

OPTICS MATCHING BETWEEN BEAM TRANSPORT LINE OF PHOTON FACTORY STORAGE RING AND KEK 2.5GeV LINAC

T. Mitsuhashi, M. Katoh and S. Ohsawa

National Laboratory for High Energy Physics

Abstract

Optics matching between the transport line of photon factory storage ring and KEK 2.5 GeV linac has been studied. Two set of Twiss parameters were measured at the rear end of 2.5 GeV linac. for different condition of positron linac. By the use of these Twiss parameters, optics of the beam transport line was matched to optics of 2.5 GeV linac by the use of a matching section. The matching section was located between front end of the beam transport line and rear end of 2.5 GeV linac.

PFライナックとPFリング入射路のマッチング

1. はじめに

KEK・PFリングでは、88年3月より、陽電子ビームの入射・蓄積テストを行い、最大350mAの蓄積に成功した。また、88年7月より、陽電子ビームによる放射光実験が開始されている。

陽電子ビームはKEK・2.5GeVライナックより供給されるが、電子ビームと陽電子ビームでライナックのオブティクスが異なることから、陽電子入射に際して、PFリング入射路とのオブティクスのマッチングを取り直す必要が生じた。また、陽電子ビームの場合、陽電子ライナックのビーム・トランスポート系の調整の結果、2.5GeVライナック終端でのオブティクスが変化することがある。従って、PFリングに効率良く入射するためには、そのつど、2.5GeVライナックとPFリング入射路との間でオブティクスのマッチングをとる必要がある。今回のPFリング陽電子入射のテストにおいては、ライナック終端でのTwissパラメータを測定し、その結果を用いて、ライナックの終端とPFリング入射路とのマッチングをとることを試みた。

2. 2.5GeVライナック終端でのTwissパラメータの測定

Twissパラメータの測定はライナックの終端（最終加速管出口下流）にある約20mの直線部にある4極電磁石のうちの1台とスクリーン・モニターを用いて行った。スクリーン・モニター上でのビーム・サイズは、

$$\sigma_{SM}^2 = \epsilon \beta_{SM} = m_{11}^2 \cdot \epsilon \beta_{QM} - 2 m_{11} m_{12} \cdot \epsilon \alpha_{QM} + m_{12}^2 \cdot \epsilon \tau_{QM}$$

で与えられる。ここで、 m_{11} 、 m_{12} は、4極電磁石の入口からスクリーン・モニターまでのTransfer Matrixの要素で、 β_{SM} はスクリーン・モニターの位置でのベータ

トロン関数の値, また, β_{QM} , α_{QM} , τ_{QM} は4極電磁石の入口でのTwiss パラメータ, ϵ はエミッタンスである。従って, 4極電磁石の値を変えつつ, ビーム・サイズを測定することにより, $\epsilon \beta_{QM}$, $\epsilon \alpha_{QM}$, $\epsilon \tau_{QM}$ の値を求めることができる。また,

$$\epsilon \beta_{QM} \cdot \epsilon \tau_{QM} - (\epsilon \alpha_{QM})^2 = \epsilon^2$$

より, エミッタンスも同時に決定できる。

3. Twiss パラメータの測定結果

測定は, 陽電子ライナックの調整の異なる2つの状態について行った。4極電磁石の強さに対するビーム・サイズの変化の様子を図1に示す。また, この測定データに対して, Twiss パラメータをfreeパラメータとして, 最小二乗法によるfitting を行った結果も合わせて示してある。fitting により求めたTwiss パラメータ及びエミッタンスは表1にまとめた。

4. オプティクスのマッチングについて

PPリング入射路と2.5GeVライナックとのオプティクスのマッチングの計算は, 測定されたTwiss パラメータをもとに, 計算機コード・MAGIC を用いて行った。マッチングをとるために, ライナック加速管出口とPPリング入射路との間にある約20mの直線部に設置されている6台 (このうち独立に強さを変えられるものは5台) の4極電磁石を用いた。この部分を含めた入射路の電磁石及びスクリーン・モニターの配置を図2に示す

