

核融合原型炉立ち上げ時の第一壁熱負荷における保護リミタ形状の最適化検討

Optimization of the poloidal horseshoe limiter shape for the heat load at plasma rump-up in JA DEMO

陳 偉熙1)、染谷 洋二1)、杉山 翔太1)、宇藤 裕康1)、梅田 尚孝 1)、朝倉 伸幸 1)、坂本 宜照1)

CHEN Weixi 1)、SOMEYA Youji 1)、SUGIYAMA Shota 1)、UTOH Hiroyasu 1)、UMEDA Naotaka 1)、ASAKURA Nobuyuki 1) SAKAMOTO Yoshiteru 1)

(1)量研機構 (1) QST

核融合原型炉では磁力線に沿ってブランケット第一壁表面へ入射する荷電粒子による過大な熱負荷を低減するために図1に示す保護リミタの導入が提案されている[1]。ブランケット表面の最高点で構成される第一壁基準面より保護リミタはプラズマ側に突出し、プラズマ対向面にF82H配管を内蔵したタングステンモノブロック(W-MB)の適用を想定している。原型炉のプラズマ立ち上げ時はプラズマが保護リミタに接するリミタ配位となるため、過渡的に高い熱負荷が保護リミタの表面に印加される。保護リミタ表面への熱流束の大きさは磁力線に平行な熱流束成分 $q_{||}$ とこの入射角度が寄与するため、最大熱流束を低減する表面形状が検討されてきた[2,3]。 $q_{||}$ はプラズマ表面から径方向の距離に従って減衰し、図1に示す先行研究の表面形状はこの $q_{||}$ の減衰を司る減衰長 λ と磁力線入射角度の組み合わせを考慮し調整した形状である。本研究は、プラズマ立ち上げ時のリミタ配位におけるリミタ表面に入射する過渡的熱流束を評価し、原型炉に適用可能なリミタ形状を設計した。

W-MB の表面に過渡的な熱流束が印加された時、配管内壁の熱流束および構成材料の温度を制限

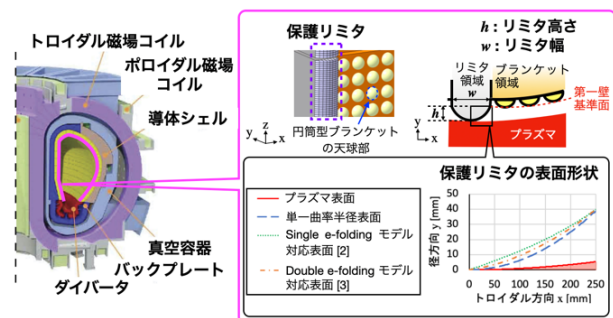
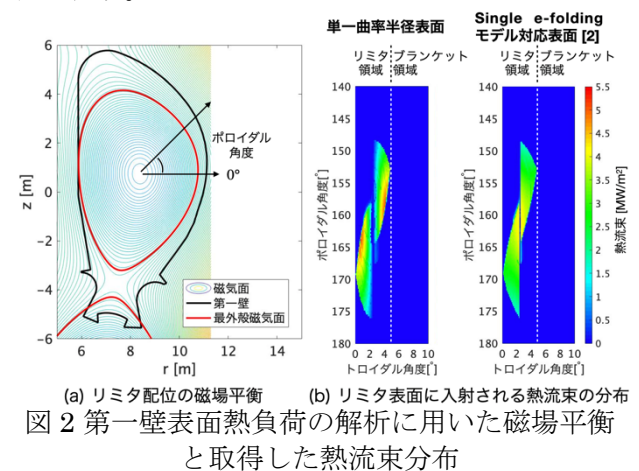


図1 保護リミタの概念図

条件に過渡伝熱解析を行った結果、最大で 5.5 MW/m^2 の熱流束を除熱できることがわかり、これを保護リミタの設計条件とした。プラズマから保護リミタに負荷される熱流束は磁力線追跡に基づく第一壁表面熱負荷解析コード[4]を用いて算出した。

本解析で用いたリミタ配位の磁場平衡とリミタ高さを 40 mm 、幅 500 mm とした時に入射される表面熱流束分布の例を図2に示す。表面形状がそれぞれ単一曲率半径と $q_{||}$ の減衰長を考慮したものを比較すると、入射される最大熱流束は 5.0 MW/m^2 から 4.2 MW/m^2 に減少し、熱流束の分布の変化も確認することができた。

講演では保護リミタの高さ、幅および表面形状を変えた時にリミタ表面へ入射する熱流束の変化を評価し、保護リミタの設計領域について報告を行う。



- [1] W. Chen, et al., *IEEE Trans. Plasma Sci.* in press
 [2] P.C. Stangeby, R. Mitteau, *J. Nucl. Mat.* 390-391 (2009) 963-996
 [3] M. Kocan et al., *Nucl. Fusion* 55 (2015) 033019
 [4] Y. Miyoshi, et al., *Fusion Eng. Des.* 151 (2020) 111394