

自動車用ベアリング技術の系統化調査

1

Systematized Survey on Rolling Bearing Technologies for Automotive Applications

室谷 周良
Chikayoshi Murotani

■ 要旨

古代からエジプトのピラミッド建設等で巨石の運搬にころを使用してすべり摩擦を転がり摩擦に変えることによって著しく摩擦抵抗を減らすことができる事象が知られていた。また回転軸を支える機構に転がり摩擦を応用するアイデアとしては、15世紀ルネサンス期の天才レオナルド・ダ・ヴィンチが残したスケッチがある。

産業革命期に入り、鉄鋼が大量生産されるようになると、織物を機械的に大量生産するための繊維機械の回転軸や、移動運搬の手段としての自転車、馬車等の車軸に、ダ・ヴィンチらが残したアイデアを適用した製品である鋼製のベアリング（転がり軸受）が生み出され、飛躍的な機械効率や耐久性の向上がもたらされた。また、自転車の普及やそれに続く自動車の発明によって大量のベアリング需要が生まれたことで、現在につながるベアリング産業の礎が築かれた。これと平行して19世紀末ごろから欧州を中心にベアリングの耐久性（寿命）に関する理論の体系化、及び寸法系列やベアリング寸法公差の標準化などが行われ、ベアリングは標準化された機械要素部品として広く世の中全ての産業界に普及し、人々の生活を支える存在となっていた。

日本においては第一次世界大戦以降にベアリングの国産化が進められ、1910～1920年代にベアリング製造主要各社が相次いで創業された。そしてその後、第二次世界大戦終結までの間、兵器や兵器製造を支える重工業に使用するベアリングを中心に生産が行われた。

第二次世界大戦後のモータリゼーションの発展期を迎えると、欧米を中心に自動車のエンジン、車軸、トランスミッション等の各用途に適した独自の仕様を持つベアリングが登場した。そのため日本においても自動車メーカーの要請を受け、各ベアリングメーカーが自動車用ベアリングの国産化、独自技術の開発に取り組むことにより、自動車の性能・品質・信頼性の向上に寄与するとともに、日本のみならず世界中の一般大衆への自動車の普及に大きく貢献することとなった。

本報告書では、ベアリングの構造や特長についてまとめ、上記したベアリングの歴史を紐解いた。それとともに、自動車用のエンジン、車軸、サスペンション、動力伝達系などアプリケーションごとの自動車用ベアリングについて、初期の欧米技術のキャッチアップの時代から、日本独自のきめ細かい技術開発の取り組みにより、各種のエンジン補機用ベアリングや車軸用のハブユニット、動力伝達系に使用するベアリングなど、長寿命、高効率、かつ高い信頼性を有するベアリングを生み出すに至った技術開発について調査を行った結果をまとめた。

また最近では、ハイブリッド自動車及び電気自動車の登場や、長年世界の自動車需要を牽引してきた日米欧市場の飽和、そして中国及びインドに代表される新興国市場の拡大により、自動車用ベアリングにおいても新たな対応が求められている。そのため、最後に自動車用ベアリングの将来予測と今後の開発の方向性について考察を行った。

■ Abstract

It has been known since ancient times that frictional resistance can be significantly reduced by changing sliding friction into rolling friction by using rollers, such as in the transport of megaliths when constructing the pyramids in Egypt. And sketches by the 15th-century Renaissance genius Leonardo da Vinci illustrate the idea of putting rotational friction to use in a mechanism supporting a rotating axis.

At the time of the industrial revolution, when steel was mass-produced, steel rolling bearings that applied the idea of Da Vinci, and others, were manufactured for the rotating shafts of textile machines, as well as the axles of bicycles, carriages, and the like, for moving and transporting. Those rolling bearings brought dramatic improvements in mechanical efficiency and durability. In addition, the spread of the bicycle and the subsequent invention of the automobile generated widespread demand for rolling bearings, and created the foundation of today's bearing industry. In parallel with this, from the end of the 19th century, theory regarding the durability (bearing life) of rolling bearings came to be studied and systematized, and dimensional series and rolling bearing dimensional tolerances standardized, mainly in Europe. Rolling bearings are now widely used as standardized machine parts in all industries throughout the world, and have thus become an essential element of everyday life.

In Japan, rolling bearing manufacture started after World War I, with major rolling bearing manufacturers being founded one after another in the 1910s and 1920s. After that, until the end of World War II, production of rolling bearings was mainly for weapons, and the heavy industries that supported weapons manufacturing.

In the era of motorization following World War II, rolling bearings with unique specifications for various applications, such as automobile engines, axles, and transmissions, were developed, mainly in Europe and the United States. In Japan, in response to requests from automobile manufacturers, each bearing manufacturer contributed to improving the performance, quality, and reliability of automobiles through domestic production of automobile rolling bearings and the development of original technology. This contributed greatly to the spread of automobiles in general, not only in Japan, but worldwide.

This report summarizes the mechanisms and features of rolling bearings, and explicates the above history of rolling bearings.

It also looks at each type of automotive bearing, for such applications as car engines, axles, suspension and drive-train systems, and reports on the results of a survey carried out on the technological development of bearings in Japan, from the early days of catching up with Western technology, to the development of intricate proprietary technology, leading to the achievement of reliable bearings (engine accessory bearings, automotive axle hub units, bearings used in drive-train systems, etc.) with the required operating life, efficiency and reliability.

Also, recently, with the advent of hybrid and electric vehicles, the saturation of the Japanese, US, and European markets that have been driving global automobile demand for many years, and the expansion of emerging markets such as China and India, new types of automotive bearing are required. For this reason, in conclusion, the future of automotive bearings and the direction of future development are addressed.

■ Profile

室谷 周良

Chikayoshi Murotani

国立科学博物館産業技術史資料情報センター主任調査員

1976 年	早稲田大学理工学部機械工学科卒業
同年	光洋精工株式会社（現 株式会社ジェイテクト）入社 主に自動車用ベアリングの開発、技術サービスに従事
2005 年～2008 年	株式会社ジェイテクト 東部テクニカルセンター長
2008 年～2010 年	株式会社ジェイテクト 欧州テクニカルセンター長
2010 年～2014 年	Koyo Bearing U.S.A, Senior Executive Engineering Advisor
2014 年～2019 年	ISO/TC4（転がり軸受）、ISO/TC 213（幾何特性仕様）エキスパート、国内委員、 JIS 原案作成審議委員
2019 年	株式会社ジェイテクト 退社

■ Contents

1. はじめに	3
2. ベアリングの構造と形式	4
3. ベアリングの歴史	11
4. 自動車用ベアリングの開発と進化	31
5. 自動車用ベアリングの将来展望	98
6. あとがき	103