

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	交差軸歯車の歯当たり解析とマシニングセンタによる大形歯車製造への応用に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	辻勇
Author(English)	Isamu Tsuji
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9538号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:北條 春夫,新野 秀憲,進士 忠彦,松村 茂樹,吉岡 勇人,川崎 一正
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9538号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：メカノマイクロ工学 専攻
Department of
学生氏名：辻 勇
Student's Name

申請学位 (専攻分野)：博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員 (主)：北條 春夫 教授
Academic Advisor(main)
指導教員 (副)：松村 茂樹 准教授
Academic Advisor(sub)

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、「交差軸歯車の歯当たり解析とマシニングセンタを用いた大形歯車製造への応用に関する研究」と題して6章から構成されている。

第1章「緒論」では、研究の背景と目的を述べている。従来の交差軸歯車の加工は、専用加工機を用いた創成歯切り法で行われているが、機械の構造と工具の制約により、メーカーの推奨する機械セッティングで加工しても目標とする歯当たりを得ることができないため、作業者の経験と勘によりセッティングを変更して修正歯切りを繰り返しており、非効率なこと、また、それらの制約により、歯面形状および歯面修整の自由度が非常に低く、市場の要求である高強度化に対応できていないことを指摘している。近年では、大形交差軸歯車に対する市場の要求も、新規動力プラントや大形プラントのリノベーション事業の活況による需要拡大、信頼性の向上ならびに高強度化など多岐にわたり強まってきていることから、専用加工機とマシニングセンタによる加工法を比較し、それぞれの利点と欠点を整理することにより、マシニングセンタによる加工が、大形交差軸歯車の製造に適しているとしている。そこで、その加工法を実用化することが本研究の目的である。

第2章「交差軸歯車の歯当たり解析プログラムの開発」では、マシニングセンタによる加工法に適した歯当たり解析(TCA)法を提案している。従来の解析法(接触楕円を求める方法)は、かみ合いの条件式からかみ合い時の接触点を算出し、その点における歯面の曲率から瞬時の接触楕円の考え方に基づいて接触点近傍のかみ合い隙間を推定し、かみ合いの進行による接触点の移動(触線)に伴うかみ合い隙間を把握して、歯当たりを推定している。この方法は、互いの歯車の歯面が専用加工機で創成歯切りされた滑らかな包絡面であることを前提として成り立っている。

一方、本論文で提案する解析法(グリッド法)は、ピニオンの有効歯面全域を細かいグリッドで区切って、まず歯面座標を算出し、ピニオンと対応するギヤの回転角を与えてピニオンとギヤの歯面間の距離を計算する。次に、それぞれのピニオン回転角において歯面が接触するようにギヤの回転角を調整し、回転伝達誤差が求められる。最後に、かみ合い隙間を直接算出し、歯当たりを求めている。マシニングセンタによる加工法では、自由度の高い歯面修整を実現できるので、歯面全域を評価対象として解析している。またこの方法は、加工の

NCデータの生成と三次元歯面測定においてもグリッドを共通に取り扱えることから、マシニングセンタによる加工法に適していると述べている。

第3章「大形スパイラルベベルギヤの歯面設計とマシニングセンタによる加工」では、この加工方法は、自由に設計した歯面形状を実現できることから、耐スカuffing強度が向上する歯先の円弧修整を提案して実際に加工し、負荷運転試験を行ってその有効性を示している。まずピニオンとギヤの歯先を連続的な円弧で逃がし、かみ合い時のすべり速度の速い領域の接触を避けることによりスカuffingのリスクの軽減が図れることを、歯面上のすべり速度の分布を調べることにより明らかにした。次に、TCAを用いて、要求された歯当たりを得ることができるよう歯先に円弧修整を施す歯面設計を行った。そして、HRC60以上に歯面硬化した歯車を5軸制御マシニングセンタにより歯切り加工し、実際に負荷運転試験を行って強度の向上が認められたことを実証している。

第4章「大形スキューベベルギヤにおける既存ギヤとかみ合うピニオンの歯面設計と加工」では、使用履歴のある歯車と適切にかみ合う相手歯車の製作方法を示し、実証している。従来の専用加工機による加工法では、試行歯切りを繰り返すので、使用履歴のある交差軸歯車の片方の歯車だけを製作するレトロフィットには、歯面形状が変化しているために対応できない。そこで第3章で提案した手法を応用して、実際に稼働していた既存の大形スキューベベルギヤのギヤとかみ合うピニオンをマシニングセンタにより製作した。まず、既存ギヤの歯面形状が未知であるので、歯車諸元を推測して仮想のギヤとピニオン間でのTCAを行いながら、三次元計測のために必要なギヤの参照歯面形状を求めた。これを基準としてギヤの歯面形状を三次元計測し、さらにこの形状を多項式近似により定式化した。この形状と仮想のピニオンの間で再度TCAを行い、ピニオン歯面形状を修整し、目標の歯当たりが得られるように歯面形状を決定した。そして、5軸制御マシニングセンタによりピニオンの加工を行った。最後に製作したピニオンを既存のギヤとかみ合わせて目標の歯当たりが得られたことを確認し、本方法の有効性を立証している。

第5章「ストレートベベルギヤとフェースギヤのマシニングセンタによる加工」では、これまで述べた歯面設計・加工法の展開として、ストレートベベルギヤとフェースギヤについてTCAを行うとともに、自由度の高い歯面設計を行い、マシニングセンタにより加工を行って、本研究で提案した方法が各種大形交差軸歯車の製造に適用可能であることを示している。特にフェースギヤに関しては、負荷運転試験を行い、歯面修整を施した歯車が高負荷能力を有することを示してその実用性を証明している。

第6章「結論」では、本研究の成果をまとめ、今後の課題および展望について述べている。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

