

§2. 加速器

2-4-2. 横方向およびエネルギー
アクセプタンスの測定

福間 均, 船越 義裕, 鎌田 進

高エネルギー物理学研究所*

Measurement of Transverse and Energy acceptance

Hitoshi FUKUMA, Yoshihiro FUNAKOSHI and Susumu KAMADA

National Laboratory for High Energy Physics

In MR light-source operation, sextupoles were excited based on so called non-interleaved sextupole arrangement to correct the chromaticity. To confirm validity of this arrangement the energy and transverse acceptance were measured and compared with simulations by the computer code SAD. The measured energy and horizontal acceptances are consistent with the simulations. The measured vertical acceptance can be explained by a physical aperture at the vacuum chamber in the undulator.

MR放射光利用運転においては、十分なダイナミックアパーチャを確保するために六極磁石をいわゆる非入れ子方式で配置した。この配置方式が正しく働いていることを確かめるためリングの横方向（つまり水平、垂直方向）アクセプタンスとエネルギーアクセプタンスが測定され、計算機コードSADによる計算結果と比較された。

1. 測定方法

1) 横方向アクセプタンス

まず、キッカー磁石で蓄積ビームを蹴り、蹴り角（つまり、キッカー磁石電源の電圧（キッカー電圧））とビームロス量の関係測定し、ビームロスが起きるキッカー電圧（ V_{loss} ）を求める。次

に、キッカー電圧を V_k に固定してビームスクレーパをビームに近づけていき、内側スクレーパと外側スクレーパの位置が中心軌道からそれぞれ x_{in} および x_{out} のときビームロスが起きたとすると、アクセプタンス限界に対応するスクレーパ位置での振幅 x_{limit} は、

$$x_{limit} = \frac{1}{2} (x_{in} + x_{out}) \frac{V_{loss}}{V_k} \quad (1)$$

となり、アクセプタンス A は、

$$A = \frac{x_{limit}^2}{\beta_{scrap}} \quad (2)$$

* 高エネルギー物理学研究所 〒305 つくば市大穂 1-1
TEL 0298-64-5239 FAX 0298-64-3182 e-mail fukuma@kekvox.kek.jp

から求められる。ここで、 $\beta_{scraper}$ はスクレーパ位置でのベータ関数である。

2) エネルギーアクセプタンス

縦方向位相空間でのビームの入射位相 ϕ と入射効率の関係を測定する。ビーム入射可能な ϕ の範囲を $\Delta\phi$ とすると、エネルギーアクセプタンス ($\Delta E/E$) は、

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{v_s}{h\alpha} \Delta\phi \quad (3)$$

から求められる。ここで、 v_s , h および α はそれぞれシンクロトロンチェーン、ハーモニック数、運動量コンパクションである。

2. 測定結果

アクセプタンス測定は表1に示す加速器パラメータで行なわれた。

1) 横方向アクセプタンス

水平方向アクセプタンスの測定値は 4.4×10^{-5} m、垂直方向アクセプタンスの測定値は 8.8×10^{-6} m であった。

2) エネルギーアクセプタンス

図1に入射位相と入射効率の関係を示す。図1よりエネルギーアクセプタンスは $\pm 1.3\%$ となる。

3. 計算機シミュレーションとの比較

アクセプタンスの測定値は、計算機コード SAD によるシミュレーションの結果と比べられた。図2に水平方向アクセプタンスおよびエネルギーアクセプタンスの測定値とシミュレーションの結果を示す。

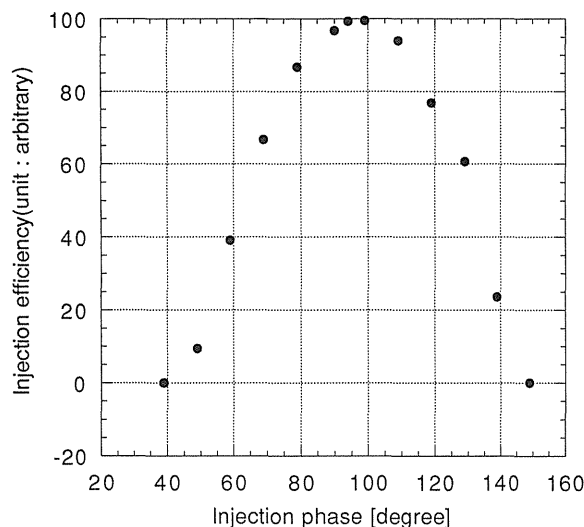


Figure 1. Injection phase vs. injection efficiency.

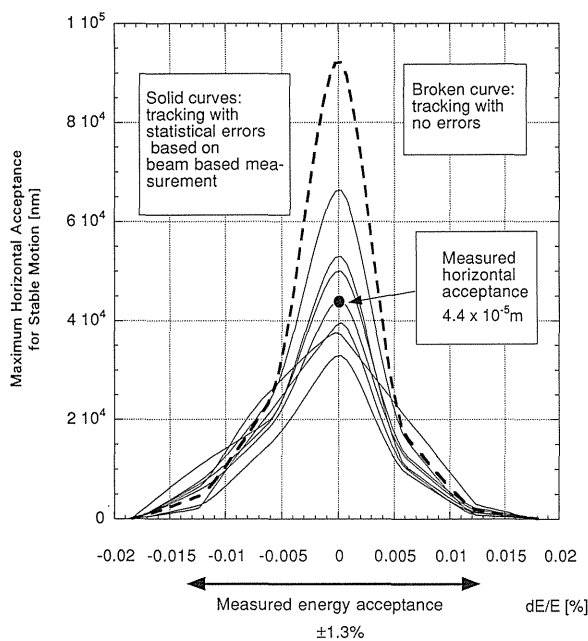


Figure 2. Measured acceptance and the result of the simulation.

エネルギーアクセプタンスの測定値とシミュレーションの結果を示す。シミュレーションに用いた四極および六極磁石の磁場誤差と設置誤差は、ビームを使って測定したそれぞれの誤差の平均値と標準偏差に基づいて統計的に発生された¹⁾。図2の複数の実線は誤差を発生させるときの乱数の種による違いをあらわす。図2からエネルギーアクセプタ

Table 1. Accelerator parameters in the acceptance measurement

Energy	8 GeV
Betatron tune (horizontal/vertical)	47.61/40.77
RF voltage	86 MV
Harmonic number	5120
Momentum compaction	0.00073

ンスと水平方向アクセプタンスについては測定値をシミュレーションによって説明できることがわかる。垂直方向アクセプタンスについては測定値がシミュレーションによる値の十分の一であった。この測定値はアンジュレータでの真空チェンバーの物理的アパーチャによってほぼ説明でき

る。

文献

- 1) Y. Funakoshi et al.: Proceedings of the 4th European Particle Accelerator Conference, London, 1045 (1994).