

ラジアル・テーパースタップ2ライン化による生産能力向上

中井 博之*

NAKAI Hiroyuki

1. はじめに

近年、NSSP（寧波山陽特殊鋼製品有限公司）では、ラジアルボールベアリング（本報では以下ラジアルベアリングと称す）、およびテーパローラーベアリング（同テーパベアリングと称す）について、旋削完了製品の顧客要求量が増加してきており、社内生産能力が不足していた。そこでラジアルベアリング内輪旋削ライン、テーパベアリング外輪旋削ラインについて、工程の短縮・構成の変更を行い、生産能力の向上を図った。

2. ボールベアリングとテーパベアリングについて

ボールベアリング（図1）は回転時の摩擦を軽減し、ラジアル荷重（軸に対して垂直方向にかかる荷重）およびアキシャル荷重（軸と同一方向にかかる荷重）を軽減することができる。主には内輪と外輪の2つの軌道輪（レース）で鋼球（ボール）を囲み、ボールを通して荷重を伝達する。通常、レースの一方は固定され、もう片方のレースが回転すると、それによってボールも回転する。ボールベアリングは構造が簡単のため使用量が多く、さまざまな機械の回転部に使用されている。

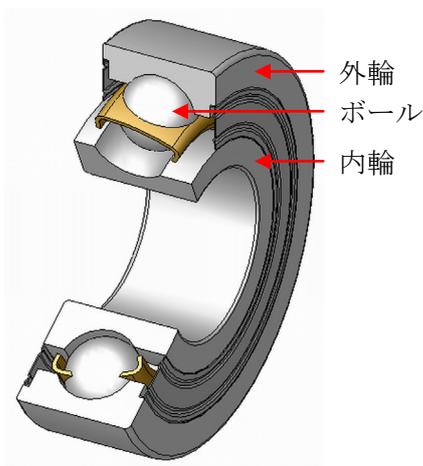


図1 ラジアルボールベアリング

一方、テーパベアリング（図2）は、円すいの一部の形をした断面を持つレースが、同じく円すい台形の口を挟み込む形状を持ち、すべての円すいの頂点は軸受の中心軸上の1点に集まる。この円すい形状により、接触線を長く取ることができ、点接触となるボールベアリングよりも大きな力を受けることができる。テーパベアリングはラジアル荷重と一方向のアキシャル荷重を支持することができ、多くの用途で背中合わせに組み合わせて使われ、自動車はもちろん、鉄道用の車軸や圧延機、減速機など、広く用いられている。

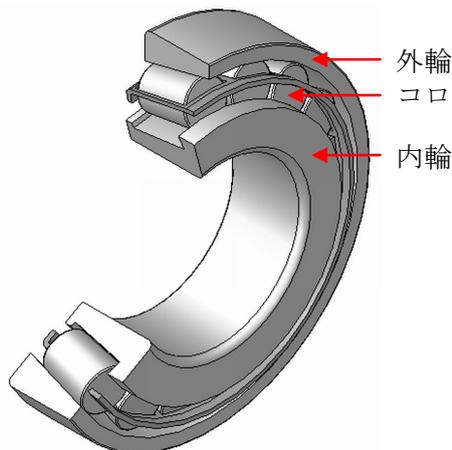


図2 テーパーローラーベアリング

3. 旋削工程について

旋削工程とは、特に被加工物の回転運動とその回転軸を含む平面内でのバイトの送り運動によって、被加工物を望む形状に切削する加工方式のことである。

また、それらの加工を行う機械が旋盤加工機であり、その種類としては、まず工作物を回転軸に取り付け、油圧やエアシリンダーを使用して刃物を単一位置にスライドさせ、被加工物を加工する単能旋盤機と呼ばれる機械があり、その機械を必要な加工箇所だけライン上に連結

* 素形材事業部 素形材技術管理室長

して、求める製品形状へ加工する単能盤方式（図3）がある。また旋盤加工機にNC（数値制御機能）を取り付け、刃物台の移動距離や送り速度を数値で指示できるようにして自動的に切削加工を行う、NC旋盤機と呼ばれる機械を用いる方式がある。更に自動工具交換機能をもち、目的に合わせて穴開け、ねじ切り加工などの異種の加工を数値制



