

小歯数はすば歯車の成形転造

1. はじめに

自動車用電動アクチュエータの減速装置には、小型モータと組み合わせて使用する数多くの鋼製ウォームが搭載されている。その多くが、成形転造と呼ばれる環境にやさしく高い生産性をもつ回転塑性加工により、製造されている。ウォーム歯車の特長は、大きな減速比が得られることである。しかし、ウォーム歯車は一般に動力伝達効率が低いため、大型のモータを必要とする。もし、大きな減速比と高い動力伝達効率を併せ持つ減速機構があれば、より小型のモータを使うことができ、電力消費が少なく小型・軽量のアクチュエータを実現できる。はすば歯車やフェースギヤ等の、動力伝達効率が高い減速機構の小歯数の歯車を小さくすることにより、このようなアクチュエータが構成できる。この小歯数はすば歯車を成形転造で製造するための課題と、その解決法について紹介する。

2. 小歯数はすば歯車と成形転造

図1(a)は、歯数2のインボリュートはすば歯車を小歯車とした減速機構の例である。図1(b)に、成形対象歯車の軸直角断面を示す。歯形設計では、切り下げを防ぐため歯形を外側へシフトする(正転位)ことが必須になる。しかし、歯先尖りにより歯丈を高くすることができず、この歯車の歯形方向のかみあい率は1を下回る。このため、この歯車では重なりかみあい率を十分大きくする必要があり、ねじれ角は実用上30°から60°になる。

成形転造とは図2に示すように、二つのはすば歯車状ダイスを、同一方向に回転させながら、素材の中心に向けて押し込むことにより、円筒形の素材に歯溝を創成成形する工法である。素材は、ダイスに従動回転する(つれ回り)。一般的なウォームの場合、ダイスを1mm程度押し込むだけで歯溝が成形でき、加工時間も10秒以下で

ある。

3. 成形転造の課題

つれ回り式成形転造に用いるダイスの必要条件の一つは、押し込み端でダイスと素材とが所定の歯車対としてかみ合う諸元を持つことである。もう一つは、転造初期において、ダイスの外周が素材の外周を転がしながら、押し込むことで所定の歯溝を成形できることである。これを割出しと呼ぶ。素材に正しい歯溝が成形されると、ダイスの歯先は歯溝に食い、求める歯車を成形することができる。しかし、ピッチずれが大きい場合、いつまでも所望の歯溝が成形されず、歯車の形に成形できない。また、微小なピッチずれでも、転造中に素材が意図せずその軸方向に移動すること(歩み)が知られている。歩みが発生すると、素材の両端がダイスから外れるため、不完全成形部やばりが発生する。また、ダイスの押し込み中に、歯溝のない素材部位がダイスの端面に当たり、成形精度を悪化させる。

4. 課題の解決

割出しと歩みについて幾何学的な考察を試みる。図3は、ダイスの押し込み深さと素材の取りうる回転速度について示したものである。曲線(a)および(b)は、ダイスの外径と素材の歯底径を転がり円とした、いわば摩擦車対の回転として導かれる素材の回転速度である。(a)と(b)の差異は使用するダイスの外径差により発生する。素材の歯底径は押し込みにより小さくなるので、素材回転速度は増加する。割出しの課程はこのモデルで説明できる。(c)は、ダイスと素材をはすば歯車対として計算した素材の回転速度で、ダイスの回転速度が一定であれば、素材回転速度は歯数比により決まるため、素材は一定速度で回転する。素材に歯溝が(d)の押し込み深さで成形されたと仮定すると、素材は歯車として回転できることになる(重なりかみあい率が大き

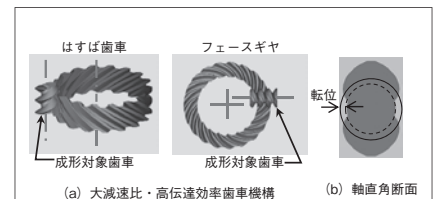


図1 小歯数歯車

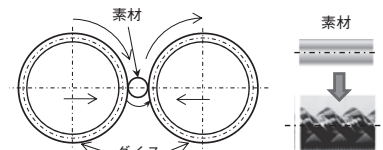


図2 成形転造

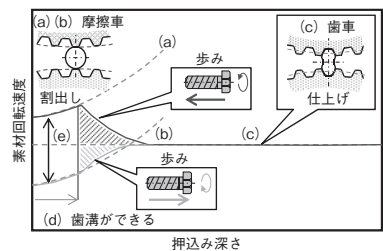


図3 割出しと歩みの関係

いため)。このため素材は、(d)の押し込み深さで(a)または(b)の回転速度(摩擦車モデル)より(c)(歯車モデル)に変化するはずであり、この過渡期に素材は差動並進運動をすると考えられる。この運動が歩みであると考えられる。

著者らは、この考察をもとに歩みを最小にして成形精度を向上できる、ダイスの外径と諸元の設計法について示した⁽¹⁾。

5. おわりに

得られた知見により、自動車用電動シート用のアクチュエータに用いる小歯数歯車を、成形転造で製造することができた。

(原稿受付 2013年8月1日)

[永田英理 アイシン精機(株)]

●文献

- (1) 永田英理・ほか、小歯数・大ねじれ角を有するはすば歯車の転造成形、日本機械学会論文集、79-798, C (2013), 371-381.