

FFAG 加速器におけるコイルを用いた集束力の補正手法に関する研究

Compensation of Focusing Effects with Pole Surface Coils for FFAG Accelerators

*上田 光貴¹、有馬 秀彦¹、池田 伸夫¹、米村 祐次郎¹、本橋 直也¹、和賀 雄飛¹、高木 昭²
中山 久義²、森 義治³

¹九州大学、²高エネルギー加速器研究機構、³京都大学、

九州大学では FFAG 加速器において水平方向の集束力を補正し、加速中のビームの水平方向のベータトロンチューン制御を可能にするため、集束力補正コイルに関する研究を行っている。本研究では補正コイルの試作機を製作し、磁場測定によりその性能評価を行った結果、コイルを用いた集束力補正手法に関して知見が得られた。

キーワード：FFAG 加速器、補正コイル

1. 緒言

近年、二次粒子ビームを用いた素粒子・原子核研究の推進や加速器駆動未臨界炉といったエネルギー分野の開拓において、大強度のハドロンビームを生成できる加速器への要求が高まっている。その要求を満たす事ができる加速器の一つとして期待されているのが固定磁場強集束(Fixed Field Alternating Gradient; FFAG)加速器である。

FFAG 加速器の電磁石設計ではシンクロトロンと同様にベータトロン振動の安定性が保たれるように電磁石の集束力が決定される。従来、電磁石を構成する磁性体の磁気特性等により製作した電磁石の集束力が設計値と異なる場合は、追加磁極などを用いて磁極形状を変更することによって集束力の調整が行われていた。本研究では磁極表面に階段状に配置した空芯コイルを用いて集束力を補正する手法を提案する。電流値の異なる複数のコイルを用いて局所的に磁場勾配を変化させることで、高次の非線形磁場成分を含む FFAG 加速器の磁場分布を補正することができる。本手法を用いれば、磁極形状を変更することなく加速器の運転中に集束力を局所的に変化させることができる。

2. 研究内容

FFAG 加速器における集束力補正手法の原理検証を目的として補正コイルの試作機を製作し試験を行った。補正コイルの設計では三次元磁場計算コードとビーム軌道計算を用いて集束力の補正量を定量的に評価してコイルの配置や起磁力を決定した。製作した試作機を九州大学の 150 MeV FFAG 加速器の電磁石の磁極表面に配置して磁場測定を行い、設計手法の検証と集束力補正手法の有用性を評価した。実験結果から、コイルによる集束力の局所的な可変量を評価することにより、設計手法に関する知見が得られた。本発表では、補正コイル設計手法についての詳細と、磁場測定により得られた補正コイルの性能評価の結果を報告する。

*Mitsutaka Ueda¹, Hidehiko Arima¹, Nobuo Ikeda¹, Yujiro Yonemura¹, Naoya Motohashi¹, Yuhi Waga¹, Akira Takagi²

Hisayoshi Nakayama² and Yoshiharu Mori³

¹Kyushu Univ., ²High Energy Accelerator Research Org., ³Kyoto Univ.