

易融金属ペブルダイバータへのパルス熱負荷試験用プラズマガンの開発 2

Development of a plasma gun for pulsed-heat-flux test on fusible metal pebble divertors 2

岩本和樹¹⁾, 大島卓巳¹⁾, 昌子紘己¹⁾, 坂本研介¹⁾, 福本直之¹⁾, 宮澤順一²⁾, 永田正義¹⁾
K. Iwamoto¹⁾, T. Oshima¹⁾, H. Shoji¹⁾, K. Sakamoto¹⁾, N. Fukumoto¹⁾, J. Miyazawa²⁾, M. Nagata¹⁾

¹⁾兵庫県大・院工, ²⁾核融合研
¹⁾GSE, Univ. Hyogo, ²⁾NIFS

核融合炉のダイバータ開発では、100 MW/m²を超える熱負荷やメンテナンス性などが課題となっている。これらに対して、噴流により除熱を行う液体金属ダイバータが提案されているが、その液体金属流に電流が流れることでローレンツ力などのMHD効果が働き、大きく曲がるなどの問題が生じる。その回避策として、液体の代わりに粒径の小さい固体の易融金属を用いることで電流の流れを抑制する先進的なペブルダイバータが核融合科学研究所で考案されている。しかし、プラズマ照射時の熱負荷特性については詳細が分かっておらず、基礎的な特性試験が望まれている。当研究グループは、これまで核融合科学研究所で開発したプラズマガンSPICAを用いて、プラズマ照射によるタングステン (W) 材料へのパルス熱負荷試験を行ってきた。そのプラズマ照射では、W材料表面に熔融層を形成し、そこからのドロップレットの飛散や磁場印加による熔融層の安定化などの観測に成功している。そこで、本研究では、これらのプラズマガン開発とプラズマ照射によるパルス熱負荷試験から得た知見を基に、先進的な易融金属ペブルダイバータの熱負荷試験を実施するため、大学の実験室レベルにおける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の開発を目的としている。

この短パルス熱負荷試験システムでは、W材表面に熔融層を形成する程の熱負荷を与えるために、MCPGから高密度のスフェロマックプラズマを高速で射出し材料に照射する。これを実現するためには、MCPGのプラズマ生成・加速用電源の性能が重要である。そこで、本研究では、核融合科学研究所のSPICA装置で用いた高性能加速電源 (120 μ F, 40kV) を兵庫県立大学の実験室へ昨年度末に移設した。MCPGは、まずは既存装置を改造することでプロトタイプ

として整備し、早期の試験運転を目指している。その装置形状、取り付け可能な放電ケーブルの本数等とSPICA用電源仕様を用いて、放電回路として数値的に到達性能の検証を行い、初期実験の放電電流として20kAから100kA程度を想定し運転パラメータの調整で対応可能であることを確認した。この照射試験システムにおいては、初期の特性試験では水平なトレー上にペブルダイバータを均一に敷き詰め、プラズマを照射することも想定している。また、ダイバータ模擬試験では、斜面にペブルをシート状に流す必要があり、実験条件によっては通常の試験運転時の水平方向から、斜方向、鉛直方向までプラズマ照射方向を変えられる装置とする予定である。そこで、プロトタイプのMCPGでは、鉛直設置時を想定した装置長にするため、内部電極を含めた本体改造を実施した (図1)。

現在、プラズマ照射用の試験真空容器と関連部品の設計を行っている。また、MCPG用電源の再整備と既存の充放電制御装置に組み込むための改造を行っている。今年度中に装置と電源の立ち上げを行い、プラズマ照射装置の照射能力の検証を行う予定である。

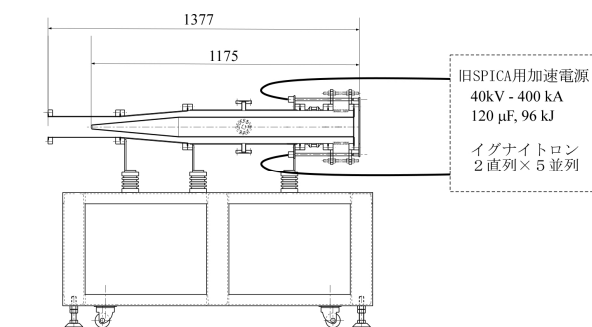


図1 短パルス熱負荷試験用プラズマガン