

(856) 減圧プラズマ溶射ジェットの数値解析 (減圧プラズマ溶射利用研究 第1報)

新日本製鐵(株) 特別基礎第二研究センター ○武田紘一 大橋徹郎

1 緒言

減圧プラズマ溶射(Low Pressure Plasma Spray, 略してLPPS)は、従来の大気圧溶射(At mospheric Pressure Plasma Spray, APPS)にくらべて密着強度が高く、緻密な被膜ができるので、強度や耐食性が要求される重要部材にも適用できる新しい技術として注目されている。LPPSの被膜の特性は、不活性な雰囲気内ということに加え、減圧プラズマジェットの特徴に依存していると考えられているが、定量的なプラズマジェットの速度・温度が把握されていないので、被膜形成過程についての議論は少ない。高温・高速度ガス流の測定法が確立していないので、計算機による流れ場のシミュレーションを行ない、減圧プラズマジェットの特徴の定量化を試みた。

2 解析結果

プラズマガス流量、投入電力条件を一定とし、雰囲気圧力が一気圧の場合(APPS)と30 Torrの場合(LPPS)の二つのケースについて計算し、両者の比較を行った。粘性・圧縮性を考慮した二次元乱流モデルで解いている。熱伝導および輻射による容器境界壁への熱エネルギーの流れも考慮している。ノズル下流の速度・温度分布結果を右に示す。減圧プラズマジェットの特徴を大気圧プラズマジェットとの比較でまとめると次のようになる。

- (1) 超高速・中高温ジェット：アーク加熱でプラズマ化したガスは体積膨張で高速化するが、低圧化による膨張が加わり、ジェット速度はさらに大きくなる。減圧膨張は断熱的になされるので、熱エネルギーの相当割合が運動エネルギーに変換されプラズマは冷却される。このため減圧では大気圧プラズマのような超高温が得られない。
- (2) 加熱領域の伸長：減圧条件下では温度の絶対値は大きくならないが高温領域が著しく伸びている。この理由として低温化による輻射ロス減少があげられる。また超音速流が減速していく過程で運動エネルギーが熱エネルギーに再変換されており、温度の減少をさらに緩やかにしているものと思われる。
- (3) 加速領域の伸長：減圧プラズマは超高速化するだけでなく、速度減衰割合が小さく、高速領域が広がっている。温度減衰が小さいため、体積収縮による速度減衰が小さくなっていると説明できる。

3 結論

計算機による減圧プラズマジェットのシミュレーション結果は、定性的なプラズマ炎の観察結果とよく合致しており、超音速流の流れ場の定量的な推定が可能であることが判った。この結果に基づいて、減圧プラズマジェット中に吹き込まれた溶射粒子の熱履歴についての解析を進めている。

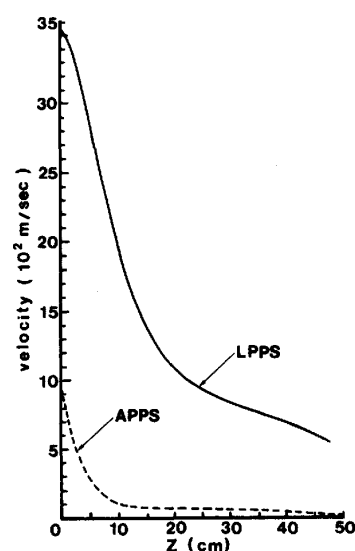


Fig. 1 Velocity distribution on the center line.

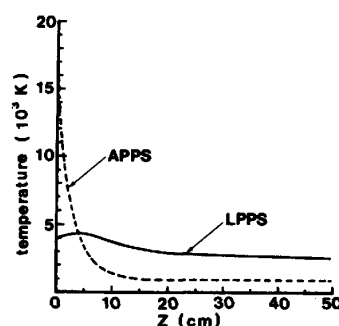


Fig. 2 Temperature distribution on the center line.