

シンクロトロン電磁石の磁場測定に関するいくつかの方式

高エネルギー研 五十嵐務 木原元夫 遠藤有聲

高崎榮一 春日俊夫 安東愛之輔 荒木章

高エネルギー研 主リングトンネル内では、56個の四極電磁石、48個の偏向電磁石、56個のステアリングダイポール及び、16個の六極電磁石が搬入設置されている。これらのマグネットは、ほぼ最終セッティングを終り、予定される位置に0.1mmの精度で設置してある。これらのマグネットは次のような方法により磁場測定され、約500,000測定値が得られた。その結果は整理された形で一部発表されている。^{1),2)}

1. 四極電磁石 '74年12月の1号機より同年5月まで、実験室内で測定し、その後トンネル内に搬入された。測定はモデル電源によりパルスエキサイトして、サーチコイルを磁場中に置き、検出される電圧をディジタル積分器により積分している。この方法は、あらかじめ更正された参照用コイルの出力を同じようにディジタル積分器により積分し、測定すべき電流の値までエキサイトされた時、積分停止信号をサーチコイル積分器に伝達するものである。^{3),4)}

このディジタル積分器は、電圧-周波数変換器にVIA R社 モデル251を使用し、8 channelのUP/DOWN COUNTERにより計数するものである。この方法では、一回の励磁パルスで、8個の異なる電流値での値を測定できるものである。測定は Table I. に示されるものを測定し、磁場匀配に関しては 2×10^{-4} 、有効長に関しては ± 0.1 mmの精度が得られている。

2. 偏向電磁石 '74年9月より、同年12月までの間に測定した。測定は偏向電磁石がトンネル内に精密据付された後に、測定器等を移動しながら行った。測定方法は、四極電磁石と同じように、ディジタル積分器を使用した。電源としては可搬型のポータブル電源で励磁し、電流参照用としてはカレントトランスホーマーを使用した。測定値は Table II. に示すものを測定した。偏向電磁石は3.75度の角度で二つのコアに分かれている関係上、ハーフマグネット毎に測定した。このコアの間の関係を知らるために一周にわたり各コア中心における磁場の励磁曲線の相対値を、隣り合うコア間で測定した。このコア間の相対値の測定で 1×10^{-4} 以下、磁場の有効長の測定で ± 0.3 mmの精度が得られた。

3. 六極電磁石 六極電磁石の測定はハーモニックコイルを使用した。このハーモニックコイルは、六極電磁石の内径に納まるステンレスの筒の中に次のような二つのコイルを入れたもので、銀のスリップリングで外部へ信号を引き出すようにしたものである。

(1) Long Coil 41.5×1000 mm² 1 Turn

(2) Small Coil 36.5×10 mm² 12 Turn

このコイルを25 rpsで回して、出力電圧をHP-3581A Wave Analyserにより各周波数成分に分割して、各要素の実効値を測定した。現在結果を解析中であるが、この方法で、中心の六極成分、及び各高次成分、有効長の六極成分、及び各高次成分を測定しようとするものである。

参考文献

- 1) A. Ando, et al, "Main Ring Magnet System of KEK PS", Proc. of 9th Intl. Conf. on High Energy Accelerators, Stanford, 1972.
- 2) T. Kasuga, et al, "Magnetic Field Measurements of The Main Ring Bending Magnets of KEK Proton Accelerator", Proc. of 5th Intl. Conf. on Magnet Technology, Frascati, 1975.
- 3) D. A. Gray, et al, "Measuring Apparatus and Methods Used During The Design and Commissioning of The Nimrod Magnet", Rutherford High Energy Lab., NIRL/R/4, 1963.
- 4) T. Hirose and H. Sasaki, "Magnetic field Measurements of Model Magnet (Mark I) for 40 GeV Proton Synchrotron", SJC-A-69-3, 1963.

MEASUREMENT	POSITION	INTERVAL	COIL
$\frac{dB}{dX}$ excitation*	s=0, x=0, z=0	—	small twin coil
$\frac{dB}{dX}$ distribution	s=0, z=0, x=-7.5 +7.5	0.5	small twin coil
$\frac{dB}{dZ}$ distribution	s=0, x=0, z=-4.5 +4.5	0.5	small twin coil
$\int \frac{dB}{dX} \cdot ds$	x=0, z=0, s=±50.0	10.0	long twin coil

* EXCITATION CURRENTS 128, 526, 737, 1054
1373, 1588, 1812, 2080 A

Table I. MEASUREMENT OF Q-MAGNET

MEASUREMENT	POSITION	INTERVAL	COIL
B excitation*	s=0, x=0	—	small single coil
B distribution	s=0, x=±8.0	0.5	small single coil
$\frac{dB}{dX}$ distribution	s=0, x=±7.5	0.5	twin coil
$\int B \cdot ds$	x=±7.5 s=0 180	2.5 10.0	long coil

* EXCITATION CURRENTS 200, 750, 1400, 1700
2000, 2450, 2800, 3000 A

Table II. MEASUREMENT OF B-MAGNET