

振動抑制軸受の開発

Development of Isolated Needle Bearing

ジャスティン・ブルーベイカー J. BRUBAKER

Automotive drivetrains are complex mechanical systems that generate a wide range of noise & vibration. Automakers are continuously working to improve or suppress the noise & vibration in order to meet the needs of the market for a quiet and comfortable car. JTEKT has developed & produced a small isolator which attaches to a roller thrust bearing for controlling the noise produced by the bearing or transmitted through it by the drivetrain. The developed product reduces noise on average by 10dB and minimized the potential of increased weight. This report presents a revolutionary product which reduces application noise and vibration by the addition of an isolator to a conventional bearing.

Key Words: noise & vibration, NV, isolator, thrust needle roller bearing, automatic transmission, compact

1. はじめに

近年自動車に求められる乗員の快適性のニーズは高まってきている。

自動車は多くの部品の複雑な集合体であり、システムとして乗員の快適性を妨げる様々なノイズや振動（以下NV）の発生源をもっている。

これらのNVを制御しシステムとなる自動車の静音性を確保しなければならない。

自動車には転がり軸受がさまざまな箇所に使用されている。その中でも、ドライブトレインは多くの転がり軸受が採用されている部位であり、運転を支える主要な部品として活躍している。

ドライブトレイン内の転がり軸受もNVに影響を持つ部品であり、当社ではオートマチックトランスミッション（以下AT、**図1**）のスラスト針状ころ軸受において、NVに関する取り組みを行った。

軸受振動を減衰させ、システムのNV低減を可能とした革新的な新製品、小型アイソレータ軸受（**図2**）について紹介する。

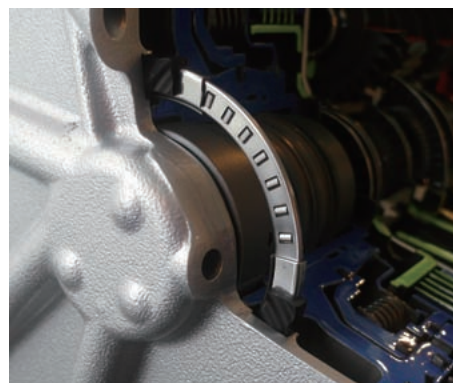


図1 オートマチックトランスミッション用針状ころ軸受

Thrust needle roller bearing isolator for Automatic Transmission



図2 アイソレータ付軸受の開発品

Developed isolator & bearing assembly

2. 現状把握

ATのNVの悪化に対するスラスト針状ころ軸受の関連性について、評価を実施し、現状把握を行った。

2.1 試料

現状把握のために、NVの悪化が確認できたATと正常なATから入手した2つのスラスト針状ころ軸受を試料とした。

2.2 試験機・試験条件

軸受単体のNV評価は無響室に設置した図3の試験機を使用した。試験条件は表1に示す当社内の標準試験条件としている。

この試験機は異なる速度および負荷においてスラストころ軸受が発生するNV特性の測定および分析に特化して開発した試験機である。

NV特性はマイクを介した可聴音と加速度センサを介した振動シグナルにより分析することができる。

加速度センサはハウジング部分に設置し、この状態でNVの強制力である軸受の単体振動試験を行う。

2.3 試験結果

軸受の単体試験結果と軸受の一般検査結果を表2にまとめた。これらの結果において軸受単体では製品に差がなく両方とも良品であることが確認できた。

振動の強制力では差がないため、AT内での振動の伝達に着目し、軸受単体での振動伝達の低減によるNV特性の向上を開発目標とした。

3. NV特性向上品の開発

NV特性の向上案を立案し確認を行った。

以下に開発結果を示す。

3.1 基本構造の立案

振動伝達の低減となる基本構造として、軸受とハウジング間に減衰特性に優れた物質の配置を検討した。

これによりシステム構造に依存せずに効果を得ることが可能になる。振動の伝達経路を遮断する部材としては図4に示す位置に高分子材料を配置することとした。

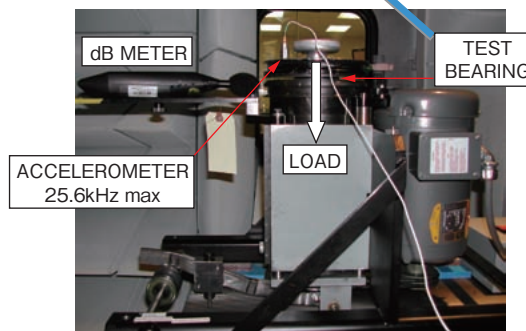
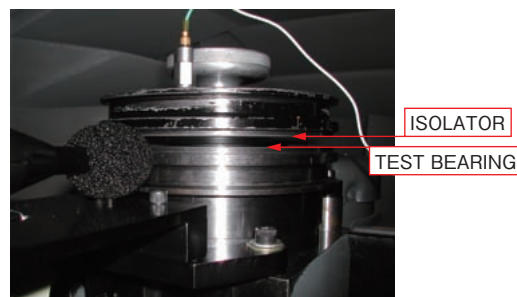


