

## 非点収差の検出とその補正

-放物面鏡によるレーザービームの集光特性 (第2報) -

大阪大学工学部 宮本 勇  
住友電工 江畑 恵二Detection and Correction of Astigmatism  
-Focusing Characteristics of Laser Beam by Parabolic Mirror (Rept. 2)-  
Isamu MITYAMOTO and Keiji EBATA

## 1. はじめに

金属放物面鏡はレンズよりも遥かに高パワーに耐え、熱誘起光学歪を生じないため、高出力CO<sub>2</sub>レーザーの集光に広く用いられている。しかし、レンズに比べると遥かに光軸調整が困難で非点収差を生じやすい問題点がある。現状では非点収差の検出法は確立されておらず、光軸調整は試行錯誤に依存することがレーザー加工技術のネックとなっている。前報ではレーザー光軸とのなる角度が集光性に与える影響を解析した[1]。本報告では収差を簡便に検出し、迅速に補正する方法を提案する。

## 2. 実験方法

本実験では定格出力3kWの高速軸流型CO<sub>2</sub>レーザーを用い、AuコートしたCu放物面鏡（焦点距離 $f=127\text{mm}$ ）を用いて集光した。焦点距離 $f$ の放物面鏡は、回転放物面:  $y=(x^2+y^2)/2f$  で与えられる。放物面鏡は $x, y, z$ の3軸の平行移動と $\theta, \phi$ の回転の自由度を有する精密ステージに固定し、任意の $\theta, \phi$ のミスアラインメント角度で放物面鏡の中心にレーザービームを入射させた(Fig.1)。焦点付近の強度分布は焦電検知器とスリットプローブより成るビーム計測装置[2]を用いて計測した。

## 3. 実験結果と考察

Fig.1において光軸に沿って入射する平行ビームは理論的に収差のない集光が可能である。ビームが平行でなければコマ収差を生じるが、現実的な条件ではコマ収差の影響は小さいと考えて差し支えない。放物面鏡の性能は角度のミスアラインメント $\theta, \phi$ がある程度以上

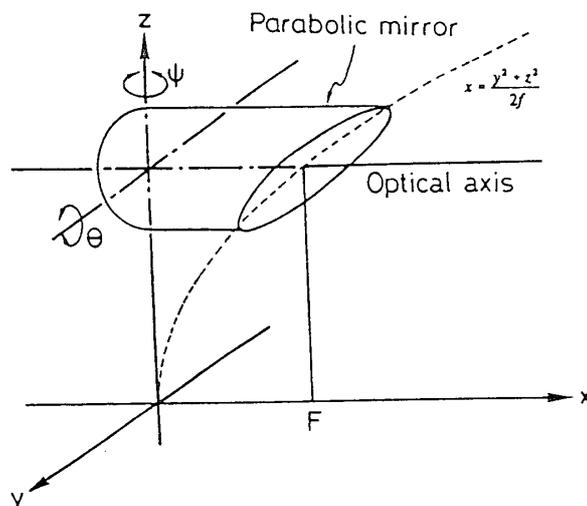


Fig.1 Parabolic mirror and misalignment angle  $\theta$  and  $\phi$ .

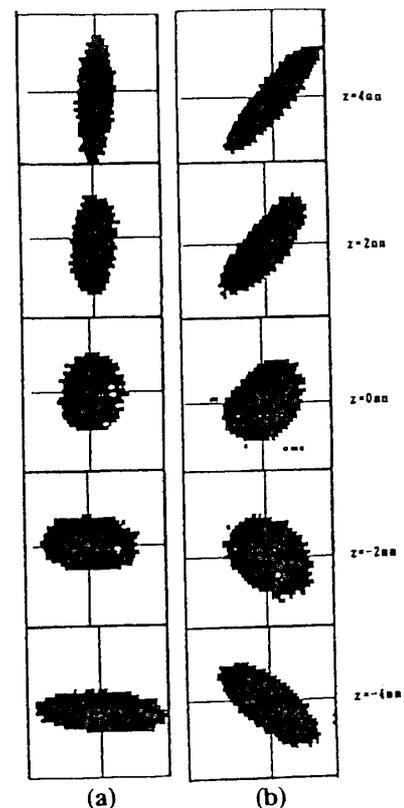


Fig.2 Intensity distribution measured at (a)  $\theta=15$  mrad and (b)  $\phi=15$  mrad.

