

## 原型炉第一壁の熱負荷低減に向けた形状設計研究 Shaping design research of DEMO first wall for heat load mitigation

三善悠矢<sup>1</sup>、朝倉伸幸<sup>1</sup>、日渡良爾<sup>1</sup>、染谷洋二<sup>1</sup>、坂本宜照<sup>1</sup>、飛田健次<sup>1</sup>、原型炉設計合同特別チーム

Yuya Miyoshi<sup>1</sup>, Nobuyuki Asakura<sup>1</sup>, Ryoji Hiwatari<sup>1</sup>, Youji Someya<sup>1</sup>, Yoshiteru Sakamoto<sup>1</sup>, Kenji Tobita<sup>1</sup>, Joint Special Design Team for Fusion DEMO

### 1. 量研機構

#### 1. QST

トカマク型核融合炉において、周辺プラズマの一部は熱流束として磁力線に沿って第一壁へ向かい、熱負荷の原因となる。磁力線のあたる箇所によっては高熱負荷ピークが生じる恐れがあるため、原型炉においてはそれを防ぐような第一壁の形状を設計する必要がある。本研究では設計に向けた第一壁の熱負荷解析を実施した。

解析には指数減衰モデル、およびAPPLEモデル[1]を用いた熱負荷解析コードを使用した。SOLを1000分割した磁気面毎に1440本の磁力線をトレースし、壁の各メッシュに当たった際の入射角、及び減衰長より熱流束、及び熱負荷を算出している。

今回、外側水平面でセパトリクスより10cm離れた磁気面の形状に合うよう壁のポロイダ

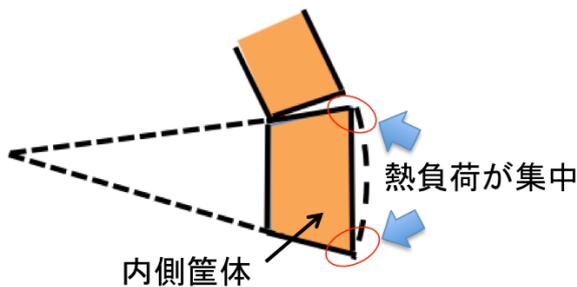


図1 内側筐体上面イメージ図

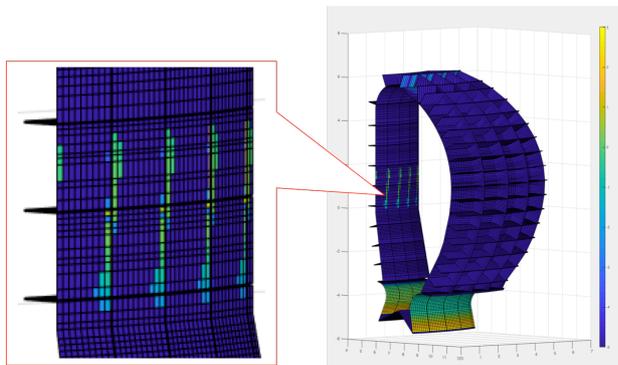


図2 箱形筐体熱負荷解析結果

ル断面を設計したところ、核融合出力1.5GWの場合において内側水平面に $0.1\text{MW}/\text{m}^2$ 程度の熱負荷ピークが生じる結果となった。

しかしながら実際のブランケット筐体は図1に示すように筐体間に隙間があり、かつ表面は平面となり曲率を持たない。そのため磁力線は、例えば内側筐体の場合は筐体表面の中心部で無く端部にあたる。そのため熱負荷も端部に集中する。さらに筐体側面にはほぼ垂直に磁力線が当たるため、より大きな熱負荷が集中することが懸念される。

実際のブランケット筐体を模した熱負荷解析の結果を図2に載せる。内側水平面において筐体表面の端部には約 $1\text{MW}/\text{m}^2$ の高熱負荷が生じており、また、筐体側面には $20\text{MW}/\text{m}^2$ を超える高熱負荷が生じる結果となった。

熱負荷を低減させるには、壁をプラズマから遠ざけることが最も効果的である。しかし内側第一壁の場合それは筐体を薄くすることとなり、TBR確保の観点等から見れば都合が悪く、限界がある。

ゆえに本研究では筐体表面の形状（角の曲率）を変えての解析を行い、熱流束の受熱面積を増やし、熱負荷を緩和させることを目指す。

また、本研究では定常状態における熱負荷解析に加え、立ち上げ時を模擬した平衡形状における熱負荷解析を実施する。

本発表ではこれらの解析を通して得られた、熱負荷を低減させるために壁形状に求められる条件について報告する。

[1] Y.Miyoshi, et.al, FED 124 267 (2017)