

原型炉第一壁を保護するリミタ概念の検討

Introductory study on a limiter concept for protecting the first wall in JA DEMO

陳 偉熙¹, 染谷 洋二¹, 三善 悠矢¹, 日渡 良爾¹, 有川 晃弘¹, 宇藤 裕康¹, 坂本 宜照¹
 Weixi CHEN¹, Youji SOMEYA¹, Yuya MIYOSHI¹, Ryoji HIWATARI¹, Mitsuhiro ARIKAWA¹,
 Hiroyasu UTOH¹, Yoshiteru SAKAMOTO¹

量研
 QST

原型炉でディスラプションの発生に起因した真空容器内冷却水漏洩事象は、1次障壁である真空容器に深刻な損傷を与える可能性がある。本研究は冷却水の保水量が多いブランケットを当該事象時での損傷リスクから保護するリミタ概念を提案する。本概念では、当該事象時に予測が困難なプラズマ挙動を鑑みて、ブランケット表面よりプラズマ側に突出させ、ブランケット領域でポロイダル方向一周に配したリミタ構造を提案している。一部を切り取った構想図を Fig. 1 に示す。リミタは高熱負荷に対して健全性を保つ必要があるため、角張りをなくした円弧状外形のタングステンモノブロック構造とし、冷却配管には耐照射性に優れた F82H 配管を採用した。また、リミタの設置によるトリチウム生産の減少が懸念されるため、リミタ内部にトリチウム増殖領域を設けることを検討した。本発表では、定常運転時の条件において、リミタの熱負荷を許容する設計要件およびトリチウム生産への寄与について報告する。

第一壁熱負荷を許容するリミタ形状を評価するため、磁力線追跡に基づく表面熱負荷解析

を用いて第一壁の熱流束分布を評価した。リミタをトロイダル角 22.5° 間隔で設置した場合、リミタ表面とブランケット表面で受ける最大熱流束がリミタの円弧形状の曲率半径および第一壁からの高さに対する依存性を評価した結果をそれぞれ Fig. 2 に示す。ここで、先行研究のダイバータバップル部での除熱設計からタングステンモノブロック-F82H 配管の設計において除熱限界が 5 MW/m² であり、加圧水によるブランケットの除熱能力は最大で 2 MW/m² であることがわかっている。解析結果からリミタ形状を高さ 50mm 以上、曲率半径を 650 mm 以上とした場合、提案するリミタ概念は両除熱条件を達成し、定常熱負荷に対する成立性の見通しを得た。なお、本条件での定常運転時においてブランケットへ負荷される熱量は 1 kW 未満であり、ほとんどがリミタに負荷されているという結果となった。講演では、提案している詳細なリミタ構造とトリチウム生産性への影響に加え、ブランケットおよびリミタの取り付け誤差が熱負荷にもたらす影響について評価した結果も報告を行う。

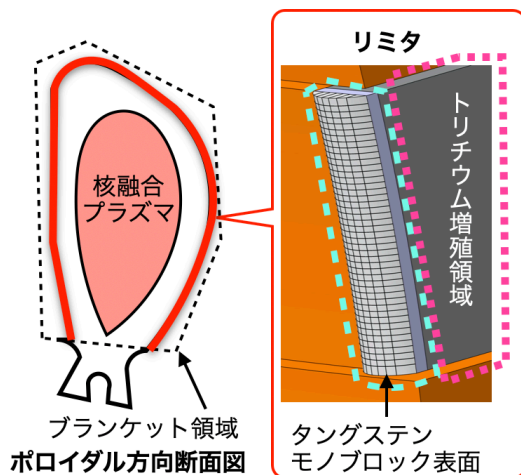


Fig.1 リミタの構想

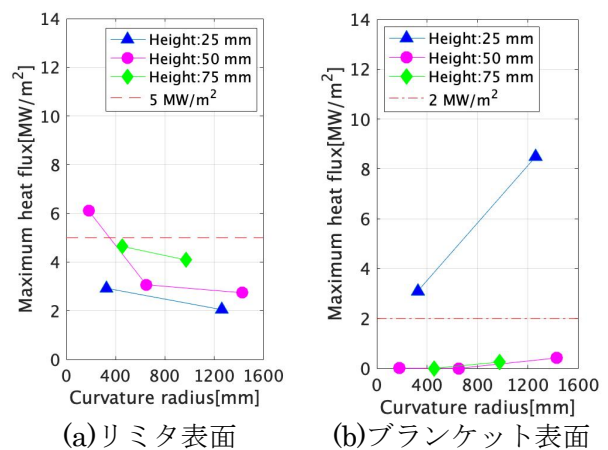


Fig.2 最大熱流束の第一壁形状依存性