

停車前Start and stop system対応 電動オイルポンプレスCVTの開発

金 チャドル* 歌川 智洋** 田上 幸太郎**
藤川 真澄*** 李 宗桓**** 佐藤 達郎*****

抄 録

ジャトコは、副変速機構を用いない軽自動車用無段変速機において、電動オイルポンプレス停車前Start and stop systemを開発した。燃費と再加速性能への要求を達成させる為に、CVTの変速コントロールと油圧レスポンスを改善することで、停車前Start and stop systemを実現した。本稿では、再加速性能の確保に貢献した技術について紹介する。

1. はじめに

CO₂排出量削減の為に、燃費向上の技術として、無段変速機(以下 CVT)では、減速走行中はトルクコンバータ内のロックアップ(以下 LU)機構を直結させ、エンジンの燃料噴射を停止させる燃料カットがある。また、停車後は停車時Start and stop systemによって燃料カットを実施している。

しかし、LU解除から停車時Start and stop systemが作

動するまでの間、エンジンはアイドリングにより燃料を消費しながら減速走行している。このアイドリング燃料消費を削減する為に、停車前Start and stop systemの開発に着手した(Fig. 1)⁽¹⁾。

軽自動車用として、燃費向上及びエンジン再始動後の再加速性能を確保した停車前Start and stop systemをJatco CVT-S(以下 CVT-S)に適用した。本稿では、その開発内容について紹介する。

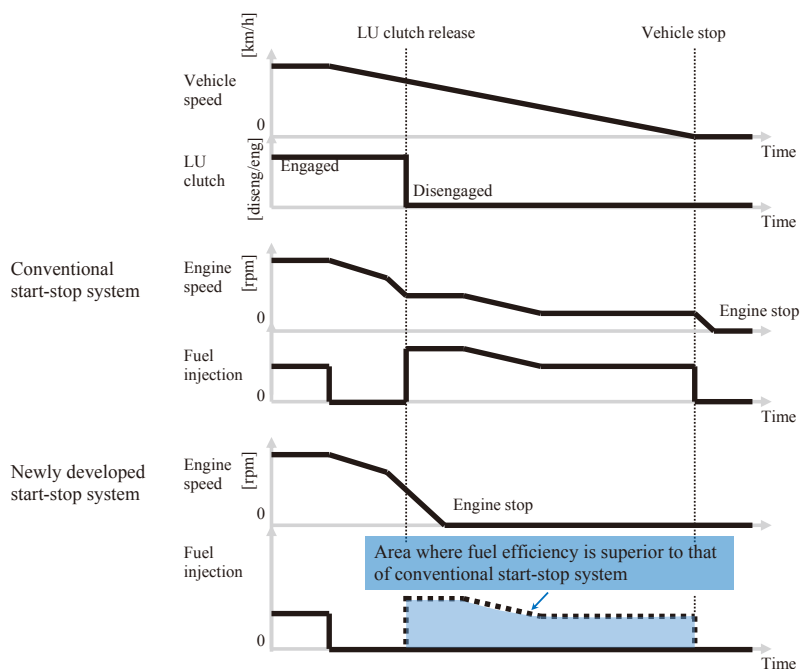


Fig. 1 Start-stop system timing chart

* ジャトコ 韓国エンジニアリング社 システム開発室
** ユニットシステム開発部

*** イノベーション技術開発部
**** ジャトコ 韓国エンジニアリング社 制御開発室

***** ジャトコ エンジニアリング(株) 車両適用開発部

Table 1 Specifications

Item			Jatco CVT7 (Current small CVT)	Jatco CVT-S (New CVT)
Torque capacity (Nm)			98	100
Control system			Electronic	←
Torque converter size (mm dia.)			185	←
Gear ratios	Ratio coverage		7.3	6.0
	Pulley ratio		2.200 - 0.550	2.411 - 0.404
	Final gear ratio		4.575	6.54 - 7.756
	Planetary gear ratios	1st	1.821	1.000
		2nd	1.000	
		Rev.	1.714	
Total low ratio			18.33	15.77
Weight (wet) (kg)			65.0	60.8
Overall length (mm)			346	356
Distance between pulley shafts (mm)			147	←

