

電流駆動解析コードを用いたシステムコード用ブートストラップ電流割合評価式の検討

Examination of Evaluation Formula of Bootstrap Current Fraction for System Code by Current Drive Analyze Code

坂井 亮介¹, 藤田 隆明¹, 岡本 敦¹,
¹名大院工

SAKAI Ryosuke¹, FUJITA Takaaki¹, OKAMOTO Atsushi¹
¹ Graduate school of engineering, Nagoya university,

1. 導入

炉設計システムコードPECを用いた先行研究により, 常伝導コイルトカマクプラズマによる中性子源の経済性が検討され, プラズマアスペクト比 A の経済性への影響が調査された[1]. その結果, $A \sim 2.2$ 付近で中性子単価が最小になった. 先行研究で用いられたブートストラップ電流(自発電流)割合 f_{BS} の計算式[2]を以下に示す. $\beta_p, \kappa, \rho, \alpha_T, \alpha_n$ はそれぞれ, ポロイダルベータ値, プラズマ非円形度, 規格化プラズマ小半径, 温度と密度それぞれの形状因子である. $\alpha_T = 1.00, \alpha_n = 0.25$ としている.

$$f_{BS} = C_{BS} f_{peak}^{0.25} \beta_p / \sqrt{A}$$

$$C_{BS} = 0.773 + 0.019\kappa$$

$$f_{peak} = \left(\int_0^1 (1 - \rho^2)^{\alpha_T} (1 - \rho^2)^{\alpha_n} d\rho \right)^{-1}$$

f_{BS} は安全係数 q の分布に依存するが, PEC では考慮されていない.

そこで, 本研究では, ACCOMEコード[3]の結果と先行研究の結果を比較し, システムコード解析[1]で用いた f_{BS} の計算式の妥当性を評価する.

2. 計算条件

ACCOMMEコードの入力値を表1に示す. これらは,

表 1. 先行研究の設計値から得られた入力値[1]

パラメータ	値
プラズマ大半径 [m]	2.44
プラズマ小半径 [m]	1.08
プラズマ非円形度	2.30
プラズマ三角度	0.50
トロイダル磁場 [T]	3.10
プラズマ電流 [MA]	9.40

先行研究の経済的最適な設計値による値である[1].

今回用いた密度と温度の分布を以下に示す[1]. 粒子と熱の輸送は計算しないので, これらは一定としている.

$$n(\rho) = 1.80 \times 10^{20} [\text{m}^{-3}] (1 - \rho^2)^{\alpha_n}$$

$$T(\rho) = 15.0 [\text{keV}] (1 - \rho^2)^{\alpha_T}$$

プラズマ電流駆動の為の Co 方向接線入射の中性粒子ビーム(Neutral beam: NB)を二本仮定した. ビーム

エネルギーは 800 keV とし, それぞれ磁気軸付近, 磁気軸より外側への入射を仮定した. これらの NB 出力はプラズマの非誘導電流駆動の為に調整される.

二本の接線 NB の出力を最適化し, ビーム入射による核融合反応の為にビームエネルギー 200 keV の準垂直 NB を一本導入した. NB 出力の合計は, 先行研究での NB 出力, 166 MW となるようにした[1].

3. 計算結果

各電流密度と安全係数の分布を図 1 に示す. 自発

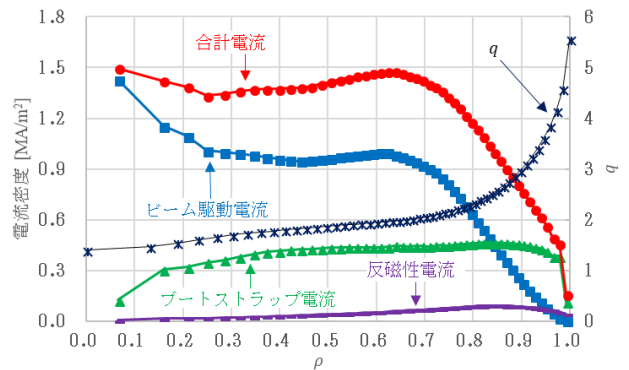


図 1. 電流密度と安全係数の分布

電流と反磁性電流の和の割合として評価した f_{BS} は 0.42 で, 先行研究で用いた前述の計算式による値 0.62 [1] より 0.20 低い値となった. f_{BS} の低下を補うため電流駆動用の NB のパワーが増大し準垂直 NB のパワーは 104 MW [1] から 42.7 MW へと低下した. その結果ビーム・サーマル核融合出力が低下し, 全核融合出力は 180 MW [1] から 169 MW へと低下した. 今後は, 先行研究の他の設計値の ACCOME 解析も実施し, システムコード PEC で用いる f_{BS} 計算式の改良を行う.

4. 参考文献

- [1] T. Fujita, R. Sakai, A. Okamoto, 2017, Nucl. Fusion **57** 056019.
- [2] Wong C.P.C., Wesley J.C., Stambaugh R.D. and Cheng E.T., 2002 Nucl. Fusion **42** 547.
- [3] K. Tani, M. Azumi and R. S. Devto, 1992 J. Comp. Physics **98** 332.