固体増殖ブランケットにおけるトリチウム増殖比に関する基礎研究

Basic research on tritium breeding ratio for solid breeder blanket

*大石啓嗣[1]　高木直行[1]
[1]東京都市大学

核融合炉ブランケットの設計において、十分なトリチウム増殖比（TBR）を確保することは最重要課題の一つである。本研究では中性子増倍材とトリチウム増殖材の二つの材料のみに着目し、それらをどのように配置すれば高い TBR が得られるかの検討を行った。

キーワード：ブランケット　トリチウム増殖比　中性子増倍材　トリチウム増殖材

1.緒言

核融合炉ブランケットにおける中性子増倍材とトリチウム増殖材の配置方法として垂直に分割する方法（日本式）と水平に分割する方法（欧州式）が存在する。この二つのモデルと均質化したモデルについて放射線挙動解析コード PHITS-2.93 を用いて中性子束分布及びトリチウム増殖比を求め、体系の違いによる核特性を明らかにし、そこから得られた知見をもとにどのような工夫を施せば高い TBR が得られるかを検討した。

2.計算条件

1 辺 60cm の立方体の核融合炉ブランケットを配置し、その手前に体積線源等方散乱の DT 核融合中性子源（エネルギーは単色の 14.06MeV、領域 900）を置き、厚み 160cm のプラズマを模擬した。ブランケット内の材料は Be と Li_2TiO_3 とし、垂直分割体系、水平分割体系、均質体系の 3 体系に解析を行った。Be と Li_2TiO_3 の体積比 R（$V_{Be}/V_{Li2TiO3}$）を導入し、垂直分割体系と水平分割体系に同材料の厚みは均等のもと解析を行った。6Li 濃縮度は 7.59%とした。それぞれの体系において TBR が最大となる R を変化させた。
図 1 に垂直分割体系を載せた。青が Be、黄色が Li_2TiO_3 である。

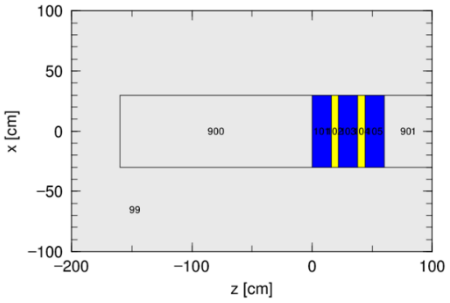

図 1　垂直分割体系

3.結果

3 つの体系において TBR について最適化を行ったところ垂直分割体系、均質体系では R=4.0 で、水平分割体系では R=15.0 で TBR が最大となった。垂直分割体系、水平分割体系においては同等の TBR が得られ、均質体系においては前者の両モデルよりも大きな TBR が得られた。

図 2 からは垂直分割体系において Li_2TiO_3 層で中性子束に凹みがみられるがこれは自己遮蔽効果によるものである。

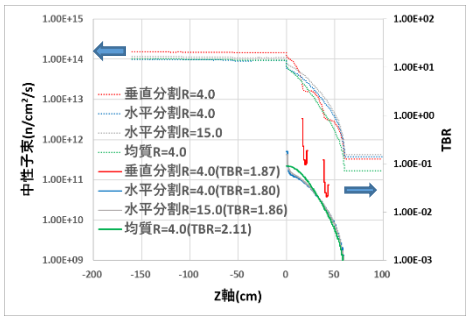

図 2　中性子束分布と TBR の分布

図 3 からは均質体系が他の体系に比べ幅広い領域で中性子束が低いことが分かった。また熱中性子領域で違いが顕著にみられることから効率よく ^{6}Li に吸収されていることが確認できた。

特に水平分割体系において熱中性子がブランケット後方で多く存在している。そこで厚さ 5cm の Li_2TiO_3 層を後方に置くことで置かない場合よりも TBR を 0.05（1.86→1.91)向上させることができた。

最後に最適化した垂直分割体系と水平分割体系の Li_2TiO_3 層を格子状に組み合わせた体系を提案し、その結果 TBR=1.94 とさらに高い TBR を得ることができた。

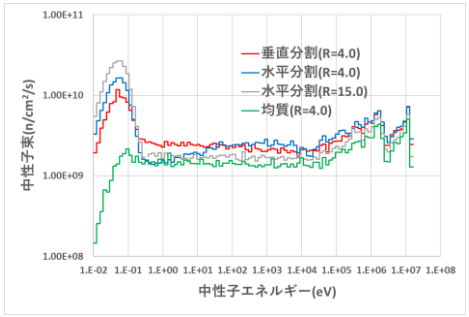

図 3 後方の中性子スペクトル

参考文献

[1] 核熱解析による固体増殖水冷却方式テストブランケットモジュールのトリチウム増殖比に関する検討 JAEA-Technology 2007-067

*Keiji Oishi[1], Naoyuki Takaki[1]
[1] Tokyo City University