

モーターサイクル用 Honda E-Clutch システムの開発

Development of Honda E-Clutch System for Motorcycles

小 野 淳 也¹
Junya ONO

竜 崎 達 也¹
Tatsuya RYUZAKI

内 藤 正 純¹
Masazumi NAITO

要 旨

マニュアルクラッチ操作無しで発進、変速、停止ができ、必要な際にはマニュアルクラッチ操作も可能な Honda E-Clutch システムを開発した。既存エンジンに対してクラッチアクチュエータを追加し、クラッチ自動制御を実現した。またエンジン側クラッチレバーを3分割構造とし、ライダーのマニュアルクラッチ操作を適切に検知することで、クラッチ自動制御とマニュアルクラッチ操作のスムーズな切り替えも可能とした。これによりこれまで通りのマニュアルクラッチ操作を楽しむこともでき、一方でクラッチ自動制御によりスポーティに、より楽に走行することも可能となった。本システムは搭載にあたって車両への制約を少なくし、幅広い車両に適用できる構成とした。

ABSTRACT

We have developed the Honda E-Clutch system, which allows starting, gear shifting, and stopping without manually engaging or disengaging the clutch while permitting manual clutch operations when necessary. The clutch actuator added to the existing engine enables controlling the clutch automatically. With the three-split construction employed in the engine-side clutch lever and by the appropriate detection of rider's manual clutch operation, the system permits smooth change over from automatic to manual and vice versa. Equipped with the automatic clutch, the rider can now enjoy sportier and easier riding than before while maintaining an option of manual clutch operations. The system is configured to minimize restrictive factors in mounting the new system to the vehicle so that it is applicable to various types of motorcycles.

1. ま え が き

近年 FUN モーターサイクル (趣味性の高いモーターサイクル) ではデュアルクラッチトランスミッション (DCT) やクイックシフターといったクラッチ操作が不要な駆動系システムが開発され、量産車に適用されている。DCT は二つの油圧自動制御クラッチと専用のトランスミッションの組み合わせによるオートマチックトランスミッション (AT) システムであり、クラッチ操作無しで発進、変速、停止が可能となっており、変速も自動で行われる。クイックシフターは通常のマニュアルトランスミッション (MT) の構成を活用し、発進、停止時にはクラッチ操作が必要なものの、エンジンの協調制御によりペダル操作のみで変速が可能となっている。これらのシステムにより、ライダーの

クラッチレバー操作が減ることで、より楽に走行することができ、ライディングに集中し、よりスポーティに走行することもできるようになった。その結果これらのシステムはユーザーに受け入れられ、年々その適用が拡大してきている。

一方で、DCT のように自動制御でクラッチを緻密にコントロールするためには、クラッチの容量を正確に推定する必要があり、油圧を用いたシステム構成が一般的である。しかし油圧を用いたシステム構成では部品点数が増え、システムの搭載性に課題があった。また四輪車とは異なり、バンクやウィリーといった姿勢の自由度が高い二輪車では、クラッチをマニュアルで操作することで駆動力を瞬間的に意のままに調整し、車体姿勢をコントロールしたいという要望も根強く存在している。これに対し DCT の

¹ 本田技研工業株式会社

E-mail: junya_ono@jp.honda

ようにクラッチレバーそのものを廃してしまうシステムではこの要望に対応することができない。以上のことより、クラッチ自動制御とマニュアルクラッチ操作の両方が可能で、搭載性に優れたシステムが求められている。

これらに対して Honda E-Clutch システムは、搭載性に優れたクラッチアクチュエータの追加により、既存の MT の構成はそのままに、マニュアルクラッチ操作無しでの発進、変速、停止と、これまで通りのマニュアルクラッチ操作の両立を実現させた。本稿ではシステムの狙い、その構成と動作概要、そして動作を実現するためのクラッチ自動制御手法とマニュアルクラッチ操作とクラッチ自動制御の切り替え手法を紹介する。

2. 開発の狙い

FUN モーターサイクルは単純な移動手段としてだけではなく、左手左足右手右足の操作、そして身体全体を使い、マシンと一体（人馬一体）となって走る、操る喜びがあると筆者達は考える。その中にはクラッチやシフトチェンジの操作の手間も醍醐味であり、面白さであるという価値観（MT の魅力）がある。その一方でライダーによっては、状況により「やりたくない操作」というものがある。例えば以下の操作が挙げられる。

- ・ 発進、停止時のエンジンストールや立ちごけが不安な状況でのクラッチ操作
- ・ 渋滞路や長距離移動で疲れた時のクラッチ操作
- ・ 減速時のシフトダウンで大きな車体挙動が発生しそうな

ときのクラッチ操作

- ・ 停車信号待ち時のギヤをニュートラルに入れる操作
- これらの「やりたくない操作」はクラッチを自動制御化することで省くことができる。

さらにクラッチを自動制御化することで、ワインディングなどでのスポーツ走行時にはエキスパートライダー同等の緻密なクラッチコントロールにより、車体挙動を安定させることもできる。これによりライダーはスロットル、ブレーキ、シフト操作、車体のコントロールに集中することができ、よりスポーティに走行することができる。以上のことから、クラッチやシフトチェンジを自分で操作する MT の魅力は保ったまま、クラッチ自動制御の機能を追加することで、FUN モーターサイクルをより扱いやすくし、楽しい部分をさらに引き出すことが可能となる。

Honda E-Clutch は上記の要求を、既存エンジンに展開可能な形で、シンプルなシステム構成で実現した。本システムは初心者からベテランまで、幅広いライダーにワンランク上の走り（よりスポーティに、より楽に、よりフレキシブルに）を提供することを目指した、MT でできることは全てできる MT の上位互換のシステムである。Fig. 1 に、MT、クイックシフター、Honda E-Clutch、DCT におけるシステムごとの機能の差異を示す。

Honda E-Clutch は発進、停止時にマニュアルクラッチ操作が不要であり、ペダル操作のみで変速することができる。一方でクラッチレバーによるマニュアルクラッチ操作も可能となっている。

