

## 5 万 rpm 超でのギヤ評価設備の構築および評価状況

Construction of a gear evaluation facility operating over 50,000 rpm and its evaluation results

自動車用動力伝達技術研究組合 アイシン(非)\*小溝 恭輔 ダイハツ(非) 明田 隆仁

Kyosuke Komizo\*, Tkakahito Akeda\*\*

Transmission Research Association for Mobility Innovation, \*AISIN corporation, \*\*DAIHATSU MOTOR CO., LTD.

### 1. はじめに

自動車用動力伝達技術研究組合（略称：TRAMI）は、産学連携して研究を行うことにより、各社共通の課題を解決することを目的として、設立された非営利団体である。2025 年 4 月の時点における組合員は、国内のパワートレイン開発・製造などを行うリーディングカンパニーの 12 社となっている（Fig.1）。また、TRAMI の活動に賛同する賛助会員企業、共同研究企業 30 数社が TRAMI と共に研究活動に参画している。

TRAMI は「日本の産業力の底上げと持続的な科学技術の発展に貢献する」という理念に基づき、2022 年にカーボンニュートラル（CN）シナリオを策定している。ライフサイクルアセスメント（LCA）の視点から、小型化と高効率化を研究の主な二つの切り口としている（Fig.2）。

TRAMI は小型化の一つの手段であるモーターの超高回転化研究を 2023 年に開始した。この研究は NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）の先導研究プログラムにも採択され、著名な先生方と共に研究を邁進している。3 年目の今年が先導研究プログラムの最終年に当たり、大きな成果に向けて研究活動も追い込みに入っている。

一方、モーターの超高回転化により周辺の機械部品にも多くの技術課題が発生する。この解決を図らなければ、モーターの超高回転化の効果を引き出すことが出来ない。また、技術を実証するための超高回転試験機も必要となってくる。このように、超高回転化研究は多くの技術分野に広く技術課題が発生する。TRAMI が扱う研究領域は、自動車の動力源と車輪の間のパワートレイン（Fig.3）とその範囲は広く、研究成果を産業界に広く貢献可能である本研究は、TRAMI が取り組む研究として相性が良い。本稿ではその一つである JARI のオープンラボに設置した超高回転試験機の概要を紹介する。

### 2. 試験機概要<sup>1)</sup>

上述したように TRAMI ではモーターの超高回転化に関する研究を進めているが、モーター自体が高回転化しても車両速度は大きくは変化しないため、自ずと大きな減速比を持つ減速機が必要となり、そこに使用されるギヤも従来の設計範囲から大きく外れた領域で使用されることになることから、既存の設計技術で対応可能か検証が必要となる。



Fig. 1 Members of TRAMI

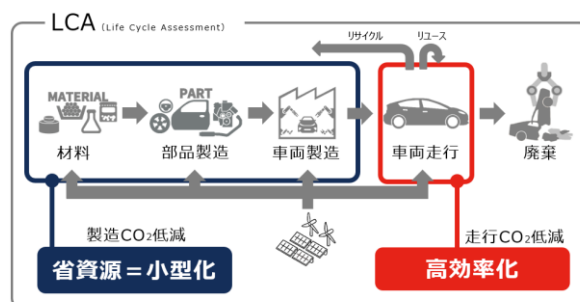


Fig.2 Research perspectives for CN



Fig. 3 Research scope of TRAMI



Fig.4 Test facility

当試験機は実際のギヤを 50,000rpm 超まで動力伝達させることにより高回転条件下での従来技術の適用可否の検証および課題出しをすることを目的として、2022 年度から設計・製作を進め、2024 年度には 50,000rpm 条件下でのギヤの噛合い損失トルクの測定が可能な環境を構築した(Fig.4).

Fig.5 に試験機全体の構成とテストギヤ諸元を示す. 本試験機は 50,000rpm での BOX3 の損失トルクを計測するため、BOX1～BOX4 の計 4 個のギヤボックスで増速 2 段、減速 2 段を構成している. 各 BOX のギヤ諸元は全て共通である. BOX3 が入力 50,000rpm となる供試体のギヤボックスとなり、入力および出力側にトルクメーターを設置し BOX3 の損失トルクを計測する. ギヤ諸元は実車を想定して Tesla Model S を参考とした諸元となっており、50,000rpm におけるギヤの周速は 118.8m/s となる.

### 3. 測定結果

試験結果の一例として Fig.6 に無負荷での BOX3 の損失トルクを示す. 本試験結果からは 50,000rpm までの条件においては損失トルクの急増など特異的な現象は認められなかった.

