

軸固定方式を採用したレーザープリンタ用ポリゴンミラースキャナモータの開発

Development of Polygon Mirror Scanner Motor for Laser Beam Printer

角 正 貴*
Masaki Sumi

レーザービームプリンタ（LBP：Laser Beam Printer）に搭載されるポリゴンミラースキャナモータの次世代型開発において、従来採用していた軸回転方式を軸固定方式に転換することにより、高速、長寿命化と低価格化を両立することに成功した。

We have succeeded in the development of a next-generation type of polygon mirror scanner motor installed in Laser Beam Printers (LBP) that combines high speed, long-life and low-cost by changing from the rotating-axis method to the fixed-axis method.

1. 次世代ポリゴンモータの特徴

ポリゴンミラースキャナモータ（以下、ポリゴンモータと記す）は、LBPに搭載され、ポリゴンミラーを高速回転することで、レーザー光を感光ドラムに反射、走査させるモータである。

今回、LBPの高速印刷、高画質、低価格化に対応した次世代の動圧流体軸受ポリゴンミラースキャナモータを開発した。従来の軸回転方式ポリゴンモータにおいて、40000 min⁻¹を超える高速回転領域では、ロータの振れ回りが過大となり、寿命や画質が著しく低下する。また、消費電力も増大するため、電源の低容量化を妨げることが課題となっていた。消費電力増大の原因となる軸受ロスを小さくするため、シャフトを小径化し、さらに軸固定方式を採用し、ロータの重心位置を最適化することで、回転安定性を向上させた。これにより、省電力化と高速化のトレードオフを解決し、またレーザー溶接によりシャフトをベースプレートにダイレクト締結することで、従来、部品単品精度に左右されていた軸倒れ（ベースプレートに対する回転軸の垂直度）を大幅に低減し、印刷画質の向上に貢献した。

2. 軸固定方式採用の効果

軸固定方式の採用に加え、シャフトの小径化とポリゴンミラー座面一体化を導入することで、既存のポリゴンモータを上回る性能と低価格を実現している。

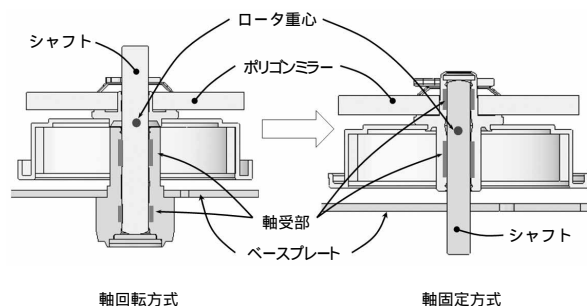
2.1 軸固定方式とシャフト小径化

ポリゴンモータの損失は、動圧流体軸受にて消費する回転摩擦損失が大きな割合を占め、軸径つまりシャフト

径の3乗に比例する。高速回転領域において軸受損失を低減するためには、シャフト径を小さくする必要がある。よって、シャフト径を現行の 3.0 mmから 2.4 mmに小径化することで、軸受損失を大幅に低減させることができる。しかし、同時にシャフト径を縮小することにより軸受剛性が低下してしまい、高速回転領域でのロータの安定性に悪影響を与えるという課題が発生する。

第1図に示すように、今回はこの問題を解決するために、モータ構造を従来の軸回転方式から軸固定方式を採用した。

これにより、ロータの重心がロータを保持する2つの軸受部の内側に配置され、ロータの回転による振れ回り（コニカル運動）が大幅に改善されることで、軸回転方式よりも低い剛性で同等以上の安定性を有することができる。シャフトの小径化に軸固定方式を取り入れることで、軸受損失の低減とロータの回転安定性を両立し、高速化・長寿命化・省電力を実現した。



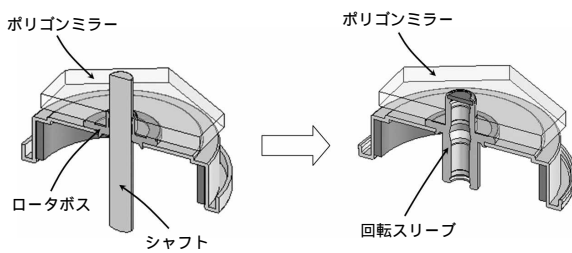
第1図 軸受とロータ重心の位置関係

Fig. 1 Bearing and gravity position of rotor

2.2 座面一体化と面振れ改善

第2図に示すように、従来の軸回転構造は、シャフトとポリゴンミラーを保持するロータボスで構成され、単品部品精度および組立精度によりポリゴンミラーの座面の面振れが悪化する課題があった。そこで、軸固定方式を