Clutch type Operation	Single clutch			Dual clutch
	Conventional manual transmission	Quick shifter	E-Clutch	DCT
Start	Clutch lever and throttle operations 	Clutch lever and throttle operations 	Throttle operation only 	Throttle operation only 
Gear change	Clutch lever and shift pedal operations 	Shift pedal operation only 	Shift pedal operation only (Automatic clutch control) 	No operation needed (Automatic gear change / Voluntary operation possible) 
Stop	Clutch lever and braking operations 	Clutch lever and braking operations 	Braking only 	Braking only 
Manual clutch control	Possible	Possible	Possible	No setting

Fig. 1 Drivetrain system types and operations

3. システム構成と動作概要

3.1. システム構成

FUN モーターサイクルにおいては、重量増加や車体全体のレイアウトへの影響を抑えながら、システムを構成する必要がある。そこで Fig. 2 に示すように、本システムは、ベースとなる MT 車両に対してクラッチ自動制御のためにクラッチアクチュエータとモータコントロールユニット (MCU) を追加した。またライダーのペダル操作を検出するためにクイックシフターと同様のシフトセンサをシフトチェンジペダルに組み込んだ。

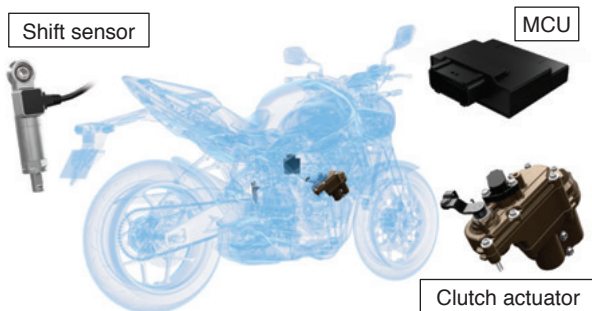
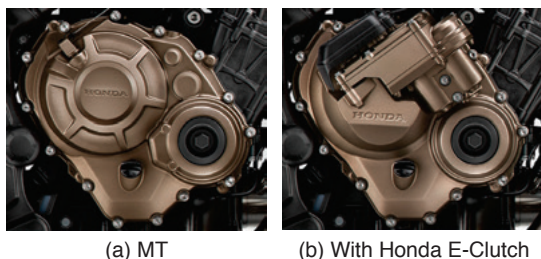


Fig. 2 Components layout

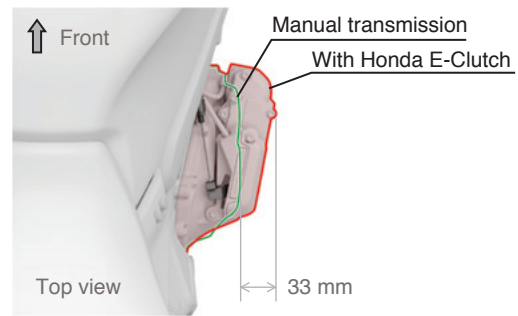
MT 仕様と Honda E-Clutch 仕様の外観と張り出しの違いを Fig. 3 に示す。外観からも分かるように、クラッチアクチュエータは車体右側のエンジンカバーに搭載し、モータでダイレクトにクラッチを制御する構成とした。これによりエンジン部品で大きく変更が必要なのはエンジンカバーのみとすることができた。

クラッチアクチュエータの搭載にあたっては、Fig. 4 のようにクラッチアクチュエータのケースを3階層化して減速比を高める構成とした。さらに一つの大きなモータではなく、小さなモータを二つ使用することで、出力を確保しながらクラッチアクチュエータを幅狭化し、Fig. 3(c) に示すように右側への張り出し量を 33 mm に抑えることができた⁽¹⁾。



(a) MT

(b) With Honda E-Clutch



(c) Comparative image of engine side cover protruding to the right

Fig. 3 Appearance and size comparison between MT and with Honda E-Clutch

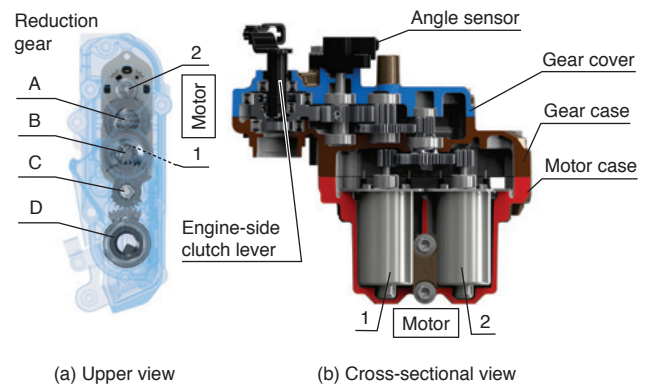


Fig. 4 Internal structure of clutch actuator

さらに本システムでは、クラッチアクチュエータの自動制御とライダーのマニュアルクラッチ操作を切り替える必要がある。

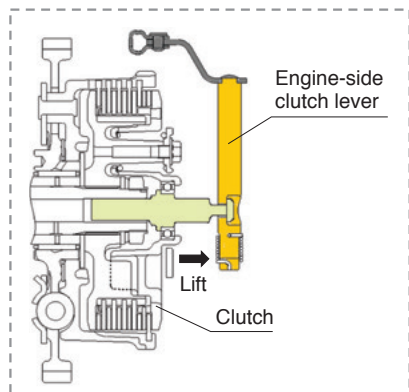
通常のマニュアルクラッチの断面図を Fig. 5(a) に示す。ライダーがクラッチレバーを握ると、クラッチケーブルを通じてエンジン側クラッチレバーが回転し、クラッチをリフトすることで駆動力の伝達が切断される構成となっている。

これに対し、Honda E-Clutch ではクラッチアクチュエータのエンジン側クラッチレバーを Fig. 5(b) に示すような3分割構造とし、クラッチ切断方向にオーバーライド可能な構成とすることで前述の要求を実現した⁽²⁾。

