

氏 名 張 建 輝 (Zhang JIANHUI)

論文題目 コンケーブコニカルギヤの仕上げ寸法管理法の開発

英訳題目 Development of Control of Finishing Dimensions of Concave Conical Gear

- **Abstract**

Concave conical gear is a new type of conical gear invented by one of authors. This gear is based on the conical involute gear and besides can take a larger allowable normal load than the conical involute gear. As the design and production method of this gear has been established, this gear came to be used in marine transmissions, the gear grinding machine, and Hypoid gear generator. However, a control method of finishing dimensions has not been developed so far. But for the wide range of applications of this gear, it is essentially important to develop a new control method of finishing dimensions. In this thesis, a new practical control of finishing dimensions of the straight and helical concave conical gear is developed.

Over-Ball Measurement of Straight Concave Conical Gear An over-ball measurement of straight concave conical gear is developed. This method is based on the over-ball measurement of the straight conical involute gear. The tooth surface of the concave conical gear is different from that of the conical involute gear, and besides it is concave in comparison with the tooth surface of the conical involute gear. So the over-ball measurement of the conical involute gear can not be used as it is, but can be used on a special condition. First this condition is found, and the over-ball distance is obtained analytically. This over-ball measurement is verified by experiments. Next how to control the finishing dimension is presented. Finally how to apply this measurement to controlling the infeed distance in practical hobbing and grinding is presented.

Center-Ball Measurement of Helical Concave Conical Gear A control method of finishing dimensions of a helical concave conical gear, called center-ball measurement, is newly developed. The tooth surface of the concave conical gear is different from that of the conical involute gear, which is concave compared to the tooth surface of the conical involute gear. So the over-ball measurement of the conical involute gear can not be used as it is, but can be applied to a special measuring conditions. This center-ball measurement is based on the over-ball measurement of the helical conical gear. But in this method, the measuring ball, which is composed of two hemispheres, must

be used. So the over-ball diameter can not be measured, but a center-ball diameter, which is the distance between two ball centers, can be measured instead. In this research, first the measuring condition is established. Second the center-ball diameter is obtained analytically. Finally, the center-ball diameter is verified through experiments. The experiments prove that this method has opened a door to the control of finishing dimensions in hobbing and grinding of the helical concave conical gear.

(和訳要旨)

コンケーブコニカルギヤは新しい歯面を持つコニカルギヤである。その製作法が開発されるにつれて、このギヤは船舶用トランスミッション、底排型攪拌機の駆動機構、ハイポイドギヤ歯切り創成盤および歯車研削盤などで応用されている。しかし、このギヤの仕上げ寸法管理法はまだ確立されておらず、今でも生産現場では、近似的かつ試行錯誤的に仕上げ寸法管理が行われている。本研究はこのギヤの実用的な仕上げ寸法管理法の開発を目標としている。はじめに、すぐばコンケーブコニカルギヤの仕上げ寸法管理法としてのオーバボール法を開発した。そして、これを実験によって検証し、本オーバボール法の有効性を確認した。

つぎに、はすばコンケーブコニカルギヤの仕上げ寸法管理法としては、センターボール法と呼ぶ新しい方法を開発した。この方法が従来のオーバボール法と大きく異なるのは、同じ球心を持ちしかも直径の異なる二つの球面から構成される二球面ボールを測定ボールとして用いることにある。そして、これを実験によって証明した。この結果、本法の開発は、コンケーブコニカルギヤのホブ切りおよび研削工程における仕上げ寸法の管理を可能とし、このギヤの実用化を実質的に進展させるものである。論文の概要を下記の通り示す。

第1章 緒論 本研究の背景、目的および構成を示す。

第2章 コニカルギヤ 円すい形インボリュート歯車は、この歯車の外形が円すい形をしているインボリュート歯車で、歯先面および歯底面がそれぞれ円すい面上にあり、転位係数を軸方向に直線的に変化させた歯車である。円すい形インボリュート歯車を本論文ではコニカルギヤと呼ぶ。この章では、基礎理論としてのコニカルギヤの利点と欠点、このギヤの幾何学、歯車諸元および設計法を述べる。

