

長時間熱流束評価におけるターゲット冷却の効果

Effect of target cooling for long time heat flux monitoring

*松浦 寛人¹, ブイスアンニャットソン²

¹大阪公大, ²大阪府大

現在、多くの既存の核融合実験装置では放電パルス長は精々秒のオーダーである。しかし、将来の核融合炉では時間オーダー以上の放電パルスが想定され、プラズマ対抗機器は例外なく積極的な冷却が必要となる。にもかかわらず、この冷却効果を考慮した熱バランスの解析についての研究は非常に限られており、ELMなどのパルス熱負荷の影響の評価に問題が残る。本研究では、簡易モデルを用いて、これらの問題について考察する。

キーワード：ダイバータタイル熱流束、熱伝導、熱損失時間

1. 緒言

GAMMA10/PDX ダイバータモジュール用カロリメータは、200～400 ミリ秒の放電時間でのダイバータ模擬実験時の熱流束評価に供せられてきた。2022 年度に稼働した筑波大学の新装置では、100 秒を超える長時間放電が計画されており、カロリメータターゲットからの熱損失を無視した従来の解析では問題が生じる。図 1 は、カロリメータターゲットに熱源を短時間接触させ、熱損失時間を実測した例である。同様の測定は、ヘリオトロン J の複合ダイバータアレイに対してもなされた。一般に、プラズマ照射材料の熱損失時間は 10 秒のオーダーであり分を超える長時間放電での測定には、熱損失のモデル化が必須となることがわかる。

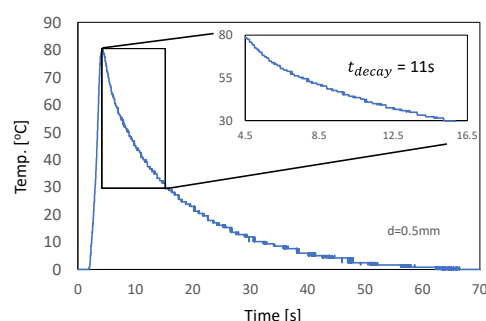


図 1. GAMMA10/PDX ダイバータモジュール用カロリメータの熱損失時間の測定例

2. 熱損失を考慮した 0 次元温度応答関数

一定の温度を持つプラズマ照射材料(体積 V 、照射面積 S)に、時間的に一定な熱流束 q_0 が入射した時の温度応答関数の一般形は以下になる。ここで、熱損失は温度応答関数(すなわち温度増分)に比例し、比例定数は熱損失時間 τ_l に反比例するとモデル化している。

$$S(t) = \frac{q_0 S}{c \rho V} \tau_l \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_l}\right) \right)$$

短パルスの放電($t \ll \tau_l$)の時は、応答関数は τ_l には依存せず、在来の解析[1]が有効であるが、逆の場合にはプロセスプラズマの分野での熱流束測定で開発された解析法を導入し、 τ_l の効果の定量化を行う必要がある。ゆっくりとした測定はこれでよいが、高速の熱流束変化をとらえるには 1 次元または 2 次元[2]の温度応答関数の改良やセンサーターゲットの改良が必要となる。本研究は NIFS 双方向型共同研究(NIFS22KUHL107/NIFS22KUGM171)および一般共同研究(NIFS22KIPR007)の援助を受けている。

参考文献

[1] M.S.Islam *et al.*, Plasma Fusion Res., 11(2016) 2402042.

[2] 松浦他, 原子力学会 2022 年秋の年会 (茨城大) 3H12.

*Hiroto Matsuura¹, Bui Xuan Nhat Son²

¹Osaka Metro. Univ., ²Osaka Pref. Univ.