

3軸ギヤトレン無段変速機の開発

ダイハツ工業株式会社
代表取締役社長 箕浦 輝幸

ダイハツ工業(株)	ドライブトレン部	ドライブトレン計画室	嶋本 雅夫
ダイハツ工業(株)	ドライブトレン部	第2ドライブトレン室	渡瀬 久朗
ダイハツ工業(株)	ドライブトレン部	ドライブトレン計画室	菊輪 好太郎
ダイハツ工業(株)	ドライブトレン部	ドライブトレン計画室	田中 久永
ダイハツ工業(株)	ドライブトレン部	第2ドライブトレン室	福元 浩二

はじめに

地球環境保護への要求が高まる中、自動車メーカーとしてCO₂排出量の削減は急務となっている。特に、自動変速機の日本国内での装着率は当社主力の軽自動車でも80%を超え、自動変速機搭載車の燃費改善が重要である。

また、近年軽自動車は、登録車(軽自動車以外の車両)以上に多様化し、車両コンセプトに合った変速機が必要となってきた。

さらに軽自動車規格枠の中でキャビン長を極力拡大して居住性を向上するため、エンジンルーム長の短縮は軽自動車メーカーにとっての重要課題であり、コンパクトな無段自動変速機(以下CVT)の開発ニーズが高まった。

このような背景の中、「インプットリダクション方式3軸ギヤトレン」を採用した新開発CVTを商品化することが出来た。(図1)



図1 新開発CVT

開発のねらい

1. 燃費・動力性能の向上

インプットリダクション構造によるベルト周速低減によって、ベルト部駆動損失とインプット軸等価イナーシャの大幅な低減を図ると共に、徹底した低フリクション設計により、燃費・動力性能の向上を図る。

2. 小型・軽量化の実現

3軸ギヤトレンの採用によるユニット全体の小型化と同時に、新構造の積極採用によって構造の簡素化・部品点数の削減を行うことで、世界最高水準の小型・軽量化を図る。

装置の概要

新開発CVTの基本断面とパワーフローを図2に示す。エンジンの動力はクランクシャフトに締結されたドライブプレートを介し、トルクコンバーター→インプットシャフト→プラネタリギヤに伝達される。前進時にはプラネタリギヤを差動させることで、この入力は逆回転および減速されて変速部へ伝達される。後進時にはプラネタリギヤをロックさせ、入力はそのままの回転方向で減速されずに変速部へ伝達される。

この動力は変速部のプライマリプーリーに伝達され、金属ベルトを介してセカンダリプーリーへと伝達される。金属ベルトはプライマリ及びセカンダリプーリーの円錐部に油圧推力により挟まれ、その摩擦力により動力伝達される。

セカンダリプーリーに伝達された動力は、セカンダリシャフトと結合されたデファレンシャルドライブピニオンからデファレンシャルリングギヤに伝達され、デファレンシャル差動ギヤを介してドライブシャフトからタイヤへと伝わる。新開発CVTの基本諸元を表1に示す。

