

挿入光源の次世代化に向けた新しいコンセプト

田中隆次

理化学研究所・放射光科学総合研究センター

電子ビーム軸上に周期的磁場を発生し、電子を蛇行させるという目的を持つ挿入光源において、心臓部にあたるコンポーネントは磁場源である磁石列である。そして、特に真空封止型アンジュレータに代表される短周期の挿入光源においては、ビーム軸に垂直な平面で見たときの磁石列の断面積はおおよそ 10cm^2 に満たない。一方、装置全体の断面積としては $20,000\text{cm}^2$ (水平 $1\text{m}\times$ 垂直 2m)にも達する。これは主に以下の2つの理由による。

- 1) 上下の磁石列に数トン/mに達する強大な磁場吸引力が加わるため、磁石列を保持しつつ精度良くギャップの開閉を行うために剛性が高い駆動架台が必要となる。
- 2) 従来型磁場測定を行うために必要な方持ち支持方式では、強力な磁場吸引力による大きなモーメント負荷に耐えられるよう、より重厚長大な構造が要求される。

さらに、SACLA用真空封止型アンジュレータのように、ビーム軸に沿って数マイクロン以下のギャップ均一性が要求される場合、真空槽内部に設置される磁石列は吸引力による変形を抑制するために多数の支持点で外部の高剛性ビームと連結される必要があり、これが部品点数の増加やそれらの製作及び設置に厳しい要求精度を課すとともに、駆動架台の構造を複雑化する。そして、このような従来型構造は製作コストが高い上に、年単位にも及ぶ製作期間が必要であり、さらに加速器へ設置する際の運搬方法やアラインメント手法などを煩雑にする。

このように、従来型挿入光源が抱える問題の元凶は磁石列が発生する強大な吸引力である。言い換えると、これを相殺し機械的負荷を軽減することができた場合、その構造を抜本的に改革することが可能となる。大雑把な試算では、重量で10分の1、体積で4分の1程度にまで軽量・コンパクト化が可能であると見積もられている。このために必要なことは、吸引力を相殺するための機構の開発であり、機械方式、磁場方式を含めて現在検討が続けられている。

講演では、従来型挿入光源が持つ上記の問題点について例を挙げて詳しく解説するとともに、吸引力を補正するための各種方式について紹介する。また、今後の研究開発方針についても言及する。