

## 町工場の精密測定技術が生んだ測定機

2017 年度優秀製品賞「長尺シャフト用横型真円度測定機」

(株) 三鷹精工

### 真円度測定での不可能を可能に

従来の真円度測定機では、長尺 (2m 以上) シャフトは測定できなかった。(株) 三鷹精工が開発した長尺シャフト用横型真円度測定機 (図 1) は、長尺シャフトの任意の位置での真円度測定を可能にした。



図 1 長尺シャフト用横型真円度測定機

### 磨棒メーカーの悩み

精度の良い丸物形状の部品を作るためには、真円度 (円形形体の幾何学的に正しい円からの狂いの大きさ) 測定が重要だ。一般的なテーブル回転型真円度測定機は、ターンテーブル上にシャフトを載せ、回転するシャフト外径の変位を、固定されたセンサで測定し、真円度を計測する仕組みになっている。その際、真円度測定機の心臓部であるターンテーブルには、エアベアリング (静圧空気軸受) がよく用いられている。

ゲージメーカーとして 1955 年に設立された三鷹精工は、「より正確に寸法を測る」という基幹技術を生かして、精密部品やエアベアリングなどを製造販売してきた。しかしエアベアリング単品では販売数が伸びなかったため、その応用製品である真円度測定機を製作し、1985 年から受注を開始した。

しかし、測定器は信頼性の面からどうしても大手メーカーが優位な業界で、三鷹精工製の真円度測定機は苦戦を強いられた。精度や信頼性だけでなく、他にはない機能を持つものを開発する必要があったのだ。

そんな時、プリンターシャフト製造会社から相談があった。「プリンターシャフトの真ん中を真円度測定するとき、テーブル面に対しシャフトを直角に立てないと、振れ回りが発生す

るのでセッティングが大変だ。何か良い方法はないか」というのだ。そこで、従来のターンテーブル回転型真円度測定機のターンテーブル部 (空気軸受部) の中心に貫通穴を開け、この穴にシャフトを通して振れ回りをなくした特殊真円度測定機を製作したのだ (図 2)。

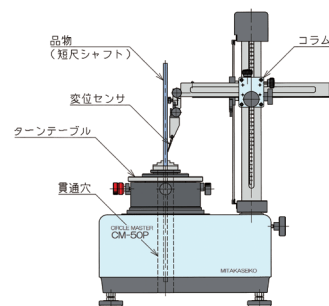


図 2 貫通穴を設けた特殊真円度測定機

三鷹精工オリジナル真円度測定機の幕開けだった。次いで精密研削磨棒メーカーからも相談があった。「うちのシャフトは長いので、切らないと測定できない。切断せずに測定できる機械が欲しい」と。

### 産学連携で開発へ

シャフトが長いと、図 3 のように振れ回りが発生する。そのため、2m 以上の長尺シャフトを測定することができないのだ。またコラム (工作機械本体の柱) の高さに制限があるため、任意の位置をセンサで計測することも不可能だった。このため、磨棒メーカーでは、シャフトの測定箇所付近を切断して測定していた。つまり、納入するシャフト自体の測定はできないのだ。さらに、切断したシャフトのロス、切断工数の無駄、切断後の廃棄処分など、多くの問題を抱えていた。

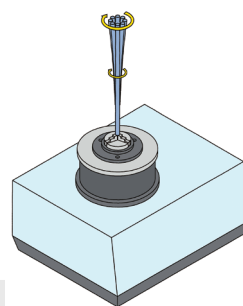


図 3 シャフトの振れ回り

三鷹精工では、以前からエアベアリング開発について、元都立航空高専 小泉 孝一 教授、都立産技高専 富田 宏貴 准教授、ものづくり大学 高橋 正明 教授と共同研究を進めていた。今回も、この難題解決に向けて、同社設計者たちと研究者たちで知恵を出し合い、何度もディスカッションを行った。そして、エアベアリングを横置きに配置し、シャフトを固定し、センサが回転する「長尺シャフト用横型真円度測定機」を考え出したのだ (図 4)。