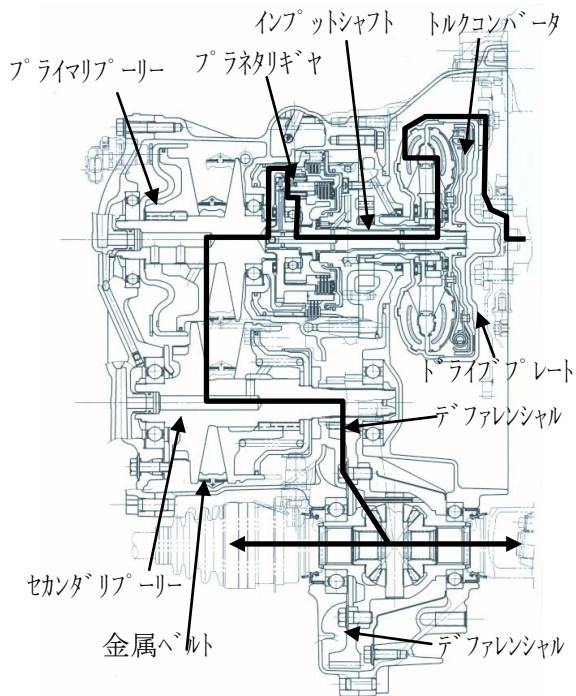


図2 新開発CVT基本断面

表1 新開発CVTの基本諸元

		新型軽用CVT
トルク容量 (Nm)		103
前減速比		1.492(前進)/1.000(後退)
変速比	最大	2.230
	最小	0.421
	変速比幅	5.3
終減速比		TC:4.800, NA:5.444
プーリー間距離 (mm)		136
重量 (kg : Wet)		58

技術上の特徴

1. 小径プーリー・小径金属ベルト

新開発CVTでは軽自動車用エンジン出力級の車両への適用にターゲットを絞った変速比幅の設定とし、量産金属ベルト式CVTで世界最小径のプーリーとベルトを採用することで変速部の小型・軽量・低イナーシャ化を実現している。

2. インพุットリダクション

金属ベルトには、一部チェーンタイプが採用されている例も有るが、主には数百個の板状の駒（エレメント）を、内周から外周に向けて複数枚積層した帯状のリング（フープ）で束ねたタイプが現在の主流であり、新型CVTでもこの構造の金属ベルトを採用している（図3左）。このタイプの金属ベルトは回転して動力を伝達するに際し、エレメントとフープおよび積層された各フープ同士間の回転ピッチ径差から生じる相対滑りによって損失が発生する。この損失は、ベルト巻き掛け部においては回転速度の2乗に比例するエレメント自身の遠心力によってフープ張力が増すことで、回転速度の上昇とともに急激に増加する（図3右）。

また、ベルト式CVTでは2つのプーリー軸にベルトを巻きかけて動力伝達することから、入力回転と同方向の出力回転となり、一般的なFFレイアウト用CVTではギヤ対を持った逆転軸（カウンター軸）を別に設ける必要があり、これが質量やイナーシャの増大を招いていた。

そこで、前後進切り替え用のプラネタリギヤを、一般的なCVTでは前進時にロックして用いている（ASSYごと回転してギヤ比=1で出力）のに対し、新開発CVTでは前進時においてキャリア固定・サンギヤ入力・リングギヤ出力でこれをギヤ比=1.492で逆転して出力している。前進時にエンジンからの回転を減速および逆転させてプーリー軸に伝達することによ

り、従来のFFレイアウトCVTには必要であったアイドル軸を廃止、量産CVTで世界初となる『インプットリダクション式3軸ギヤトレーン』構造を実現している(図4)。これによってプーリーの回転速度を落とし、巻き掛け部のベルト遠心力を減少させることで、大幅なベルトフリクションの低減を実現することが出来た(図5)。またインプット軸上に換算したプーリー等価イナーシャを大幅に低減することが出来た。

