

# フェースギヤ用精密加工 工具

## はじめに

フェースギヤは組み付けの容易性からかさ歯車やハイポイドギヤに代わる交差軸歯車もしくは喰い違い軸歯車としても近年見直されている。一方でスピニングリールでは古くからシェーパーカッタによる切削や型鍛造によりフェースギヤが量産され使われてきた。しかしながら機械装置に組み込まれる動力伝達要素や精密な回転伝達を要求される用途としては、生産効率と精度の良い加工方法は確立されておらず、製品例もすくない。

当社が提案する加工および工具は、これまでにない全く新しい方式であり、インボリュートヘリカルギヤ（ピニオン）とオフセットしてかみ合うフェースギヤの歯切り加工、を想定している。

## フェースギヤとピニオンのかみ合い

フェースギヤの歯面はかみ合うピニオンにより創成された曲面である。同期回転時のピニオンの歯面から得られる包絡面により、インボリュートが正しくかみ合う領域、小径側の干渉領域、さらに大径側の歯先が尖る領域まで幾何学的に導くことができる（図1）。

フェースギヤは歯面修正がない場合、ピニオンとは線接触してかみ合う。その同時接触線の様子は、ピッチ曲面の認識とインボリュート歯面が正しくかみ合う位置の認識で得られる（図2）。

## スクレイピングカッタ

当社が提案する工具は、フェースギヤとかみ合うピニオンギヤの軸直角断面（正面）歯形曲線を持つ平歯車で構成したシンプルな工具である。図3に加工時における工具とフェースギヤの位置関係を示す。図4はスクレイピングカッタの基本形である。

工具はピニオンと同一の回転軸に位置し、フェースギヤの母材と同期回転しながら工具軸方向へ送る。これにより工具は、歯形面と歯すじ面が成す歯形曲線をもつエッジでフェースギヤの歯面をこそぎ落すよう

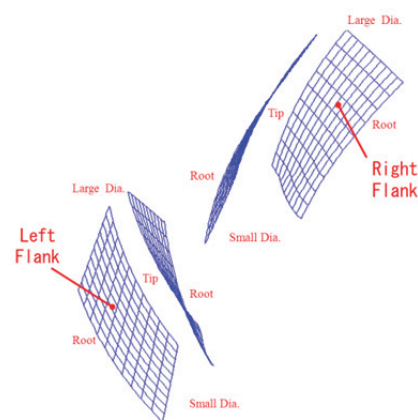


図1 フェースギヤの歯面

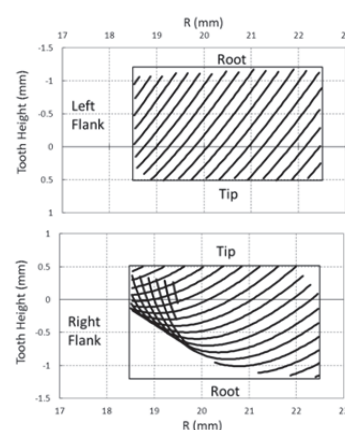


図2 同時かみ合い接触線

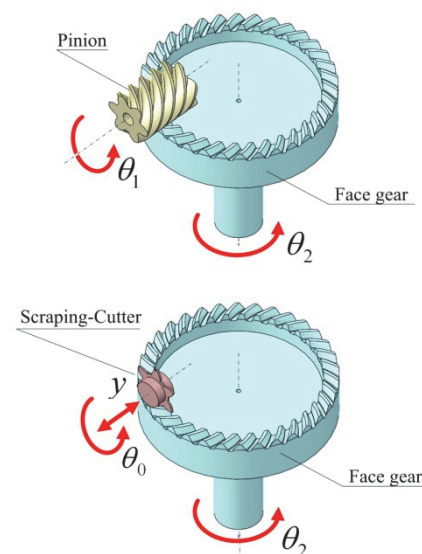


図3 スクレイピングカッタとピニオンの相関関係



に切削する。この加工形態から、当社ではこの工具をスクレイピングカッタ(Scraping-Cutter)と名付けた。

図5はフェースギヤの任意の軸直角断面歯形に、その断面でかみ合うピニオンの歯形輪郭、そしてスクレイピングカッタの歯形輪郭、を重ねて書いた図である。この断面だけでみると、負のすくい角を持つエッジで被削フェースギヤの歯面を削る加工であることが分かる。実際には、フェースギヤとカッタの回転方向、カッタの送る方向、フェースギヤの左右フランク、を分けて考慮すると、8種類の切削パターンが存在する。