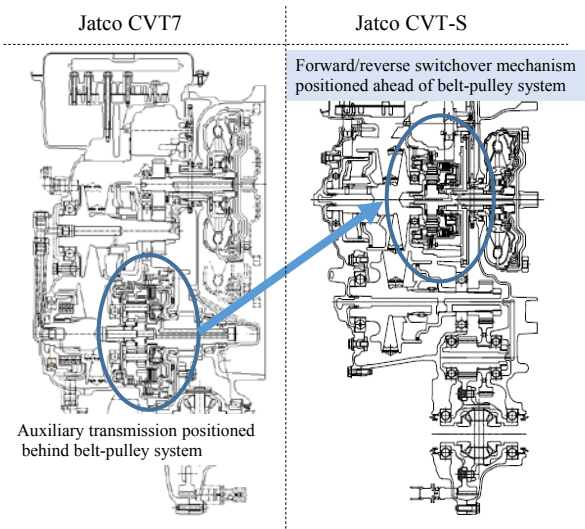


Fig. 2 Cross-sectional view of CVT7 and CVT-S

2. 開発コンセプトと骨格

Jatco CVT7(以下 CVT7)に対し、小型、軽量で居住性、安全性を向上するエンジンルームレイアウトへ対応するCVT-Sを開発した。

2.1 軽自動車用CVT-Sの構造と諸元

開発コンセプトに基づき、諸元を決めた(Table 1)⁽²⁾。CVT構成要素を分析し、副変速機構をプーリの後段に設置したCVT7の構造から、当社従来型中型CVTのようにプーリの前段に前後進切り替え機構を設けた構造を選定した(Fig. 2)。更に、コストの削減の為に、電動オイルポンプは用いないシステムにした。

2.2 停車前Start and stop systemの適用

停車前Start and stop systemにより、LU機構が解放さ

Table 2 Comparison of conditions for activating start-stop system

	Jatco CVT7 (Current small CVT)	Jatco CVT-S (New CVT)
Vehicle speed	13 or less	13 or less
Vehicle deceleration	0.3G or less	0.3G or less
Pulley ratio	Over 2.1 @High gear of auxiliary transmission	Over 1.5

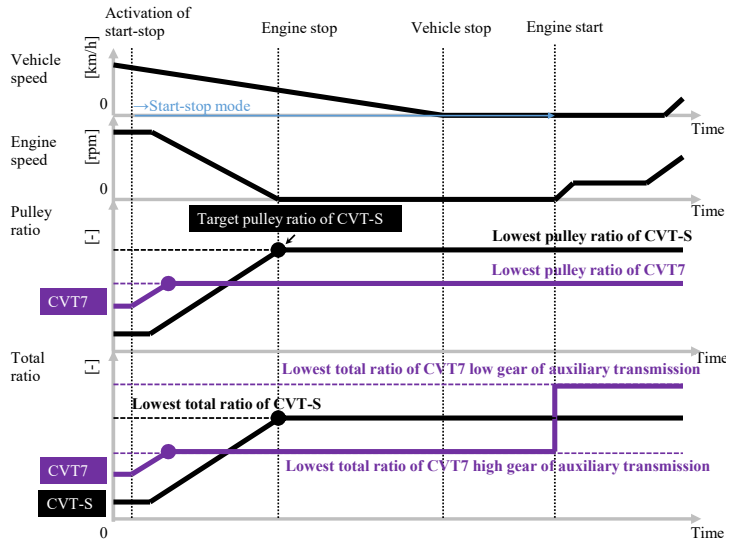


Fig. 3 Timing chart of the pulley ratio and through ratio of CVT7 and CVT-S

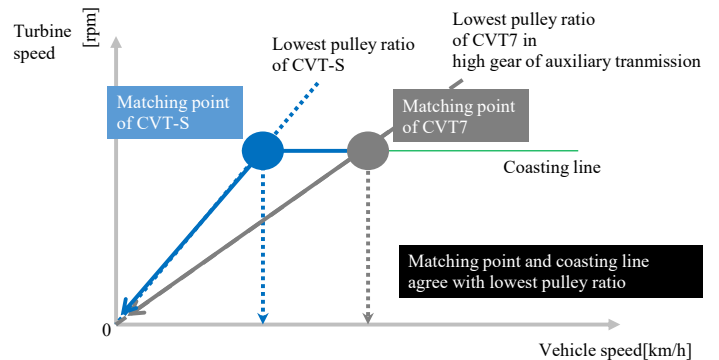


Fig. 4 Shift schedule of CVT-S and CVT7

れると同時に、エンジンがストップすることで燃費改善を狙う。その作動条件はTable 2に示す。また、再加速性能を確保する為には、車両が停車する前に、プーリ比がLowギヤ比まで戻らなければならない。しかし、CVT-Sは副変速機構を持っていないため、CVT7よりも低車速までプーリで変速し続ける必要がある(Fig. 3, 4)。

