

CONFIRMATION AND READJUSTMENT OF BENDING MAGNET BEAMLINE OPTICS AT THE NEWSUBARU

Takahiro Matsubara¹, Shintarou Hisao, Yuri Kato, Kazuhiro Kanda, Yoshihiko Shoji
NewSUBARU, Laboratory of Advanced Science and Technology for Industry (LASTI), University of Hyogo
1-1-2 Kouto, Kamigori-cho, Ako-gun, Hyogo 678-1205

Abstract

Optical alignment of NewSUBARU beamline 6 (BL6) was confirmed and readjusted. New screen monitor was mounted at downstream of the first mirror in order to observe SR profile. Optical alignment of BL6 was discussed by the comparison of the observed SR profiles with the calculated results of ray-tracing. The distorted profile at downstream of second mirror, that was observed up to this time, was found to be dominantly ascribable to the disagreement of M0 in the rotation along z axis. We succeed to improve the optical alignment of BL6.

ニュースバル偏向電磁石ビームラインの光学系確認と再調整

1. はじめに

ニュースバル^[1]の光励起反応ビームライン (BL6)^[2]は、光励起反応を利用した物質の表面改質に関する研究やストリークカメラを用いたパンチ長計測、ビーム不安定性の観測などに利用されている。図1に BL6 の光学系の配置図を示す。BL6 の光源は偏向電磁石であり、M0 と M1 の2枚の集光ミラーを用いてエンドステーションまで放射光を導いている。BL6では、これまで M1 下流で観測される放射光のプロファイルが左右非対称に歪んでいる問題があった。また、ストリークカメラでは垂直方向の集光が困難であり、BL6 の光学系について確認する必要があった。

BL6 では各ミラーのミラーホルダー上流部に当たった光を CCD カメラでモニターできる。従来はこの方法によって M0、M1 の光軸を調整していたが、観測視野が狭く、光のダイナミックレンジが狭いことや詳細なプロファイルが得られないなどの問題があった。特に M0 下流で光束を詳細に確認できるモニターがなく、M0 を適切に調整できていなかったことがプロファイルの歪みの原因として考え

られたため、今回、M0 下流にスクリーンモニターを設置し、スクリーン上で観測されるプロファイルと SHADOW^[4]による光線追跡シミュレーションの結果を比較することで BL6 の光学系の確認と再調整を行った。

2. BL6 光学系とスクリーンモニター

図2に線形近似の範囲での BL6 の光学系を示す^[3]。BL6 のアクセプタンスは、垂直、水平方向とも M0 のミラーホルダーの光の導入口で決まっている。BL6 では M0 と M1 の間で水平方向を集光し、その後、M1 によって水平、垂直方向ともに光をほぼ平行光にしてエンドステーションまで導いている。M0、M1 の光軸調整は、図2に示した x、z 軸方向とその軸回りの回転 $\square_x$ 、 $\square_z$ 方向が可能である。我々は M0 下流の水平方向成分の集光点から 15mm 下流のところに、新たにデマルケストを蛍光板として用いたスクリーンモニターを設置した。蛍光板のサイズは 80mm×80mm であり、CCDカメラで観測するためにビームラインの x 軸(または y 軸)に対して 45° 傾いた状態で設置をした。