図3 NV用軸受単体試験機
NV test equipment

表1 試験条件
Test condition

Dynamic Load Rating (C)	13.8kN
Test Load	1.62kN
Rotational Speed	1 000r/min
Lubrication	ATF drop

表2 試験結果
Test result

	Noisy AT	Quiet AT
Bearing only NV test result	84-86db	84-86db
Bearing Inspection result	OK	OK

AT : Automatic Transmission

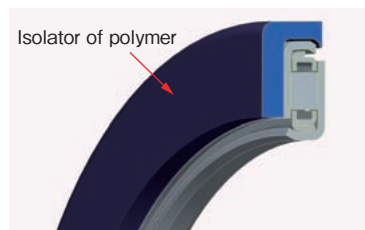


図4 最初のコンセプト形状
Original concept layout

この高分子材料のアイソレータには転がり軸受としての省動力性を維持しコスト、生産性、コンパクトさを兼ね備え減衰特性を最大限に発揮できる最適形状が必要となる。

3.2 アイソレータの最適化

3.2.1 アイソレータの材質

アイソレータの材料としては、AT用実績が豊富な強化ポリアミドを採用した。

3.2.2 アイソレータの板厚

図3の試験機および表1の条件で板厚の影響に関して確認評価を実施した。

試験結果を図5に示す。強化ポリアミドのアイソレータの適用によるNVの低減効果が顕著に確認できた。アイソレータの厚さの増加に伴いNVは低下する傾向であることも確認できた。