図3 単能機ライン

御によって自動的に1台で行うことができる、MC（マシンニングセンタ）と呼ばれる機械を用いる方式がある。

4. NSSPでの各種ベアリングの製造工程について

4.1 ラジアルベアリングとテーパベアリングの主要な製造工程について

NSSPでのラジアルベアリングとテーパベアリングの製造工程については、軸受鋼（SUJ2）の棒鋼をスタートとして、横型熱間鍛造機により、鍛造ブランクを製作、もしくは同鋼種の鋼管をスタートとして、突っ切り切断機により切断リングブランクを製作し、熱処理後に単能盤方式により、旋削加工を実施する（ラジアルベアリングは鍛造ブランク、切断リングブランクの両方を使用。テーパベアリングは鍛造ブランクを使用する。各工程の一覧を図4に示す）。旋削加工後は、刻印や検査を行い、その後、ユーザーに出荷している。

4.2 従来の旋削工程について

4.2.1 ラジアルベアリングの場合

ラジアルベアリングの従来の旋削工程は、図5に示す通り、5工程にて各部位の旋削加工を実施していた。1工程目では、鍛造ブランクもしくは切断リングブランクの外径をチャックし、片側の幅面を基準として、内径の旋削加工

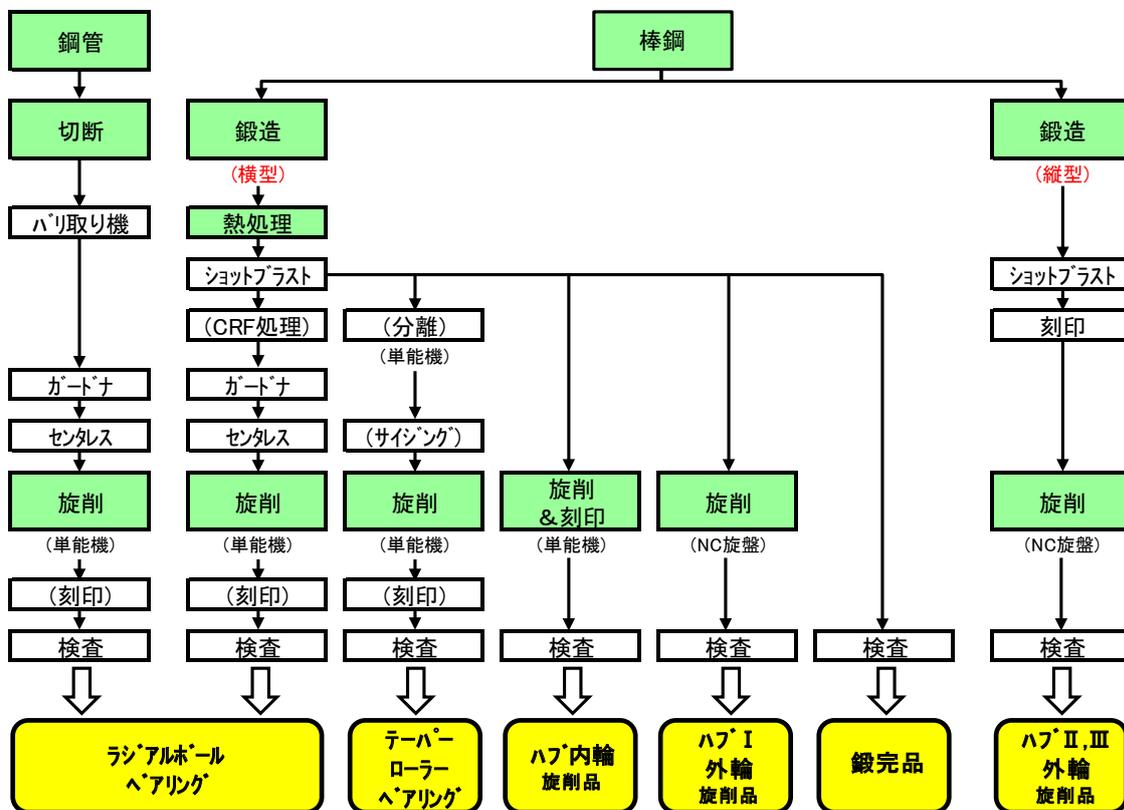


図4 NSSP製造工程一覧

を実施する。続いて2工程目では、内径をチャックして外径の旋削加工を行う。3工程目では、外径をチャックして、片側の幅面の内径コーナー部の面取り加工を実施し、続く4工程目では、外径をチャックし、反対側の幅面の内径コーナー部の面取り加工を行う。最後に5工程目では、内径をチャックし、外径部のシール溝形状の加工および軌道レース面の加工を実施する。

4.2.2 テーパーベアリングの場合

テーパベアリングの従来の旋削工程では、図6に示す通り、同じく5工程にて各部位の旋削加工を実施していた。1工程目では、鍛造ブランクの外径をチャックし、大端面側の幅面を基準として、内径の旋削加工および小端面側の幅面の加工を実施する。