

高効率固定式等速ジョイント「CFJ」

High efficiency fixed constant velocity joint [CFJ]

NTN 株式会社* (正) 船橋 雅司 (正) 藤尾 輝明 (正) 崎原 立己

Masashi Funahashi*, Teruaki Fujio*, Sakihara Ritsuki*

*NTN corporation

1. はじめに

自動車の動力伝達に用いられるドライブシャフトには、タイヤ側に取り付けられ、タイヤの転舵とともに大きな角度が取れる固定式等速ジョイント（以下、固定式 CVJ）とパワートレインユニット側に取り付けられ、車体の上下動とともに角度がとれスライドできる摺動式等速ジョイント（以下、摺動式 CVJ）がある（Fig. 1）。これまで、ドライブシャフトには小型・軽量・高角度・低振動といった機能が求められ、NTN ではトライボロジー、材料、機械設計などの技術を駆使して弛まぬ改良開発を進めてきた。一方、CO₂ 排出量増加に伴う地球温暖化による異常気象の発生等、人類の様々な活動の環境に及ぼす影響が社会問題として取り上げられる中、1997 年の京都議定書制定以降、国際社会全体で温暖化対策が進められてきた。2015 年のパリ協定で定められた世界の平均気温上昇目標を達成するため、2050 年の脱炭素社会実現に向けた取り組みが世界中で加速していることを背景に、近年ドライブシャフトの高効率化への要望が高まっている。^{1,2)}

本稿では、固定式 CVJ に焦点を当て、環境保護の市場ニーズに対応するため開発した高効率固定式 CVJ「CFJ」について紹介する。

2. 市場トレンド／ニーズ

脱炭素社会実現に向け、各国において自動車の CO₂ 排出量や燃費の基準が年々厳しくなる中、自動車に使用されるすべての部品の軽量化及び高効率化がますます求められている。また、自動車は従来の内燃機関車両から電動車両（以下、EV）へ急速な方向転換が進められている。EV では、航続距離の延伸が課題となり、各部品の軽量化及び高効率化に加え、大容量バッテリーを搭載するスペースを確保するため、パワートレインユニットの位置変更やホイールベース延長などの車両レイアウトの変化が予測される（Fig. 2）。この中で、ドライブシャフトに求められる機能は、①低燃費や低電費に貢献できる高効率化、小型・軽量化、②バッテリースペース確保に伴う高常用角化と考える。特に、固定式 CVJ では摺動式 CVJ に対し効率が悪いという課題がある。

3. 高効率固定式 CVJ「CFJ」³⁾

3.1 特長

「CFJ」は下記の独自構造「スフェリカルクロスグループ構造」により世界最高水準の高効率・小型・軽量を実現した。

- ① 内輪と外輪の円弧状トラックを軸方向に対して傾斜させ、隣り合うトラックを鏡像対称に配置（Fig. 3）
- ② 内輪トラックと外輪トラックの傾斜を互いに交差させ、交点にボールを配置