3.2.3 アイソレータの高機能化

次に、アイソレータの板厚の増加以外の方法でNVを低減する方策を検討した。

図6に示すようにアイソレータのバックアップ面側の表面に溝を設け、振動の伝達を分散させる構造とした。

溝の形状については図7に示す3種類を用意した。

ころの転動方向に対し垂直となる溝としたAタイプ、転動方向に角度をもったBタイプ、さらに振動の分散効果を狙い外径側に溝幅が広がっているCタイプの3種類である。

これらの試料を用いて図3の試験機および表1の条件で実施した試験結果を図8に示す。

Cタイプが最も効果があり、外径側に溝幅を広げたことに伴う振動の分散効果が最も有効な策であることが確認できた。これによりCタイプの形状を採用することとした。

3.3 アイソレータの最終仕様

Cタイプの溝にて生産性と軽量化を考慮し、図9のレイアウトを最終仕様に設定した。

板厚の増加ではなく、特殊溝の効果によりNV特性の向上を行ったため、アイソレータの重量増加を最低限にすることができた(図10)。

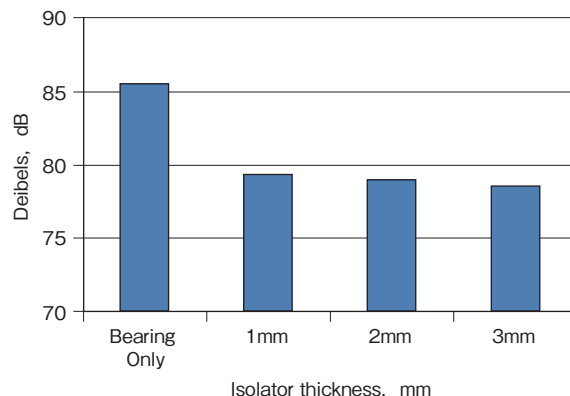


図5 アイソレータの板厚の効果
Isolator thickness effect

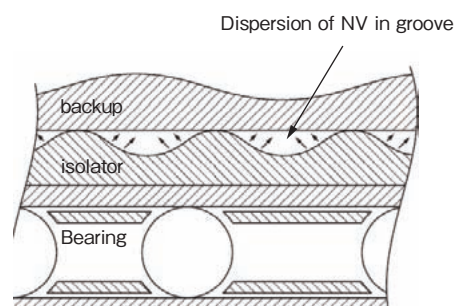


図6 溝の目的
Groove function

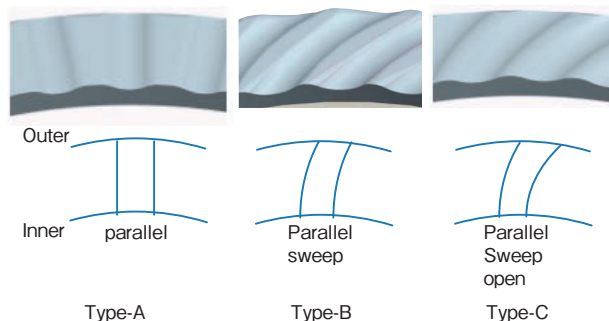


図7 溝の形状
Groove style

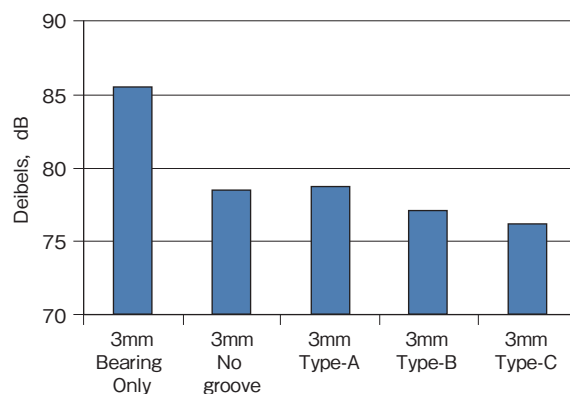


図8 溝の効果
Groove effect

同様に図3の試験機および表1の条件でのNVの比較結果においても図11に示すように板厚以上の溝による振動の分散効果が確認できる。

このNV特性の向上は図12に示すように全周波数域で効果があることが確認できている。

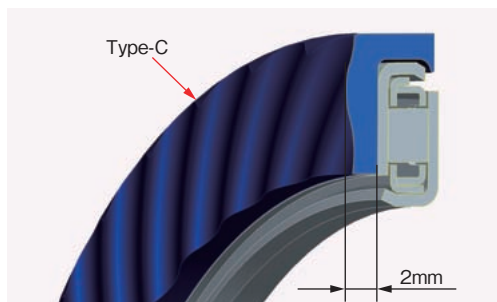


図9 最終形状
Final result

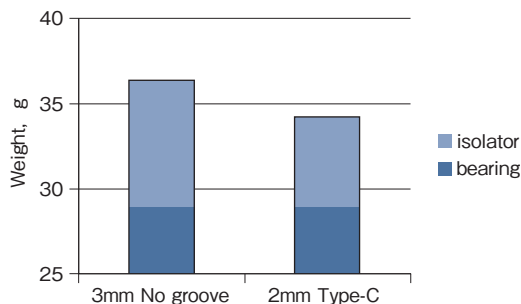


図10 重量の低減効果
Weight benefit

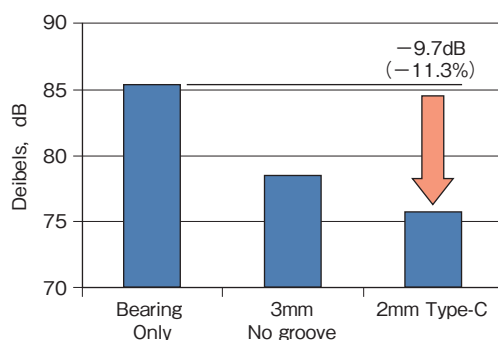


図11 NVの低減効果
NV benefit

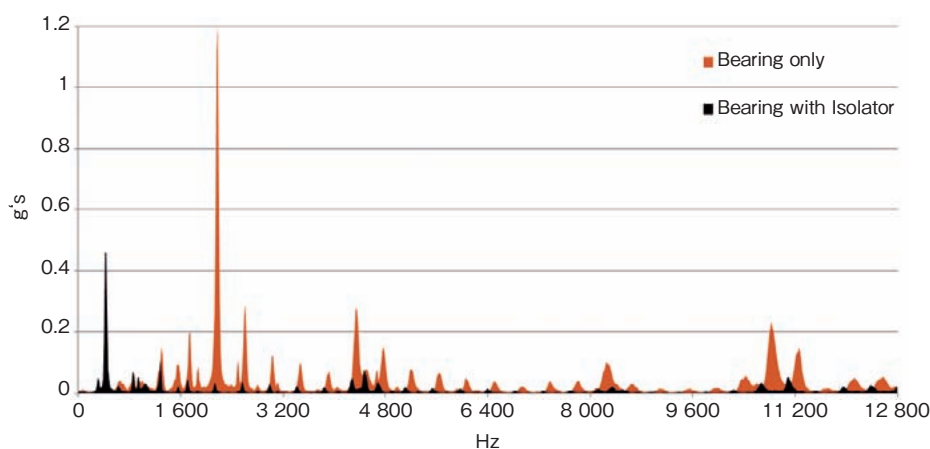


図12 FFTの比較データ
FFT comparison data

4. おわりに

今回、快適性の市場ニーズに対応した小型アイソレータ軸受を製品化することができた。

Greenville Technical Centerは米国市場にて豊富な経験、知識からイノベーションを提案しネットワークを総動員し、価値ある技術をもってお客様の期待を上回るソリューションを今後も提供していく。

筆者



ジャスティン・ブルーベイカー*
J. BRUBAKER

* KOYO BEARINGS NORTH AMERICA LLC
Greenville Technical Center