

プラズマガンを用いた先進ダイバータ材へのプラズマ照射試験 Plasma irradiation test on advanced divertor materials by using a plasma gun

福本直之¹⁾, 大田春葵¹⁾, 花田和明²⁾, 平賀涼輔³⁾,
田中凌太¹⁾, 水越浩太郎¹⁾, 増岡伸哉¹⁾, 宮澤順一⁴⁾
N. Fukumoto¹⁾, H. Ohta¹⁾, K. Hanada²⁾, R. Hiraka³⁾,
R. Tanaka¹⁾, K. Mizukoshi¹⁾, S. Masuoka¹⁾, J. Miyazawa⁴⁾

¹⁾兵庫県立大・院工, ²⁾九大・応力研, ³⁾九大・総理工, ⁴⁾核融合研
¹⁾GSE, Univ. Hyogo, ²⁾RIAM, Kyushu Univ., ³⁾IGSES, Kyushu Univ., ⁴⁾NIFS

核融合炉のダイバータ開発では、定常熱負荷除去、非定常熱負荷、粒子リサイクリング制御、メンテナンス性、放射廃棄物などが課題となっている。これらを解決するため、先進的な液体金属ダイバータの研究が行われており、近年では粒径の小さいSiC球等を用いたペブルダイバータが考案され研究が進んでいる。しかし、これらの材料では、実機において詳細な基礎的実験を行うことが難しく、特に非定常熱負荷を模擬する短パルスのプラズマ照射時の熱負荷特性や材料自体の動的な振る舞いの詳細は分かっていない。そこで、磁化同軸プラズマガン(MCPG)を用いた短パルス熱負荷試験装置で、実験室レベルにおける先進的ダイバータ材料へのプラズマ照射試験を実施することを計画している。

兵庫県立大学と核融合科学研究所の共同研究では、図1に示すLHDへのCT入射装置SPICA用に開発した高性能加速電源(120 μF, 40 kV)とMCPGを組み合わせることで短パルス熱負荷試験装置の開発を行っている。そして、本研究では、流動性のある液体金属やペブルに対応するため、湾曲路移送管を用いて水平から鉛直方向へCT進路を変えてプラズマ照射を行う。図2に現在設計を進めている湾曲路移送管および湾曲同軸電極を用いたプラズマ試験装置を示す。これらにより、材料に対して高密度で高速のプラズマ塊の照射だけでなく、その内部および電極電流の流入、それに続く後尾のプラズマフローを照射することで、実験室レベルで様々な状況を模擬した照射研究が可能となる。

さらに、九州大学応用力学研究所高温プラズマ理工学研究センターとの共同研究では、QUESTへのCT入射装置を流用した短パルス熱負荷試験を計画している。QUESTでは、液体金

属ダイバータの導入が検討されており、現在、磁場中における液体金属の特性等を調べる基礎的な原理実証実験が行われている。その次段階として、プラズマ熱流束の照射時における挙動や熱負荷特性等を調べる計画で、前述の照射試験との比較実験も予定している。この装置においても、湾曲路移送管を用いる。その場合のCTプラズマ照射性能を基礎実験のデータ解析等により検討し、必要なプラズマ照射能力を有することを確認している。

本講演では、これらMCPGを用いた先進ダイバータ材へのプラズマ照射試験計画の現状について報告する。これらの研究の一部は、科研費 JP22K03578 および核融合科学研究所一般共同研究(NIFS22KIEF017)、双方向型共同研究(NIFS21KUTR163)の助成を受けて実施された。

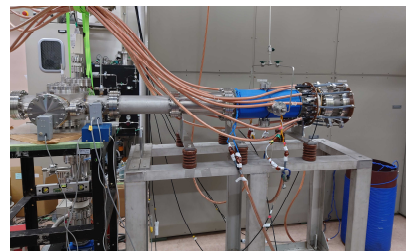


図1 高性能加速電源と MCPG を組み合わせた短パルス熱負荷試験装置

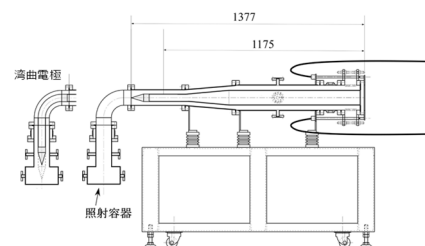


図2 湾曲路移送管・湾曲電極を用いたプラズマ照射実験概略図