

工作機械に対する要求は様々あるが、高精度・高生産性の追及はどの分野でも上位に位置するであろう。当社の機械で加工する歯車も例外ではなく、その要求は高まり続けている。そのようななか、当社では全軸すべり案内面を採用し従来機に比べ約 20%省スペースを実現した CNC ホブ盤 KE251 (JIMTOF2010 出展) をベースにした兄弟機「KE201」と、新たに開発したピニオンスカイピングマシン「KPS20」を JIMTOF2012 に出展した。本稿では「KPS20」を紹介する。(図 1)



図 1 KPS20

■スカイピング加工

スカイピング加工とは、ピニオンカッタなどの歯車形状の工具を高速回転させながらワーク軸方向に送り動作を与えて歯車を加工する方法である。(図 2)



図 2 加工の様

この加工方法の起源は 1910 年にドイツで取得された Wilhelm von Pittler 氏による特許に見ることができる。欧州ではその後も研究が続けられていたようではあるが、ホブ加工のように広く用いられる歯車加工法にはなっていない。日本でも 1970 年頃、主に建設機械向け内歯車加工の高速化をめざして研究されていた

が、欧州と同様、広まらないまま現在に至っている。

■KPS20 開発の目的と経緯

近年の自動車用変速機の多段化・高性能化などにより、特に遊星歯車装置において低コスト化や歯面精度向上の要求が強まっている。遊星歯車装置の内歯車の加工を行うプローチ盤やギヤシェーパは、これらを十分満たしているとは言い難い。当社は、そのニーズを満たすにはスカイピング加工が適切と考え開発を開始した。

簡易な加工装置を製作し試験切削を行った結果、スカイピング加工はギヤシェーパに対し数倍は早く加工できることに加え、歯形や歯筋の修整ができることや加工精度も良好であるなど多くの利点を確認できた。過去、高い生産性を発揮しながらも実用化に至らなかったスカイピング加工であるが、技術が進歩した現在では実用化できる可能性が高いと考え、ピニオンスカイピングマシン「KPS20」を開発した。なお、ピニオンスカイピングとは「ピニオンカッタを用いて行うスカイピング加工」を示す当社の造語である。

■機械の特徴

1. 高剛性カッタスピンドル・ワークスピンドル

歯車加工機では、加工中の周期的な負荷変動による加工精度の低下が問題となることがある。特にスカイピング加工ではカッタ、ワークともに片持ちとなり条件が厳しい。また当社の主力であるホブ盤とは異なり、カッタとワークの回転差が少ないことも歯車精度に対しては不利である。そこで本機では、最高回転数よりも実用回転域を重視しつつラジアル剛性・アキシャル剛性を上げることに主眼を置いてカッタスピンドルとワークスピンドルを設計した。

2. 懸下式ワークスピンドル

スカイピング加工は外歯車、内歯車のどちらも加工対象にできる。しかし本機は、よりニーズの多い内歯車の加工を主に考えている。プローチ盤で加工する内歯車は円筒形状であるが、ギヤシェーパで加工する内歯車は段付形状のものもある。それらをスカイピング加工する際の切り屑の排出を考慮し、ワークスピンドルを懸下式とした。

3. ワークスピンドル水平移動軸

歯車生産ラインの構成はユーザにより異なるため、我々は多様な要求に対応することが求められる。スカイピング加工は、その高速性から特に量産歯車加工で威力を発揮するため、自動化ラインへの対応も考慮する必要がある。本機は前述の懸下式ワークスピンドルの水平移動軸と、カッタスピンドルの水平移動軸によりカッタとワークの位置関係を決めている。そのうちワークスピンドル水平移動軸の移動量を ± 550 mmとし、加工位置から離れたところでのワーク脱着を可能としている。これにより、例えば機械右側からワークを投入し左側へ搬出する、右側から投入し右側に搬出するなど、様々な生産ライン構成に対応できる。(図3)

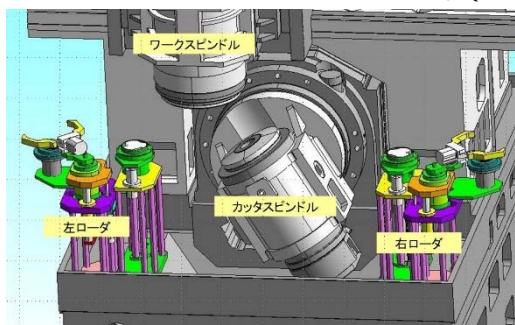


図3 懸下式ワークスピンドル・ローダ

4. ワーク歯溝位相検出装置

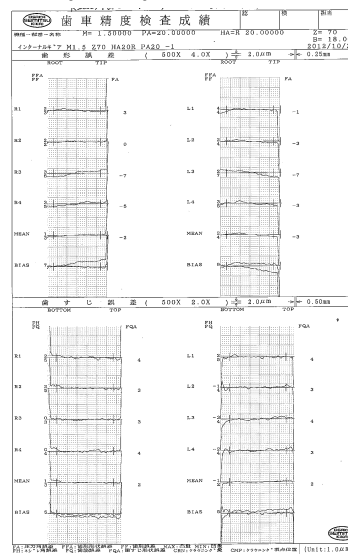
スカイピング加工では、ブローチ盤やギヤシェーパでは不可能な歯筋修整が可能である。この特徴を活かすため、本機にはワーク歯溝位相検出装置が搭載できる。これを用いて、例えば粗加工専用としてブローチ加工した後にスカイピング加工を行う場合は、ブローチの工具費を抑制しつつ歯筋修整を付加することができる。本機のワーク歯溝位相検出装置はローダとカッタスピンドルの間に配置してあるため、ワークローディングから加工位置への移動の途中でワークの歯溝の位相を検出でき、ロス時間は少ない。



図4 ワーク歯溝位相検

5. 加工事例

JIMTOF で実演を行った内歯車の加工精度を示す。(図5)



被加工歯車(内歯)

モジュール:1.5

歯数:70

圧力角:20deg

ねじれ角:20deg

歯幅:25 mm

加工条件

カッタ回転数:2000rpm

送り0.2/0.08 mm/rev

加工時間:45sec

図5 加工事例

■最後に

当社におけるスカイピング加工およびスカイピング加工機開発は始まったばかりであり、まだまだ課題が多い。しかしそれらを解決し、スカイピング加工が歯車加工法の一つとして定着するよう努力したい。また今回のJIMTOF 出展を通じていただいた貴重な意見を取り入れ、より良い機械開発に繋げていきたい。