

ペブルダイバータへの適用を目指したペブル流へのアークプラズマ照射実験 Arc Plasma Irradiation Experiments on Pebble Flow for Application to Pebble Divertor

後藤拓也、宮澤順一、FFHR設計グループ
GOTO Takuya, MIYAZAWA Junichi, the FFHR Design Group

核融合研
NIFS

現在核融合炉のダイバータとしては、細かな構造の違いはあるものの、受熱部にタングステンをを用い、それを水、あるいはヘリウム等のガスで冷却する方式が第一候補となっている。これらの設計では $5\sim 20\text{ MW/m}^2$ 程度の定常熱負荷に対する健全性保持が条件となっているが、この定常熱負荷はデタッチメントを前提としたもので、万が一デタッチメント状態が失われると、受熱部が即座に損傷し得ることを意味する。このため、デタッチメントを前提としないダイバータの開発は、核融合炉の設計成立性の向上のために重要である。

筆者らは過去に大阪大学で行われていたセラミックペブルダイバータにアイデアを得て、ダイバータに至る磁力線と交差するように形成したセラミックのペブル流によりダイバータ受熱部を構成するペブルダイバータ概念を提案している。ダイバータには超高熱負荷への対応に加えて高効率連続排気や容易な保守交換といった設計要件が求められるが、ペブル流は 100 MW/m^2 オーダーの熱負荷にも耐え、また従来型のダイバータへの熱負荷を7割程度削減できると見込まれデタッチメントを前提としない設計が可能となる。またペブルの間隙を利用した排気が可能であり、真空容器内にはノズルを設置するだけで良いため保守交換も容易となる。ダイバータプラズマと接触し加熱されたペブルはブランケットの冷却材である液体金属と混合することで冷却し、液体金属と分離後に再利用する発想である。このようなペブルダイバータの成立性の実証において最も重要なのが、ペブルがプラズマ照射による加熱、液体金属による冷却を受けてその健全性を保つ条件を見出すことである。

このため、真空容器内でペブル流へのプラズマ照射と液体金属による冷却を行う実験を計画しているが、今回はその準備段階として大気中でペブル流へのプラズマ照射を行った。プラ

ズマ照射には非移行式プラズマジェットトーチを用い、ガスはヘリウムおよびアルゴンを用いた。ペブル照射前にカーボンブロックへの照射を行い、熱負荷の推定を行った。照射スポットのサイズがノズル径と同じであると仮定すると、カーボンブロックの温度上昇からいずれのガス種の場合も 5 MW/m^2 程度の熱負荷が達成されていると見積もられる。高速カメラで撮影したペブル落下中と落下後の写真の比較を図に示す。ペブル流の数密度が十分であれば、プラズマを遮断できることが確認された。また達成熱負荷を増大させるため、プラズマジェットトーチのノズル形状、ガス種、ガス流量および電源電流値と熱負荷との関係を調べる実験を実施中である。本発表では、これらの実験の結果と、今後の展望について報告する。

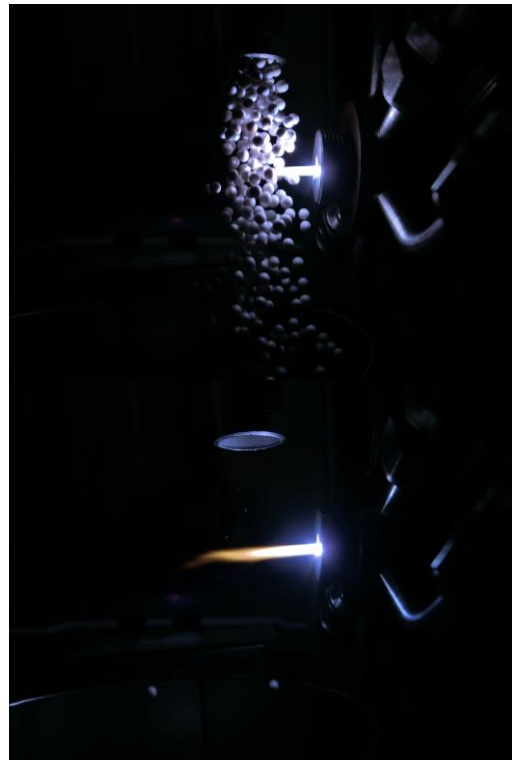


図 ペブル落下中(上)と落下後(下)の比較