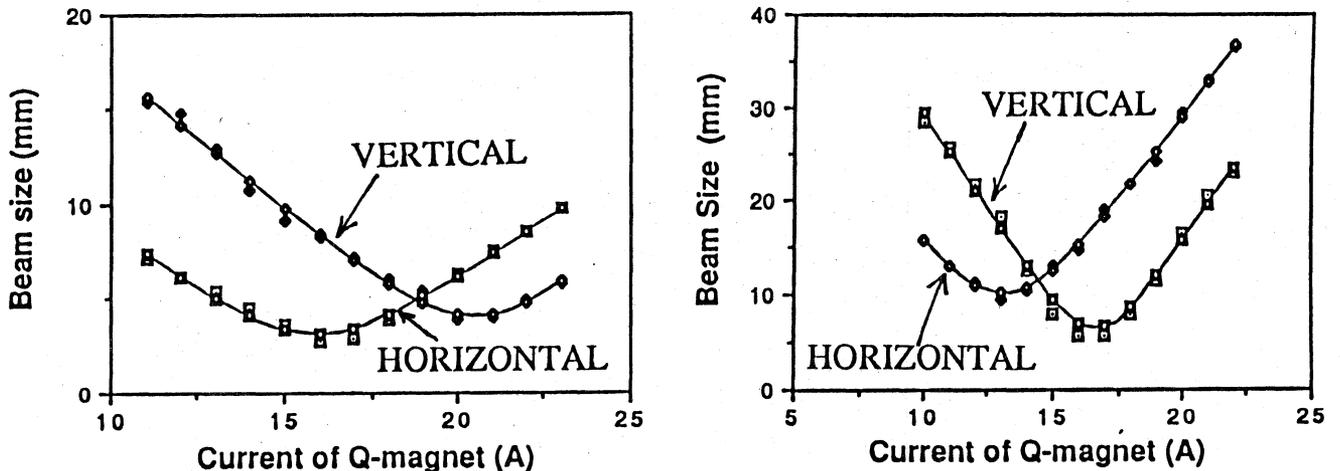


図1. 4極電磁石の強さ (電流値) に対するスクリーン・モニター上でのビーム・サイズの変化。ライナックの調整の異なる2つの状態 (No. 1, No. 2) について測定を行った。

表1 Twiss パラメータおよびエミッタンスの測定結果

		β (m)	α	τ (1/m)	ϵ (m·rad)
No. 1	X	14.4	-5.3	2.0	1.03E-6
	Y	17.6	10.3	6.1	1.44E-6
No. 2	X	21.5	-8.4	3.4	8.90E-6
	Y	15.9	6.6	2.8	7.20E-6