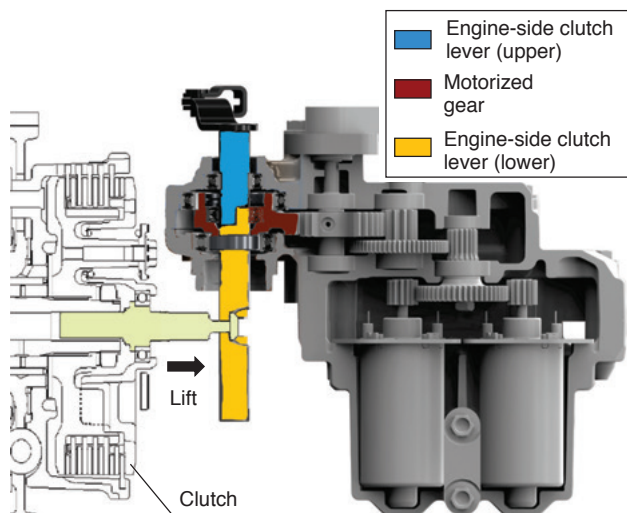
Fig. 5(b) に示すように左手のクラッチレバーはクラッチケーブルにより水色のエンジン側クラッチレバー (上側) に接続される。ライダーがクラッチレバーを操作すると、Fig. 6(a) に示すようにエンジン側クラッチレバーが回転し、黄色のエンジン側クラッチレバー (下側) が駆動され、クラッチが操作される。

クラッチ自動制御の際は、Fig. 6(b) に示すようにモータによって茶色のモータ駆動ギヤが作動し、黄色のエンジン側クラッチレバー (下側) が駆動され、クラッチが制御される。またクラッチ自動制御中にライダーがクラッチレバー

を操作すると、Fig. 6(c)のようにモータ駆動ギヤを追い越す形でエンジン側クラッチレバー（上側）がエンジン側クラッチレバー（下側）を駆動し、マニュアルのクラッチ操作にオーバーライドすることができる。この構成によりシステム失陥時も通常のマニュアル車として走行可能となっている。



(a) Conventional engine-side clutch lever mechanism



(b) Honda E-Clutch lifter

Fig. 5 Engine-side three-split clutch lever mechanism

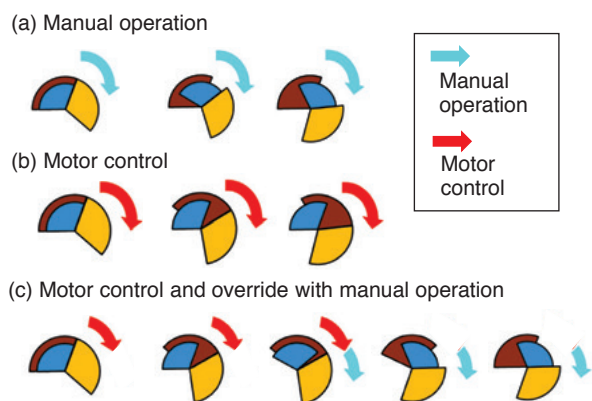


Fig. 6 Cross-sectional view of clutch lever operation diagram for engine-side three-split clutch lever

Fig. 7に示すようにクラッチアクチュエータは、専用のコントローラMCUで制御される。MCUはFI ECUから車両の情報をCAN通信で受け取り、車両の状態とクラッチアクチュエータの状態（アングルセンサーとモータの電流）から状況に応じて適切なクラッチ制御を実施する。

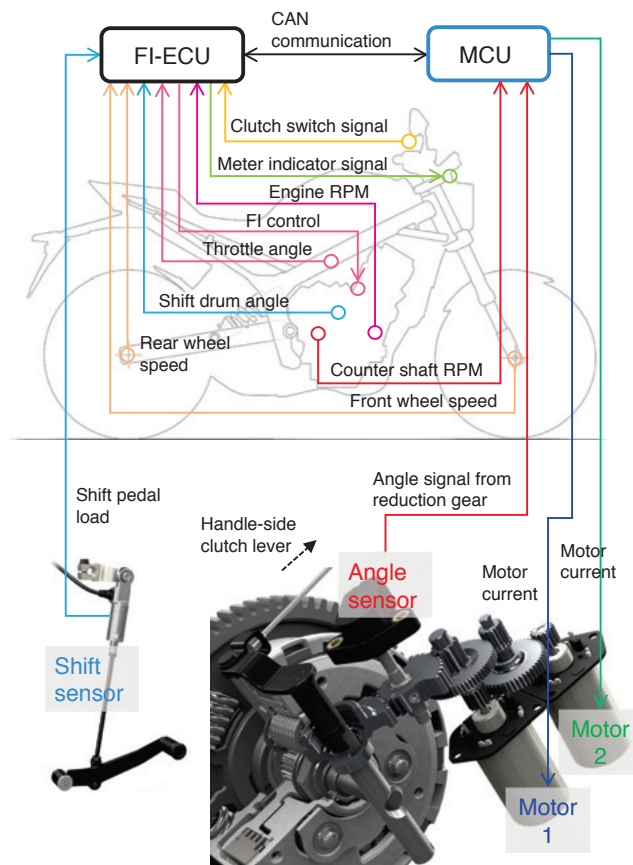


Fig. 7 System configuration overview

上記のシステム構成により、既存エンジンに追加することが可能な搭載性に優れたシステムとした。

また Honda E-Clutch のシステム重量は 2 kg であり、DCT のシステム重量 10 kg と比較し 1/5 である。

3.2. システムで実現している動作概要

Honda E-Clutch システムが有効（システム ON 状態）時のシステムの動作概要を Fig. 8 に示す。ギヤポジションがニュートラルにある状態でキーを ON にして、エンジンを始動させると Fig. 8 の緑枠のクラッチ自動制御状態となる。この状態ではライダーはクラッチレバー操作無しで発進、変速、停止が可能である。クラッチ自動制御が有効かどうかは、Fig. 8 の右下に示すように、メータに搭載されたクラッチ自動制御インジケータの点灯により確認することができる。

