

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第 391 号	氏名	森田 洋充
審査委員	主査	片野田 洋	
	副査	門 久義	福原 稔
		木下 英二	

学位論文題目 コールドスプレーにおけるガス流動と粒子挙動に関する研究
(A Study of Gas Dynamics and Particle Behavior in Cold Spray)

審査要旨

提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は粉末のコーティングに用いられるコールドスプレーノズルの気体力学的な性能を実験的に評価する手法と、コールドスプレーの数値シミュレーションを行う際に必要となる粉末の代表直径について述べたもので、5章より構成されている。

第1章は序論であり、研究の背景、従来の研究、および本研究の目的について述べている。

第2章では、混合と放熱を伴うコールドスプレーノズルのスロート入口での貯気温度の推定法について、2通りの手法の精度を検討している。1つ目の手法は、ノズルのスロート近傍の外表面温度から貯気温度を推定する方法である。2つ目の手法は、質量流量の実測値と質量流量の理論式から貯気温度を逆算する方法である。数値解析結果と実験結果に基づき詳細に検討したところ、後者の手法により貯気温度を高い精度で推定することが可能であることを明らかにした。この結果は、試作したコールドスプレーノズルの特性を実験的に検証する際、重要な入力条件である貯気温度を簡便かつ正確に推定する方法として有用である。

第3章では、貯気温度が常温のときに、ノズル外表面の温度からノズル内の速度、温度、静圧の軸方向分布を推算する方法について、数値解析結果と実験結果を基に考察している。検討の結果、ノズル外表面温度の軸方向分布とノズル内の静圧分布は高い相関があることが示された。すなわち、ノズル外表面温度の軸方向分布により、ノズル内の静圧分布の軸方向変化を定性的に診断可能であることが示された。ノズル内の速度、温度、静圧の定量的な分布については、スロートから衝撃波の上流までは、概ね良好に推算可能であることを示した。これらの結果は、試作したコールドスプレーノズル内の流動状態を簡易に診断する方法として有用である。

第4章では、相互相関PIV (Particle Image Velocimetry) で実験的に求めた粒子速度を、数値シミュレーション結果の妥当性を検証するデータとして用いるときに、実験で用いた粉末のどのような平均直径を代表直径とすべきかについて、数値的に考察している。検討の結果、長さ平均直径と面積平均直径の算術平均値を用いるのが妥当であることを示した。これは、コールドスプレーのみならず、固気二相数値シミュレーションの結果の妥当性を実験的に検証する上で貴重な知見である。

第5章では、結論として、本研究により得られた結果を纏め、本研究で得られた成果がコールドスプレーノズルの研究開発に役立つことを示して結びとした。

以上、本論文はコールドスプレーノズルの気体力学的な性能を実験的に評価する手法と、コールドスプレーの数値シミュレーションを行う際に必要となる粉末の代表直径について検討を行い、高精度の貯気温度推定方法、非接触のノズル内流動診断方法、および数値シミュレーションにおいて必要となる粉末の代表直径をどのように選定すべきかを明らかにした。これらの成果は、コールドスプレーノズルの性能確認と性能向上のみならず、固気二相数値シミュレーションの学術的な発展にも大きく寄与する。よって、審査委員会は博士(工学)の学位論文として合格と判定する。