

新世代スプリット駆動CVTの開発

ダイハツ工業株式会社

代表取締役社長 奥平 総一郎

| | |
|------------------------|-------|
| ダイハツ工業(株) 駆動・HV開発部 | 松本 恭太 |
| ダイハツ工業(株) 駆動・HV開発部 | 米田 雄紀 |
| ダイハツ工業(株) パワートレーン制御開発部 | 岸 大輔 |
| ダイハツ工業(株) パワートレーン制御開発部 | 大治 直樹 |

はじめに

近年、ますます地球環境保護への要求が高まり、自動車の環境性能の向上が急務となっているため、世界的に電動化技術が発展している。しかしながら、2030年時点でも従来のガソリンエンジン車は約35%残ることが予想されるため、ガソリンエンジン車の燃費向上は重要な課題である。その技術として、内燃機関の技術進化とともにトランスミッションの環境性能向上が必要となっている。

また新興国の自動車販売台数が増加見込みであること、新興国の販売台数の大半は小型車であることから、それらに幅広く採用されているCVTの低燃費化技術が重要である。

このような背景の中、弊社では「スプリット駆動」を採用した新しいCVTを開発した。(図1)



図1 新開発CVT

開発のねらい

1. ハイ変速比領域の画期的な効率向上

通常走行において使用頻度の多いハイ変速比領域の動力伝達効率を画期的に向上することにより、燃費・動力性能の向上を図る。

2. 変速比幅の拡大

変速比ロー側、ハイ側ともに変速比の拡大を図る。ロー側拡大により、発進時の駆動力向上による、発進加速、登坂性能の向上を図る。ハイ側拡大により、高速走行時のエンジン回転数を低減することで、燃費・静粛性能の向上を図る。

3. 軽～小型までをカバー

軽自動車に搭載可能なサイズとし、2シリーズで軽～1.5Lクラスまでをカバーすることで、開発費・期間の低減、共通部品化による低コスト化を実現する。

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。ベルトモード(変速部をベルトのみで駆動)とスプリットモード(変速部をベルトとギヤ両方で駆動)の2モードを有する。低速時はベルトモードで走行し、高速になると、湿式多板クラッチを切り替えることで、モード移行し、スプリットモードで走行する。

また、基本諸元を表1に示す。

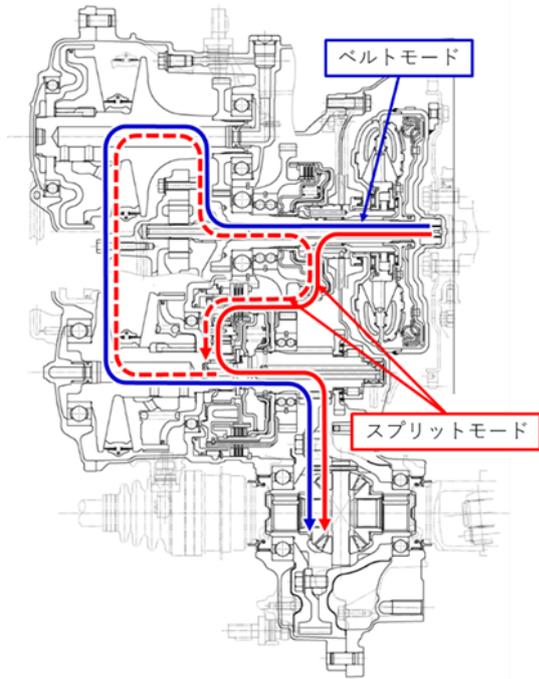


図2 新開発CVT基本断面

表1 主要諸元

| | | 新開発CVT | | |
|------|--------|------------|-------------|-------------|
| | | 100Nm | 150Nm | |
| 変速比 | トルク容量 | 100Nm | 150Nm | |
| | 変速比幅 | 6.7 (7.3※) | 6.6 (7.3※) | |
| | 前減速比 | 1.487 | 1.255 | |
| | 無段変速 | ベルトモード | 2.230~0.444 | 2.230~0.444 |
| | | スプリットモード | 0.445~0.336 | 0.447~0.338 |
| 終減速比 | 5.444 | 5.105 | | |
| 寸法 | プーリ間距離 | 136mm | 136mm | |
| | 入出力間距離 | 167.7mm | 167.7mm | |

※機械的に取りうる変速比

技術上の特徴

1. 動力分割駆動とモード切替

a) 動力分割駆動とベルトのトルク分担比

従来 CVT の変速比ハイ領域では、トランスミッション全体のトルク損失の内、オイルポンプ（以下、ポンプ）とベルト部の損失が約 8 割を占めることがわかっており、その部分の改善が重要である。

ポンプ部ではベルトがトルクを摩擦力で伝達するために、プーリを挟む油圧を発生させることにより、トルク損失が発生する。ベルト部ではその油圧やトルク、またその反力により、ベルト各部に荷重が働く。また前述のように、回転時に