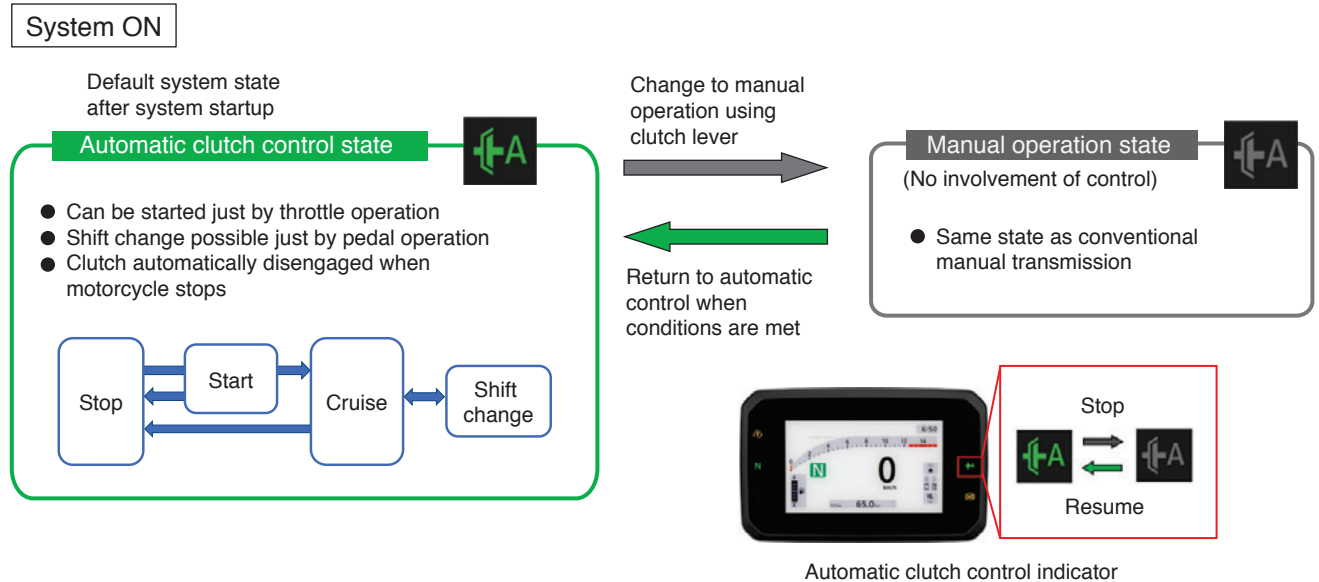


Fig. 8 Operation overview at System ON

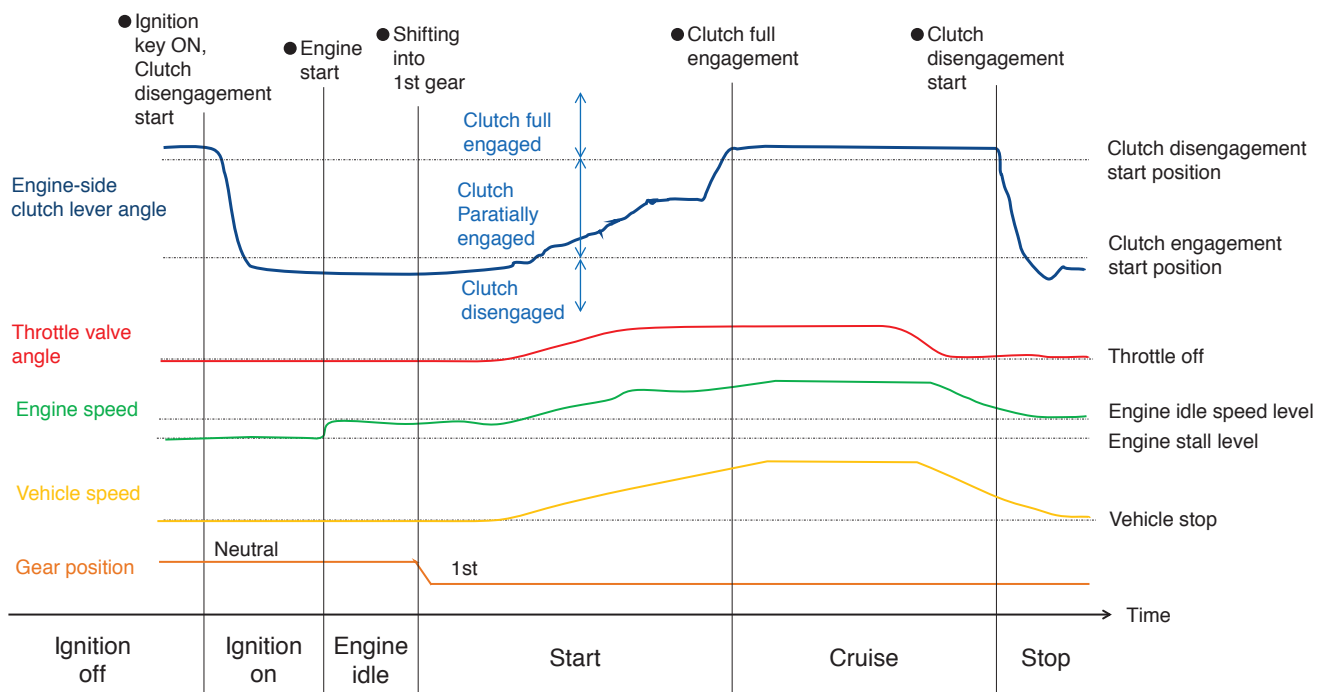


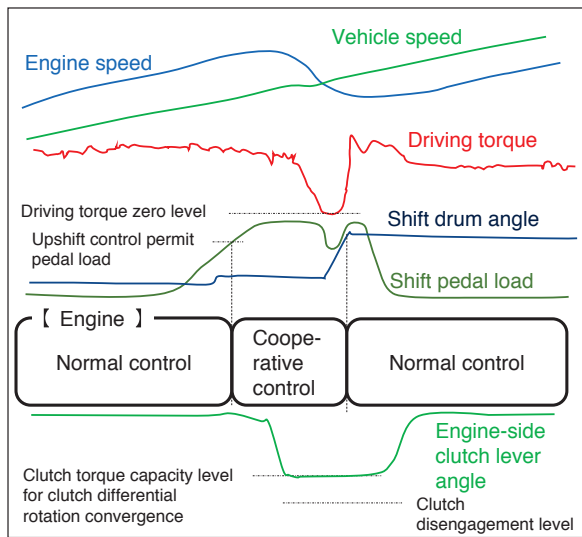
Fig. 9 Transition image of each operation state at ignition on, engine start, starting, cruising, and stopping