2工程目では、内径をチャックし、旋削済みの小端面側の幅面を基準として、外径の旋削加工および大端面側の幅面の加工を実施する。3工程目では、外径をチャックし、大端面側の幅面を基準として、小端面側の幅面の外径コーナー部の面取り加工およびテーパ軌道レース面の荒加工を実施する。4工程目では、同じく外径をチャックし、大端面側の幅面を基準として、小端面側の幅面の内径コーナー部の面取り加工およびテーパ軌道レース面の仕上げ加工を行う。最後に5工程目では、再び外径をチャックし、外径コーナー部の面取り加工および内径コーナー部の面取り加工を実施する。

5. 各種ベアリングの生産性向上のための方策について

5.1 ラジアルベアリングの改善ポイントと新規旋削工程について

ラジアルベアリング旋削工程の1工程の加工部位を増やすことにより、従来5台の単能機で加工を完了させていたものを、3台で加工出来る様に工夫した。具体的には、1工程は内径ホルダーに面取バイトを追加、2工程はホルダー自体を増設している。この同一工程で2部位の加工を行うには、ホルダーの変更以外にも、これまでは別々のバイトで一部位ずつ削るため調整が比較的容易であったところ、同一もしくは2個のホルダーで同時に削ることになるため、調整がかなり困難となった部分を克服する必要があった。つまり、2部位を加工するそれぞれのバイトが被加工物に接触するタイミング、加工スピードの適正値を型番別に見出し、且つ型替毎に再現する必要があり、長期間のテストと標準化および現場へ浸透が不可欠であった。これら試行錯誤の結果、従来の1ラインに単能機を1台追加するだけで、3台×2ライン化することができ、生産能力向上を実現することができた。以下に当該新規工程の詳細を示す。

まず旧1・3工程を統合し、新1工程（内径と面取A）とし、旧2・4工程を統合し、新2工程（外径と面取B）とした。更に余った単能機2台で同じく新1・2工程を編成し、新たなラインに配置した。更に旧5工程の1台と、それと同じものを1台新設し、そのまま新3工程として、各ラインに追加し、結果3台×2ラインの構成（図7）とし、単能機1台を新設するだけで、2ライン分の加工を可

