

ベアリング業界における地球温暖化対策の取組 ～低炭素社会実行計画 2019年度実績報告～

2020年10月

一般社団法人日本ベアリング工業会

目次

0.	昨年度審議会での評価・指摘事項	2
1.	ベアリング業界の概要	3
2.	ベアリング業界の「低炭素社会実行計画」概要	5
3.	2019年度の実績	6
4.	低炭素製品・サービス等による他部門での貢献	9
5.	海外での削減貢献	14
6.	革新的な技術開発・導入	15
7.	その他の取組	17

0. 昨年度審議会での評価・指摘事項

- 昨年度フォローアップWGにおける進捗評価
 - － 主なコメント・指摘事項
 - ①先進的な技術について自動車用の事例が多く、今後、従来のガソリン車のような内燃機関での自動車メーカー以外のメーカーがどんどん参入していくと思われるので、省エネに貢献するベアリングのよい製品を引き続き出してほしい。
 - ②ベアリングが組み込まれた製品を通じてCO2削減に貢献していることを定量的に示してほしい。
 - － 課題
 - ①個別企業が取り組んでいる技術開発であり、どこまで公表できるか個別に調整する必要がある。
 - ②ベアリングは機械に組み込まれる部品で多種多様であり、組み込まれる最終製品やその箇所の条件などが様々であるので、CO2削減貢献量の算出は困難性を伴う。
- 指摘を踏まえた今年度の改善・追加等
 - － 検討結果
 - ①会員企業が取り組んでいる自動車用及びそれ以外の事例も可能な範囲で示すこととした。
 - ②会員企業が取り組んでいるベアリングのCO2排出削減貢献量の事例を収集・紹介する。今後も、工業会として定量化について検討していく。

1. ベアリング業界の概要（1）

- ボール&ローラーベアリング（玉及びころ軸受）並びにその部分品を生産する製造業
- ベアリングは、自動車、産業機械を始めとするあらゆる機械の回転部分に使用され、機械製品の性能、品質を左右する機械要素部品。

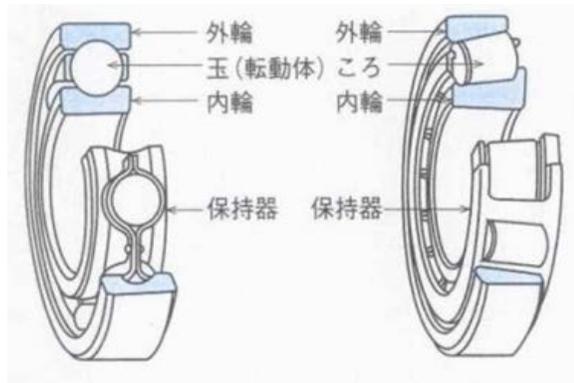
〈ベアリングが使用されている代表的な製品〉



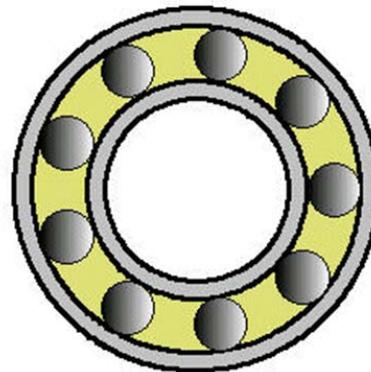
1. ベアリング業界の概要（2）

- 軸を正確かつ滑らかに回転させ、摩擦によるエネルギー損失や発熱を低減させる部品で、まさに省エネルギーそのものを機能とする。
- ベアリングの典型的な構造としては、外輪、内輪の大小2つの輪の間に玉及びころが数個から十数個ほど入っている構造。
- 自動車では、エンジン・トランスミッション・車軸をはじめ、随所に組込まれ、1台あたり100～150個ほど使用されている。
- 業界の規模
 - 企業数：32社
 - 市場規模：約8400億円