クラッチ自動制御による発進、クルーズ、停止時の車両の各状態の推移を Fig. 9 のグラフに示す。

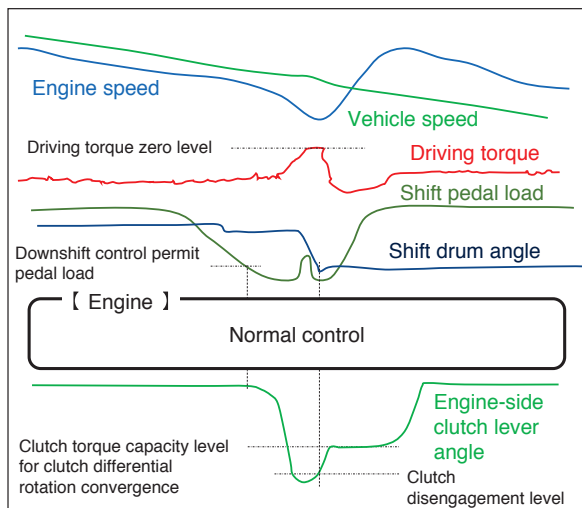
ニュートラルでエンジン始動状態から、ペダルのみを操作し 1 速にシフトチェンジした後、ライダーはスロットル、ブレーキを操作し、クラッチレバー操作無しでの発進、停止が可能となる。ライダーの操作に対して発進、停止時の車体挙動がリニアになるように、スロットルやエンジン

回転数、車速といった車両の状態に応じて、Fig. 9 の青線のエンジン側クラッチレバーの角度変化に示すようにシステムが適切にクラッチ制御を行う。

次に、クラッチレバー操作無しでペダル操作のみでの変速を行った際の車両の各状態推移を、加速中のシフトアップ、減速中のシフトダウンを例に Fig. 10 に示す。



(a) Upshifting during acceleration



(b) Downshifting during deceleration

Fig. 10 Operating image at UP, DOWN shifting

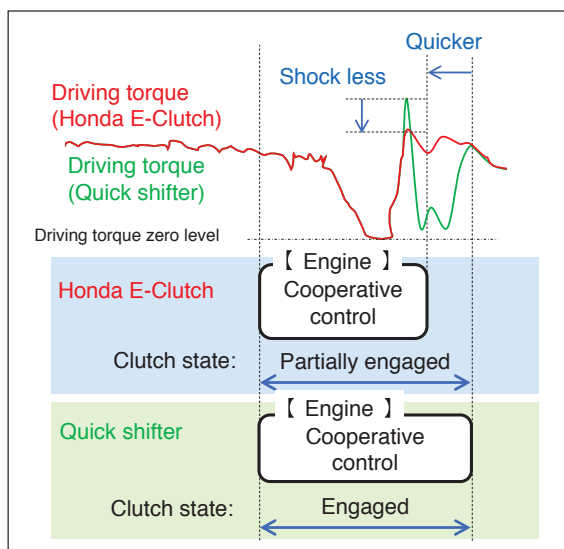


Fig. 11 Comparison of driving force between Honda E-Clutch and quick shifter during upshift

加速中のシフトアップでは、クイックシフターと同様にライダーのペダル操作をシフトセンサにより検出し、システムがエンジンの点火と噴射を適切に制御することで瞬時に駆動力を抜いて次段ギヤに変速させる。通常のクイックシフターでは Fig. 11 に示すように、次段ギヤへ変速する際にトランスミッションの差回転により衝撃トルクが発生する。一方で本システムでは次段ギヤへの変速前には、クラッチをエンジン出力トルクに応じた半クラッチ制御することで変速の際に発生するトルクを低減し、クイックシフターよりもスムーズな変速を実現した。減速中のシフトダウンでは、シフトアップと同様にシフトセンサによりライダーのペダル操作を検出し、システムがクラッチを切断し、次段ギヤに変速したことを確認して、適切な半クラッチ制御で差回転を収束させ、変速を完了させる。

続いてライダーがクラッチをマニュアルで操作する場合について説明する。エンジン始動状態でギヤが入っている状態から、クラッチレバーを握ると、システムはライダーのクラッチマニュアル介入操作（クラッチ自動制御が有効な状態でのライダーによるクラッチへのマニュアル介入操作）を検出し、クラッチ自動制御を一時的に停止する。ライダーのクラッチマニュアル介入操作の実施有無は、車両の状態に応じてクラッチスイッチやアクチュエータのモータ負荷から適宜システムが判断する。クラッチ自動制御が停止されるとメータのインジケータが消灯し、車両は従来の MT と同じ状態（マニュアル介入状態）となる。その状態からクラッチレバーの操作を終了し、後述するような所定の条件を満たすか、ギヤポジションをニュートラルとすることでクラッチ自動制御状態に復帰することができる。仮に停車時に誤ってクラッチレバーを握り、マニュアル介入状態になってしまっても、ギヤポジションをニュートラルとすることでクラッチ自動制御状態に復帰することができる。上記によりクラッチレバー操作無しでのスムーズな発進、変速、停止、そして特別な追加操作無しでのクラッチのマニュアル操作及びその後のクラッチ自動制御への復帰を実現している。また Fig. 12 に示すように、メータ上で Honda E-Clutch システムを無効（システム OFF 状態）にすることで、車両を通常の MT 車と同じ状態とすることもできる。

これらの機能によってライダーはよりスポーティに、より楽に、そしてよりフレキシブルにモーターサイクルを楽しむことができる。

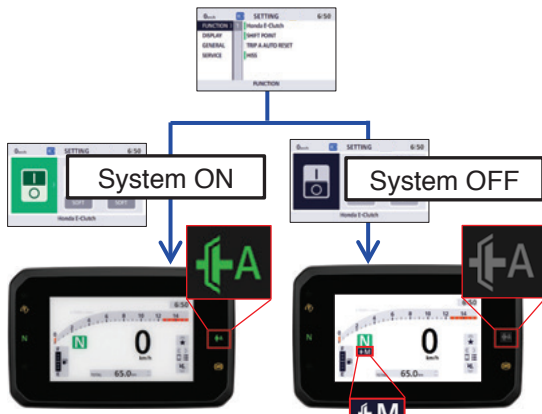


Fig. 12 System ON and System OFF

4. クラッチ自動制御手法

モータダイレクト駆動でのクラッチ自動制御には、クラッチの状態に応じた適切な制御が必要となる。また様々な部品のばらつきを踏まえて、クラッチ自動制御を成立させる必要がある。この二つの要素を踏まえたクラッチ制御により、クラッチレバー操作無しでのスムーズな発進、変速、停止が可能となった。以下に、クラッチ自動制御の手法に関して説明する。

