

古代ギリシャの哲学者アリストテレスの著書にも登場するという歯車は2000年以上を経た今でも重要な機械要素の一つである。ごく低速から十分なトルクを発生する電動機を使用する場合に伝達機構を省く場合もあるが、機械の構造上の制約やコスト、効率などをトータルで最適化しようとする歯車などの伝達機構を使用したほうがよい場合も多い。内燃機関を使う自動車においては、HVも含めて現状では歯車機構は欠かせない。中でも近年、省燃費化・商品力強化のために8段変速や9段変速という多段化が進んでいる自動車用自動変速機では、様々な制約から遊星歯車機構が用いられているものが多く、その構成要素の一つである内歯車の需要も急増している。

その内歯車の主な加工法には高能率なブローチ加工や汎用性の高いギヤシェーパ加工があり、生産量や部品形状に応じて選択されてきた。しかし近年の遊星歯車装置は、装置として高機能化・高効率化、その生産では高能率化や低コスト化などの要求がますます高まっており、それに応えられる歯車加工法が望まれるようになった。そのような中で、ギヤスカイピング加工が現れ、主に内歯車の加工法として注目を集めている。

ギヤスカイピング概要

ギヤスカイピング加工とは、ギヤシェーパ用工具のような歯車形工具を用いて行う創成歯切り法の一つである。被加工歯車軸と工具軸に軸角を与えた状態で双方を歯数比に応じた回転比で回転させながら工具を歯車の軸方向に送ることで加工する。その加工原理はWilhelm von Pittlerによって1912年にドイツで特許が取得されており、実は「古い」歯車加工法の一つである。

1970年頃、主に欧州でギヤスカイピング加工機が開発・製造された。日本国内でも実用化に向けてのトライが行われていたが、主に工具寿命の問題で経済的な歯切り方法にはならず、そのまま忘れられた技術であった。

しかし、動力伝達系統をなくしスピンドル系のねじり剛性を向上させるビルトインモータやNC装置を含む制御技術の進歩、機械設計・製造の高度化、工具材料やコーティング技術の発達による工具摩耗の低減が可能になってきたことを背景に、発明から100年ほど経ったギヤスカイピング加工の可能性が再び

評価されている。ここには歯車をより高精度に、より高能率に加工するための工作機械からは歯車装置がなくなってきているという皮肉が含まれている。

加工動作

1. 工具と歯車の位置関係

ギヤスカイピング加工では、ホブ加工やギヤホーニング加工と同じように工具と歯車の軸が軸角を持つように配置する。内歯車の場合を図1に示す。

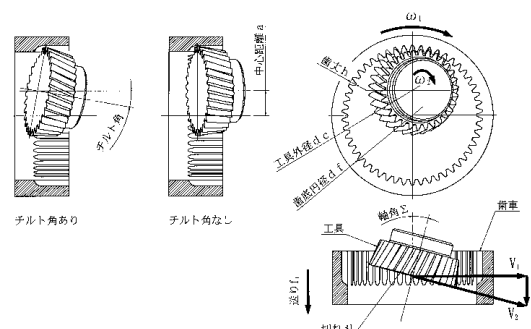


図1. 内歯車加工の場合の軸配置

2. 回転比

歯車の歯数・角速度・ねじれ角をそれぞれ、 z_1 , ω_1 (rad/s), β_1 (rad), 工具の歯数・角速度を z_2 , ω_2 (rad/s), 歯車一回転あたりの送りを f_t (mm/rev) とすると回転比は次式で表される。

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{z_2}{z_1} \mp \frac{f_t \sin \beta_1}{z_1 \pi m_n}$$

(左辺第2項の符号は外歯が負、内歯が正、 β_1 は右ねじれが正、左ねじれが負)

ホブ加工と同様、はすば歯車を加工する場合には歯車と工具の歯数比に対してわずかに異なる比率で歯車と工具は回転する。それぞれの回転方向は図1中に示す。

3. 軸角

軸角は $10^\circ \sim 30^\circ$ に設定されることが多い。工具のねじれ角と歯車のねじれ角によって定まるため、適切な軸角となるように工具のねじれ角を設定する。次項の切削速度にも関係するため工具寿命や要求加工時間に応じて検討が必要である。