



熱粒子制御のためのプラズマ対向壁工学

(1997年5月8日受理)

核融合炉の実証を目指して国際熱核融合実験炉 (ITER) の工学設計 (EDA) と、ヘリカル炉の可能性を探求する大型ヘリカル装置 (LHD) の建設が順調に進んでいる。これらの次期装置での最も重要な課題の一つは、プラズマ閉じ込め性能をさらに向上させてエネルギー利得を大幅に増大させることであろう。また、装置の大型化に伴い、各機器および複雑なプラントシステムの信頼性の向上等の炉工学的課題を克服していく必要がある。炉工学の中でプラズマ対向壁に関わる課題は、直接プラズマ性能に強く影響を与えるだけでなく、トリチウムや放射化等の安全性能およびプラズマ対向壁の保守にも関わっている。このため、プラズマと対向壁との相互作用 (プラズマ表面相互作用) をも含めたプラズマ対向壁工学がますます重要になってきているといえよう。

プラズマ対向壁工学で熱粒子制御は閉じ込めの向上に不可欠となっている。現在までの大型装置では特に対向壁の強制冷却を必要としないが、次期装置では定常的な強制冷却が必要となる。かつ、ダイバータへの熱負荷低減も要求されている。熱制御に加えて、ヘリウム灰および不純物の効率よい除去、燃料水素リサイクリング制御、不純物等の注入による放射冷却等の粒子制御も必要である。ここでは、熱粒子制御に関して、JT-60 のダイバータ改造、LHD 用ローカルアイランドダイバータ設計および高熱流束機器あるいはプラズマ対向材料の開発の現状が解説される。

プラズマ対向壁の寿命はディスラプションや正常放電時の損耗 (エロージョン) により決められる。放電モードに関わる燃料水素リサイクリングは壁中の水素保持 (リテンション) 特性に依存している。エロージョンや水素リテンション等のいわゆるプラズマ表面相互作用の研究は、主として実験室レベルのシミュレーション実験に依存していた。実際の装置では現象が複雑であり、シ

ミュレーション実験のデータと合致しない場合がしばしばみられている。TRIAM-1M では、最近機能性に富んだ表面プローブの可動装置 (表面分析ステーション) が設置され、実機プラズマとプラズマ対向材料の研究が行われている。この小特集では、エロージョン、水素リテンションおよび TRIAM-1M の表面プローブの現状についても紹介がある。

まず、プラズマ対向壁工学の全体的課題をレビューして、上記の内容について以下の目次で解説される。

1. プラズマ対向壁工学の現状と課題 (日野友明)
2. JT-60 のダイバータ改造 (細金延幸)
3. LHD ローカルアイランドダイバータの設計と予備実験 (鈴木 肇)
4. TRIAM-1M での表面プローブ実験 (吉田直亮)
5. ITER 用高熱流束機器 (鈴木 哲, 秋場真人)
6. LHD への適用を展望したプラズマ対向材料研究 (野田信明)
7. プラズマ対向材料のエロージョン特性 (中村和幸, 秋場真人)
8. プラズマ対向材料の水素リテンション特性 (広畑優子, 山内有二, 日野友明)

本小特集はプラズマ核融合学会の研究専門委員会「熱粒子制御のための第一壁工学」の過去約2年間の活動に基づいています。この委員会に参加され研究討論して下さった委員の先生方、適切な助言をして下さった山科俊郎先生、本島 修先生、秋葉真人先生、吉田直亮先生、野田信明先生に深く感謝致します。本小特集のとりまとめに御協力下さった学会事務局の方々および編集委員会の先生方に深くお礼申し上げます。なお、タイトルバックはハローをも含めた銀河系のイラスト図 (金谷 康氏作成) です。 (北海道大学工学部 日野友明)

HINO Tomoaki, Department of Nuclear Engineering, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan. E-mail tomhino@hume.hokudai.ac.jp