

SUV・ピックアップトラック用第2.5世代 円すいころ軸受ハブユニット

2.5th Generation Double-Row Tapered Roller Bearing Hub Unit for SUVs and Pickup Trucks

古川圭一 K. FURUKAWA

Generally-speaking, passenger cars use double-row angular contact ball bearing hub units as wheel bearings, while heavy vehicles such as a sport utility vehicles (SUV) and pickup trucks use a pair of tapered roller bearings (TRB) or 1st or 2nd generation double-row TRB hub units. Recently, there is an increased demand for 2.5th and 3rd generation double-row TRB hub units with integrated hub shafts, particularly for front wheel application. This report describes the characteristics and design points of the 2.5th generation double-row TRB hub unit, which is gradually becoming a main product in SUV and pickup trucks.

Key Words: wheel bearing, integrated hub shaft, the 2.5th generation double-row tapered roller bearing hub unit, SUV, pickup truck

1. はじめに

乗用車のホイール用軸受は、複列アンギュラ玉軸受のハブユニットが主流となっているが、車両が重いスポーツ用多目的車（以下、SUV）およびピックアップトラックでは円すいころ軸受（以下、TRB）の2個使いや第1世代、第2世代のTRBハブユニットが使用されている。

近年、フロントホイール用を中心にハブシャフトも一体化された第2.5世代、第3世代のTRBハブユニットの需要が増加している。当社では、2004年にピックアップトラック用として第2.5世代TRBハブユニットを開発し、量産を開始して以来、納入実績は増大しており、さらに第3世代TRBハブユニットについても技術開発は完了している。

図1に第2.5世代の納入実績を示すが、需要が増大した理由としては、市場規模が小さいTRBハブユニットにおいて、第2世代と兼用ができ、ハブシャフトの仕様を変更することにより、お客様の多様なニーズにこたえらるとともに、低コストで第3世代と同等性能の製品を供給できるためである。

本報では、SUV・ピックアップトラック用として、主力製品となりつつある第2.5世代TRBハブユニットの特徴と設計のポイントについて紹介する。

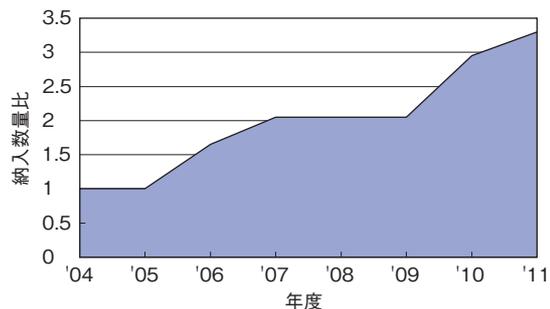


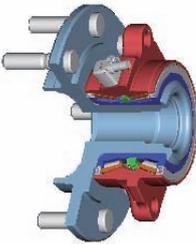
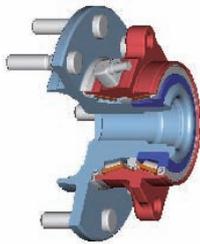
図1 第2.5世代TRBハブユニットの納入実績
2.5th generation double-row TRB hub unit sales

2. TRBハブユニットの動向

TRBハブユニットは、構成部品や形式により世代別で分類され、当社においても現在、第1世代、第2世代、第2.5世代を量産している。

表1に車両適用時の各世代TRBハブユニットの特徴比較を示す。TRBハブユニットはボールベアリングハブユニット同様、世代が進むにつれて、構成部品が増加し、モジュール化が図られ、お客様にとってのメリットが大きくなっている。

表1 各世代 TRB ハブユニットの特徴比較
Comparison of respective generation double-row TRB hub unit characteristics

		第1世代	第2世代	第2.5世代	第3世代
概略図					
	性能				
	寿命	△	△	○	○
	剛性	△	△	○	○
	回転トルク	◎	◎	◎	○
	フランジ振れ	×	△	○	◎
	軽量・コンパクト性	×	△	○	◎
	コスト	×	△	○	○
	総合評価	×	△	○	○

