

トカマク核融合炉における安全係数分布の違いによるブートストラップ電流密度分布への影響

Effect of difference in safety factor profile on bootstrap current density profile in tokamak fusion reactor

真野 純次,山崎 耕造,有本 英樹,庄司 多津男

MANO Juniji, YAMAZAKI Kozo, ARIMOTO Hideki, SHOJI Tatsuo

名大院工
Nagoya Univ

1.緒言

トカマク核融合炉では定常状態炉達成の為に非誘導電流駆動だけでプラズマ電流を維持しなくてはならない。全非誘導電流はブートストラップ電流と中性粒子ビーム電流駆動などの外部駆動電流の和である。しかし定常運転を前提とした商用炉として成り立つためには外部電流駆動量を少なくし、プラズマ電流の大部分をブートストラップ電流まかなうことも必要となる。高ブートストラップ電流比を維持した上で自律性が高い燃焼プラズマの分布を制御することは重要である。ブートストラップ電流は安全係数分布に影響し、安全係数分布はプラズマの輸送に影響し、ブートストラップ電流に影響を及ぼす。そこで本研究では2次元平衡・1次元輸送コード(TOTAL code)[1]を用いて燃焼プラズマの電流密度分布と安全係数分布の関係を評価した。

2.解析手法

炉の規模としてはITER程度を想定している。大ブートストラップ電流を維持するには急峻な圧力勾配が得られる内部輸送障壁(ITB)が必要となるため、輸送モデルはLモードプラズマとITBを伴う負磁気シアを記述できる電流拡散性バルーニング(CDBM)モデル[2][3]を使用した。典型的な安全係数分布を与え、この分布を得るための電流密度分布を達成するように電流駆動を行い、プラズマ電流を計算した。 α 加熱パワーが十分に大きくなった後、図1に示した安全係数分布に移行させた。 q_0, q_a, r_{qmin} を変化させ、その違いによる最終的なブートストラップ電流と外部駆動電流の分布からブートストラップ電流比 I_{BS}/I_p の比較、評価を行った。

3.結果・考察

図2に安全係数と q_0 と q_a の I_{BS}/I_p との関係性を示す。 q_0 を2.0から10.0にあげた場合、30%程度 I_{BS}/I_p が高くなった。図3に β_p と q_0 と q_a の I_{BS}/I_p との関係性を示す。安全係数の極小値の位置 r_{qmin} がプラズマ中心に近い場合のほうが、 r_{qmin} がプラズマの外側にある場合のよりも β_p が小さくにもかかわらず I_{BS}/I_p は高くなった。一般的に I_{BS}/I_p は β_p に比例するため、同 β_p では r_{qmin} がプラズマ中心に近い場合のほうがさらに高い I_{BS}/I_p が得られると考えられる。

[1] K.Yamazaki and T. Amano, Nucl. Fusion 32 (1992) 633.
[2] K.Itoh et al., Plasma Phys. Control. Fusion 36 (1994) 279.
[3] A.Fukuyama et al., Plasma Phys. Control. Fusion 37

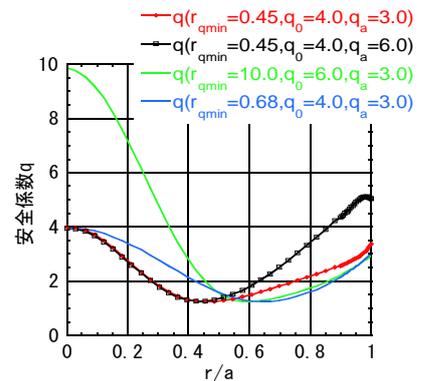


図1 仮定した安全係数 q の分布のモデル

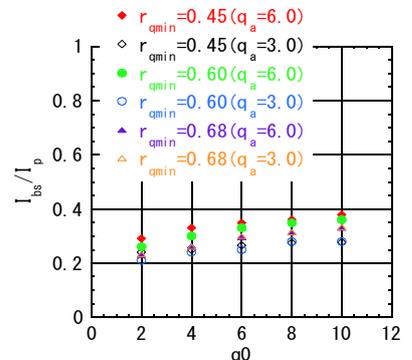


図2 中心安全係数 q_0 とブートストラップ電流比

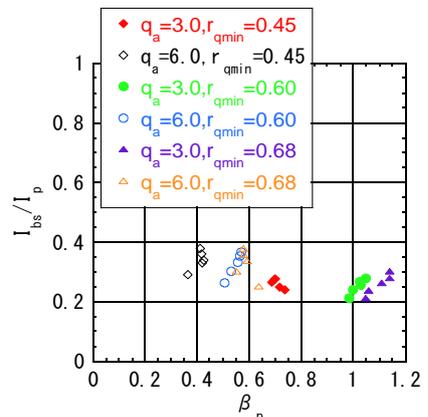


図3 ポロイダル β とブートストラップ電流比