

高精度(DIN8 級)鍛造捩れ歯車(乗用車手動変速機用)の開発 — “インボリュートヘリコイドから複合自由曲面へ” 歯車生産の革命!! —

1. はじめに

従来、乗用車用手動変速機かみあいヘリカルギアは100%切削(ホブ)加工品が主であった。現在、次のような利点から素材が金型内に完全密閉状態で鍛造される密閉成形工法と名づけられる新たな鍛造方式が実現されている。

(1) 品質：①完成品精度DIN7~8級。

ちなみにシェービング完成品でDIN9~11級。歯研品でDIN5級。

②切削加工品に比べて曲げ疲労強度向上 ⇒ 1%破損確率の下で50%向上が得られる(図1)。

(2) コスト：切削加工品に比べて投資償却費、材料費、加工費込みのコストが約20~30%低減。

なお、このような密閉成形鍛造工法は切削加工によらないため、自動車変速機歯車工場から、油煙・切り粉・切削油がなくなり、工場環境が一新されることになる。

2. 歯車製作法に対する革命

創成法から成形法へ

そもそも歯車が産業機械に採用されるようになった当初は成形法で作られ、サイクロイド曲線が採用されていた。その後、自動車・工作機械・鉄道など近代化に伴い歯車の大量生産のため創成切削法が開発された。このような創成法では工具が簡便な直線形状で作られ、インボリュート曲線が採用されるようになった。

精密鍛造工法は密閉成形精密鍛造工法である。よって歯形をインボリュート

ト曲線にこだわる必要なく大量に生産できることになった。従来の創成切削方式のサイクルタイムが30~60秒に対してこの全鍛造成形法では1~2秒に短縮化された。また、従来のインボリュートにこだわることなく自由曲線(複合曲線を含む)を採用することも容易となった。

さらに曲げ疲労強度に大きく寄与する歯底Rも従来のトロコイドから自由曲線へ転換でき、最小曲率半径の極大化を図ることが可能になった。

3. 曲げ疲労強度向上

変速機にとって重要な歯車の曲げ疲労強度・衝撃強度は、一般に以下の項目により決定される。

- (1) 歯底最小曲率半径極大化
- (2) 歯底部粗さ向上
- (3) 材料組成の連続性

図2に示すような材料組成の違いは日本刀と洋刀の強さの違いに対応する。上記3項目すべてにおいて密閉成形鍛造歯車のほうが創成切削歯車より格段に優れているのは述べるまでもない。

2006年アーヘン工科大学と大岡技研(株)とで世界初のヘリカルギアに対するホブ加工品と鍛造の材料組成の違いのみによる曲げ疲労強度比較を片歯面繰り返し曲げ疲労テストにて行った結果を図1に示す。明確に材料組成の違いが確認される。

なお、本テストは同一諸元・同一材歯車をソフト状態でKAPP歯研し(歯

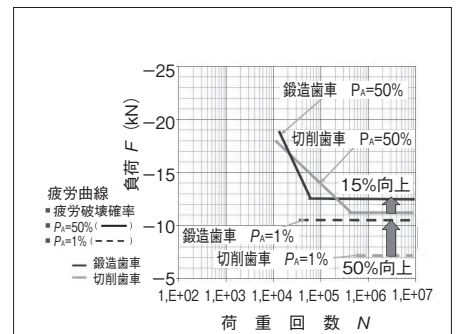


図1 曲げ疲労強度の試験結果

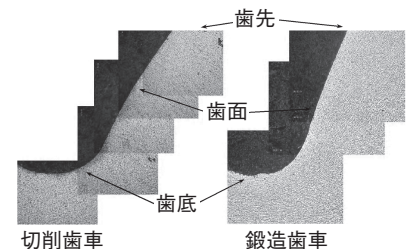


図2 切削と鍛造による材料組成の違い

先から歯底まで全面研削), 浸炭後さらに同一歯研を施した。

4. おわりに

歯車はボルト・軸受とともに機械の三要素の一角をしめる重要な要素である。交通機関がなくなる限り、また原動機がエンジンからモータに変わっても歯車の重要性は変わらない。

ここで述べた密閉成形鍛造工法により、インボリュート歯車にこだわることもない複合自由曲面を採用することが可能となる。まさしく歯車生産の革命である。

(原稿受付 2008年5月15日)

[川崎芳樹 大岡技研(株)]