

Title	乗用車手動変速機用高性能・高精度歯車の大量生産技術開発に関する研究(Abstract_要旨)
Author(s)	川崎, 芳樹
Citation	Kyoto University (京都大学)
Issue Date	1997-11-25
URL	http://dx.doi.org/10.11501/3131546
Right	
Type	Thesis or Dissertation
Textversion	author

氏名	かわさき よしき 川崎芳樹
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	工博第1665号
学位授与の日付	平成9年11月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工学研究科精密工学専攻
学位論文題目	乗用車手動変速機用高性能・高精度歯車の大量生産技術開発に関する研究

論文調査委員	(主査) 教授 久保愛三	教授 矢部 寛	教授 松久 寛
--------	-----------------	---------	---------

論文内容の要旨

自動車の駆動にはエンジンの出力特性を走行条件に合わせるための変速機が不可欠であり、必ず、かなりの個数の歯車がいられる。大衆乗用車の生産量は一国の経済に影響を及ぼすほど膨大であり、生産される歯車の数も極めて多い。これら歯車の精度が悪いと、乗用車はギャノイズと呼ばれる運転騒音を発生し、自動車の生産がストップする。

本論文は、この様な事態が発生しない高精度歯車を大量生産(年産40~60万台分)する技術を開発するための研究と、現実の生産工場に於いてその技術を採用し、その実績により研究成果を評価した結果を取りまとめたもので、以下の6章より構成されている。

第1章では、本研究の背景と意義を述べ、本論文の構成とその内容を要約している。

第2章では、大量生産工場でも最も厄介な歯車打痕の発生過程を、実際の大量生産の工程と打痕の発生状況の調査結果に理論的考察を加えることにより解明している。歯車打痕発生に対する対策工法を見出すために、設計と製造工程の関数として決まってくる歯の三次元形状の幾何学理論解析を行い、歯車製造工程中の打痕の発生を最少に押さえる歯車設計、製造工程を提案し、また、打痕を検知するためのダブルマスターギヤ付き二面かみ合い装置、ならびに、発生した打痕を除去するためのギヤバニッシング装置を開発した。そして、それらを量産ラインで運用し、明確に打痕発生率を低下させる効果をあげ、その有効性を証明している。

第3章では、ギャノイズを減少させる歯車設計法として、同時かみ合い歯数が歯のかみ合い周期中で変化しない時間割合を最大にすることを目的とする、正面かみ合い率と重なりかみ合い率のバランス解析という新しい理論を提唱している。その理論に基づき歯車諸元の設計を行い、大量生産された歯車のギャノイズを従来設計の歯車のそれと比較評価し、提唱した理論の正しさを証明している。さらに、歯当たりとギャノイズの関係を解明し、歯車の製造精度や組立精度の不確かさに対し、ギャノイズの点から寛容度が大きく、良好な歯当たりを実現するのはバリエアブルプレッシャアングルの歯面形状を有する歯車であることを明らかにして、この様な歯車をプランジシュービング工程で造る工具研削法を開発している。

また、音圧・周波数・音色という音の三要素を取り込んでギャノイズの良否の評価を人間の感覚に近づける提案をし、これに基づき、計器によるギャノイズの評価システムを開発している。また、実験によりその評価度の正確さを確認して、ギャノイズ良否の判定を、絶対評価訓練を専門に受けた人間の官能判定から、人間が関与しない計器評価システムに改良している。

第4章では、大量生産条件下で高精度歯車を滞りなく造るため、シュービング工程における前洗浄工程と高精度に被加工歯車を把持する構造の治具を提案している。また、製造工程中の歯車の精度劣化の最大の原因である、あるいは、不確か要因を最も多く有する熱処理について、焼き入れ油槽における空気の巻き込みを無くし、油の流れの層流化装置を提案し、その開発を行って、歯車の熱処理変形量の低減ならびに安定化を実現した。これらの新規開発技術を大量生産ラインに導入し、その有効性を量産実績により証明している。

第5章では、製造精度の定量的再現性が一般に極めて低い歯車の量産において生産工程全般のシステムの考察を行い、歯車製造設計、段取り、工具管理、生産のモニタリング、生産トラブル対策等、歯車大量生産の全てを統括的に管理し、また、全責任を持つギヤラボシステムという新たな生産システムが、高精度の製造を維持するために必要であるという結論に到達している。このシステムを現実の量産ラインに適用して、大量生産実施中に発生した様々なトラブルに、このシステムがどのように対応出来るかを検討し、提唱したシステムの合理性を実績により証明している。

第6章では、本研究で得られた知見を総括し、大量生産下における歯車のコスト・精度・性能に関して、従来工法と本研究にて開発した新工法、さらに、全く工程工法の異なるハードフィニッシング法とを比較検討し、新工法がコスト・精度・性能の全ての面で最もバランスのとれた工法であることを証明している。

論文審査の結果の要旨

乗用車駆動用歯車を、大量生産条件下の従来工法で、高精度・低コストを維持しながら製造し続けることは至難の技術である。本論文はこのような大量生産技術の開発に関して理論的ならびに実験的研究を行い、この知見を実用技術として提案し、独創的な種々の装置、システムを開発した結果をまとめ、また、この成果を、実際の量産ラインに適用して多大の効果をあげて、本研究の正しさを実証した結果をまとめたものであり、得られた成果の主なものは以下の通りである。

1. 大量生産工場でも厄介な歯車打痕の発生過程を解明し、その対策工法を見いだすための理論解析を行って、打痕を検知するためのダブルマスターギヤ付き二歯面かみ合い装置ならびにギヤバニッシング装置を開発し、それを量産ラインに適用して打痕発生率の低下に対する有効性を証明した。
2. ギヤノイズを低減させるため、正面かみ合い率と重なりかみ合い率のバランス解析という新しい理論を提唱し、その理論にもとづき歯車諸元の設計を行い、ギヤノイズの比較評価実験を行い、提唱した理論の正しさを証明した。また、ギヤノイズの音圧・周波数・音色の三要素を取り込んだ計器による評価システムを開発し、実験によりその評価度の正確さを証明して、ギヤノイズ判定を専門の人間の官能評価から計器評価システムに変更することに成功した。
3. 高精度歯車を大量生産する上で重要な工程であるが、仕上がり結果に再現性の乏しいシェーピングと熱処理工程に対して、多くの実験を行い、シェーピング工程における前洗浄工程を提案し、また、焼き入れ油槽における空気の巻き込みをなくした、油の流れの層流化装置の開発を行って、歯車の熱処理変形量の低減ならびに安定化を実現し、その有効性を量産実験により実証した。
4. 歯車の量産に於いては、製造精度の定量的再現性がかなり低いのが一般的である。この状況を改善して、高精度の製造を維持するために、ギヤラボシステムという新たな生産システムを提唱し、現実のラインに適用して、その合理性を証明した。

以上要するに、本論文は大量生産条件下、高精度・低コストの歯車を生産し続けるのに必要な技術を解明し、その実用化に成功したもので、学術上、実際上寄与するところが大きい。よって本論文は、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成9年10月14日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。