* モータ社 情報モータビジネスユニット
Information Equipment Motor Business Unit, Motor Company



第2図 ロータ構造の比較

Fig. 2 Compare rotor structure

採用し、ロータボスの役割を回転スリーブに統合することで、ポリゴンミラーの座面と回転スリーブが一部品で構成することができた。結果、ロータ組立による面振れ悪化を解消し、印刷の色むらの改善に寄与する。かつ、組立工程も省略、さらにはロータボス廃止による部品点数削減により低価格化が可能となった。

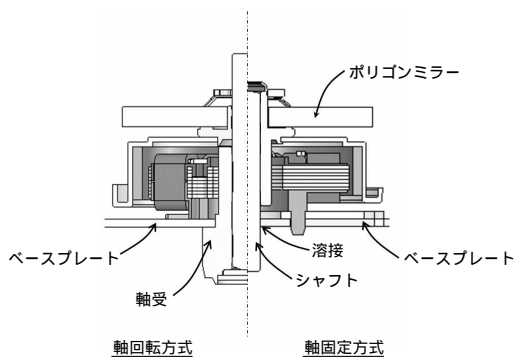
3. シャフト締結工法の確立

軸固定方式を実現するにあたり、最も重要な軸の固定工法について説明する。

3.1 締結工法の選択

第3図の左側に示す、現状の軸回転方式で使用しているベースプレートと軸受のカシメによる構成など、個々の部品精度を積み重ねて行く方法では、ベースプレートの平面度と軸受の寸法精度、カシメ圧力の条件などが原因で、LBPの印刷画質に影響する軸倒れの精度の向上に対応するのは困難であった。

今回、直角精度の高い治具にシャフトを固定し、第3図の右側に示すように、ベースプレートとシャフトを締結する構造を検討した。この構造を採用することで単品の精度の影響を受けずに、比較的精度の低い部品を使用し



第3図 構造断面図比較

Fig. 3 Compare cross section of structure

て、軸倒れ精度を向上できる可能性がある。

一般的に複数の部品を締結する方法として、下記が挙げられる。

- (1) カシメ (軸垂直精度確保が困難、現行量産工法)
- (2) 接着 (締結寸法が短いため、強度バラツキが大きい、硬化時間が必要なため、量産リードタイムが長くなる)
- (3) 圧入 (締結寸法が短いため、強度バラツキが大きい、軸垂直確保が困難)
- (4) 溶接 (高い強度が確保でき非接触溶接が魅力)

上記(1),(3)の方法では部品単品の加工精度の影響を大きく受けてしまう。また,(2)の方法では環境や経時による変化の影響を受けやすく、軸倒れ精度を保持することができないため採用できない。

以上のような理由から、最もメリットが發揮できる溶接工法を選定した。

3.2 溶接工法の概要

ポリゴンモータは、顧客先の工場へ納入された後、レーザスキャナユニット (LSU : Laser Scanner Unit) にビスで固定される。この際、ベースプレートに反りがあれば固定圧によってプレートが歪 (ひずみ) を受け、軸倒れが変化する。したがって、軸倒れを低減するためには歪の影響を無くした状態で溶接を実施することが必要となる。

この問題を解決するために、まずLSUに取り付けられた状態を再現した基準モータ受台の製作と詳細なモータ取り付け方の取り決めを実施し、オートコリメータによる軸倒れの測定方法についても定めた。

次に、基準測定方法と同様の結果が出るように、溶接治具への部品の固定圧力などの落とし込みを実施することにより、溶接治具を完成させた。

この状態でベースプレートとシャフトを溶接することにより、ポリゴンモータがLSUに実装されたときに、軸倒れの極小化が実現できる。

4. 動向と展望

今後、カラーLBPの先進国への普及、モノクロLBPの発展途上国への普及が加速する中、ポリゴンモータなどを用いるドキュメント機器市場は成長が期待されている。その中で、ポリゴンモータには更なる高速・長寿命化とともに、低価格化が求められる。そのためにも今後、更なる動圧流体軸受技術とモータ制御技術の革新を進め、現状の高精度部品の組立による高性能化から、低精度部品の組立による高性能化へと転換していく必要がある。