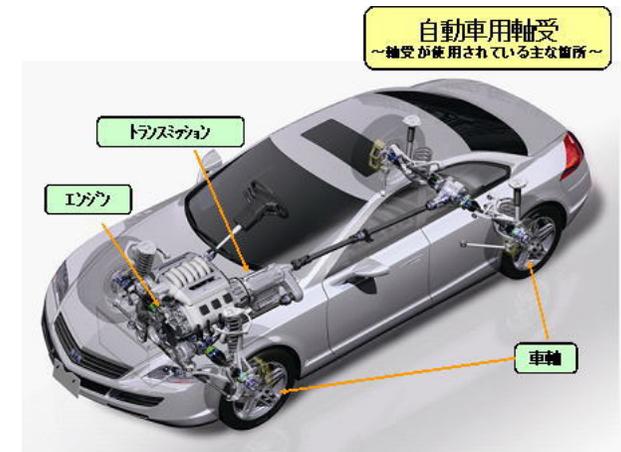
ベアリングの基本構造



ボールベアリングの断面モデル



自動車のベアリング使用例

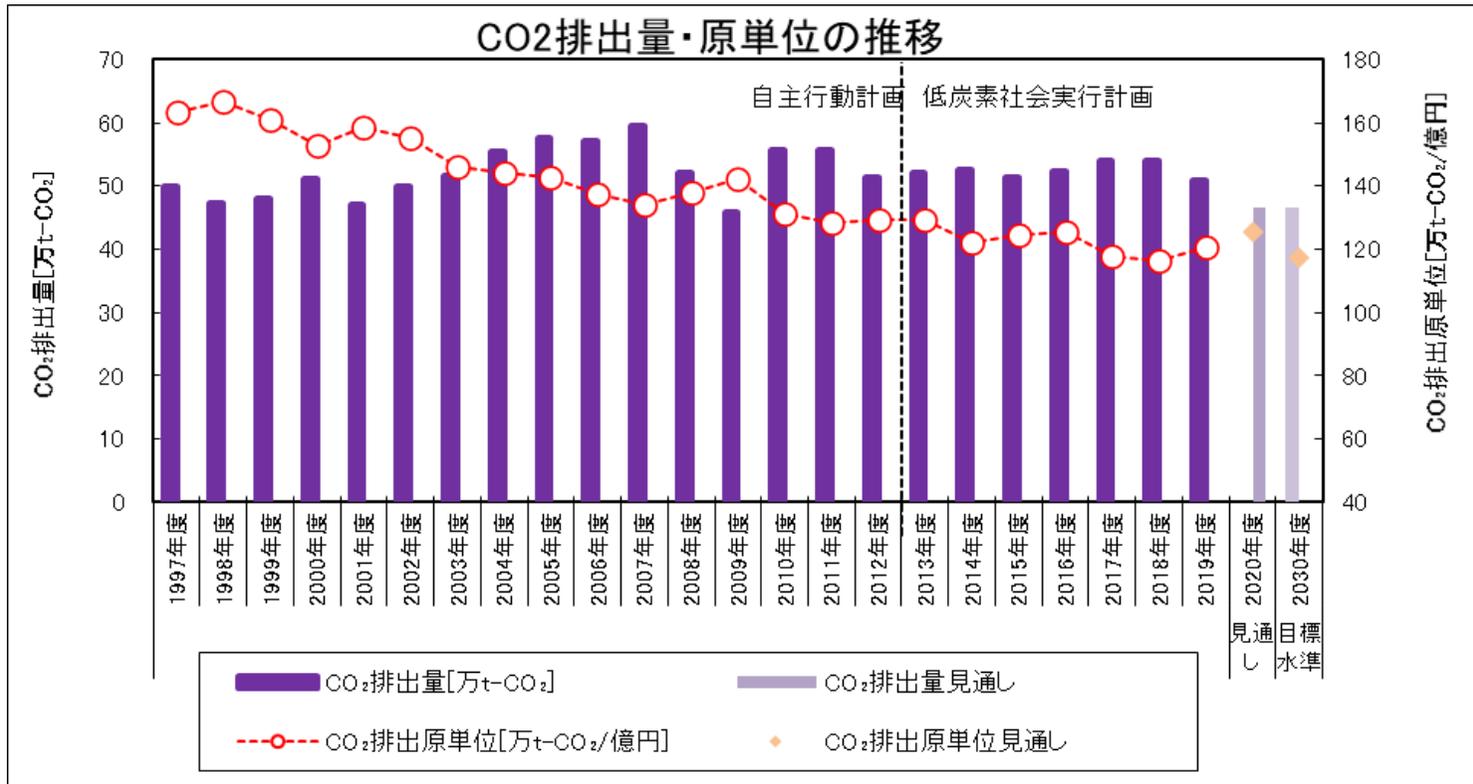


2. ベアリング業界の「低炭素社会実行計画」概要

- 目標指標：CO₂排出原単位
 - 2020年 2014年3月策定
CO₂排出原単位を1997年比で23%削減することに努める。
 - 2030年 2015年5月策定
CO₂排出原単位を1997年比で28%削減することに努める。
- 目標策定の背景
環境自主行動計画の目標は1998年度に作成。1990年度データ把握が困難な企業があったため、直近の1997年度を基準年度に定め、省エネ法の年率1%を念頭においたCO₂排出原単位（固定係数ベース）の目標とした。これを踏まえ、この基準を継続し1997年度から23年後の2020年度に23%以上削減となるように目標設定をした。
- 前提条件
 - ①2020年度の生産量は、2012年度レベル以上とする。
 - ②電力の排出係数は、3.05 t-CO₂/万kWhに固定する。

3. 2019年度の取組実績（1）

- 2019年度の実績値
 - CO₂排出量：50.8万 t-CO₂（基準年度比101.8%、2018年度比94.1%）
 - CO₂原単位：120.5 t-CO₂/億円（基準年度比73.8%、2018年度比103.3%）
- 進捗率
 - 2020年目標：113.8%
 - 2030年目標：93.4%



3. 2019年度の取組実績（2）

実績の推移

	基準年度 (1997年度)	2018年度 実績	2019年度 実績
CO ₂ 排出量 (万t-CO ₂)	49.9	54.0	50.8
CO ₂ 原単位 (t-CO ₂ /億円) (基準年比%)	163.2 (100.0%)	116.6 (71.4%)	120.5 (73.8%)

要因分析

CO₂排出原単位の要因分析

	基準年度→2019年度変化分	
	(t-CO ₂ /億円)	(%)
事業者省エネ努力分	-45.5	-27.9
燃料転換の変化	-7.2	-4.4
購入電力の変化	10.0	6.1
CO ₂ 排出原単位の増減	-42.7	-26.2

* 合計値は、四捨五入の関係で一致しない場合がある。

CO₂排出量の要因分析

	基準年度→2019年度変化分	
	(万t-CO ₂)	(%)
事業者省エネ努力分	-15.8	-31.6
燃料転換の変化	-4.2	-8.5
購入電力の変化	4.5	9.0
生産活動量の変化	16.4	32.9