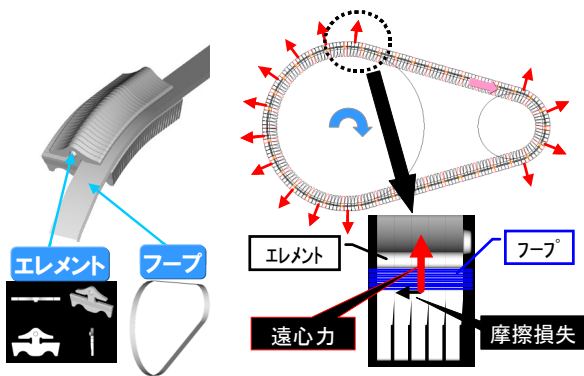


図3 金属ベルト構成と遠心力による損失

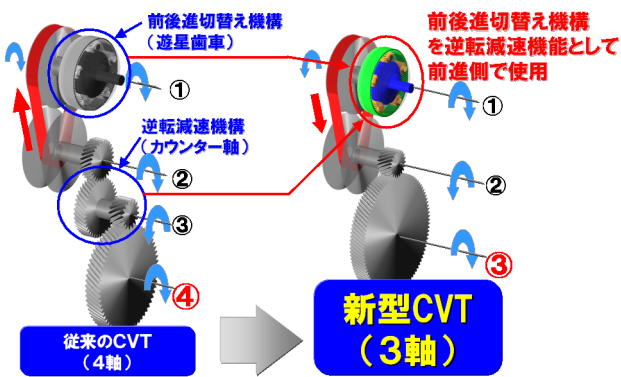


図4 インプットリダクションによる3軸化

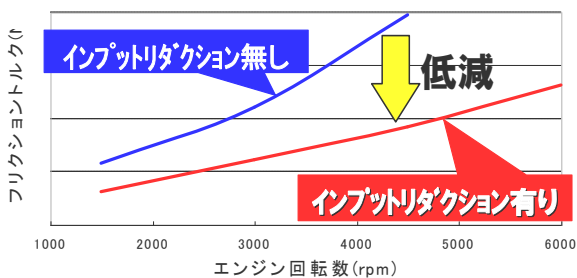


図5 ベルトフリクションの低減

3. オリジナル前後進切替機構

湿式多板クラッチを用いた動力伝達要素の接続による前後進切替機構部において、従来CVTではその摩擦要素押し付け用のピストンごとクラッチパックとして回転する構造となっており、パワーフローに関係の無い部品までもが回転することでイナーシャの増大を招いていた。

新開発CVTでは、図6に示す独自構造の前後進切替機構を採用している。リバーズ用クラッチピストンをインプット軸回転から切り離して回り止めを付与し、これを回転拘束する。回転するクラッチプレートと回転拘束されたピストンとの相対回転を、その間にスラストベアリングを配置することで吸収する“固定シリンダー式リバースクラッチピストン”を採用した。これによってシリンダーとピストンの回転慣性を0とすることでイナーシャの低減を実現した。さらに前進用ブレーキピストンと後退用クラッチピストンを対向させ、これらピストンのリターン springs を1組の springs 列で共用することにより部品点数を削減している。

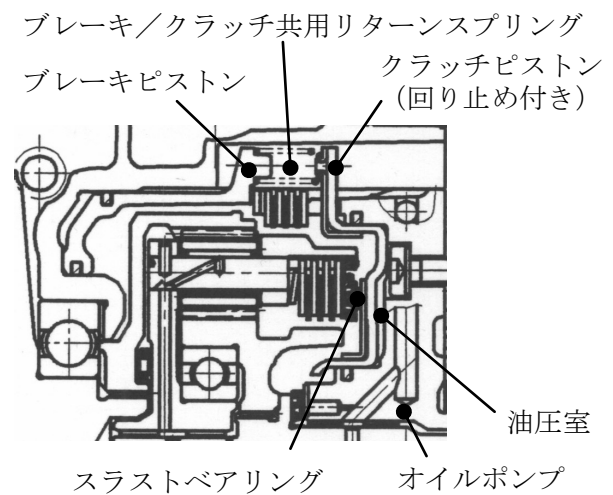


図6 前後進切替機構

4. 無段変速部の簡素化

金属ベルト式のCVTは、油圧によってプーリーを押すことでベルトを挟み込み、動力を伝達している。ベルトを挟み込む1対のプーリーのうち、片側は軸と一体の固定プーリー、もう一方は軸に対してスライドする可動プーリーで

