

砥石作業面と工作物の調和動作に基づく

機能形状創成に関する研究

学位論文内容の要旨

機械加工の分野における回転砥石を用いた研削加工は、精度を要求される部分の仕上げ加工として多用され、重要な加工法の一つと言える。研削による形状創成運動は、その目的形状により、砥石-工作物の相対運動による工具軌跡の工作物への転写により得られる巨視的な形状の創成と、砥石形状の工作物への転写により得られる微視的な形状の創成の二要素に分けられる。通常これらは別々の要素として捕らえられるが、本論文では両者を組み合わせたより自由度の高い研削法について扱う。いかにして目的とする形状を創成するか、また加工の結果得られる形状が、より機能的であるためにはどのような条件のもとに加工を行えばよいのか、具体的な例として、ボールねじ研削とスキー滑走表面のテクスチャ加工を取り上げ、考察する。

ボールねじの目的とするねじ溝形状は、二つの円弧が中心をずらして組み合わせさせたゴシックアーチである。通常ボールねじの研削には、目的とするねじ溝と同じ形状にドレッシングした砥石を使用し、砥石軸をねじのリード角と等しく傾けた状態で研削を行う総形研削法が用いられる。ところが総形研削によると、ねじ溝のねじれに起因する砥石とねじ溝の干渉により、目的形状とは異なるねじ溝が形成され、必ずしも精度の高い加工を行うことが出来るとは限らない。これに対し本研究では、総形研削によらず、砥石縁形状と砥石軸角度を適切に選択することで、ゴシックアーチにより近いねじ溝形状を得る方法を開発した。研削過程のシミュレーションと誤差判定及び研削実験と形状解析を通じて、本研削法の有用性を示している。この方法は、普通形状の砥石を使用する方法、市販状態での不整形な砥石を利用する方法、目的とするねじ形状から最適な砥石輪郭形状を求める方法の3つに分けて示されている。いずれの場合においても砥石作業面と工具-工作物の相対運動を組み合わせた結果としてねじ溝形状が創成される。

スキーの滑走性向上を目的として、ストラクチャーと呼ばれる細かな溝を滑

走表面に多数刻むことが経験的になされている。ストラクチャーの加工は、かつてはサンドペーパーやワイヤーブラシ、やすり等を用いた手作業によっていたが、現在は回転する砥石を用いた研削による方法が主流である。これは平面研削と類似であるが、表面にパターンをもたせた砥石を利用して工作物表面に意図的に模様を付けるという点で、通常の平面研削とは異なる特殊な加工法である。ところが研削によるストラクチャーの加工は現在のところ経験によっており、その形成機構の解析はなされていない。スキー滑走表面のテクスチャは、ボールねじ研削と同様に、砥石作業面と工作物の調和動作により求められる。本研究では、ストラクチャーをあらためてテクスチャと称し、その形成機構を幾何学的に示した。テクスチャの加工では、ドレッシングにより意図的に表面パターンをもたせた砥石により研削を行うことで、工作物表面にパターンが刻まれる。またスキー滑走表面に形成されたテクスチャが有する機能を明らかにするため、撥水性や摩擦係数の測定を通じて、考察した。結果としてスキー滑走表面のテクスチャは滑走時の摩擦係数を変化させ、効果的に作用する場合のことが示された。

以上のように本論文では、研削加工においてこれまでほとんど見られなかった砥石作業面形状を積極的に利用した研削法について、加工段階から実際的な機能の評価までを通じてみることで、研削加工の新たな可能性について論じている。

学位論文審査の要旨

主査	教授	鍵和田	忠男
副査	教授	佐々木	一彰
副査	教授	山田	元
副査	助教授	原田	宏幸

学位論文題名

砥石作業面と工作物の調和動作に基づく 機能形状創成に関する研究

機械加工の分野における回転砥石を用いた研削加工は、精度を要求される部分の仕上げ加工として多用され、重要な加工法の一つと言える。研削による形状創成運動は、その目的形状により、砥石-工作物の相対運動による工具軌跡の工作物への転写により得られる巨視的な形状の創成と、砥石形状の工作物への転写により得られる微視的な形状の創成の二要素に分けられる。通常これらは別々の要素として捕らえられるが、本論文では両者を組み合わせたより自由度の高い研削法について扱われている。いかにして目的とする形状を創成するか、また加工の結果得られる形状がより機能的であるためにはどのような条件のもとに加工を行えばよいのかが、具体的な例としてボールねじ研削とスキー滑走表面のテクスチャ加工を取り上げて考察されている。

ボールねじの目的とするねじ溝形状は、二つの円弧が中心をずらして組み合わさったゴシックアーチである。通常ボールねじの研削には、目的とするねじ溝と同じ形状にドレッシングした砥石を使用し、砥石軸をねじのリード角と等しく傾けた状態で研削を行う総形研削法が用いられる。ところが総形研削によるとねじ溝のねじれに起因する砥石とねじ溝の干渉により、目的形状とは異なるねじ溝が形成され必ずしも精度の高い加工を行うことが出来るとは限らない。これに対し本研究では、総形研削によらず砥石縁形状と砥石軸角度を適切に選択することで、ゴシックアーチにより近いねじ溝形状を得る方法を開発した。研削過程のシミュレーションと誤差判定及び研削実験と形状解析を通じて、本研削法の有用性を示している。この方法は、①普通形状の砥石を使用する方法、②市販状態での不整形な砥石を利用する方法、③目的とするねじ形状から最適な砥石輪郭形状を求める方法の3つに分けて示されている。いずれの場合においても砥石作業面と工具-工作物の相対運動を組み合わせた結果としてねじ溝形状が創成されている。

スキーの滑走性向上を目的として、ストラクチャーと呼ばれる細かな溝を滑走表面に多数刻むことが経験的になされている。ストラクチャーの加工はかつてはサンドペーパーやワイヤーブラシ、やすり等を用いた手作業によっていたが、現在は回転する砥石を用いた研削による方法が主流であ

る。これは平面研削と類似であるが、表面にパターンをもたせた砥石を利用して工作物表面に意図的に模様を付けるという点で通常の平面研削とは異なる特殊な加工法である。ところが研削によるストラクチャーの加工は現在のところ経験によっており、その形成機構の解析はなされていない。スキー滑走表面のテクスチャはボールねじ研削と同様に、砥石作業面と工作物の調和動作により求められる。本研究ではストラクチャーをあらためてテクスチャと称し、その形成機構を幾何学的に示している。テクスチャの加工では、ドレッシングにより意図的に表面パターンをもたせた砥石により研削を行うことで工作物表面にパターンが刻まれる。またその結果としてスキー滑走表面に形成されたテクスチャが有する機能をも明らかとするため、撥水性や摩擦係数の測定を通じて考察されている。測定結果としてスキー滑走表面のテクスチャは滑走時の摩擦係数を変化させ、効果的に作用する場合のあることが示されている。

これを要するに、著者は、砥石作業面と工作物の調和動作に基づく機能形状創成について、加工段階から実的な機能の評価までを通じてみることで、有効なボールねじ溝形状の創成を可能にし、また機能的スキー滑走表面のテクスチャ加工のなされることを明らかにしている。よって著者は、北海道大学博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。