4.1. クラッチの状態に応じた角度制御と電流制御

クラッチアクチュエータでクラッチを制御する際に、クラッチは以下の三つの状態に分けられる。

- (1) クラッチ締結状態
- (2) 半クラッチ状態
- (3) クラッチ切断状態

Fig. 13 は、それぞれの状態に対するエンジン側クラッチレバー角度 (制御角度) とエンジン側クラッチレバー荷重 (制御荷重)、クラッチ伝達トルクの関係を示す。

クラッチ締結状態とクラッチ切断状態においては、クラッチ伝達トルクは一定であり、またエンジン側クラッチレバー荷重変化が少ない領域である。このことからクラッチ締結状態、クラッチ切断状態では、クラッチレバー角度による位置制御が適している。一方で半クラッチ状態ではクラッチレバー荷重の変化が大きく、クラッチ伝達トルクはクラッチレバーの荷重に反比例して決まるため、クラッチレバー荷重による荷重制御が適している。本システムではアクチュエータのリダクションギヤ角度をアングルセンサにより計測することで、クラッチレバーの角度を算出できる。そこでリダクションギヤの角度を用いた位置制御 (角度フィードバック制御) を適用した。またアクチュエータのモータ電流を計測することで、クラッチレバー荷重を

推定できる。このことより荷重制御にはモータ電流を用いた電流フィードバック制御を適用する構成とした。さらにクラッチ切断開始位置、クラッチ接続開始位置といったクラッチの状態の切り替わりポイントで、上記の位置制御と荷重制御を切り替えることで、クラッチコントロール性能を高めた⁽³⁾。

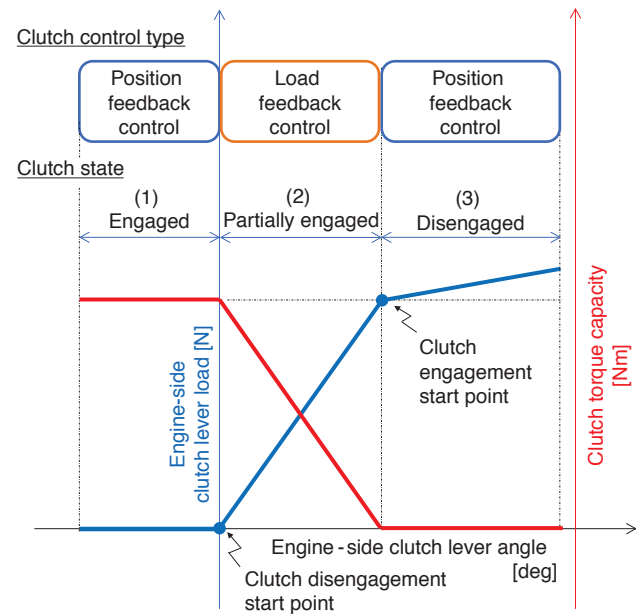


Fig. 13 Relationship between clutch state, engine-side clutch lever angle, and engine-side clutch lever load

4.2. 構成部品のばらつきを考慮したクラッチ制御

システムはクラッチ切断開始位置やクラッチ接続開始位置、その各ポイントでのモータ電流 (クラッチレバー荷重) を踏まえてエンジン側クラッチレバーの位置と荷重の制御を行う必要がある。ただしそれらの位置や電流値は、各部品のばらつきや電装部品の特性により車両ごとに異なる。適切なクラッチ制御を実現するためには、車両ごとのばらつきを補正する必要がある。そこで本システムでは、車両毎にクラッチ切断開始位置、クラッチ接続開始位置、モータ無負荷作動フリクション電流、クラッチ接続開始位置電流を MCU が学習することでばらつきを補正した。クラッチ切断開始位置は、クラッチ締結状態のクラッチレバー角度領域から、切断方向にアクチュエータを作動させた際の負荷変化による作動速度変化を検出し、学習する。またクラッチ接続開始位置はクラッチ切断状態のクラッチレバー角度領域から締結方向にアクチュエータを作動させた際の負荷変化による作動速度変化を検出し、学習する。

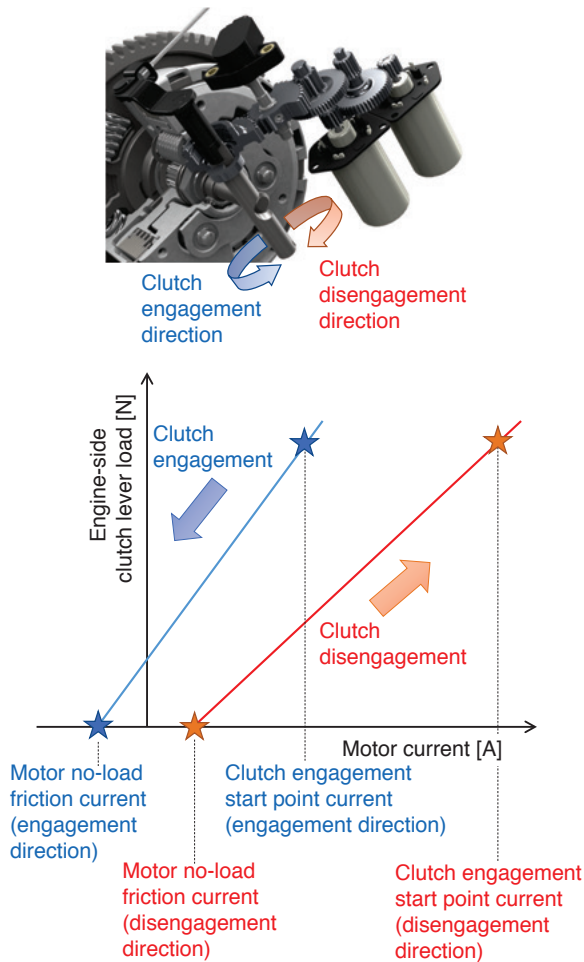


Fig. 14 Relationship between engine-side clutch lever load and motor current

続いて Fig. 14 に、エンジン側クラッチレバー荷重とモータ電流の関係を示す。

エンジン側クラッチレバー荷重とモータ電流の関係は、単純な 1 対 1 ではなく、アクチュエータの作動方向に応じて異なる。これはモータのブラシのフリクションやリダクションギヤ部に生じるフリクションの向きが、作動方向により異なるためである。そこで、アクチュエータを作動させた際の各位置での電流値から、モータ無負荷作動フリクション電流とクラッチ接続開始位置電流を学習させた。学習した電流値は接続、切断の作動方向も踏まえた値である (4)、(5)。