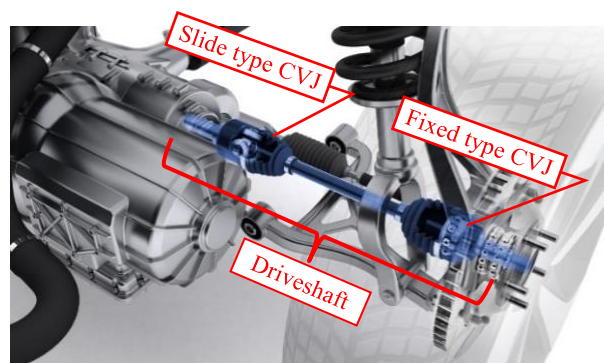


Fig. 1 Layout of driveshaft and CVJ

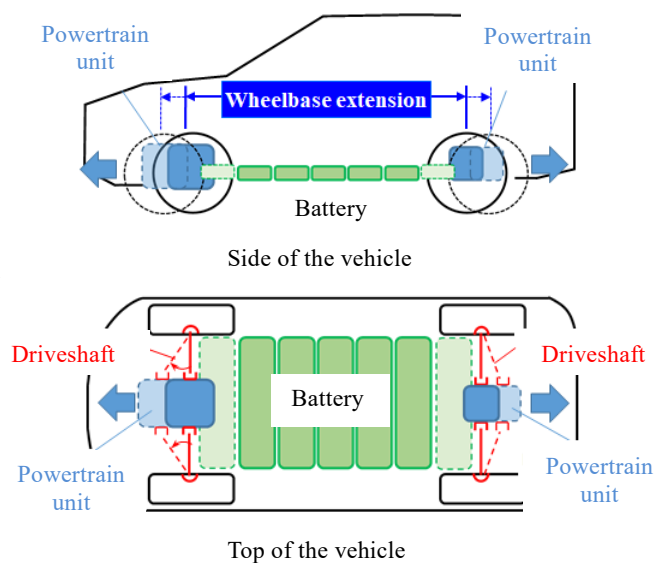


Fig.2 Layout image of driveshaft for EV

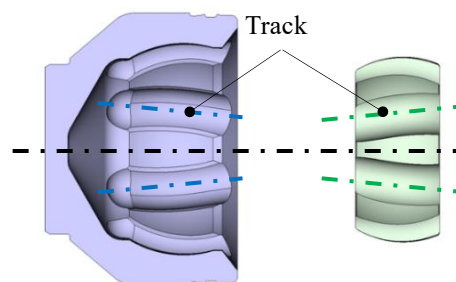


Fig.3 Configuration of track form of CFJ

CVJ のトルク損失は、トルク伝達時に各部品間に発生する摩擦力で失われるエネルギーに相当する。従来の固定式 CVJ は、トルク伝達時に発生する CVJ の内部力のうち、ボールがケージを押す力の方向が全てのボールで同じであり、ケージが一方方向に押し出され、ケージが外輪及び内輪と接触する (Fig.4)。一方、「CFJ」は、独自構造によりボールがケージを押す力が隣り合うボールで反対方向となり、ケージに掛かる力が相殺され外輪及び内輪との接触力を大幅に低減できる。それによって、「CFJ」はケージと外輪及び内輪間の摩擦力を低減し、世界最高水準の伝達効率を実現している。従来型固定式 CVJ である EBJ⁴⁾と「CFJ」について、ボールがケージを押す方向の比較を Fig. 5 に示す。

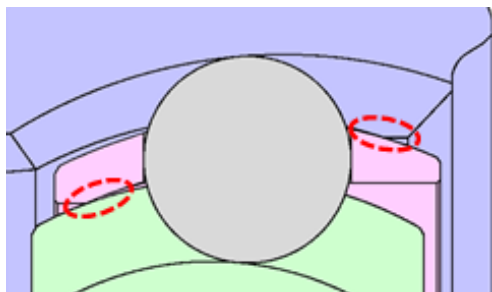


Fig. 4 Contact point between internal parts

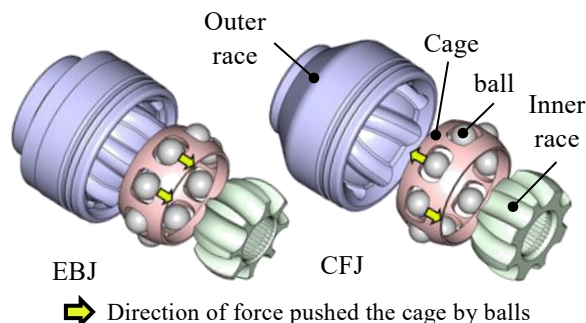


Fig. 5 Comparison of internal contact force

3.2 効率性能

Figure 6 にトルク損失率の測定結果を示す。「CFJ」のトルク低減率は、通常走行時だけでなく、EV などで発生する回生走行時においても、EBJ に対し 50 %以上低減している。

3.3 自動車の電費・燃費に対する効果試算

エンジンからの動力をタイヤに伝える部品であるドライブシャフトの効率は、自動車の燃費及び電費に直結する。加えて、減速時にエネルギーを回収する回生ブレーキを有するハイブリッド車両や EV などには、より大きな影響を与える。「CFJ」で具体的に試算⁹⁾すると、車重約 1.5ton、ドライブシャフトの取付け角度 9 度の車両にて WLTP 条件で走行した場合、EBJ に対して内燃機関車両（燃費 17.6 km/L）では 0.62 %燃費が改善し、CO₂排出量は 0.96 g/km 減少する。EV（電費 155 Wh/km）では、電費が 0.90 %改善する (Table 1)。

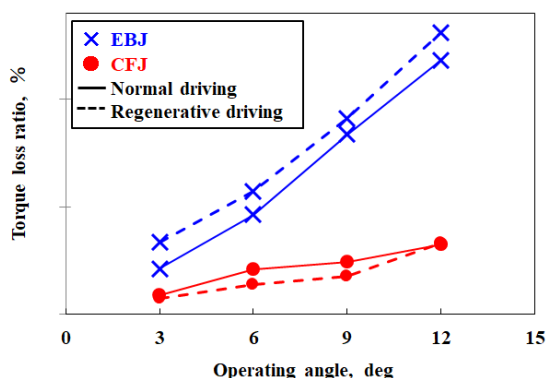


Fig. 6 Comparison of torque loss ratio

Table 1 Effect for vehicle (Compared to EBJ)

	Fuel & Electricity consumption	Reduction in CO ₂ emissions
ICE	0.62 % UP	▲ 0.96 g/km
HEV	0.76 % UP	▲ 1.12 g/km
BEV	0.90 % UP	—
<calculation condition> Vehicle weight: about 1.5 ton, Operating angle: 9deg. Driving condition: WLTP Fuel consumption: 17.6 km/L, Electricity consumption: 155 Wh/km		

4. まとめ

本稿では従来品に対しトルク損失率を 50%以上低減した高効率固定式 CVJ「CFJ」の性能とその効果について紹介した。世界的な脱炭素社会実現に向け、自動車は 100 年に一度の変革期を迎えており、この変革に柔軟に対応する CVJ を今後も継続して開発していく。

文献

- 1) 小幡：EV 普及の動向と展望 気候変動対策の観点から、公益財団法人 自然エネルギー財団 (2018) 38.
- 2) 大野・西田・相川・大久保・広瀬：脱炭素社会へのエネルギー戦略の提案 第 2 版、公益財団法人 自然エネルギー財団 (2019) 98.
- 3) 藤尾：次世代高効率固定式等速ジョイント (CFJ), NTN TECHNICAL REVIEW No.81 (2013) 64-67.
- 4) 曾根・穂積：高性能コンパクト固定式等速ジョイント (EBJ), NTN TECHNICAL REVIEW No.66 (1997) 28-31.
- 5) 環境対応委員会 LCA 分科会：JAPIA LCI 算出ガイドライン 第 2 版、一般社団法人 日本自動車部品工業会 (2016) 28.