CO ₂ 排出量の増減	0.9	1.8

3. 2019年度の取組実績（3）

BAT、ベストプラクティスの導入推進状況

BAT・ベストプラクティス等	削減見込量	導入状況・普及率等
【熱処理炉関連】 燃料転換（天然ガス化）、断熱強化などの最新設備の導入	約13,000t-CO2	2019年度まで 77% 2020年度まで 100%
【コンプレッサ関連】 台数制御、インバータ化、エア漏れ改善などの実施	約4,000t-CO2	2019年度まで 198% 2020年度まで 200%
【生産設備関連】 インバータ化、高効率設備への置き換え、高効率トランスの導入などを実施	約2,000t-CO2	2019年度まで 157% 2020年度まで 170%

【業界内の好取組事例】

- ・ 会員企業の中には、ポンプ、コンプレッサのモータのインバータ化により、吐出量の最適化を推進している。クーラントポンプは、定回転数で運転されていたため、クーラント吐出量は一定となり、過剰なクーラントはバイパスバルブを介してタンクに戻されていた。ポンプのインバータ化と吐出圧力によるPID制御を導入し、吐出量を最適化することで6,600kWh/年の電力量を削減した。

4. 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献

	低炭素製品・サービス等	削減実績 (2019年度)
1	複列深溝玉軸受 (株不二越)	自動車の駆動装置用軸受としての複列深溝玉軸受の採用により使用段階のCO2排出量を0.22%削減。従来の円筒ころ軸受に対し、65%のフリクションを低減。(10ページの貢献事例1を参照)
2	第5世代低トルク円すいころ軸受FLT®-V (株ジェイテクト)	自動車トランスミッション及びデファリツシャルユニットに使用される円すいころ軸受で樹脂保持器形状の最適化により、車両燃費約1.8%向上、CO2排出量約4.0g/km削減。(11ページの貢献事例2を参照)
3	モータ・ジェネレータ機能付ハブベアリング「eHUB」 (NTN株)	タイヤの回転を支えるハブベアリングにモータ・ジェネレータを組み合わせた「eHUB」を開発。スタージェネレータなど実用化された「48V MHEV」と組み合わせて従来のエンジンだけの自動車と比較して最大25%の燃費向上。(12ページの貢献事例3を参照)
4	高信頼性 鉄道駆動装置用軸受 (日本精工株)	すきま調整不要の円筒ころ軸受と四点接触玉軸受を開発。隅R形状の最適化とリング案内改良により保持器強度を大幅に向上。駆動装置の省メンテナンス化、鉄道車両のライフサイクルコストの削減に貢献。(13ページの貢献事例4を参照)