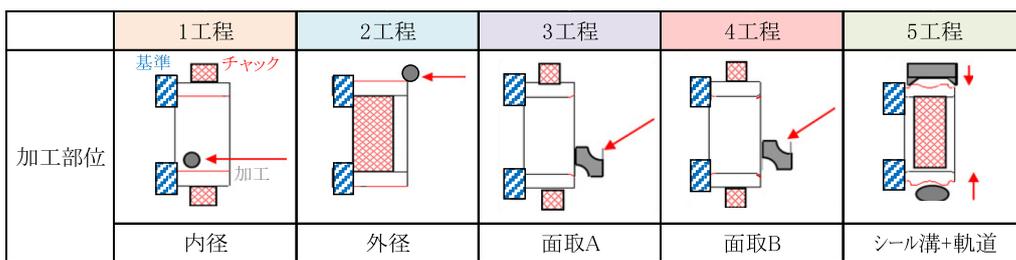


図5 従来の旋削加工工程（ラジアル内輪）

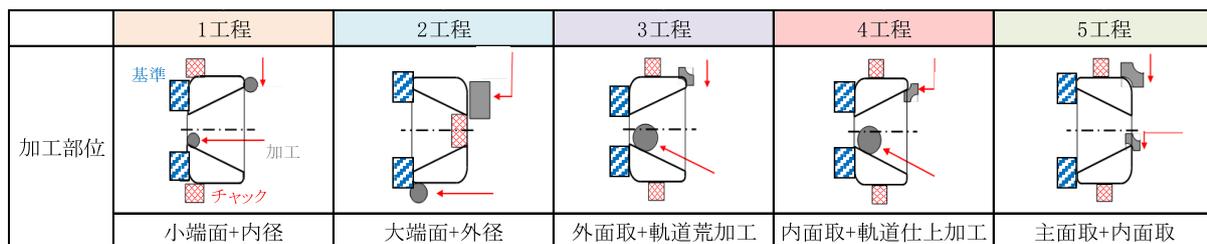


図6 従来の旋削加工工程（テーパ外輪）

能にした。ただしサイクルタイムを落とす必要があるため、約1.6倍の能力増となった。

5.2 テーパーベアリングの改善ポイントと新規旋削工程について

テーパベアリング旋削工程での端面、外径面を旋削仕上げから研削仕上げ（オフライン化）とすることで、外径・幅の旋削工程を省略し、5台要していた工程を3台で加工出来るようにし、省略した外径・幅の切削用単能機を、別部位の加工用にそれぞれ改造することで2ライン化することができ、生産能力向上を実現することができた。以下に当該新規工程の詳細を示す。

まず端面・外径面をオフラインで研削仕上げとし、旧1・2工程として、幅面と外径面を加工していた単能機2台を、1台は外径面取り+軌道レース面の荒加工（旧3工程）、もう1台は、内径面取り+軌道レース面の仕上げ加工（旧4工程）へ改造した。元々存在した旧3工程および旧4工程はそのまま、それぞれ新1・2工程として2ラインに配置した。更に、旧5工程は面取り加工のみのため、他の工程の1/2のサイクルタイムで加工が可能であることから、旧5工程1台を、そのまま新3工程として、2ライン分の加工をさせることで、2台×2ライン+1台共通、の構成（図8）にし、2ライン分の加工を可能にした。サイクルタイムは従来通りのため、2倍の能力増と