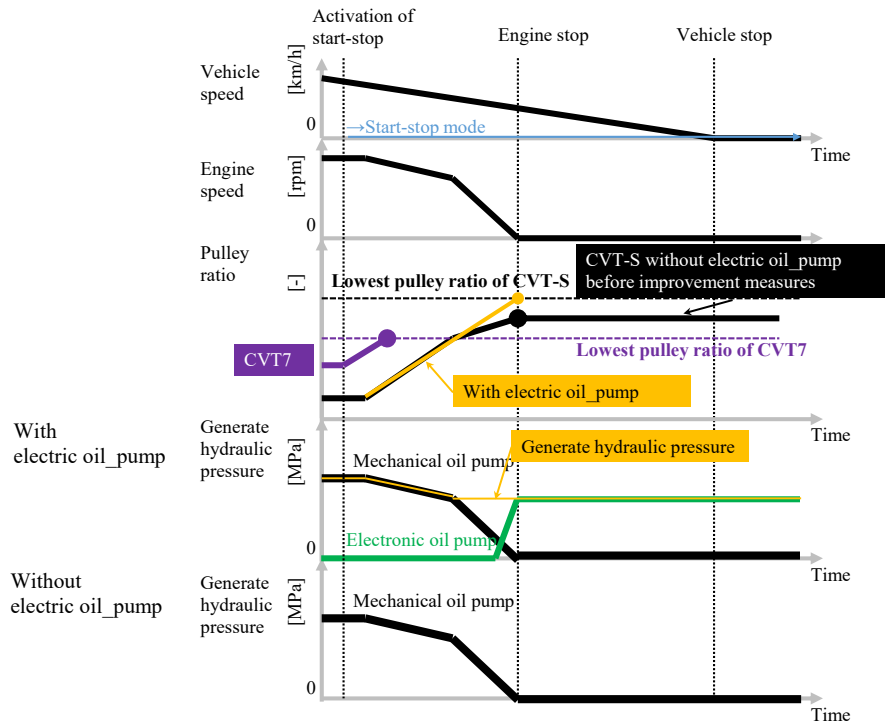
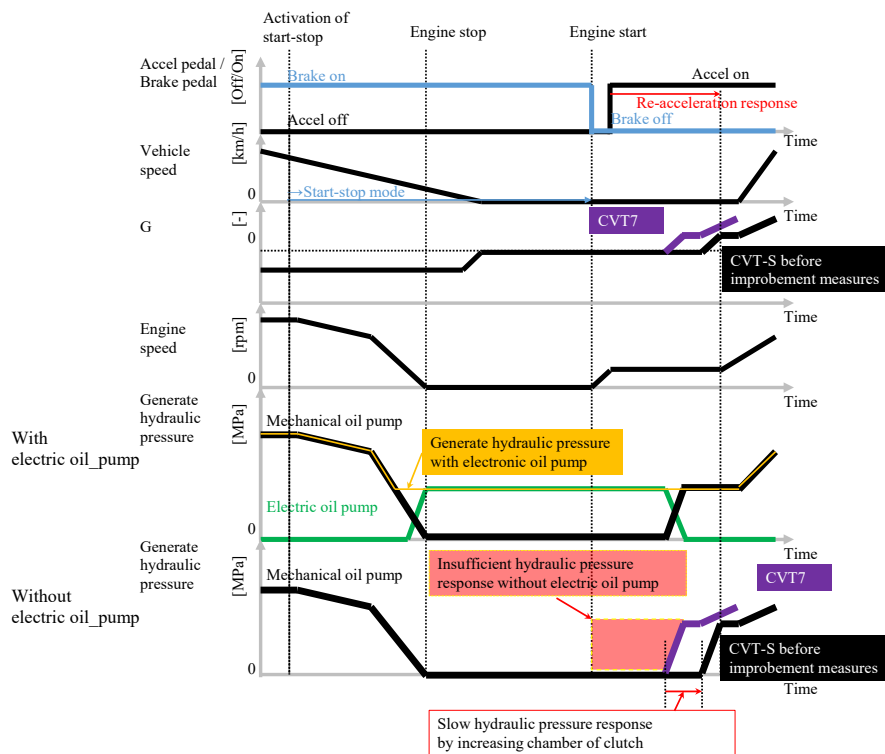


Table 3 Specifications of forward clutch

	Jatco CVT7 (Current small CVT)	Jatco CVT-S (New CVT)
Volume of hydraulic pressure chamber of forward clutch [cc]	16.5	21.4