● 削減貢献の概要、具体的事例

上記のとおり、会員企業においては、日々、ベアリングの小型・軽量化、低トルク化、長寿命化などの技術開発を行っており、省エネルギーに大きく貢献している。具体的事例の詳細は、10～13ページを参照。

4. 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献（事例1）

ベアリングのCO2排出削減貢献量の事例紹介

複列深溝玉軸受 [株式会社不二越]

[複列深溝玉軸受の採用により使用段階のCO2排出量を0.22%削減]

温室効果ガスの排出による地球の温暖化は気候変動を引き起こし、大きな社会的、経済的な問題となることが広く認識されています。

自動車は、化石燃料を用いる内燃機関にかわり、ハイブリッドやEV、FCVへ急速にシフトしつつあり、駆動ユニットに使用される転がり軸受においてもさらなる低トルク化が求められています。

これらの高効率なシステムにおいても、燃費や電費効率をさらに高めることは、NACHIの重要なミッションです。

NACHI不二越では、自動車の駆動装置用軸受（図1～2）として、従来の円筒ころ軸受に対し、65%のフリクションを低減させ得る、複列深溝玉軸受を開発しました（図3）。

従来の円筒ころ軸受に対し、ラジアル・スラスト荷重を一つの軸受で受け持つことができ、ころ軸受を玉軸受とすることにより軽量化と低トルク化に貢献します。

また、複列深溝玉軸受の特性として、単列深溝玉軸受に比べ高負荷容量・長寿命であることに加え、NACHIの特殊鋼との組み合わせにより駆動ユニットの軽量・コンパクト化に貢献することが可能です。

【商品外観】



図1. 商品外観

【構造】

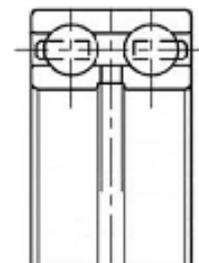


図2. 軸受構造

【複列深溝玉軸受のフリクション性能およびCO2排出削減効果】

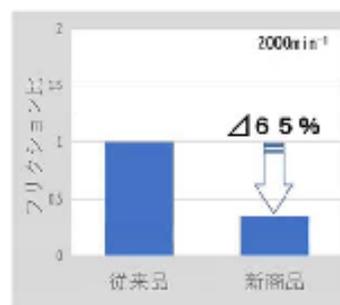


図3a フリクション比較例

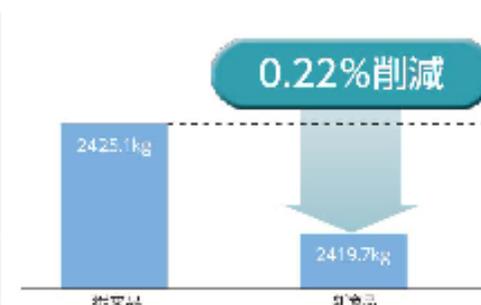


図3b CO2削減推定量(弊社推定値)

リンク

http://www.nachi-fujikoshi.co.jp/ir/pdf/2020_report.pdf

不二越 環境レポート2020 P.15を参照ください

4. 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献（事例2）

第5世代低トルク円すいころ軸受 LFT®-V [株式会社ジェイテクト]

No.1の低トルク性能でさらなるクルマのCO₂排出削減に貢献

<はじめに>

自動車産業においては、世界規模で環境規制が強化されています。例えば、欧州ではこれまでのCO₂排出量 130g/kmが、2021年には95g/kmとなります。また、各国でのゼロエミッション車及び新エネルギー車規制並びに販売奨励策により、2030年にはEV・PHV・HVの電動自動車は世界乗用車販売台数の35%までに増加すると予想されています。