に大きくなると非点収差が無視できなくなり、Fig.2に示すように焦線を形成する。

スリット方向をx軸に対して0度、45度、90度、135度に配置して、4回の計測を行うことにより各収差が求められる。Fig.3はミスアラインメントがあるときに、それぞれ計測したビームサイズdxとdy（中心の1/e<sup>2</sup>となる直径）のz方向の分布を示す。図に示すようにこれから非点収差Δが求められる。

Fig.4はミスアラインメント角度と非点収差の関係をプロットしている。Δ<sub>θ</sub>およびΔ<sub>φ</sub>は次式で与えられる。

$$\Delta_{\theta} = 2f \tan \theta = 2f\theta \quad (1)$$

$$\Delta_{\phi} = 2f \tan \phi = 2f\phi \quad (2)$$

これからΔ<sub>θ</sub>およびΔ<sub>φ</sub>がわかれば、直ちにθおよびφを求めることができる。一般にはミスアラインメント角θとφは同時に存在するが、その場合でも両者はEq(1)(2)に従って分離することができ、独立に値を求めることができることを確認している。

参考文献

- [1] 宮本ら: 溶接学会全国大会講演概要集 第50集 (1992)42
- [2] I. Miyamoto et al: ICALEO'93 Proceedings (1993) 341

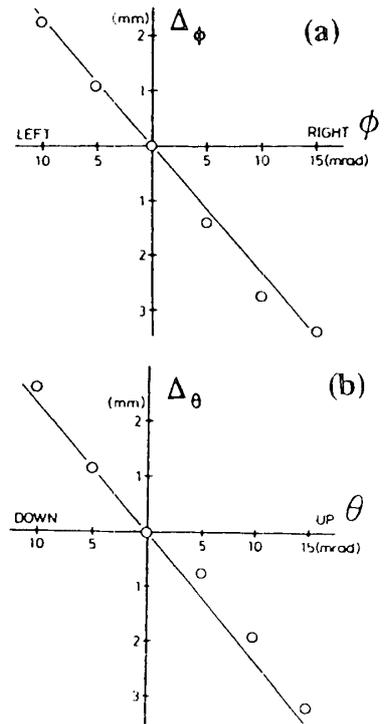


Fig. 3 Relationship between astigmatism and misalignment angle for (a) θ, and (b) φ.

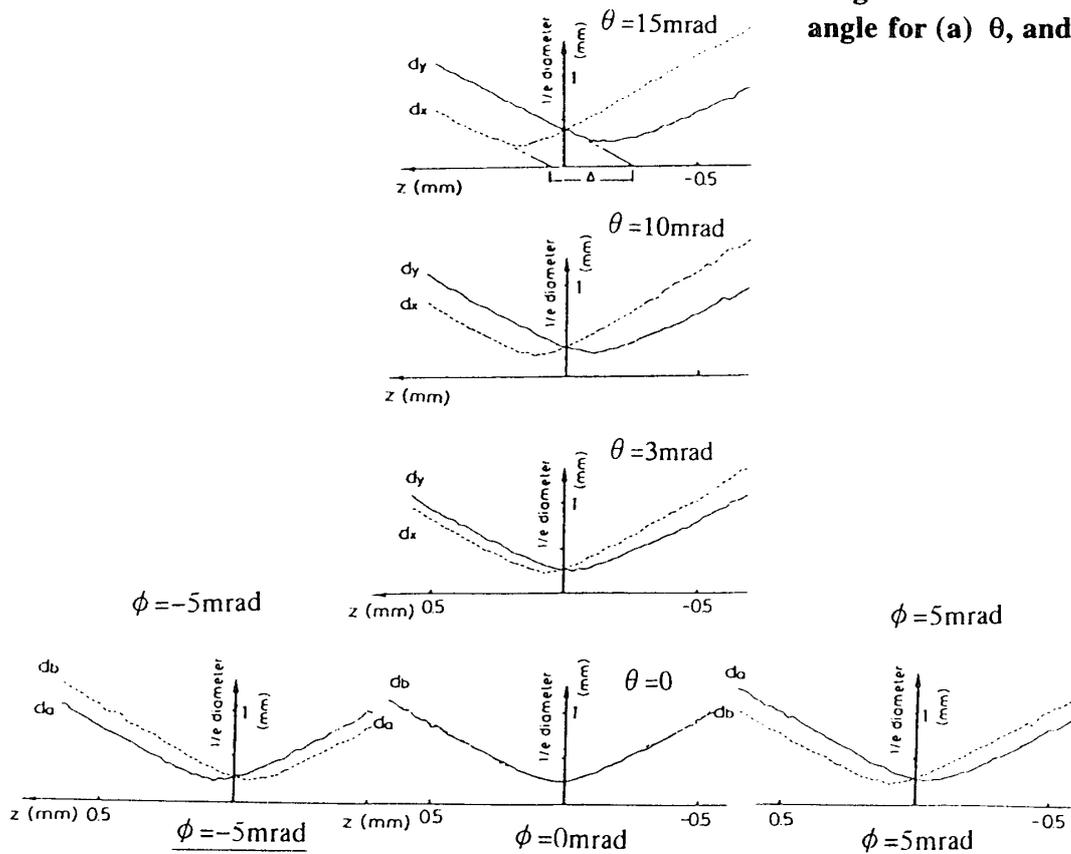


Fig. 4 Beam width measured by a beam analyzer consisting of a slit probe and a pyroelectric detector for different θ and φ.