

クリンゲルンベルグ方式まがりばかさ歯車に関する研究

岩 本 安 弘*

Study on the Klingenberg Spiral Bevel Gear

by Yasuhiro IWAMOTO

クリンゲルンベルグ・サイクロパロイド方式歯切り法によるまがりばかさ歯車の生産性は、円筒歯車に比べて著しく劣り、顧客の需要に応えられないという問題が恒常的に発生し、生産現場を悩ませている。その理由の一つが、従来の仮想冠歯車を用いたまがりばかさ歯車歯切り法が、機構学的立場からみると原理的に不完全であり、歯当たり出し作業が必要とすることである。しかし、現状のサイクロパロイド方式の歯切り法では、一方の歯車歯面歯切り用仮想冠歯車歯面と対をなす他方のそれとの間に干渉が起きており、これが歯当たり出し作業を困難にしている。本論文では、歯当たり出し作業を必要としない実用的歯切り法の開発を第一の目的としている。さらに、工業的に多く使用されているクリンゲルンベルグ・サイクロパロイド方式によるまがりばかさ歯車に発生する組立干渉を回避する設計法の理論的構築を第二の目的としている。

まず、第1章の「緒論」では、クリンゲルンベルグ・サイクロパロイド方式による歯切り法の歴史をまとめるとともに、現在の採用状況と実用上の問題点を整理することにより、本研究に至る経緯が述べられる。

第2章の「サイクロパロイド方式歯切り法における歯(刃)面干渉」では、本方式による歯切りにおいて歯切り用仮想冠歯車歯面間に干渉が生ずる原因が明らかにされる。サイクロパロイド方式の歯切りでは、各種誤差の影響を緩和するために、凸歯面歯切り用カッタ半径より凹歯面用のそれを大きくすることにより歯面間に相対的クラウニングを与えて

いる。それにより本来同一であるべき仮想冠歯車歯面どうしの法線がわずかに一致せず、結果として歯切りされた一对のまがりばかさ歯車の歯面が干渉を起こすことが示された。

第3章の「擬仮想冠歯車による歯切り法」では、擬仮想冠歯車を用いた歯切り設計法が提案され、擬仮想冠歯車を用いる歯切り法の有用性が具体例を用いて理論的に明らかにされる。新たに提案される擬仮想冠歯車による歯切り法とは、カッタ軸を含む平面を貫くような直線切れ刃をもつカッタで歯切りする方法である。本歯切り法では、直線切れ刃を含軸面に乗らないようにして、カッタブレードの製作を容易にしている。また、カッタブレードの研ぎ直しにも専用の研削盤を用いることなく、通常の平面研削盤で可能となる利点も得られる。提案される方法においては、まず、対をなす一方の歯車は従来どおり仮想冠歯車の考え方で歯切りが行われる。もう一方の歯車の歯切り用仮想冠歯車については、その歯(刃)面法線が前者の仮想冠歯車歯(刃)面法線と一致するように、ねじれ角 β' と軸傾け角 Δ を与えて歯切りが行われる。後者の歯切りのための具体的作業としては、マシン・ルート角をピッチ円すい角より軸傾け角 Δ だけ小さく取付け、それによるカッタへのブランク接近を相殺するため、ブランクを相当量 δz だけ引き戻すことで実現される。

第4章の「実験」では、直線切れ刃をもつカッタおよびカッタヘッドを製作し、提案する方法で行った一对のまがりばかさ歯車の試験歯切りの結果が述べられる。歯切りされた試験歯車は、歯幅の中央付

*新潟大学大学院自然科学研究科大学院生

現在 (株)日立ニコトランスミッション

〔新潟大学博士(工学) 平成16年3月24日授与〕

近で歯当たりを得られたものの、歯たけ方向ではギヤ歯先側に寄ったものとなった。提案する擬仮想冠歯車による歯切り法は、原理的には歯当たり出し作業を必要としない方法である。しかし、実際にはマシンのセッティング誤差、機械固有の誤差など各種の不可避な誤差が存在し、これを原因とする歯当たり出し作業を繰り返す必要性も想定される。この場合、歯面形状の三次元測定値が得られれば、それを用いて真の歯切り諸元を推定し、マシンセッティング誤差、あるいは機械固有の誤差等を修正することができる。この修正を加えて再度歯切りすることにより、歯当たり出し作業を不要とする機構学的に正しい歯切りが実行される。ここでは、先に道脇が考案した歯車の三次元測定法を適用し、試験歯車のピニオンについて真の歯切り諸元が推定された。これらにより、擬仮想冠歯車による歯切り設計から、歯切り、歯車測定を通して、まがりばかさ歯車の製作プロセスが具体例で示された。

第5章の「組立干渉」では、クリンゲルンベルグ・サイクロパロイド方式まがりばかさ歯車の組立時に生じる組立干渉を回避し、かみ合い状態からピニオ

ンを引き抜く方法が理論的に論じられる。ここでは、かみ合っている歯面どうしで一番接近しているところは接触線上の点であるという考え方に基づき、ピニオンおよびギヤの凸歯面における特定の断面曲線上で干渉量を求め、組立干渉の有無を予測することができる。そのような諸元の試験歯車を製作し、理論的に示される干渉によりピニオンの引き抜けのできないことが実際に確認される。次いで、理論的に得た干渉量に基づいて引き抜き可能なギヤの歯幅を求め、その一部を短く削ることによりピニオンが引き抜けることを確認し、本理論の妥当性が実験的に示された。

そして、第6章の「結論」では、クリンゲルンベルグ方式まがりばかさ歯車の製造現場で直面している二つの問題点について、その解決法がまとめられ、本研究の成果として総括されている。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、主指導教官の田村久司名誉教授ならびに谷藤克也教授にご指導いただいた。