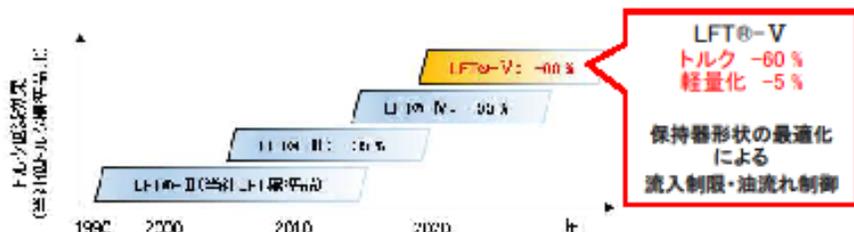
株式会社ジェイテクトでは、自動車のトランスミッション及びデファレンシャルユニットに使用される円すいころ軸受において、No.1の低トルク性能^{※1}を誇り、LFTシリーズ最軽量となる次世代製品「LFT®-V」を開発しました^{※2}。世界各国での自動車の低燃費化及び高効率化に貢献するとともに、電動自動車にも対応する製品として世界規模で展開を進めています。

※1：当社LFTシリーズ円すいころ軸受における性能

※2：2020年5月27日ニュースリリース「第5世代 低トルク円すいころ軸受 LFT®-V」の開発

<https://www.jtekt.co.jp/news/200527.html>

【円すいころ軸受-LFTシリーズの世代ごとのトルク低減効果】



車両燃費 約1.8%向上 → CO₂排出量 約4.0g/km削減(当社基準による算出)

「LFT」は株式会社ジェイテクトの登録商標

当社LFT標準品比のトルク性能・軽量化性能

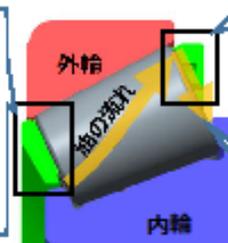
【LFT®-Vの特徴】

樹脂保持器形状の最適化により、LFTシリーズNo.1の性能・最軽量を実現しています。

※No.1：当社LFTシリーズにおける性能です

- ①低トルク化と長寿命化
- ②軸受昇温の低減
- ③耐焼付き性の向上
- ④省スペース/最軽量化

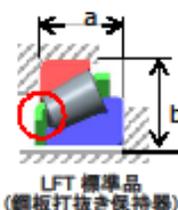
- ①低トルク化と長寿命化
 - ・保持器へ内・外輪の「スリ」構造
 - ・保持器端面形状の最適化
 - 軸受内部への流入油量・異物を低減し、低トルク化および長寿命化を実現



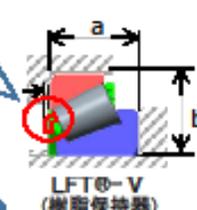
- ③耐焼付き性の向上
 - ・油保持溝による油保持性向上
 - 低温時・始動時の耐焼付き性を向上



- ②軸受昇温の低減
 - ・軸受内部の油流れの最適化
 - 高温になりやすい「ころ大端面部」に油を誘導し、「内輪大つば部」の潤滑性を向上



- ④省スペース/最軽量化
 - 保持器材質・形状の変更
 - 保持器の重量 60%低減
 - 軸受質量 5%軽量化



【製品写真】



【使用箇所】



4. 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献（事例3）

ベアリングのCO2排出削減貢献量の事例紹介

モータ・ジェネレータ機能付ハブベアリング「eHUB」を開発 NTN 株式会社

1. 48V マイルドハイブリッドシステムとの組み合わせで、最大25%の燃費改善

NTN 株式会社(以下、NTN)は、タイヤの回転を支えるハブベアリングに業界初となるモータ・ジェネレータを組み合わせた「eHUB」を開発いたしました。

近年、自動車の燃費向上やCO2排出規制の強化が進むなか、欧州を中心に、発進時や加速時にエンジンの駆動力を補助して燃費を改善する「48V マイルドハイブリッドシステム」(以下、「48V MHEV」)の普及が拡大しています。「48V MHEV」は、エンジンを主要動力源として使用し、発進時や加速時などエンジン駆動時に小型のモータで駆動アシストするシステムです。また、減速時に発生するエネルギーを電力に変換(回生)することで、より燃費効率を向上させることも可能です。

今回開発した「eHUB」は、前輪駆動車の場合は後輪(非駆動輪)に搭載し、モータで駆動アシストしてエンジン負荷を軽減し、減速時には発電機としてエネルギーを電力に回生します。本開発品を、スタータジェネレータなど既実用化された「48V MHEV」と組み合わせることで、従来のエンジンだけの自動車と比較して最大25%の燃費向上が実現します。また、EVクリープ走行や、すべりやすい路面(低μ路面)での車両姿勢の安定制御に活用することも可能です。

