

核融合原型炉におけるリミタの設計
Design of limiter for a fusion demo reactor

工藤広信, 渡邊和仁, 日渡良爾, 朝倉伸幸, 徳永晋介, 染谷洋二, 野澤貴史, 谷川博康
KUDO Hironobu, WATANABE Kazuhito, HIWATARI Ryoji, ASAKURA Nobuyuki,
TOKUNAGA Shinsuke, SOMEYA Youji, NOZAWA Takashi, TANIGAWA Hiroyasu

原子力機構
JAEA

核融合原型炉において、プラズマの立ち上げシナリオが研究されておりプラズマはダイバータ配位に移行する前に第一壁面上に接触(リミタ配位)して成長していく。この時の熱負荷は数十秒のオーダーの過渡的なものではあるが定常運転時にブランケット第一壁が受ける熱負荷より大きい。この熱負荷に対して原型炉では図.1 のような方針が考えられている。

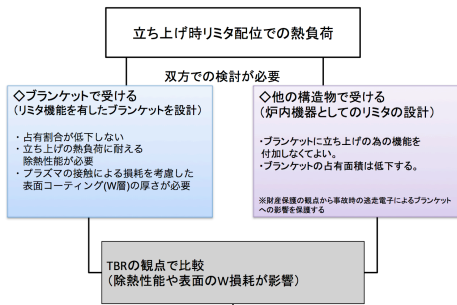


図.1 立ち上げ時のリミタ配位の方針

最終的には、両者の優劣を占有面積や表面タングステン層の厚さに影響される TBR(Tritium Breeding Ratio)等で比較する必要がある為、本検討では比較対象の一つである炉内に独立して設置するリミタの概念設計を進めていく。

リミタ設計を行う上で、暫定的に検討された内側第一壁での立ち上げシナリオとそこから算出される SOL(Scrape-off layer)に出てくる熱損失 P_{SOL} とリミタとプラズマの接する位置で磁力線方向にそった熱流束 $q_{||}^{sep}$ を設計条件として用いた。リミタへの熱負荷はプラズマからの距離 $(r-r_{||}^{sep})$ だけ減衰し磁力線に沿う熱流束 $q_{||}$ がリミタ表面に入射する角度によって熱流束として与えられる。(輻射とプラズマからの垂直方向の熱輸送は立ち上げ時の熱負荷として支配的ではない為、概念設計段階の本検討では考慮しない。)図.2.にその概要を示す。本検討ではリミタ表面をトロイダル面で一定の曲率を持つ円弧として考えた。リミタがプラズマに向かって突き出す長さとしリミタのトロイダル方向の幅 L

を決定すると各表面での角度が決定され熱流束の分布が得られる。表 1 は突き出す長さを 100mm とした場合の L の長さとし熱流束の分布の最大値を表したものである。得られた分布を元に冷却配管での除熱の検討を行っていく。検討にあたり、突き出し部には冷却配管が存在しないことが望ましい。(独立のリミタを設置した場合逃走電子がリミタ部に集中する為)そこでダイバータ等でプラズマ対抗材料として検討されるタングステンや先進の構造材料、耐熱材料として注目される SiC/SiC 複合材料等を用いてリミタ壁と冷却配管をなるべく離すよう検討を行っていく。

当日はリミタ表面の熱負荷の分布とその冷却が成立するリミタの概念設計について発表する。

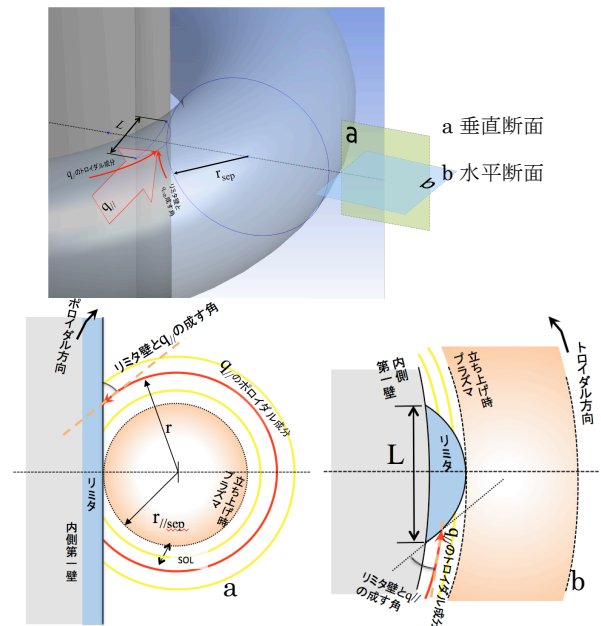


図2.トロイダル方向に一定の曲率を持つリミタの熱流束

表 1. リミタのポロイダル方向長さ L と熱流束分布の最大値の関係

L [m]	0.55	1.1	1.2	2.2	3.7	5.5
リミタ表面熱流束の最大値 [MW/m ²]	7.7	3.9	3.5	2.0	1.2	0.8