各部に相対すべりが発生する。それらによる摩擦力でトルク損失が発生する。

以上の改善として、遊星歯車機構を用いたベルトとギヤの動力分割駆動とすることにより、ベルトの伝達トルクを減少させ、ポンプの必要発生油圧を減少させた。これにより、ベルト、ポンプによるトルク損失を低減させた。

図3にスプリットモード中のベルトとギヤのトルク分担比を示す。この分担比は遊星歯車に連結する要素、遊星歯車ギヤ比、変速比で決まる。構造の検討、選択やギヤ比の調整により、ベルト駆動は-0.2~-0.6（マイナスは被駆動状態）の低分担比とした。

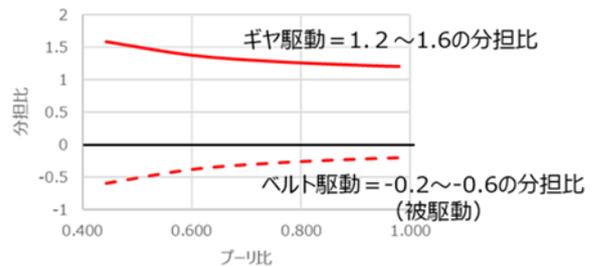


図3 スプリットモード中のトルク分担比

b) 共線図とモード切替

図4に遊星歯車の共線図を示す。セカンダリプーリはサンギヤ、動力分割駆動用ギヤはキャリア、出力はリングギヤと連結されている。ベルトモードでは、サンギヤとリングギヤを湿式多板クラッチ（C2）で係合しているため、セカンダリプーリの回転はそのまま出力される。ベルト駆動部を変速し、セカンダリプーリを増速させ、キャリアの回転が「ある回転」になったら、入力と動力伝達駆動用ギヤを湿式多板クラッチ（C1）で係合させ、C2を非係合とすることで、スプリットモードとなる。次にベルト駆動部を変速し、セカンダリプーリを減速させると、リングギヤはさらに増速する。

ここで、キャリアの「ある回転」とは、C1クラッチの差回転が 0 = 同期状態としているため、ベルトモード→スプリットモードをショックなく切り替えることで、従来 CVT と比較し、違和感のない変速を可能とした。

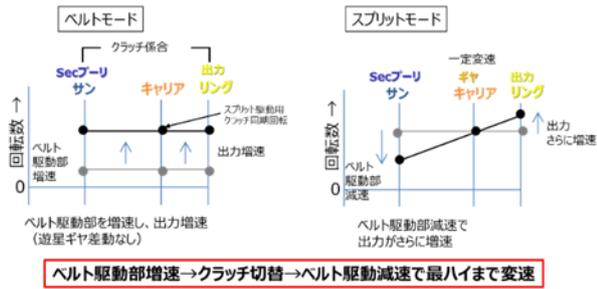


図4 共線図

2. 平行軸式前減速ギヤ

新開発 CVT の構造において、平行軸式前減速ギヤが重要な役割を果たしている。従来弊社 CVT では遊星歯車式の前減速ギヤを採用し、3 軸構造を実現している。スプリット駆動 CVT の場合、入力をそのままプーリに連結すると、3 軸構造に対して、動力分割用ギヤの回転方向合わせ、出力の回転方向合わせのために 2 軸必要で 5 軸になってしまうところを、平行軸式前減速ギヤにより、図 5 のように、それぞれ回転方向合わせが可能となり、4 軸で構成できる。この最少要素構成により、伝達損失の低減、低コスト化、コンパクト化を実現した。

また平行軸式によるギヤ比の自由度により、シリーズ別で前減速比を変更することが可能となり、軽～1.5L クラスまでのベルトの共用化を

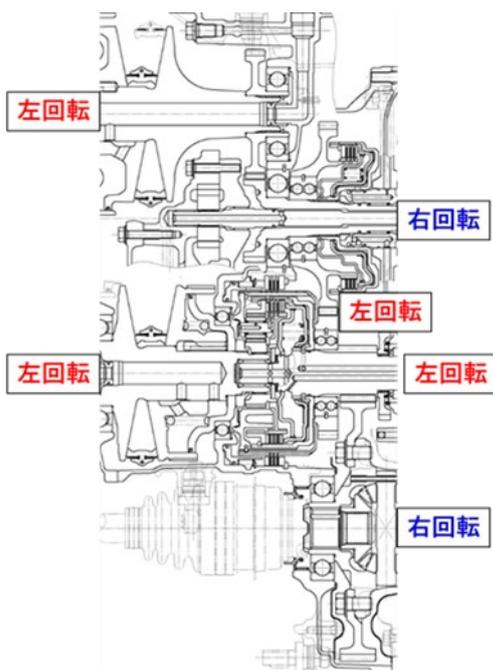


図5 平行軸式前減速ギヤによる回転合わせ

実現した。さらに、ベルト周速低減と過推力領域の低減によるベルト駆動伝達効率向上も実現した。

3. クランク同軸小型オイルポンプ

駆動時のオイルのせん断抵抗低減を目的に、前減速ギヤとプライマリプーリの間のスペースを活用したクランク同軸シャフト駆動の小型ポンプを開発した(図 6)。各社では小型オイルポンプの採用はチェーン駆動が大半であるが、それに対しトルク損失の少ない構造を安価に実現した。

