

ペブルダイバータ概念設計のためのペブル落下実験

EXPERIMENT OF PEBBLE DROPPING DEVICE
FOR PEBBLE DIVERTOR CONCEPT DESIGN

阪大院工 ○奥井隆雄 北原崇博 松田浩昌 松廣健二郎 西川雅弘

OKUI Takao KITAHARA Takahiro MATSUDA Hiromasa MATSUHIRO Kenjiro NISHIKAWA Masahiro

ペブル落下装置を試作し、実験と解析モデルとの比較をおこない、ペブルダイバータ概念設計のための、ペブル落下装置の評価を行った。

キーワード： ペブルダイバータ ダイバータプラズマ 多層被覆粒子 ホッパー

はじめに 磁場閉じ込め核融合炉におけるプラズマ壁相互作用の大きな問題点として、プラズマからの粒子束による壁の損耗とプラズマから壁に入射された粒子のリサイクリングがあげられる。ダイバータ配位の核融合炉では、一日に数ミリの単位で壁が損耗されることもあり、定期的なダイバータ板の交換が必要となる。また、現在の核融合実験装置では、壁コンディショニングを行うことで、コアプラズマの性能改善をおこなっている。しかし、将来の定常運転を行う核融合炉では、壁排気はプラズマ対向壁が飽和するので用いることができない。このような損耗・壁排気の問題を解決するアプローチとして移動する表面をプラズマに接触させる移動表面式プラズマ対向機器概念が提案されている。ペブルダイバータはこのような新概念の一つである。

ペブルダイバータ この概念は図1に示すようにダイバータプラズマ流に交差させるように多層被覆ペブル（直径1mm～2mm）を落下させることで、ペブルカーテンを形成し、熱流束・粒子束を受け止める方法である。多層被覆ペブルの表層にガス吸蔵性の材料を用いることで、定常壁排気の機能をもたせることが可能となる。損耗したペブルは循環の過程で交換することが可能であり、連続した運転が可能となる。現在我々のグループでは以下の研究をおこなっている。

- ・ダイバータプラズマ流がペブルカーテンに与える影響についての評価
- ・ペブルカーテンを形成するためのペブル落下装置の開発
- ・ペブルダイバータの燃料・不純物排気に関する研究
- ・多層被覆ペブルの熱的・機械的特性に関する研究

ペブル落下装置 ペブル落下装置に求められる条件は次の2点である。ストライクゾーンで、隙間のないペブルのカーテンを形成できる。単純な機構で作動する。コンパクトである。このような条件を満たすために、ペブル落下装置として、横長の排出口を設けたホッパーを考えた。このような形状では、排出口からのペブルの落下流量は、排出口スリットの幅、充填されたペブルの密度・直径・摩擦係数などに依存する。

実験と解析 ペブル落下装置の排出口のスリット幅と落下流量について解析と実験をおこない、最適な排出口の大きさを評価した。試験用のペブルとしては、アルミナ粒子・活性炭粒子（どちらも直径1mm）を用いた。実験では、排出口のスリットの幅を変化させて流量と遮蔽率を調べた。

解析については、排出口のスリット幅と落下流量の関係に関しては、ブロックフローモデルを基にして計算モデルを作り、アルミナ粒子・活性炭粒子について計算をおこない、また遮蔽率に関しても、実験から得られた流量のスリット幅依存性の結果を用いて、スリット幅と遮蔽率の関係を計算より求めた。

結果と結論 計算値と実験値の比較より、計算値は実験値によく一致することがわかった。今後、落下装置をデザインする上で、このモデルが有用であると考え、この計算モデルを多層被覆ペブルに適用した。その結果、90%の遮蔽率を得るためにはペブルの落下流量を30kg/sec/m、スリット幅を2.5cmとする必要があることがわかった。

今回の発表では、ペブル落下装置について得られた最新の結果に加えて、これまで我々のグループでなされた研究成果についての概略の説明もおこないたいと考えている。