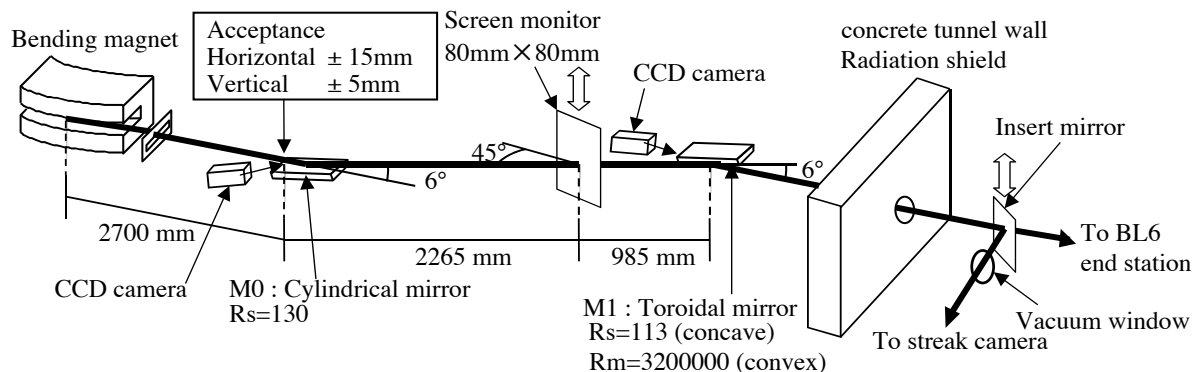


図1 : BL6 の光学系配置

¹ E-mail: taka@lasti.u-hyogo.ac.jp

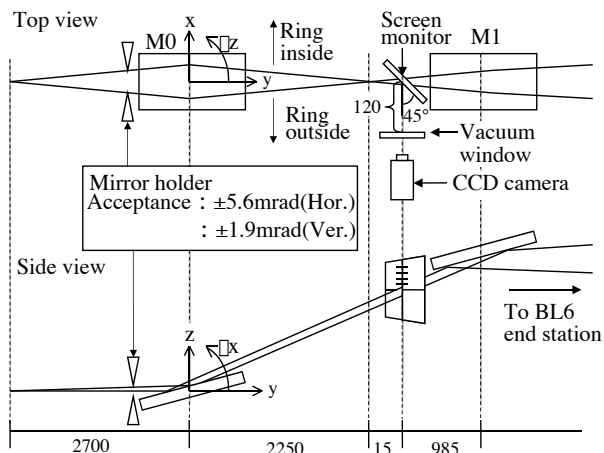


図2：BL6の光学系と設置したスクリーンモニターの配置図。 $\square x$ と $\square z$ に関しては図中の矢印の向きを正とする。

3. BL6 光学系の確認と再調整

3.1 スクリーンモニターによるスポットの確認

M0の状態を把握するため、スクリーンモニターを用いてM0下流でのプロファイルを確認した。得られたプロファイルを図3に示す。スポットはスクリーン上の広い視野の中で一つだけであり、スクリーン上の十字線のほぼ中央に位置していた。図3よりスクリーン上流部で、すでにプロファイルは左右非対称に歪んでいることがわかった。

M0をx軸方向に動かしてプロファイルを観測した結果を図4に示す。M0を広範囲にわたって動かしてもスクリーン上に新たにスポットは現れず、M0の移動方向とスクリーン上のスポットの移動方向が一致したことから、観測したスポットがM0反射後にチェンバー内壁などに当たって反射した迷光でないことがわかった。なお、同じ動きに対してM1ミラー上流部のモニターでは迷光を含めて複数のスポットが確認できていた。

M0をx軸方向に動かすことでスポット形状は変化し、M0をリング内側方向に動かすほど、プロファイルはより左右非対称になった。M0を外側に動かした場合、プロファイルは左右対称に近づいた。