上記の各位置、各電流値を学習することで、量産車で生じる構成部品の様々なばらつきを補正し、モータダイレクト駆動でのクラッチ自動制御を実現した。

5. クラッチマニュアル介入操作判断とクラッチ自動制御状態への復帰

クラッチマニュアル介入操作によるクラッチ自動制御の一時的な停止には、確実なクラッチ操作の判断が必要となる。

またクラッチマニュアル介入状態からクラッチ自動制御状態へ戻る際には、ライダーに違和感を与えないタイミングでの復帰が必要となる。システムが車両の状態やライダーのクラッチレバー操作を適切に判断することで、ライダーはクラッチ自動制御とマニュアルクラッチ操作を自由に選べるようになった。以下にそれぞれの判断方法を説明する。

5.1. クラッチマニュアル介入操作判断

クラッチマニュアル介入操作時にクラッチ自動制御を一時的に停止するが、操作の判断を誤るとクラッチが急に接続する可能性がある。確実なクラッチマニュアル介入操作の判断により、ライダー左手への急なクラッチレバー反力の変化や、車体挙動変化が出ないようにする必要がある。Fig. 15 に各状態の判断の手法を示す。(1) クラッチ締結状態では、クラッチアクチュエータはクラッチを操作している状態ではないため、クラッチ制御を一時停止してもクラッチの状態に変化は無く、車体挙動にも影響は無い。そこで (1) の状態では、左手のクラッチレバーに付いているクラッチスイッチにて操作の有無を判断する。(2) 半クラッチ状態、(3) クラッチ切断状態では、クラッチアクチュエータによりクラッチを制御している状態となるため、より確実なクラッチマニュアル介入操作の判断が必要となる。クラッチ自動制御中のクラッチマニュアル介入操作の判断は、エンジン側のクラッチレバー荷重の負荷が人間の左手に移ったかをクラッチ制御角度 (リダクションギヤ角度) とモータ電流の変化から判断する。

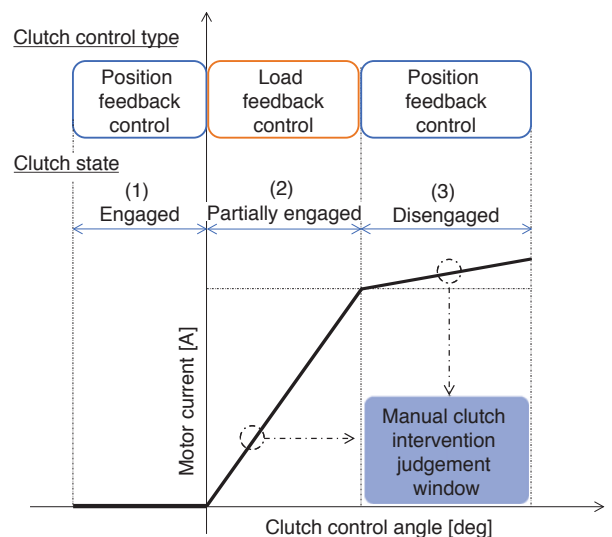


Fig. 15 Manual intervention operation judgment during automatic clutch control

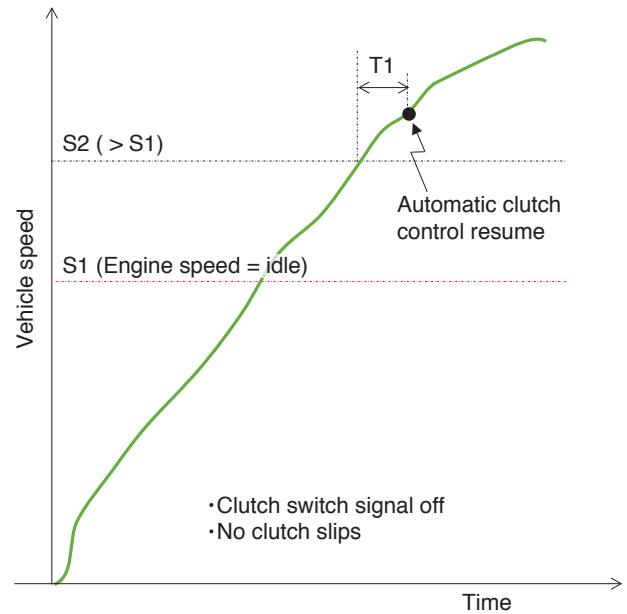
(2) 半クラッチ状態、(3) クラッチ切断状態においてクラッチマニュアル介入操作を行うと、それまでアクチュエータが制御していた荷重が人間の左手に移る。これに

より、アクチュエータのクラッチ制御荷重が小さくなり、Fig. 15 のマニュアル介入判断ウィンドウの中に移行する。確実にマニュアル介入判断ウィンドウに入ったことを確認した上でクラッチマニュアル介入操作が行われていると判断する。各状態に応じた判断手法を取ることで、急なクラッチレバーの反力変化や、車体挙動変化といった違和感をライダーに与えないクラッチマニュアル介入操作判断を実現した⁽⁶⁾。

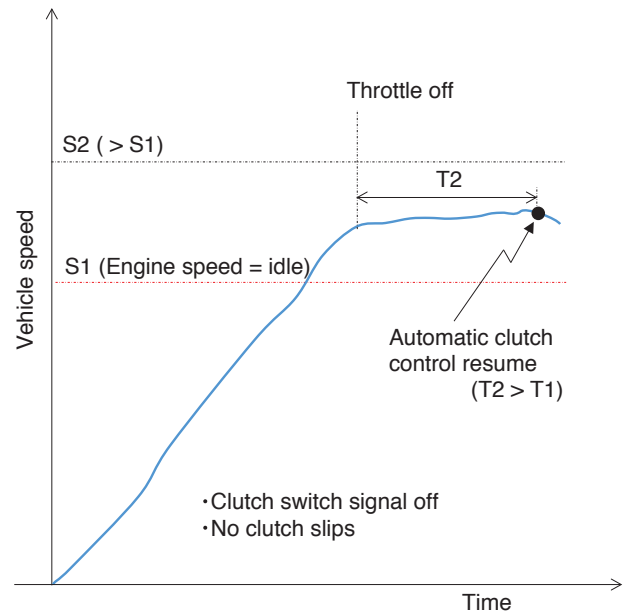
5.2. クラッチマニュアル介入操作状態からのクラッチ自動制御状態への復帰

ライダーがクラッチマニュアル介入操作を終えた際には、適切なタイミングでクラッチ自動制御状態に復帰させる必要がある。クラッチ自動制御状態に復帰した際、車両の状態（車速やエンジン回転数）によってはクラッチ切断動作を行う可能性がある。そこで Fig. 16 のように車両の状態に応じ、三つのパターンでクラッチ自動制御に復帰する構成とした。

