレイリー分布より低いことを明らかにしている。この結果、流路でのビームによる熱負荷分布を評価するために必要なデータを得た。また、ノズルから 15mm の位置の周波数解析により、表面変動は渦の合体に対応して倍々にそのスケールが増大していること、流速の増加に伴い渦が乱雑化して、不規則な周波数と波高分布となっていることを明らかとし、特徴的な表面波動の成長に関する新たな知見を明らかとしている。第 4 章では、粒子画像流速計測法 (PIV) の原理を応用し、表面からの反射光の輝度分布を利用した非接触式での速度計測を研究している。この方法による研究の結果、ノズル下流での速度の回復過程や側壁近傍での流動状態に適合した 2 次元速度分布の計測に成功している。また、不規則波の発生する領域で、計測された速度は電磁流量計の値と一致し、不規則波の領域においてリチウム速度の計測が可能であることを示している。結果、IFMIF の定格流速である 15m/s にて、流れの乱れや流速計測として本計測方法が適応可能であることを示している。第 5 章では、本研究で得られた成果を総括している。

以上のように、本論文は液体金属の流体力学分野において新しい知見を明らかとし、次世代原子力エネルギーなど科学技術の発展に寄与するところ大である。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。