

水中に噴射したアルゴンアークプラズマから水への流体伝熱特性 Thermohydraulic Characteristics of Argon Arc Plasma to Liquid Phase Injected into Water

川村隼, 松岡祐也, 鈴木龍二郎, 廣谷大佑¹, 森伸介², 根津篤³, 赤塚洋⁴
Jun Kawamura, Yuya Matsuoka, Ryujiro Suzuki, Daisuke Hirotsu¹, Shinsuke Mori²,
Atsushi Nezu³, Hiroshi AKATSUKA⁴

東工大¹, 九工大¹, 東工大物質理工², 4 東工大技術部³, 5 東工大研究院⁴
Tokyo Tech. Eng., Kyushu Tech. Eng.¹, Tokyo Tech. Mat/Chem.², Tokyo Tech. Tech. Div.³,
Tokyo Tech. IIR⁴

[はじめに] 近年、大気圧アーク放電プラズマは水中や気液界面といったウェット環境でも利用されている。原子力分野でも、福島第一事故炉廃止措置の遠隔解体手法として検討されている。遮蔽や冷却、さらに解体時の放射性物質飛散防止の観点からも、水中アーク放電は検討に値する。通常炉の廃止措置では標準的なファイバ導光によるレーザー解体も、事故炉では激しい γ 線のためにファイバにカラーセンターを生じ失透し適用には別途検討を要する。したがって、水中アーク放電に優位性があるものと考えられる。しかるに、水中へ噴射させたプラズマの特性、特に水側や水中に配置した標的材への熱伝達挙動は未だに不明点が多い。本研究では、水中に噴射したアルゴンアークプラズマの熱流体特性を解明し、今後の原子炉廃炉作業のための基礎データを充実させることを目的とする。

[実験] 大気圧アルゴンプラズマを水中に噴射した際に生じた気泡の速度や流れ場を調べた。Fig. 1 に実験装置とその周辺機器を示す [1]。陽極に無酸素銅、陰極に 2% トリア含有タングステンを用いた。気泡の速度計測では石英ガラスを通してカメラを設置した。気泡に対して PIV (Particle Image Velocimetry) 法を適用することにより誘起される水流の速度を求めた。また、プラズマの熱伝導特性を調べる実験では熱電対をチャンバ内に挿入し水の温度を計測した。

[結果および考察] 水流速度はおよそ 20 – 80 cm/s であり、放電電流を増加させることで、気泡速度が速くなることが分かった。放電電流を増加させると、プラズマのエンタルピー増加により噴出速度が上昇し、気泡上昇速度が増加したと考えられる。また、プラズマが熱平衡にあると仮定して電子温度・密度を測定した結果を利用して [2]、熱流体特性を検討した所、図 2 に示すごとく、8000 K 程度でヌッセルト数の極大が実験的に確認された。これは Ar イオンの液面での表面再結合速度係数が 8000K 程度で極大となり、再結合エネルギーが効率的に液相の加熱に使われるためであると考えられる。

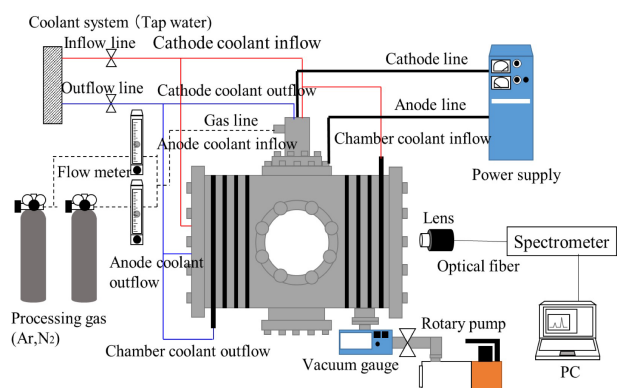


Fig. 1 Experimental setup.

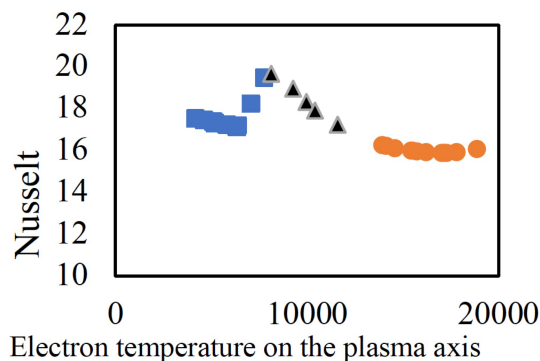


Fig. 2 Nusselt number plotted against the electron temperature on the plasma axis.

[1] R. Suzuki, D. Hirotsu, Y. Matsuoka, A. Nezu, S. Mori, H. Akatsuka, Plasma Conf. 2017, 21P-94 (2017).

[2] 松岡祐也, 廣谷大佑, 鈴木龍二郎, 根津篤, 森伸介, 赤塚洋, 電気学会研究会資料 プラズマ・パルスパワー・放電合同研究会 PST-17-024, PPT-17-024, ED-17-044 (2017).