3. 再加速性能への懸念

再加速性能への懸念は、プーリ比が停車前に、Lowギヤ比まで戻らないことと、エンジン再始動後、油圧発生レスポンスが遅いことである。

3.1 減速中のプーリ変速コントロール性懸念

プーリ比は車両が停車する前に、Lowギヤ比までに戻さなければならない。しかし、CVT-Sには電動オイルポンプが無く、走行中にエンジンがストップするとメカニカルオイルポンプから吐出が出来ないため、プーリ油圧が生成出来ない。その結果、Lowギヤ比まで戻すことが難しくなる(Fig. 5)。

3.2 エンジン再始動後の油圧レスポンス

CVT-Sは電動オイルポンプが無いため、エンジンストップ中に、プーリ室からの油が逆流し、油圧回路から油が落ちることと、CVT7よりCVT-Sのクラッチ油圧室のボリュームが大きいので(Table 3)、エンジンが再始動後、メカニカルオイルポンプから油量を供給しプーリ室に油を充填させるまでの

時間が長くなる(Fig. 6)。

4. 再加速性能に貢献したCVT技術

以下の技術を採用することで再加速性能の確保に貢献出来た。

4.1 エンジンがストップされる前に、Lowギヤ比へ変速

再加速性能を確保する為に、車両が停車する前に、プーリ比はLowギヤ比に変速しなければならない。一般的に、Lowギヤ比に変速する為には、セカンダリプーリの油圧を上げる、もしくは、プライマリプーリの油圧を下げるなどの方法がある。ベルト伝達トルク容量の確保の為、プライマリプーリの油圧は限界以下に下げることが出来なかった。その為、セカンダリプーリの油圧を確保する為に、LU解除の車速を低車速化し、エンジンを停止させるタイミングを遅らせた。しかし、LU解除の車速がより低車速になると、減速度が大きくなり、運転者へ意図しない減速感を与えてしまう(Fig. 7)。減速感を改善させる為に、コースト線を下げた(Fig. 8)。

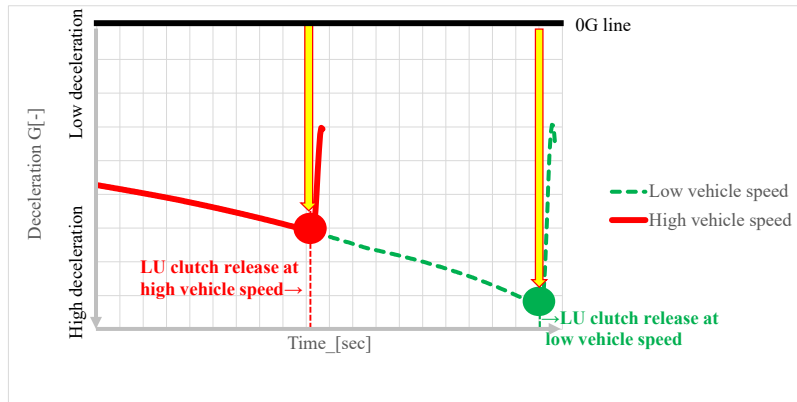


Fig. 7 Simulation results for deceleration feeling by changing vehicle speed for LU clutch release