優劣の順位：◎>○>△>×

2.1 第1世代・第2世代 TRB ハブユニットの構造

第1世代および第2世代 TRB ハブユニットは、背面合わせの複列構造で、内輪回転、外輪回転の両方で使われている。

第1世代 TRB ハブユニットは、同一設計で内輪回転、外輪回転の両方で使用でき、かつ汎用性が高い。第2世代 TRB ハブユニットは、第1世代の外輪にフランジを配した形状で、内輪回転タイプは、外輪のフランジをナックルに取り付けて使われている。外輪回転タイプは、外輪フランジにホイールを取り付けて使われている。

2.2 第2.5世代 TRB ハブユニットの構造

図2に、最近採用が拡大している第2.5世代 TRB ハブユニットのカットモデル例を示す。

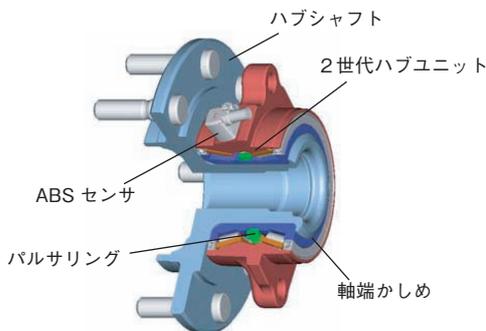


図2 第2.5世代 TRB ハブユニットのカットモデル例
Cut model example of 2.5th generation double-row TRB hub unit

第2.5世代 TRB ハブユニットは、内輪回転タイプの第2世代 TRB ハブユニットにハブシャフトを一体化した構造で、ABS センサも内蔵させたタイプはお客様での組立て性のメリットが大きい。

また、ナット締付けによる軸力のばらつきを抑制するため、駆動輪用でも軸端かしめを採用している。

3. 設計のポイント

SUV およびピックアップトラックのホイール用軸受に求められる機能を確保するために、必要な設計のポイントを表2に示す。

次章では、第2.5世代 TRB ハブユニットの設計における取組みについて説明する。

表2 SUV・ピックアップトラックに求められる機能と TRB ハブユニットの設計ポイント
Functions demanded of SUVs and pickup trucks and double-row TRB hub unit design points

設計要素	性能への影響	設計のポイント
寿命	はく離	車両要求寿命を満足する寿命性能
剛性	操縦安定性	車両要求特性を満足する剛性
フリクションの低減	燃費	内部設計の低フリクション化
軽量化 (ハブシャフト、外輪強度)	ハブ・外輪の疲労破壊	繰返し応力負荷

4. 第2.5世代TRBハブユニットの設計における取組み

4.1 寿命性能と剛性

SUV やピックアップトラックは、乗用車に比べ車両が重いうえに、より長寿命が要求されるため、定格容量が大きいTRBハブユニットが選定使用されている。

また、高速走行およびコーナリング走行における操縦安定性を損なわないよう、剛性の確保も求められるが、アキシャルすきまの設定に関していえば、トレードオフの関係にある寿命と剛性の両立は設計上の重要なポイントである。図3に世代別の寿命検討結果の一例を示すが、走行時の安全性を重視して、要求寿命を満足する範囲の下限側でアキシャルすきまを設定している。第2.5世代では、はめあいによるアキシャルすきま変化のばらつきを抑えられるため、剛性確保に有利なアキシャルすきまの設定が可能となる。

