

小型ダミーロードのパワー計測における
周波数・ビームプロファイルの影響の研究

**Study of influence of frequency and beam profile
on power measurement using compact dummy loads**

辻政裕¹⁾、小田靖久¹⁾、假家強²⁾、南龍太郎²⁾、長崎百伸³⁾、坂本欣三³⁾

(1)撰南大、(2)筑波大プラ研、(3)京大エネ理工研

TSUJI Masahiro¹⁾、ODA Yasuhisa¹⁾、KARIYA Tsuyoshi²⁾、MINAMI Ryuutarou²⁾

NAGASAKI Kazunobu³⁾、SAKAMOTO Kinzou³⁾、

(1)Setsunan Univ、(2)PRC, Univ.of Tsukuba、(3) IAE,Kyoto Univ.

1. はじめに

核融合炉では、プラズマ生成、加熱用に電子サイクロトロン共鳴加熱(ECRH)システムを用いており、ジャイロトロンにより発生されるミリ波帯高周波(RF)は伝送系を介しプラズマに入射させられる。しかし伝送系では高周波の損失が発生している。本研究では ECRH 伝送系における高周波の損失改善を目的として、円錐部品で RF ビームを反射させ周辺に配置したテフロンチューブの水に吸収させる方式のダミーロードを使用し周波数帯の異なる高周波でのパワー計測の検証を行った。

2. ダミーロードの大電力試験

周波数帯の異なる高周波パワーの測定を撰南大学で開発した小型ダミーロードを用いて、京都大学 Heliotron J の 70GHz ジャイロトロン、筑波大学 GAMMA 10 の 28GHz ジャイロトロンの各々で、高周波のパワー計測を行った。図 1 は、ジャイロトロン出力が 200kW 程度で、10ms 入射した条件で得られたダミーロード冷却水出口の水温の時間履歴である。計測の結果、周波数帯が異なっても高周波のパワー計測が可能であることが確認された。しかし、両者の水温履歴は類似しているが特徴に違いがみられる。70GHz の計測ではダミーロード冷却水流量が 1LPM の条件で、ピークの水温が 5 秒程度で 2.7 度上昇し、なだらかに 40 秒程度かけて元に戻る波形であったのに対し、28GHz の計測時は 2LPM と流量が増えた条件で 2.3 度上昇とやや低いピーク温度ながら、70GHz の計測時の半分程度の時間で元に戻る波形であった。ともに、ピークに対して非対称な時間履歴である。

3. 水温履歴シミュレーション

円錐部品で散乱された RF パワーが直接水に吸収されると想定した場合、実験条件では、ピークの水温は 70 度程度上昇すると想定されるが、実験により得られた冷却水の水温ピーク温度は 2.3~2.7 度と、見積もり計算よりはるかに

低いものとなっているとともに、高周波入射時に想定される RF ビームの分布と異なり、水温の立ち上がり側にピーク温度が存在する非対称な履歴であることが判明した。この時間履歴を再現するため、ダミーロード内での冷却水、テフロンチューブ製の冷却水流路間での伝熱に注目し温度分布の解析を行ったところ、温度履歴は実験により得られたものと類似した履歴が得られた。このことからダミーロード内で高周波により加熱された冷却水の熱が周辺に伝わりそれを冷却水が除熱するプロセスが温度履歴を決定づけていると考えられる。

現在、流速、入射ビームによる初期温度分布といった条件を変え解析を行った結果、冷却水流量の変化は、水温履歴に大きく影響を与える一方で、入射ビームによる初期温度履歴の影響は小さいという結果が得られている。

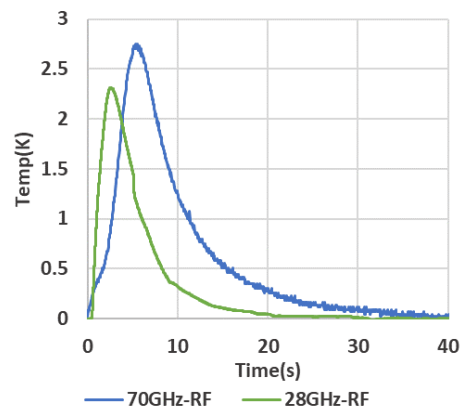


Fig1.高周波後の水温分布時間履歴

4. まとめ

- ・撰南大学で開発した小型ダミーロードにて、周波数帯の異なる高周波のパワー計測を行い、70GHz と 28GHz でパワー計測ができることが確認された。
- ・水温履歴のシミュレーションの結果、ダミーロード出口の水温履歴は冷却水と流路の熱交換の影響を受けていると考えられる。