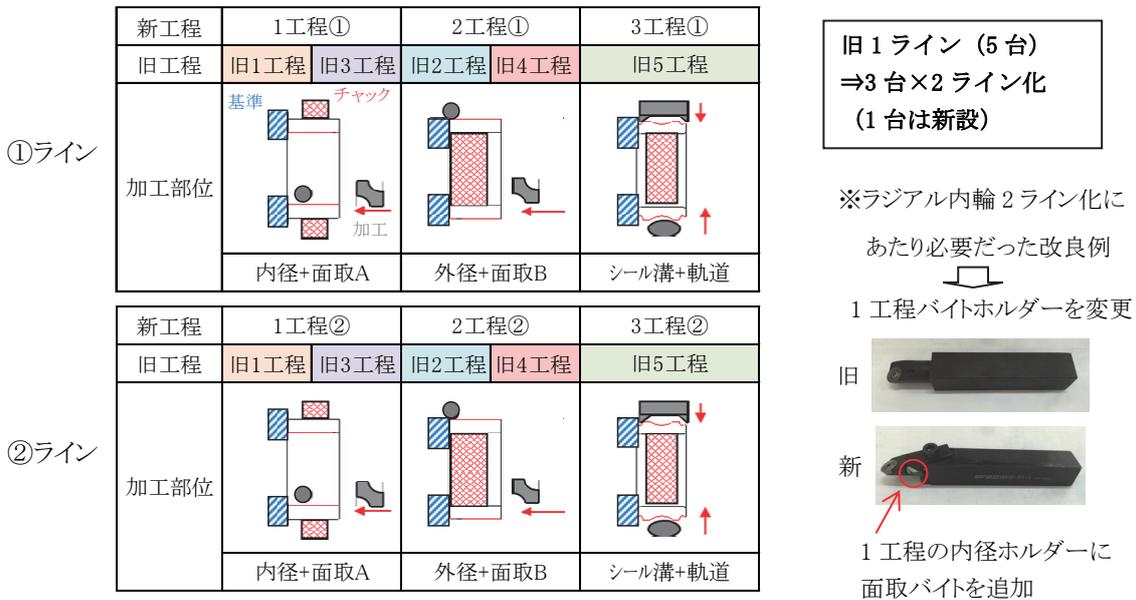


図7 新規旋削加工工程（ラジアル内輪）

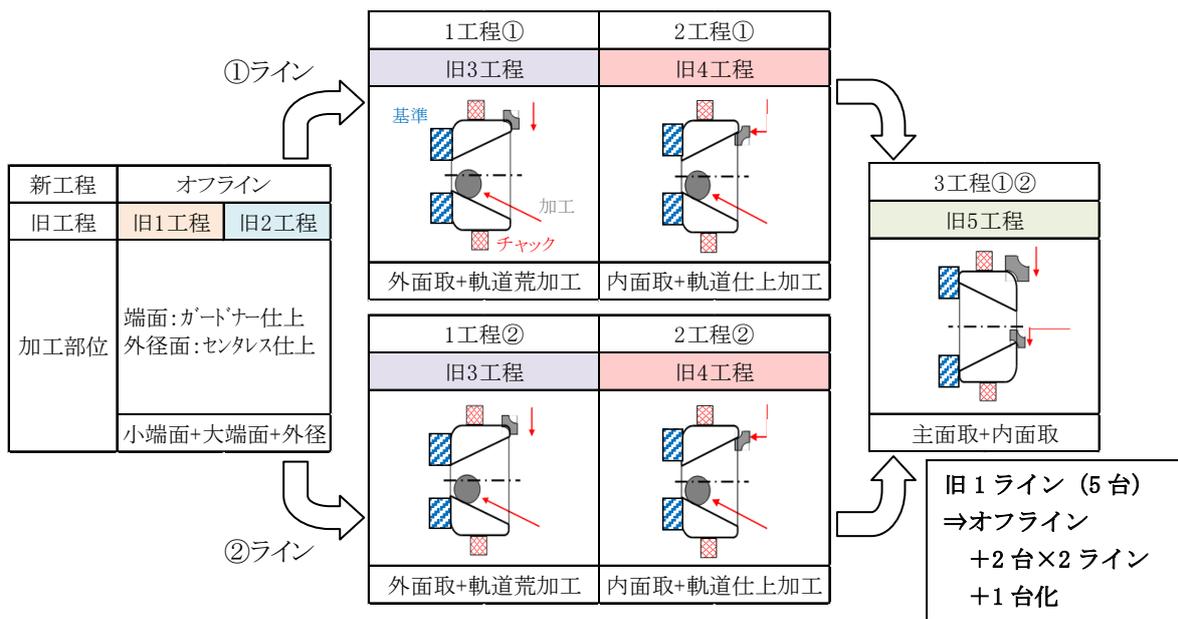


図8 新規旋削加工工程（テーパ外輪）

なった。

6. 効果について

今回、ラジアルベアリング旋削全10ラインのうち2ライン、およびテーパ―ベアリング旋削ライン全15ラインのうち2ラインに新規旋削工程を適用した結果、ラジアルベアリングライン全体としては、648千個/月（約14%）の生産能力の向上、テーパ―ベアリングライン全体としては、378千個/月（約27%）の生産能力の向上を実現することができた。

7. 最後に

中国国内でのラジアルベアリングおよびテーパ―ベアリングの需要については、今後も増大していくことが期待されており、ユーザーからの需要に最大限応えられるように、今後も更なる生産性向上、品質向上を目指していく所存である。