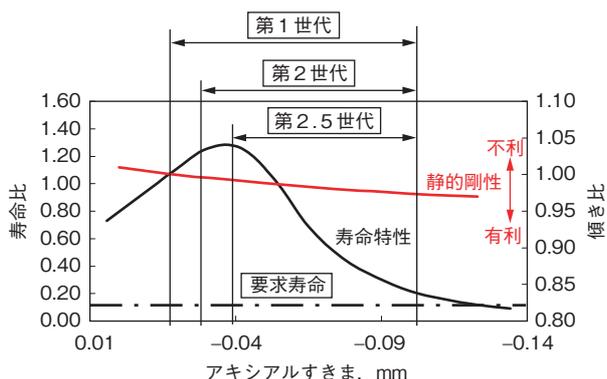


図3 アキシャルすきまと寿命、剛性の関係
Relation of axial clearance to bearing life and rigidity

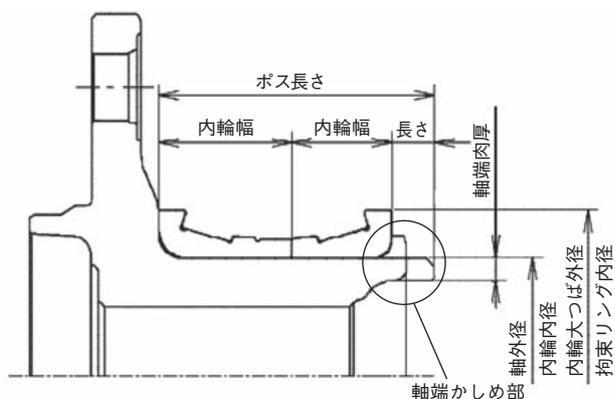


図4 軸端かしめ部の関係寸法図
Dimensions of the hub shaft clinching section

また、第2.5世代では軸端かしめ+ナット締付け構造としたことにより、ナット締付けトルクを小さくできるため、軸力のばらつきの抑制が図れる。軸端かしめで、より安定した軸力を与えるため、図4に示す軸端かしめ部の関係寸法図のかしめ部長さ、肉厚およびかしめの設定圧の最適条件化も行っている。

4.2 フリクションの低減

ホイール用軸受においても、低フリクション化のニーズは大きい。

図5に低トルク仕様TRBの特長を示すが、内外輪の軌道にR形状のクラウニングをつけ、大つばしゅう動面をR形状に加工し、かつ表面粗さを小さくすることで低フリクション化が図れる。図6に低トルク仕様TRBのトルク測定例を示すが、常用車速相当の回転速度領域では約25%のトルク低減が可能となる。

また、図7、図8に、車速170km/h相当の回転速度での標準仕様と低トルク仕様の昇温および焼付き限界の比較試験例を示すが、低トルク仕様TRBは、標準仕様と比べて約16%昇温が小さく、焼付き限界の荷重も約25%向上するため、低トルク仕様TRBを採用することで、焼付きに対する信頼性も向上する。