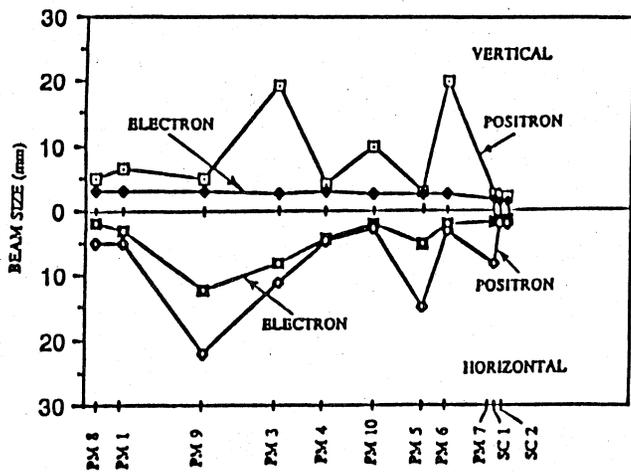


図3. オプティクスのマッチングをとった後のPFリング入射路の各スクリーン・モニター上でのビーム・サイズの測定値。電子ビームの場合の測定値も合わせて示した。

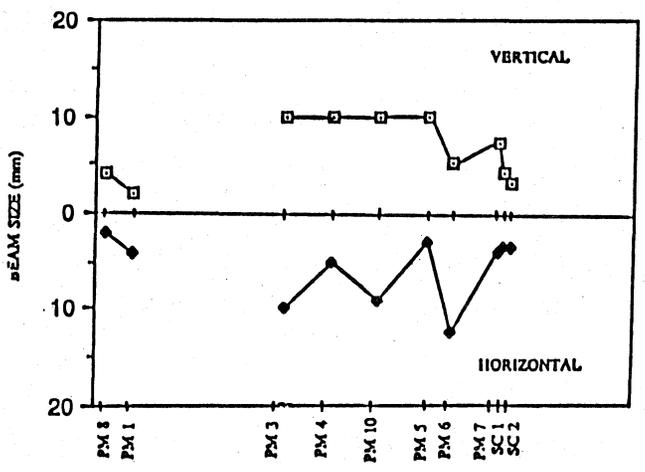
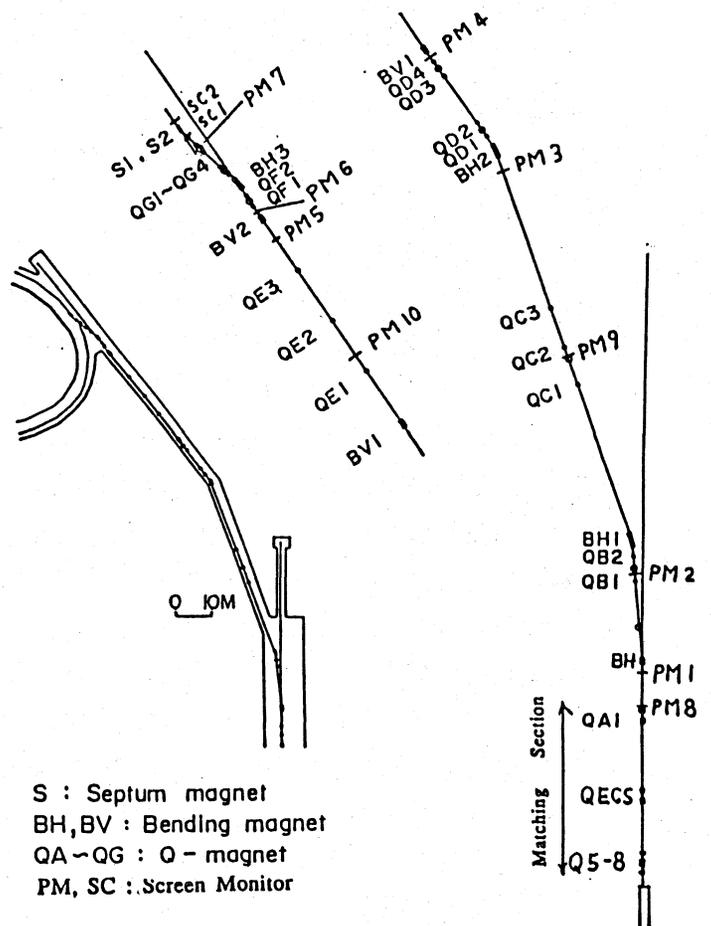


図4. オプティクスのマッチングをとる前のPFリング入射路の各スクリーン・モニター上でのビーム・サイズの測定値。

マッチングをとる前後でのPFリング入射路におけるオプティクスの変化を見るために、入射路上数箇所に設置されているスクリーン・モニターを用いて各地点でのビームサイズの測定を行った。表1のNo.1のデータをもとにマッチングをとったときの測定結果を図3に示す。またマッチングをとる前の様子を図4に示す。マッチングをとる前では、PM9付近では、観測不能な程度にビームは拡がっているが、マッチングをとった後では、ビームは発散せず、終端まで輸送されている。実際、PFリング入射路途中にある壁電流モニターでは、マッチングをとる前に比べて、約2倍のビーム電流値が観測された。



S : Septum magnet
 BH, BV : Bending magnet
 QA~QG : Q-magnet
 PM, SC : Screen Monitor

図2. ライナック終端及びPFリング入射路の電磁石及びスクリーン・モニターの配置図