世界シェアNo.1を誇るハブベアリングの商品開発で築いた技術力に加え、インホイールモータや電動モータ・アクチュエータのシリーズ化で培ったモータ制御技術やモジュール化技術を活用し、現行の足回り設計を大きく変更することなくハブベアリングとモータの一体化を可能としました。左右のモータを独立制御するコントローラも開発し、システム商品としても提案してまいります。

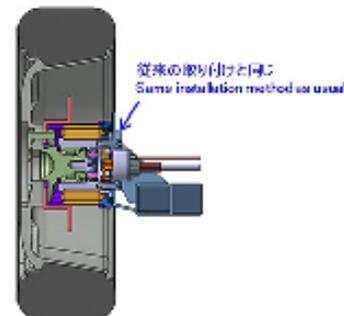
2. 開発品の特長(目標値)

1. 車両燃費改善	25%(48V MHEV システムと組み合わせの場合) 10%(「eHUB」単体)
2. コンパクト	現行品と同等サイズ
3. モータ最大出力	20 kW/2 輪

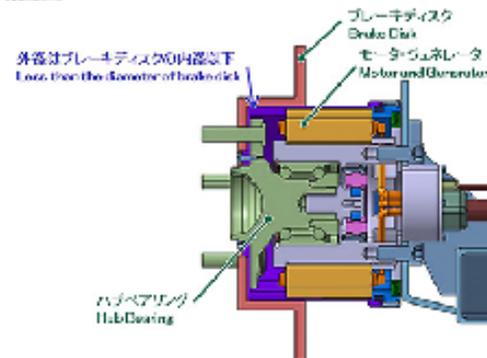
3. 商品写真



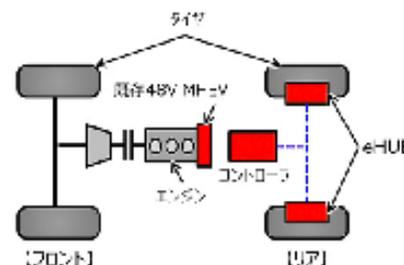
4. 取り付け時



5. 断面図



6. 搭載例



以上

4. 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献（事例4）

ベアリングのCO2 排出削減貢献量の事例紹介

「高信頼性 鉄道駆動装置用軸受」

[日本精工株式会社]

～鉄道駆動装置の省メンテナンスに貢献～

取り扱いの容易さと駆動装置特有の過酷な環境下でも長期間使用できる高信頼性により駆動装置の省メンテナンス化、鉄道車両のライフサイクルコストの削減に貢献します。

* ライフサイクルコスト：鉄道車両の導入から運行や維持、廃棄に必要な費用

(1) 開発の背景



近年の鉄道業界における環境保全とライフサイクルコスト削減要求の高まりを背景に、駆動装置用の軸受には、これまで以上に高信頼性や省メンテナンス性が必要とされています。

鉄道車両を駆動する主電動機の出力を車軸へ伝達する駆動装置(歯車減速機)は、線路と車輪の間で発生する大きな振動を受けます。駆動装置は小歯車軸と大歯車軸があり、この駆動装置の歯車軸を支持する軸受には、過酷な振動下でも破損せずに長期間使用できる、高い信頼性が要求されます。また、定期的に確実なメンテナンスを施すことも信頼性確保のうえで重要です。

日本精工（以降、NSK）は、駆動装置の小歯車に使用される円すいころ軸受を高速車両など様々な鉄道車両用に供給し、多くの実績を有しております。しかし、円すいころ軸受を使用する形式の駆動装置ではメンテナンス時にエンドプレーと呼ばれる、歯車軸の軸方向動き量の調整を熟練作業者が慎重に行う必要があり、多くの人手とコストを要することが課題でした。

(2) 製品の特長

1. 省メンテナンスを実現

小歯車に使用される従来の円すいころ軸受は、エンドプレーの調整が必要でした。NSKは、出荷時点にスキマが調整されており、軸受を取り付けるだけで最適なエンドプレーとなる四点接触玉軸受と、併せて使用される円筒ころ軸受を開発しました。