第3章 すぐばコニカルギヤのオーバボール法 この章では、すぐばコニカルギヤの仕上げ寸法管理法としてのオーバボール法について述べる。はじめに、すぐばコニカルギヤのオーバボール法の構成について述べる。つぎに、測定正面における正面転位係数および基礎円上歯すき角を求める。さらに、偶数および奇数の歯車のオーバボール径を求める。最後に、オーバボール径の計算手順を示す。

第4章 はすばコニカルギヤのオーバボール法 この章では、はじめに、はすばコニカルギヤのオーバボール法の構成について述べる。つぎに、測定正面における正面転位係数および基礎円上歯すき角を求める。さらに、偶数および奇数の歯車のオーバボール径を求める。最後に、オーバボール径の計算手順を示す。

第5章 コンケーブコニカルギヤ コンケーブコニカルギヤは、新しいタイプのコニカルギヤである。このギヤ

の歯面は、コンカルギヤの歯面に対し凹形状に形成されている。このため、ヘルツの接触だ円を大きくでき、歯面許容法線荷重もコンカルギヤのそれよりも大きくできる。それでこのギヤは船舶用トランスミッションや底排型攪拌機の駆動機構に使われ始めている。本章では、はじめに、ヘルツの接触理論に基づきコンケーブ歯面を得るための基礎理論を述べる。つぎに、コンケーブ歯面の原理を示す。ついで設計について述べる。最後に、コンケーブコンカルギヤの基本諸元を定義する。

第6章 すぐばコンケーブコンカルギヤの仕上げ寸法管理法 すぐばコンケーブコンカルギヤの歯面は、すぐばコンカルギヤの歯面に対し凹形状に形成されている。このため、ヘルツの接触だ円を大きくでき、歯面許容法線荷重をもすぐばコンカルギヤのそれよりもはるかに大きくできる。しかし、このギヤは、正規のすぐばコンカルギヤではないので、すぐばコンカルギヤの仕上げ寸法管理法としてのオーバボール法を、直接的には適用できない。今でもこのギヤの仕上げ寸法管理は、生産現場では試行錯誤的になされている。しかし、このギヤの本格的実用化のためには、その仕上げ寸法管理法を確立することが是非とも必要である。この章では、はじめにすぐばコンケーブコンカルギヤのオーバボール法を述べる。このオーバボール法を実験によって検証する。さらに、このギヤの研削途中における仕上げ寸法の管理をする方法を述べる。最後に、この仕上げ寸法管理法を実験によって検証する。

第7章 はずばコンケーブコンカルギヤの仕上げ寸法管理法 はずばコンケーブコンカルギヤは、船舶用トランスミッションでは、従来のはずばコンカルギヤに代わって、多用されるようになってきた。しかし、このギヤの仕上げ寸法管理法はまだ確立されていない。仕上げ寸法管理は今でも近似的かつ試行錯誤的に行われているのが実状である。本章では、この課題を解決することを直接の目標として、センターボール法と呼ぶ新しい方法を開発した。なお、本センターボール法がこれまでのオーバボール法と大きく異なるのは、測定ボールにある。このボールは、同じ球心を持ちしかも直径の異なる二つの球面から構成されている。このボールを用いる場合は、オーバボール径を測定できず、代わりにボールの中心間の距離を測定する。そしてこの距離をセンターボール径と呼んでいる。はじめに、このギヤの特徴を述べる。つぎに、はずばコンケーブコンカルギヤの仕上げ寸法管理法としてのセンターボール法を提示する。最後に、このギヤの仕上げ寸法管理法としてのセンターボール法を実験によって検証する。

第8章 結論 本論文で得られた結論を述べる。