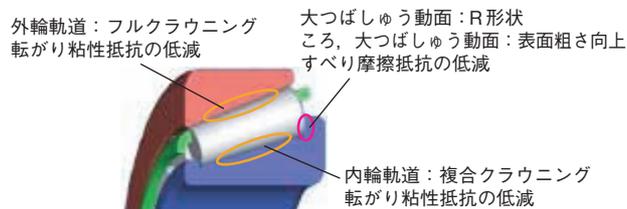


図5 低トルク仕様TRBの特長
Characteristics of low torque TRB

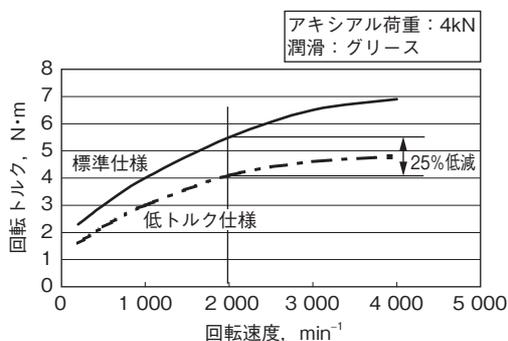


図6 低トルク仕様TRBのトルク特性
Torque properties of low torque TRB

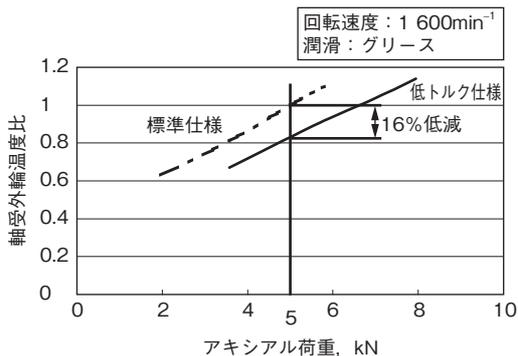


図7 低トルク仕様 TRB の昇温特性
Temperature rise properties of low torque TRB

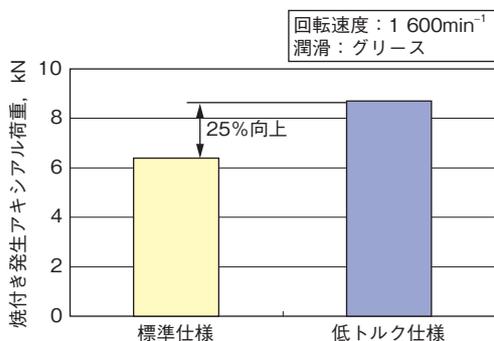


図8 低トルク仕様 TRB の焼付き限界荷重
Bearing seizure limit load of low torque TRB

4.3 軽量化 (ハブシャフト, 外輪強度)

ホイール用軸受は軽量化に対するニーズも大きい。しかし、ハブシャフト強度不足による割れなどの破損が発生した場合、タイヤの脱落から重大事故につながる可能性があるため、ハブシャフト根元の発生応力が高回転加速度条件下でも破損しないレベルの応力に抑えられていることを十分確認しなければならない。図9に強度・剛性のCAE解析手法を、図10、図11に第2.5世代TRBハブユニットのハブシャフトと外輪の強度解析例を示すが、ハブシャフトや外輪の最大応力発生位置の応力を材料の疲労限界以下に抑えつつ、可能な限りの軽量化設計を行っている。

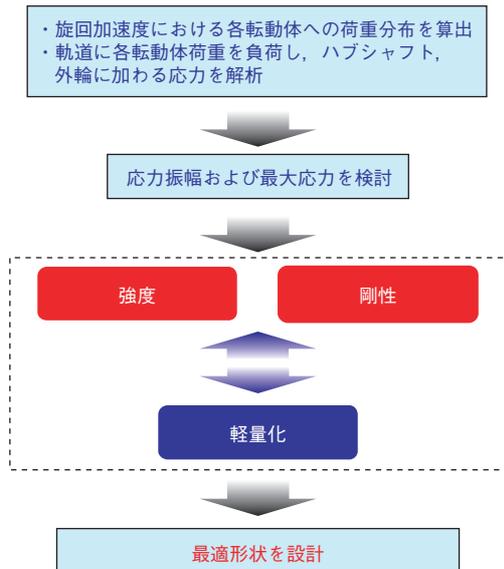


図9 強度・剛性解析手法
Strength and rigidity analysis method

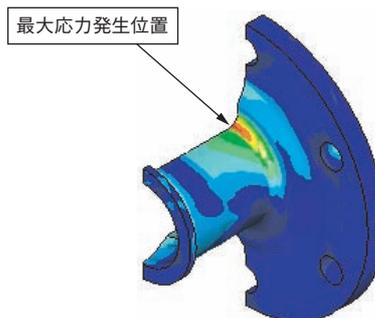


図10 ハブシャフト強度解析例
Example of hub shaft strength analysis



図11 外輪強度解析例
Example of hub outer ring strength analysis

5. おわりに

自動車の高性能化、信頼性向上に対応して、ホイール用軸受もユニット化が進んできた。

これまで、ハブユニットはお客様のニーズに基づき、車両ごとでの専用設計で対応することが多かったが、今後は、求められる機能・性能を確保しつつ、より低価格の製品をお客様に供給するため、仕様統合、部品兼用による最適シリーズ化を進めていきたい。

参考文献

- 1) 竹内正道：LFT 軸受について, Koyo Engineering Journal, no. 127(1985)52.
- 2) 竹内正道：ホイール用軸受の変遷, Koyo Engineering Journal, no. 131(1987)16.
- 3) 河村基司：乗用車ホイール用ハブユニット軸受の動向, Koyo Engineering Journal, no. 147(1995)51.
- 4) 沼田哲明：ハブユニット軸受の最新技術動向, Koyo Engineering Journal, no. 168(2005)8.

筆者



古川圭一*

K. FURUKAWA

* 軸受・駆動事業本部 軸受技術部