また風損などの各種損失においては、従来予測式との差異は許容可能なレベルであった.

### 4. 試験機立ち上げまでの改善点

トルクメーターを支持する台座の剛性不足により測定中に振動が発生しトルクメーターの破損に至ったため、台座の剛性アップ(Fig.7)および芯出し精度の向上を実施した. またシャフトを結合するカップリングの質量に対しシャフトの最弱部の強度が不足しており危険回転数を跨ぐ設計となっていたため、シャフト剛性アップおよび BRG 支持位置の見直しを実施した(Fig.8).

試験パターンについても、30,000rpm 以上ではトルクの値が振動しており定常状態での測定困難であったが、回転をスイープさせて測定することにより測定値の振動抑制が確認できたため、スイープ中のトルク値から慣性分を除いた値を測定値とした.

また潤滑量を安定化させることによりトルク振動を抑える効果も見られた.

### 5. まとめ

本試験により 50,000rpm までのギヤ損失トルクは従来の設計検討手法の適用が可能であることが確認出来たが、損失トルクは増加し続けることから、今後のモーターの高回転化による効率アップに対する背反事項として考慮が必要である.

試験機の改良を行ったが、依然としてトルクメーター台座上では 10G に近い振動が発生しているため連続運転時間が限られており、耐久性等の検証に当たっては試験機全体の剛性アップや芯出しの精度の向上が必要であると考え.

### 試験機の構成

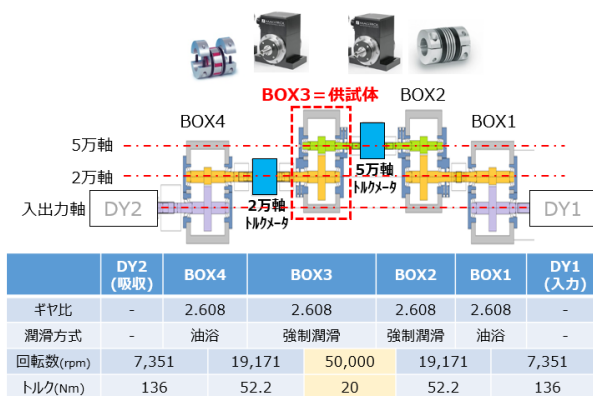


Fig. 5 Construction and specification

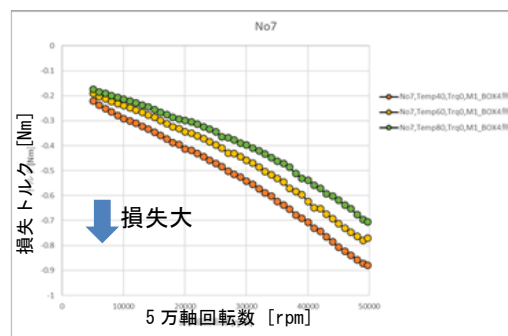


Fig.6 Loss torque of BOX3 (40/60/80°C)

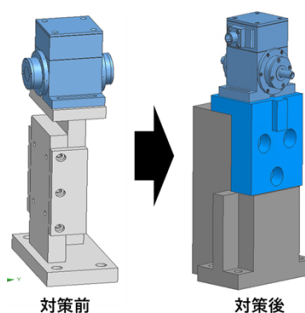


Fig.7 Torque meter support (Original/Improved)

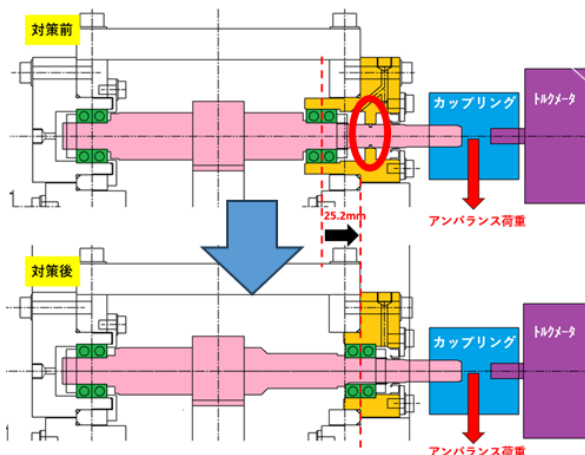


Fig.8 Shaft stiffness improvement (Original/Improved)

### 文献

- 1) 上田・内田：超高回転ギヤにおける既存設計技術適用可否検証及び課題検討. TRAMI 研究報告書 T190003