

円形コルゲート導波管伝送系における伝搬モード分析器の開発
Development of Mode Contents Analyzer in Circular Corrugated Waveguide Transmission Lines

出射浩¹, 坂口政嗣², C. Lechte³, W. Kaparek³, M. Shapiro⁴, 坂本慶司⁵, 高橋幸司⁵,
 小田 靖久⁵, 梶原 健⁵
 IDEI Hiroshi¹, SAKAGUCHI Masatsugu², LECHTE Carsten³, KASPAREK Walter²,
 SHAPIRO Michael³, SAKAMOTO Keishi², TAKAHASHI Kohji², ODA Yasuhisa²,
 KAJIWARA Ken²
¹九大応力研, ²古河 C&B, ³シュトゥットガルト大, ⁴マサチューセッツ工科大
¹RIAM Kyushu University, ²FCB, ³IPF Stuttgart, ⁴PSFC MIT

国際熱核融合実験炉(ITER)では、電子サイクロトロン加熱(ECH)によるプラズマ生成・加熱、電流駆動が計画されている。ITER における ECH システムでは、170GHz CW ジャイロトロン管で発振される 1MW の大電力高周波が用いられる。ジャイロトロン管で発振した大電力高周波は、伝送路でアンテナへと送られ、プラズマに放射される。伝送路は、オーバーサイズ導波管による要素部品で構成されており、伝送路のミスアライメント等で、主伝送モード以外の不要高次モードも励起される。励起されたモード間干渉により、伝送路でのアーキング、過熱が発生する。本研究では、伝送路のモードを測定できるモード分析器を試験・開発することを目的とする。不要な高次モードは大別すると、主要伝送モードと異なって非軸対称な電界分布を持つモード、軸対称な電界分布を持つものの導波管径方向に異なる電界広がりを持つモードがある。前者は、主にジャイロトロン管から導波管伝送路への結合軸ミスアライメントで、後者は結合ビーム径、位相分布のミスマッチングで生ずる。モード分析器では、導波管伝送路に設置される 90°ベントの反射板に結合孔列をもつ副導波管回路を準備し、伝播波をサンプリング・モニターする。図1に示すように結合孔列は反射板中心位置、中心から外れた同心円位置に置く。ITER ECH システムで実機として運用するには、90°ベントの反射板での発熱を除熱する冷却水路の準備、管理されている真空度への対応が必須で、水路を確保し、真空度を保持する構造が設計されている。不要モードを検出する5つの結合孔列は、孔径、孔数、孔位置、結合板厚、副導波管寸法などのパラメータを最適化し、設計した。図2には、左右非対称の不要モードと軸対称不要モードが伝播波に含まれる場合、設計されたモード分析器で検出される(a):左右結合孔列の差と和の比、(b):中

心結合孔列と他の結合孔列平均の比が、各不要モード比に対して等高線プロットされている。90°ベント内の電磁界は、開発したキルヒホッフ積分コードで解析し、モード分析器の高周波動作を評価した。(a)で評価された比は、主に左右非対称の不要モード成分比で、(b)で評価した比は、主に軸対称の不要モード成分比で決まり、不要モードが同定できることが明らかとなった。併せて、MW 伝送時の熱応力解析を進めている。また、高周波数動作を低電力試験で、冷却・気密動作を高電力試験で行うよう、準備を進めている。

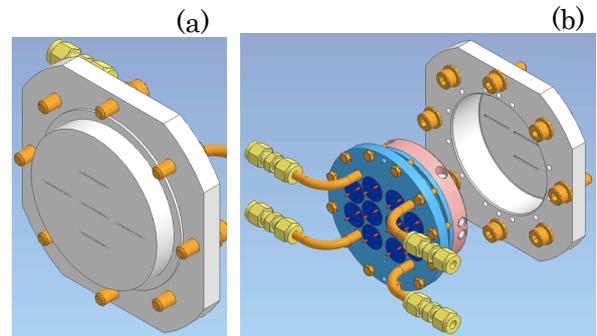


図1(a): 90°ベント反射板に準備された5つの結合孔列、(b): 反射板と冷却水路を準備した副導波管部

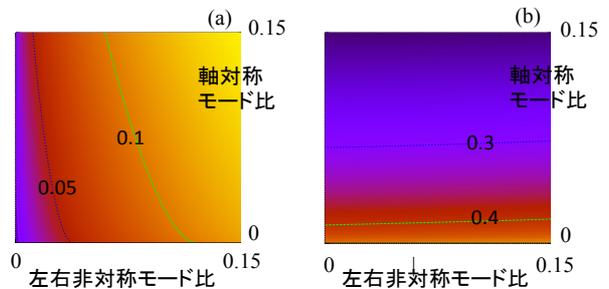


図2 : 左右非対称・軸対称不要モード比に対する (a) : 左右結合孔列の差と和の比、(b) : 中心結合孔列と他の結合孔列平均の比