

超ウラン元素核変換処理の為のトカマク型中性子源の経済性評価及び電流駆動解析

名大院工 坂井 亮介, 藤田 隆明, 岡本 敦

1. 緒言

高速炉や加速器による中性子を利用した超長半減期放射性廃棄物の核種変換が考えられている。DT 核融合反応を用いることで比較的安価に大量の高エネルギー中性子を生成できる可能性がある。そこで本研究では常伝導コイル(NCC)または超伝導コイル(SCC)トカマクプラズマによる中性子源を炉設計システムコード PEC(Physics-Engineering-Cost)[1]を用いて、検討した。その経済評価における最適なプラズマパラメータを想定した、電流解析を電流駆動解析コード ACCOME[2]により行い、NBI の最適化及び、経済性評価時に仮定した核融合出力の妥当性を検討した。

2. 設計概略

本研究での装置概略図を図1に示す。

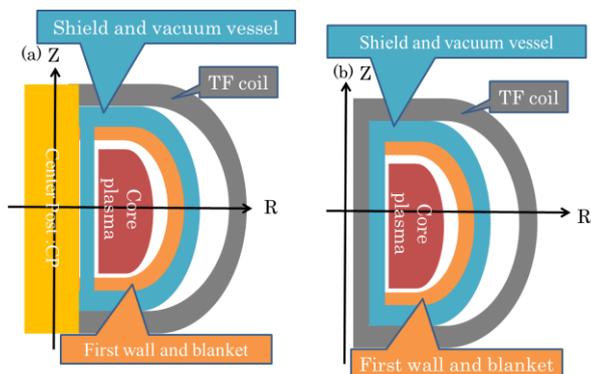


図.1 (a)NCC 想定, (b)SCC 想定装置概略図

(a)が NCC, (b)が SCC 想定である。現在オーミックコイルは無く、プラズマ立ち上げとして中性粒子ビーム入射等の電流駆動を想定している。今回は(a)の NCC に関してのみ電流駆動解析を行った。

3. 計算条件

3.1 経済性評価

先行研究[3]に倣い外側ブランケットに超ウラン放射性廃棄物を装荷し、その超ウラン核種の核分裂反応を想定しブランケットでのエネルギー増倍率は、熱出力が3GWとなるよう設定した。その熱出力により発電し、その一部で所内電力をまかない、余剰分を送電することによる売電収入を得ることを想定する。その売電収入を考慮し、システムコード PEC を用いて、常伝導トカマク型中性子源の経済性評価を行った。その時の核融合出力は180MW。及び外側第一壁表面積は126[m²]先行研究[3]の数値に設定した。先行研究[4]で求めた NCC 想定経済的最適結果を表.1 に示す。

3.2 電流駆動解析

表.1 電流駆動解析の入力値

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
プラズマ楕円度	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

二本のCo方向接線重水素NBIを仮定した。磁気軸付近と、磁気軸外側に一つずつとし、外側の NBI の位置を径方向と垂直方向でスキャンし、完全非誘導電流駆動にする為の NB パワーが最低となる点を、電流駆動解析コード ACCOME を用いて求めた。

4. 計算結果

径方向スキャンでは、 $R_{NB_outer} = 3.15$ [m]付近まで磁

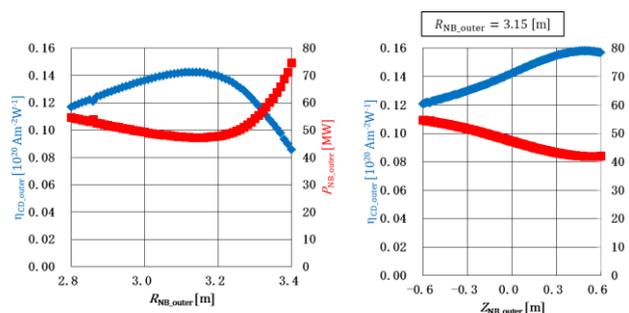


図.2 外側NBの径方向及び垂直方向位置スキャン

気軸外側程、電流駆動効率、 η_{CD} 、が上昇し、完全非誘導電流駆動にする為のNBパワー、 P_{NB} 、が低下する結果となった。 $R_{NB_outer} = 3.15$ [m]における垂直位置スキャンでは、 $Z_{NB_outer} < 0$ [m]では、 η_{CD} が低下し、 0 [m] $< Z_{NB_outer} \leq 0.50$ [m]付近では η_{CD} が上昇し、 P_{NB} が低下する結果となった。講演では、さらに、システムコードで仮定したNBパワーに対する核融合出力の妥当性を議論する。

参考文献

- [1] K. Yamazaki, T.J. Dolan, Fusion Eng. Des. 81, 1145-1149 (2006)
- [2] K. Tani, M. Azumi and R. S. Devto, 1992 J. Comp. Physics 98 332.
- [3] W.M. Stacey et al., Nucl. Tech. 162 53 (2008).
- [4] T. Fujita, R. Sakai, A. Okamoto, Nucl. Fusion 57, 056019 (2017).