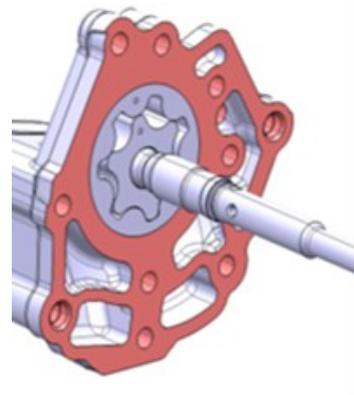


図6 シャフト駆動小型ポンプ

実用上の効果

1. CVT ユニット

従来弊社 CVT の世界最小軸間距離を維持し、軽自動車に搭載可能としながら、トルク容量の向上、変速比幅の向上を実現することができた。また図 7 のように、総減速比においては、従来 CVT と比較して、ロー側は 13%、ハイ側は 11% 変速比幅向上を実現した。

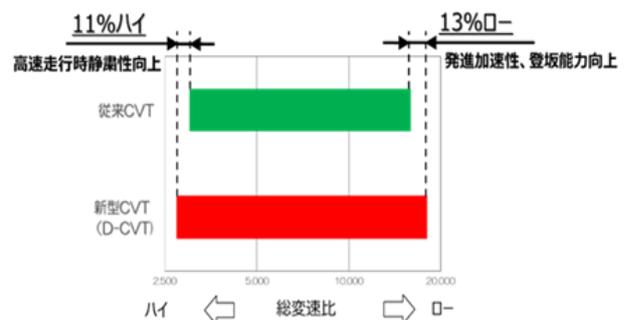


図7 総減速比(従来比較)

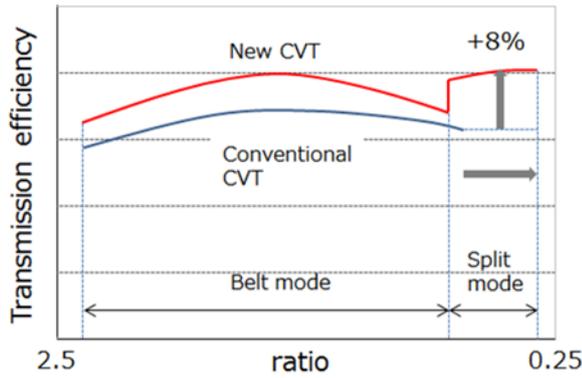


図8 動力伝達効率

また図8に示すように、従来CVTに対し変速比全域の伝達効率が向上し、特にスプリットモードのハイ変速比領域については、約8%の効率向上を実現した。

2. 車両

図9に示すように、CVTの性能向上により、エンジン、車両開発と合わせて、定地走行燃費を約12%向上(60km/h)、約19%向上(100km/h)、発進加速度15%向上、高速走行時のエンジン回転数を約200rpm低減(60km/h)、約550rpm低減(100km/h)し、燃費・加速・静粛性の向上を実現した。

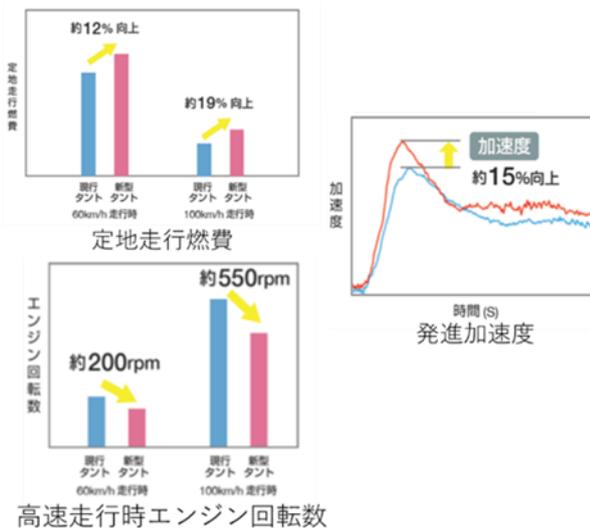


図9 各種車両性能(新旧タント比較)

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は現在全

40件であり、代表3件を下記に示す。

① 日本国特許第6351556号

名称：動力分割式無段変速機

概要：高効率、大変速比幅、コンパクト、低コストに実現する動力分割式CVTの構成

② 日本国特許第6328184号

名称：変速ユニット

概要：ステータシャフトを有する変速ユニットの回転軸方向の長さを短縮し、部品点数低減を可能としたもの

③ 日本国特許第6410706号

名称：回転体の支持構造

概要：シャフト及びベアリングを含む回転体において、アキシヤルガタを抑制しつつ、コスト、重量の低減を可能としたもの

むすび

スプリット機構とその独自レイアウトの開発、クランク同軸小型オイルポンプやその他トルク損失低減技術の開発により、軽自動車にも搭載可能なサイズで、高効率・大変速幅を実現するCVTの開発に成功した。現在弊社国内3車種に搭載されており、商品力向上によるお客様への貢献と地球環境保護に貢献できた。