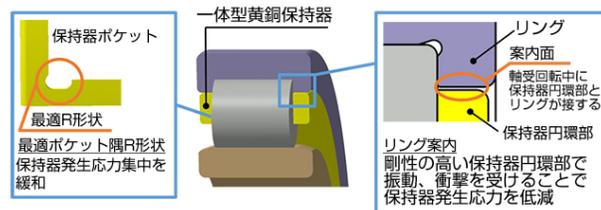
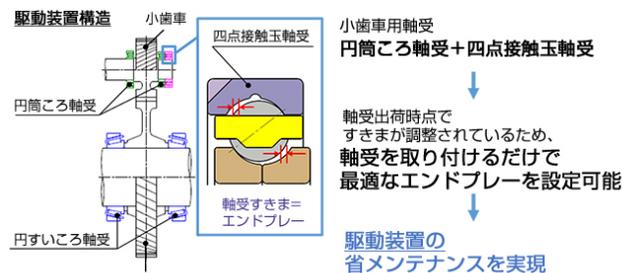
2. 高強度保持器を採用

駆動装置用軸受は、線路からの大きな振動・衝撃を受けるため、保持器強度が重要です。開発品は、NSKが駆動装置用円すいころ軸受で培った豊富な実績や知見を元に開発設計した高強度保持器を採用しており、最適ポケット隅R形状とリング案内により保持器発生応力を75%低減しました。

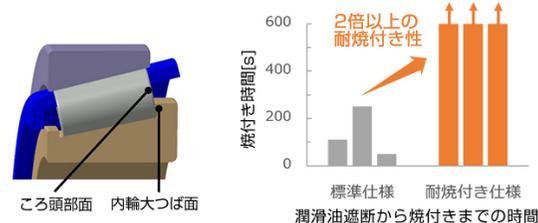
3. 内輪の耐クリープ性を向上

開発品は、内輪に寸法安定化熱処理を採用することにより、高温下での長期使用における内輪の寸法変化を抑制し、耐クリープ性を向上させています。

(3) 製品の構造



最適ポケット隅R形状+リング案内により保持器強度を大幅に向上



内輪大つば面ところ頭部の仕様を最適化し、耐焼付き性を向上

(4) 製品の効果

駆動装置の省メンテナンス化、鉄道車両のライフサイクルコストの削減に貢献します。

(5) リンク先

<https://www.nsk.com/jp/company/news/2020/0327a.html>

(2020年3月27日 プレスリリース)

5. 海外での削減貢献

	海外での削減貢献	削減実績 (2019年度)
1	タイの工場で水の蒸散効果を活用した冷却システムの導入により空調稼働率を低減するなど、CO2排出量を削減。	1,100 t-CO2削減
2	フランス及び中国の工場で、太陽光発電パネルを設置し稼働している。	1,300 t-CO2削減

- 取組の具体的事例、取組実績の考察

会員企業では、海外の現地法人においても、国内と同様に省エネ活動などを推進している。これまでに進出先国・地域の環境保全に関しては、現地の現状を十分に配慮しつつ、事業展開を図ってきている。特に、途上国へ進出する際は日本の先進的技術を導入しており、当該国から高く評価されている企業もある。

6. 革新的な技術開発・導入

「磁歪(じわい)式トルクセンサ」の技術開発

革新的技術・サービス	導入時期	削減見込量
自動車の変速機用途として磁歪(じわい) ^注 式トルクセンサを開発。軸と非接触で測定可能。軸受と併用する事で、センサと軸のギャップを管理でき、より安定したトルク測定が出来る。既存の変速機への適用による車両燃費改善や、今後増加が期待される2速変速EVへの適用で車両の航続距離延伸が期待できる。 (日本精工(株))	実験車においてトルク測定を実施し、車両制御変更による燃費改善を確認した。 今後、実車の振動や温度環境でのセンサ耐久性を確認し、2024年以降の量産開始を目指す。	削減効果 未定

^{じわい}
注: 磁歪とは、強磁性体を磁化するとき、わずかに変形する現象、またはその変形。磁気ひずみ。逆に金属が変形すると磁界も変化する(逆磁歪)。この現象を利用して、トルクによる軸のねじれを磁界の変化(非接触)で捉え、トルクに換算する。