構成される。この可動プーリーの背面に油圧室を設け、必要油圧をECU(エンジン制御器)からの指令に基づき供給することで可動プーリーに推力を与え、動力伝達や変速を行っている。回転するプーリー背面に油圧室が形成されているために、油圧室内の油には遠心油圧が発生することになる。一般的な4軸式CVTでは、プーリーの回転速度が速いため、高車速時に増速されるセカンダリプーリーにおいては遠心油圧によるプーリー推力が、ベルトを滑らさないために必要な推力を上回ってしまい、この必要以上の推力は、ベルトフリクションの無用な増大を引き起こす。そのため一般的な4軸式CVTではこの遠心油圧をバランスさせるためのバランス室となる油溜りをセカンダリプーリー油圧室の背面に設けている(図7左)。

新開発CVTでは、インプットリダクションによるプーリー回転速度の低減効果により、ピストン室の油で発生する遠心油圧推力が、ベルト滑り限界推力(最適推力)を常に下まわることとなるため(図8)、遠心油圧バランスを排除することが可能となり、バランスレスピストンを実現(図7右)。部品点数を削減し、重量・イナーシャを低減するとともにセカンダリ軸長の短縮を実現している。

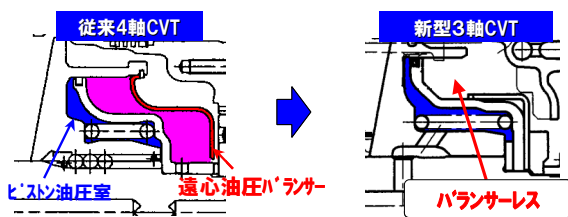


図7 遠心油圧バランスレス構造

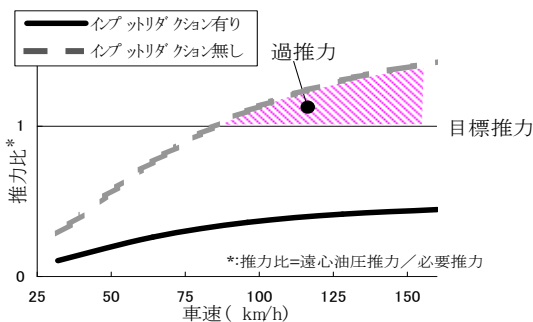


図8 遠心油圧推力と必要推量の関係

実用上の効果

従来型4軸CVTに対し、変速機の伝達効率を約5%向上、質量を約9%低減させるとともに、インプット軸等価イナーシャを約23%低減することに成功した(図9左)。

また、小型化では従来型4軸CVTに対し、約8%の小型化(容積比)を実現、新開発CVTの小型車両への適用を容易なものとしている。

これを搭載した車両においては、従来型4軸CVTを搭載した車両に対して燃費を約3%低減させながらも、加速性能を約6%向上させることが出来る(図9右)。

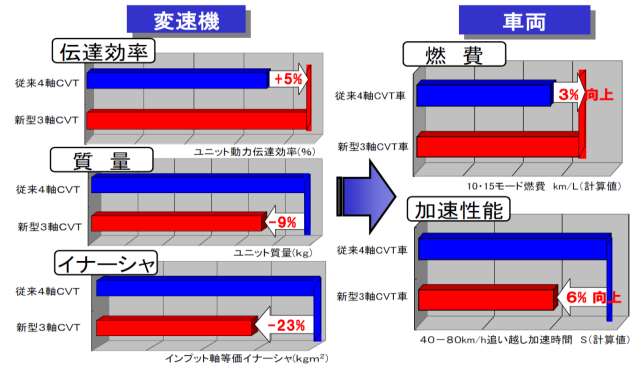


図9 新開発CVTの性能

工業所有権の状況

本開発品に関する特許登録は、国内外合わせて14件が出願公開中(特開2006-132549無段変速機など)で、14件が出願未公開である。

むすび

種々の独創的構造の採用により、小型・軽量・高効率なCVTの開発に成功した。当社の軽自動車主力車種への搭載が拡大されており、本CVTの搭載によって軽乗用車の商品力の更なる向上とともに、化石燃料資源の消費量とCO₂排出量の削減に貢献している。