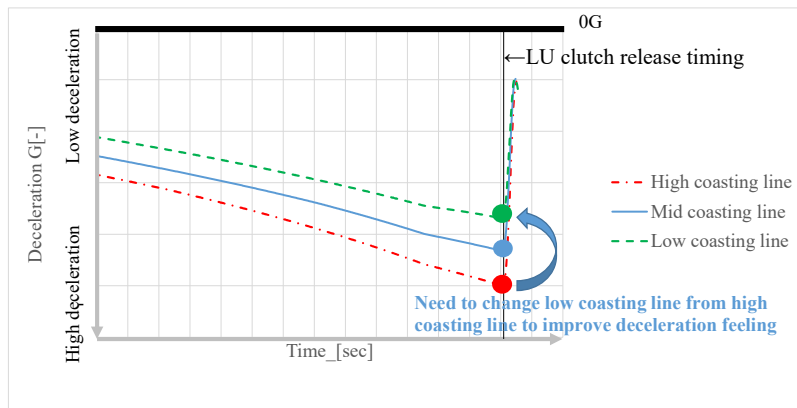


Fig. 8 Simulation results for deceleration feeling by changing coasting line

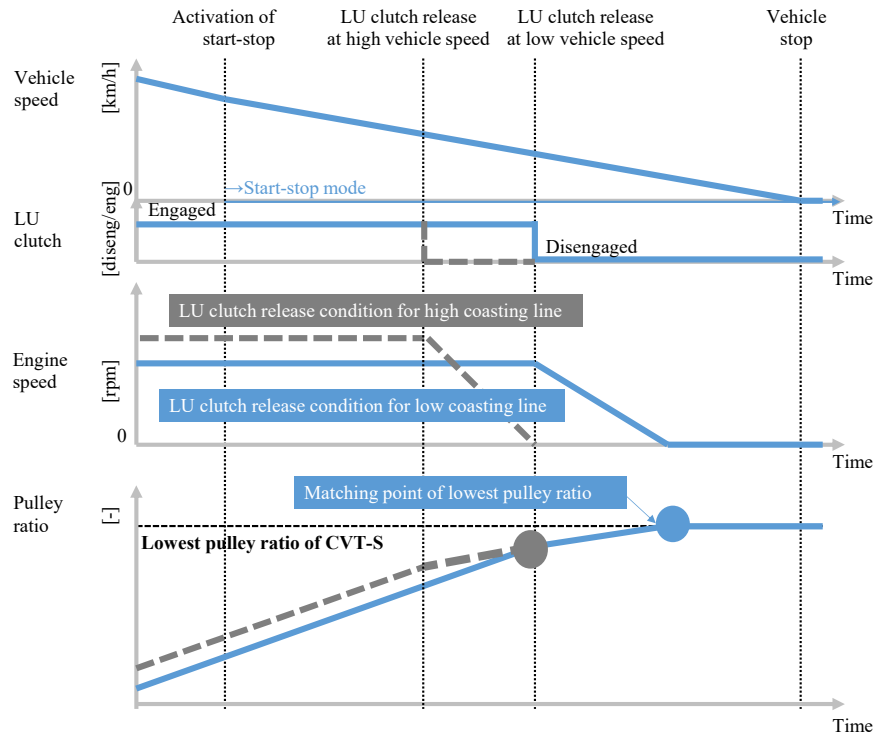


Fig. 9 Timing chart for changing LU clutch release condition to satisfy both deceleration feeling and shift control

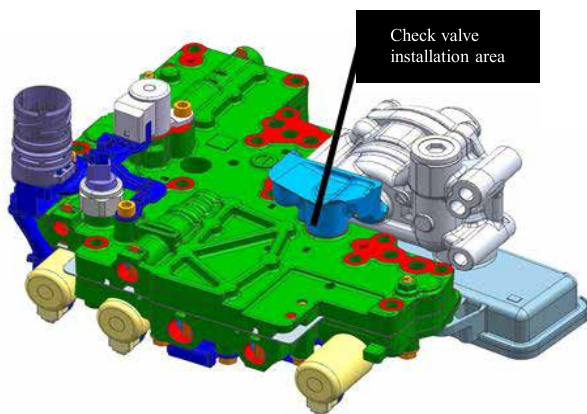


Fig. 10 Hydraulic system layout

その結果、LU解除の车速条件とコースト線は減速度と変速コントロールが両立出来るように設定出来た (Fig. 9)。

4.2 オイルリークの低減による油圧レスポンスの改善

エンジンが再始動後、車両の発進性能を確保する為には、プーリとクラッチの油圧はエンジンからの動力を伝達出来るように、素早く油圧を上昇させなければならない。しかし、エンジン停止と共にメカニカルオイルポンプが止まるため、油圧回路に充填されていた油が逆流やリークすることで油圧の応答遅れが生じる。そこで、メカニカルオイルポンプとコントロールバルブの間に、逆止弁を設けて油の逆流を防止した (Fig. 10)⁽³⁾。更に、プーリのシールリングに低リークタイプを採用した。

その結果、CVT7より大きなクラッチの油圧室に対しても油圧レスポンスはCVT7同等以上の性能を確保出来た。

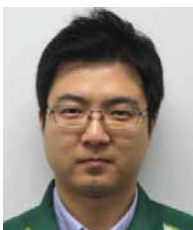
5. 結論

燃費と再加速性能への要求を達成させる為に、CVTの変速コントロールと油圧レスポンスを改善し、副変速機構を用いない軽自動車用CVTにおいて電動オイルポンプレス停車前Start and stop systemを実現した。

6. 参考文献

- (1) 小山良浩, 黒川秀二, 熊谷辰哉, 遠山政人, 鈴木淳也: 新型軽自動車用ベルトCVTの開発, 自動車技術会2019年春季大会学術講演会講演予稿集, 文献番号20195286
- (2) 国久美樹子, 黒川秀二: 軽自動車向け新型CVTの開発, 自動車技術会2019年春季大会学術講演会講演予稿集, 文献番号20195285
- (3) 小栗慎, 友田滋: 軽自動車向け新型CVTの燃費向上技術, 2019年自動車技術会シンポジウム, 文献番号09-19, P45~49, 2019

■ 著者 ■



金 チャドル



歌川 智洋



田上 幸太郎



藤川 真澄



李 宗桓



佐藤 達郎