6. 革新的な技術開発・導入

じわい
「磁歪式トルクセンサ」に関する技術開発の概要

自動車の駆動系に適用するために、軸と非接触で軸のトルクを測定する磁歪式トルクセンサを開発した。強磁性体に歪を与えると材料の磁気特性(透磁率)が変化する逆磁歪効果を利用して、軸トルクの測定を行う。センサを軸受横に配置する事でギャップ管理が容易となり、センサ性能の安定化に貢献できる。

現在、量産されている自動車において、トルクセンシングを行っている車両はない。今後、測定トルクに基づいた車両制御の開発により、燃費改善や乗り心地改善、故障予知等に活用できると考えている。軸受周辺技術として、自動車分野以外にも応用可能である。

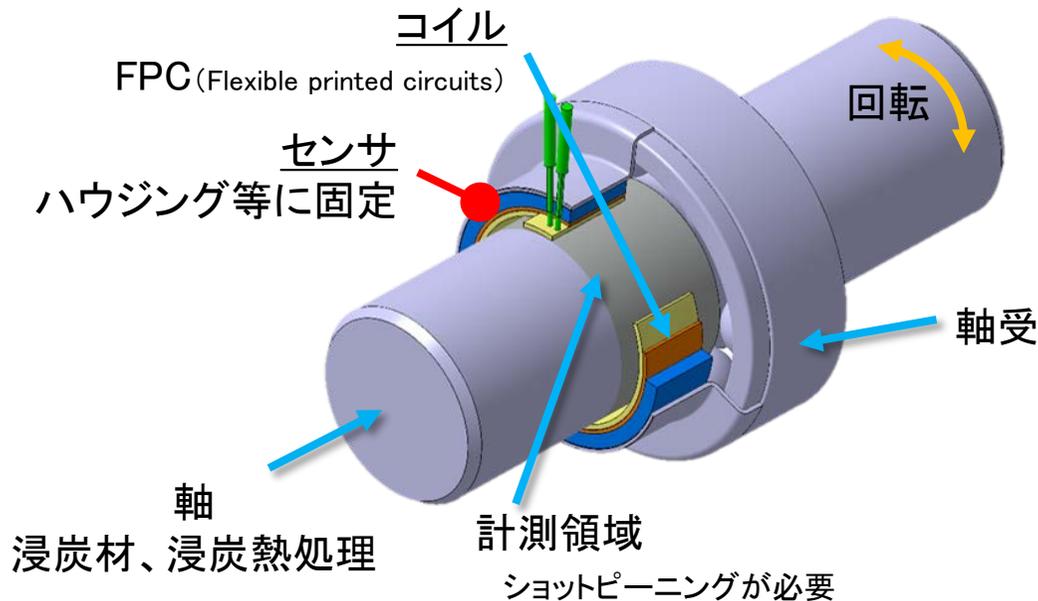


図1 トルクセンサ構成図

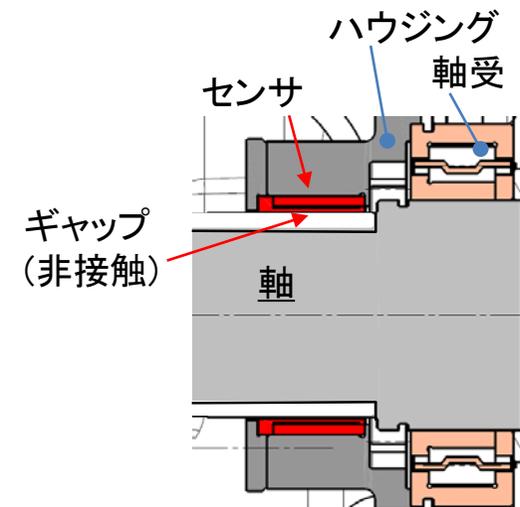


図2 センサ、軸受 断面図

7. その他取組

- 情報発信の取組

- 業界団体

- 参加企業の取組みをとりまとめ、「省エネ・廃棄物削減・包装材の改善事例集」を作成して会員各社へ配布。
- 「ベアリングのCO₂排出削減貢献レポート」を作成し、当工業会ホームページで公開している。

- 個社

- 会員企業の中には、対外的にCSRレポート（環境報告書）や環境関連を含むアニュアルレポートの発行、インターネット上でのホームページによる環境方針や環境会計の公表等を行っている。

- 国民運動での取組

- 会員企業の中には、工場近郊の山を市町村と企業が一体となって森林再生を進める促進事業に取り組んでいる。また、植物を植えるなど美化と整備を継続して行っている。