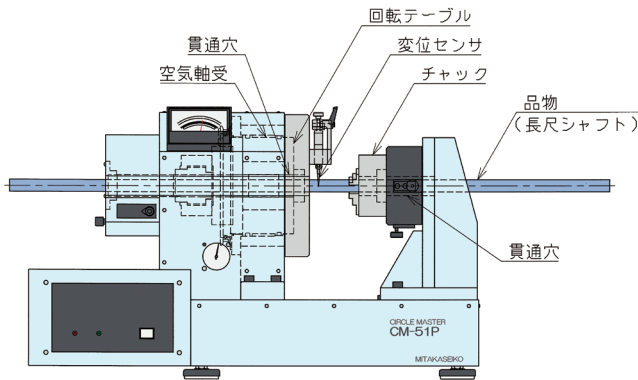


図4 長尺シャフト用横型真円度測定機の構造  
従来型はシャフトが回転し、センサは固定だったが、本機はシャフトを固定し、センサが回転する。

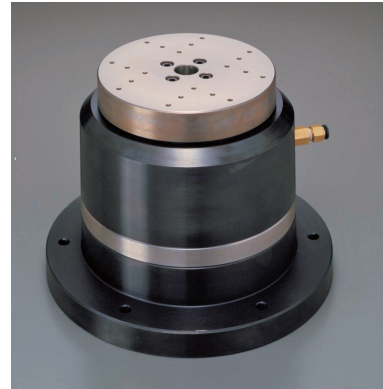


図5 測定機に使用している0.04 μmのエアベアリング

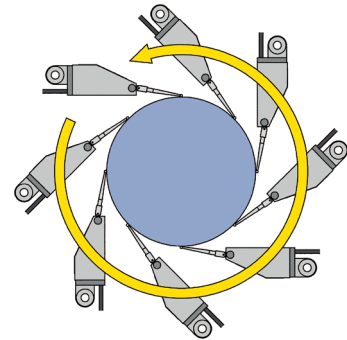


図6 センサ姿勢差

空気軸受に開けた貫通穴に長尺シャフトを通し、空気軸受に対向して配置したワークチャック（ワークを固定する工具）でシャフトを固定する。空気軸受側には変位センサが取り付けられており、空気軸受の回転に伴い、センサがシャフトの測定箇所を回転して測定するのだ。測定位置に近い箇所を固定するので、直角出しの作業も不要だ。

これにより切断せずに、長尺シャフトの任意の位置での真円度が測定できるようになった。また、測定機の両端に支持台を設置することにより、理論的には10m以上のものでも測定可能だ。

### キーパーツは独自の高精度エアベアリング

高精度で測定できる真円度測定機を作るには、回転精度の良いエアベアリングが必要だ。2009年には、ものづくり中小企業開発等支援補助金を受け、産学共同研究を進め、高精度のエアベアリング開発に着手した。

難しかったのは、太径の長尺シャフトを通すために、従来と同じくらいの外径寸法のエアベアリングに大きな穴を開けなければならなかったことだ。剛性を保てなくなるし、軸の真円度も悪くなる。エアベアリングを大きくすれば何ら問題はないのだが、大型のものを作る設備をそろえなければならなくなり、そのコストのぶんだけ測定機の価格が高額になる。従来と同等の剛性と回転精度を維持するため、エアベアリングの構造や、空気を吹き出すノズルの径・個数・配置などを工夫し、問題を解決していった。こうして回転精度が0.04 μmのエアベアリング（図5）を開発し、横型真円度測定機に組み込んだ。

また、変位センサはセンサメーカーと共同で製作した。センサが360°回転するため、重力の影響で、姿勢差（図6）が出て、高精度測定が困難になる。そこで先端部のガタを取り除いて測定誤差を少なくした。

### 技術ある町工場

長尺シャフトは測れないのが当たり前だと思っていた磨棒メーカーは、横型真円度測定機の登場に驚いたそうだ。「こんな機械が欲しかったんだ」と取引先からの評判は良く、改善点などの要望を聞きながら、改良を続けている。

また、長尺シャフトを切断せずに、納入するシャフト自体を測定できるようになったため、測定数を増やせ、品質向上に貢献しているという。さらに、全数測定に向けて、測定機を自動化できないかという要望が強く、将来的には自動化を目指している。

大手メーカーと差別化を図り、目的別に機能を絞った測定機に着目した三鷹精工。町工場ならではの、小回りを利かせてユーザーのニーズをいち早く反映しようとした努力が、この技術を生み出した。同社の製品は、機械加工後に手作業で仕上げを行うことで、さらに精度を向上させている。正確さと質の良い製品作り。それは日本製造業が長年培ってきた得意技であり、信念なのだ。

（取材・文 山田 ふしぎ）



受賞者の（株）三鷹精工  
取締役社長 山下弘洋さん