スクレイピングカッタによる切削性は、フェースギヤの歯面と、その歯面を通過するカッタの切削点との相対速度で判断できる。シミュレーションによると、例えばカッタの回転速度が $1000(\text{min}^{-1})$ のとき、切削点の相対速度は $10(\text{m}/\text{min})$ 以上得られる。ホブカッタ等と比較すれば大きく切込むことはできないが十分な切削が可能である。

### 試作と応用

図6の(a)に試作したスクレイピングカッタの例、(b),(c),(d)にそのカッタで歯切りしたフェースギヤの歯面拡大写真を示す。図7は同じスクレイピングカッタを用いて試作した例で、オフセット量と軸角(Shaft/Axis Angle)を併せ持つ歯車である。スクレイピングカッタはその取扱いが簡潔であり、加工条件が揃えればピニオンと自由な軸角でかみ合う歯車の製作も比較的容易に可能である。図8は、平歯車状の切刃を複数重ね階段状に組み付けたスクレイピングカッタの試作例である。生産効率の大幅な向上が期待できる。

### おわりに

フェースギヤを歯切り加工する新しい工具として、スクレイピングカッタを提案した。フェースギヤの正しいかみ合いに基づくシンプルな工具であるため、カッタの形状精度、加工機の性能(精度・剛性)、加工条件、の3要素が揃えば確実に歯車精度が向上する。利用価値の高いフェースギヤが普及する一翼になることが期待できる。

(2013年11月 開発部研究開発課 前田憲次)

#### 文献

前田 憲次, 服部 保彦, 林 英樹, 小笠原 宏臣, フェースギヤ用精密加工工具の開発, 日本機械学会 No. 13-17 運動及び動力伝達機構 MPT2013 シンポジウム <伝動装置> 講演論文集, pp. 322-326.

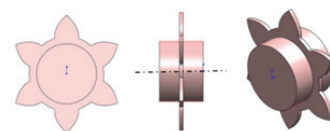


図4 スクレイピングカッタの基本形

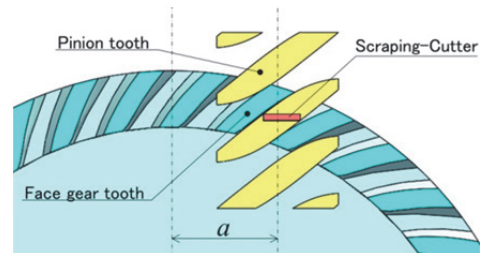


図5 フェースギヤの軸直角断面におけるスクレイピングカッタとピニオンの関係

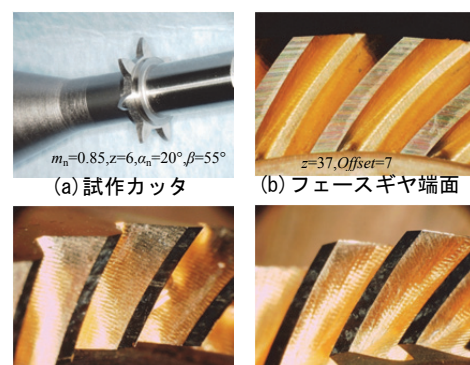


図6 スクレイピングカッタによる試作例

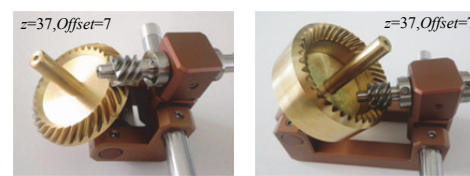


図7 スクレイピングカッタによる特殊歯車試作例

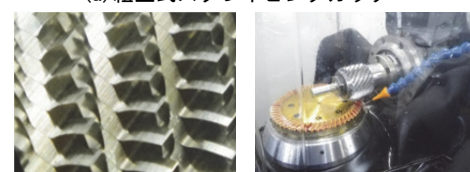


図8 スクレイピングカッタの発展形