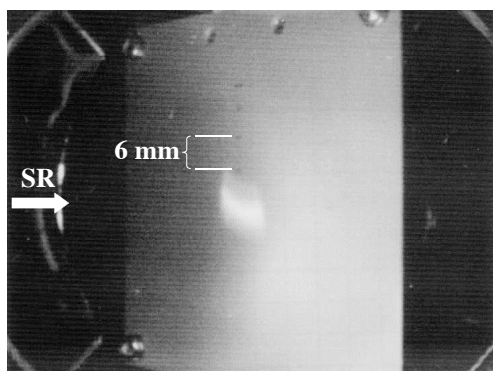


図3：スクリーンモニターで確認したM0下流での放射光プロファイル。

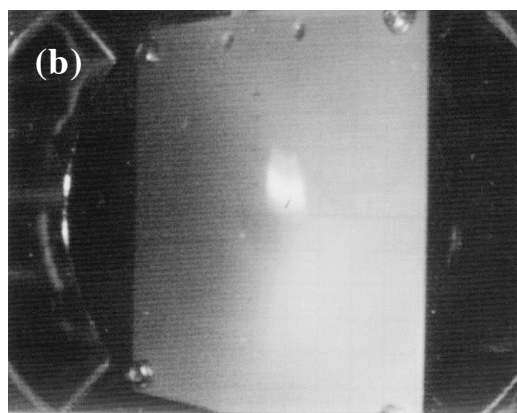
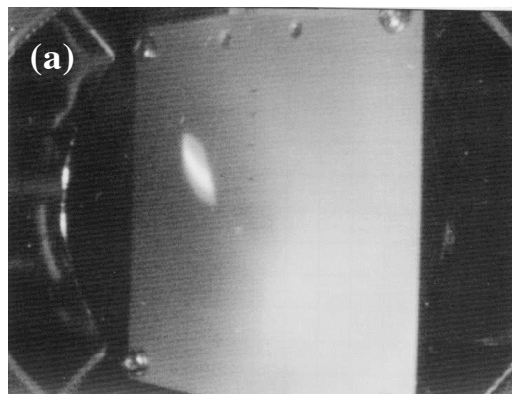


図4：M0をx軸方向に動かしたときのスクリーン上のプロファイル。(a)はM0をリング内側方向に7mm、(b)はリング外側方向に3mm動かしたときの結果である。

3.2 SHADOWによるシミュレーションとの比較

M1下流での左右非対称なプロファイルの歪みの原因としてM0の光軸のずれが考えられる。我々はSHADOWを用いて光線追跡シミュレーションを行い、得られた計算結果とスクリーン上のプロファイルを比較した。M0に光軸のずれがない場合のシミュレーション結果を図5に示す。図5と実際に観測されたスポットの形状(図3)は大きく異なっていた。このため、M0の位置と傾きを様々に変えてシミュレーションを行った。シミュレーションの結果、M0を $\square x$ と $\square z$ 方向にずらした場合に、実測に近い形状が得られた。このときのプロファイルを図6に示す。 $\square x$ は水平方向と垂直方向の集光に寄与するため、現在のM0下流でのプロファイルは設計モデルよりも水平方向で集光が強く、垂直方向で弱くなっている。また、図6より $\square z$ のずれがプロファイルの左右非対称な歪みの原因である可能性が高い。さらに、M0が $\square x$ 、 $\square z$ 方向にずれた状態(図6(b))で、M0をx軸方向に動かした場合のシミュレーション結果を図7に示す。この場合についても、実測に近い結果が得られた。

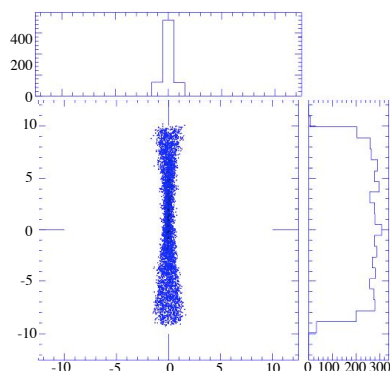


図5：M0に光軸のずれがない場合のスクリーン上のスポットのシミュレーション結果。グラフの縦軸、横軸はそれぞれz軸、x軸に対応し、単位はmmである。

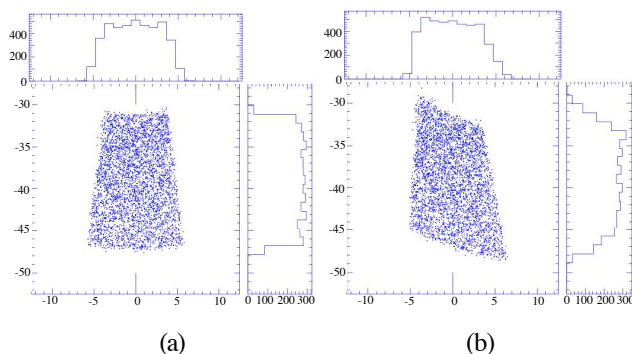


図6：(a)はM0を $\angle x$ 方向に -0.5deg 動かした場合のシミュレーション結果。(b)は(a)の状態から、さらにM0を $\angle z$ 方向に 0.2deg 動かした場合の結果である。

