25aD23P

CCS法によるFRCプラズマの形状決定法の開発
Plasma Shape Identification of Field-reversed Configurations by Cauchy-Condition Surface Method

小林 汰輔, 岩坂純平, 関口 純一, 浅井 朋彦, 高橋 努
Taisuke Kobayashi, Junpei Iwasaka, Junichi Sekiguchi, Tomohiko Asai, Tsutomu Takahashi

日大理工
CST, Nihon Univ

1. はじめに

CCS(Cauchy-Condition Surface)法はトカマクプラズマの位置形状同定のために開発された方法である.[1]FRC(Field-Reversed Configuration)プラズマの形状決定法としてCCS法を採用し開発を行っている.

2. FRCプラズマへの適応

2.1 積分経路

CCS法はマクスウェル方程式から求まる式(1)から，式(2)のグリーン関数を用いて導かれる積分形式解を，積分路や解法の工夫により高精度で磁場閉じ込めプラズマの表面を求める方法である.

$$\nabla\cdot\left(\frac{\nabla\psi}{r^2}\right) = -\frac{\mu_0 j_\theta}{r} \qquad (1)$$

$$-\gamma\psi_{(x)} = \int_{\partial\Omega}\left[G_{(x,y)}\nabla\psi_{(y)} - \psi_{(y)}\nabla G_{(x,y)}\right]\cdot\frac{d\mathbb{S}}{r_y^2} + \int_{\Omega} G_{(x,y)}\mu_0 j_\theta \frac{dV}{r_y} \quad (2)$$

$$\gamma \equiv \left\{-8\pi^2(x\subset\Omega), -4\pi^2(x\subset\partial\Omega), 0\left(x \not\subset (\Omega+\partial\Omega)\right)\right\}$$

ここで μ_0, j_θ, ψ, G はそれぞれ真空の透磁率，磁束関数，グリーン関数である.$\partial\Omega$を無限遠，計測面，プラズマを十分含んだ面(それぞれ$\partial\Omega_B, \partial\Omega_S, \partial\Omega_P$とする)とおき，そこから最終的に$\psi = 0$となるプラズマ表面の等磁束面を求める.

FRCプラズマをこの方法に適応する際にはFRCプラズマが単連結構造であるためにトカマク同様の積分路を設定することはできず，計測面や無限遠の境界面はプラズマを覆うことができない. そこで今回開発するにあたってFig.1のように考え，装置軸ですべての面が接続されるようにした.

2.2 計測器

電流計測用にすべてのθピンチコイルにロゴスキーコイルを設置した. 磁気プローブ，フラックスループはFig.1 のように放電管表面に等間隔に設置する. 磁気プローブは放電管表面の接線方向の磁束密度を計測する.

2.3 数値計算

Fig.2は$(r,z) = (0.1m, 0)$に円環電流を置いたときの磁束関数の分布である. 実線はベクトルポテンシャルを用いた解析解であり，点線は式(2)より求めた数値解である. 円環電流で精度良く求まれば重ね合わせの原理より平衡計算により求まるプラズマ電流と閉じ込めコイルによる磁場も同様に求められると考えられるためにこのような計算を行った. 数値計算で求める際$\partial\Omega_S$を$r = 0.13m, -1m \leq z \leq 1m$とおき，今回の計算ではその他の経路の寄与をみるために無限遠として扱った.

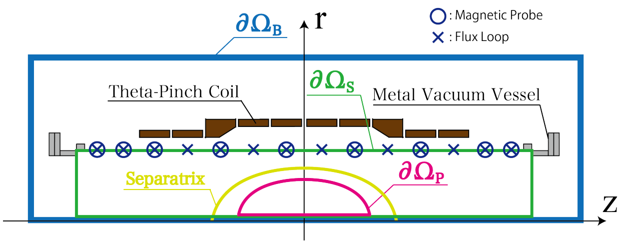

Fig.1 FRCプラズマのCCS法への適応

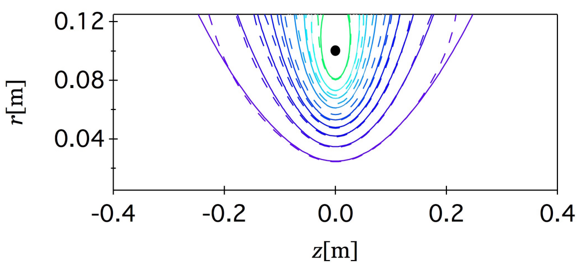

Fig.2 円環電流の等磁束面
(実線:解析解，点線:数値解)

3. 参考文献

[1] K. Kurihara, Fusion Eng. Des. **51–52** 1049 (2000)