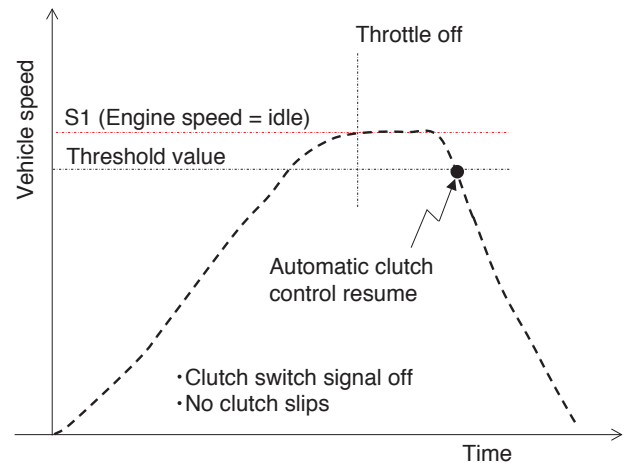
Fig. 16(a) に示すパターン A はマニュアルクラッチ操作終了後、車速がアイドル車速を超え、十分に高い状態である（アイドル車速とは、クラッチ接続状態でエンジン回転数がアイドル回転の時の車速である）。この状態ではクラッチ自動制御状態でもクラッチは締結状態となる。このことより車体挙動に変化は生じないため、短時間でクラッチ自動制御状態に復帰させる。Fig. 16(b) に示すパターン B は、クラッチ自動制御状態ではクラッチを切断するような車速の状態であるが、この状態で即座にクラッチ自動制御状態に復帰すると、クラッチが切れ、急な駆動力変化により車体挙動が乱れ、ライダーの意図に反する可能性がある。そこでパターン A と比べて長い時間経過を待ち、十分車体の状態が落ち着いた後にクラッチ自動制御状態に復帰させる。Fig. 16(c) に示すパターン C はパターン B で自動制御復帰を待っている状態で、マニュアルクラッチ操作無しでブレーキ操作をした際の、エンジンストール回避アシストのためのクラッチ自動制御状態復帰パターンである。なお、ライダーがクラッチレバー操作中で、車両の速度が Fig. 16(d) に示すようにアイドル車速に到達しない場合は、クラッチ自動制御状態には復帰しない。このように、マニュアルクラッチ操作を終えた後に、車両の状態に応じて適切なタイミングでクラッチ自動制御状態に復帰する構成とすることで、違和感の無い使い勝手と車両挙動を実現した⁽⁷⁾。



(a) Pattern A



(b) Pattern B



(c) Pattern C

参考文献

- (1) WO2022/209708,A(2022)
- (2) WO2022/209678,A(2022)
- (3) WO2023/182104,A(2023)
- (4) WO2022/209711,A(2022)
- (5) WO2022/209632,A(2022)
- (6) WO2022/209634,A(2022)
- (7) WO2024/201798,A(2024)

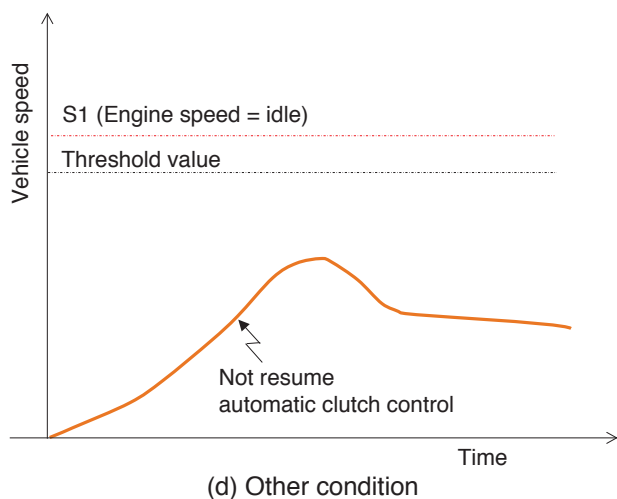


Fig. 16 Resume pattern of clutch automatic control state depending on vehicle state

6. 結論

ベースになる MT 車両に、クラッチアクチュエータと MCU、シフトセンサを追加することで Honda E-Clutch システムを構成した。クラッチの状態に応じた制御の切り替えと、様々な部品ばらつきを学習機能により自動的に調整することで、適切なクラッチ制御を実現した。またクラッチの状態に応じたクラッチマニュアル介入操作判断と、操作終了後の車両状態に応じたクラッチ自動制御状態の復帰により、違和感のない使い勝手を実現した。

本システムによりクラッチレバー操作無しに発進、変速、停止が可能となり、ライダーはよりライディングに集中できるようになった。その一方で、ライダーが望む場合には、これまでの通りのマニュアルクラッチ操作も可能となっている。これにより個々のライダーが培ってきた、ライディングの楽しみ方の変更を強いることなく、クラッチ自動制御による、よりスポーティな走行も楽しめるようになった。さらにシチュエーションによっては、「やりたくない操作」を省くことができ、より楽に、という AT のメリットを持ち合わせることを実現した。

また本システムは搭載するベース車への制約が少なく既存エンジンにも追加可能な構成となっており、システム追加による重量増加を 2 kg とし、完成車への影響も小さいため、幅広い車両に適用することができる。より多くのお客様に FUN モーターサイクルを楽しんで頂けるように、今後この技術を FUN モーターサイクルのスタンダードとなるように展開していきたい。将来的には本技術をさらに進化発展させ、モーターサイクル全般のさらなる普及、発展に寄与していきたい。

■ 著 者 ■



小野 惇也



竜崎 達也



内藤 正純