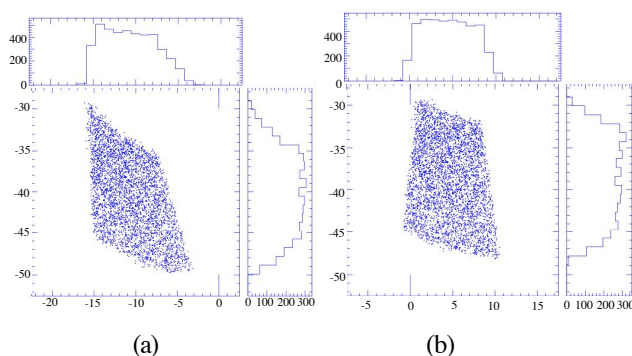


図7：M0が $\angle x$ 、 $\angle z$ 方向にずれた状態（図6(b)）から、(a)はM0をx軸方向に対してリング内側に7mm、(b)はリング外側に3mm移動させたときのシミュレーション結果。

3.3 光軸の再調整とその結果

スクリーンモニターを用いた計測の結果とSHADOWを用いた光線追跡シミュレーション結果

を比較することによって現在のBL6の光学系はM0が $\angle x$ 、 $\angle z$ 方向にずれている可能性が高いとわかった。この結果を元に、我々はM0、M1を再調整した。M0の $\angle z$ を調整した後のスクリーン上のプロファイルを図8に示す。 $\angle z$ を変えることでプロファイルはフラットに近づき、ほぼ左右対称な形になった。 $\angle x$ については補正量が大きく、放射光がM1から外れてエンドステーションまで光が届かなくなってしまったため、今回、補正は行わなかった。M0の $\angle z$ を調整し、さらにM1を微調整することでM1下流でほぼ左右対称なプロファイルが得られた。

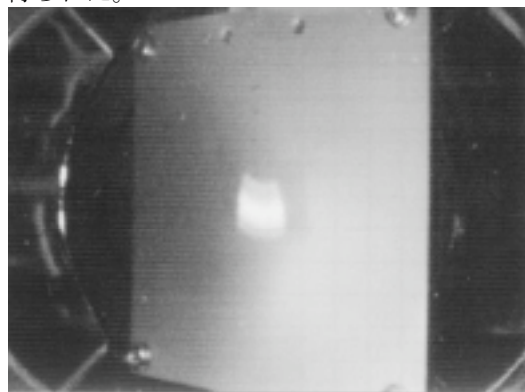


図8：M0の $\angle z$ 調整後のスクリーン上のスポットの実測結果。 $\angle z$ の変更量は調整前の状態（図3）から $+8.7\text{mrad}$ である。

4. まとめ

ニューズパルBL6のM0下流にスクリーンモニターを設置し、光学系の確認と光軸の再調整を行った。設置したスクリーンモニターによって、これまで確認することが不可能であったM0下流での放射光のプロファイルを確認することができ、スクリーン上に得られたプロファイルとSHADOWによる光線追跡シミュレーションの結果を比較することによってM0における光跡の詳細な様子を知ることができた。これまでM1下流で観測されていた左右非対称に歪んでいる放射光のプロファイルは、今回の我々の計測ではM0が $\angle x$ 、 $\angle z$ 方向に対して光軸からずれていることが原因と確認された。M0の $\angle z$ を補正することでM1下流でのプロファイルを正常モデルに近づけることができた。

参考文献

- [1] A. Ando, *et al.*, J. Synchrotron Rad. 5, 342-344 (1998).
- [2] J. Taniguchi, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 41, 4304-4306 (2002).
- [3] T. Watanabe, *et al.*, J. Synchrotron Rad. 5, 1149-1152 (1998).
- [4] B. Lai, *et al.*, Nucl. Instrum. Methods. A266, 544-549 (1988).