

技術論文

機電一体,小型高出力で且つ高位置制御可能なシフトバイワイヤの開発

桑原 真也
Shinya Kuwahara
鈴村 恵司
Keiji Suzumura

葛生 諭史
Satoshi Kuzuu
大橋 正和
Masakazu Ohashi

概要

自動運転レベル4必須アイテムであるシフトの電動化に対して,既存スペースに搭載可能な機電一体・小型で且つ,既存のディテント構成を利用した高位置制御を可能としたSiBW-ACTを開発することができた。

1. はじめに

2000年代から自動運転のニーズが高まり,自動運転レベル¹⁾のレベルアップ対応が進められている。

レベル1「運転支援」(自動ブレーキやクルーズコントロール,レーンキープアシスト等)に始まり,2021年3月に国内初のレベル3「条件付き自動運転」対応車両がA社より発売された。

国土交通省は2025年自動運転レベル4「特定条件での完全自動運転」を目標としており²⁾,各社開発を加速している。

レベル4以上 特に完全自動駐車に対応するためには,シフト切り替えの電動化が必須であり,各社様々なアプローチでシフトバイワイヤ(以下SiBW)化を進めている。

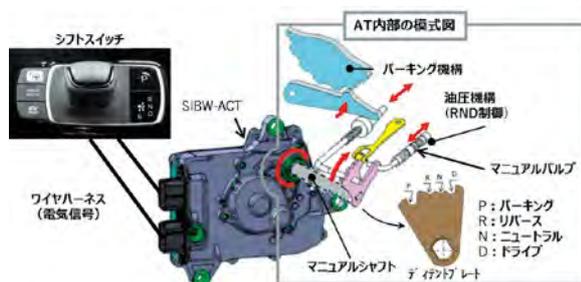


図1 SiBWのシステム構成

シフト応答性に,電動式はACTサイズと出力トルクに課題があり,国内では普及が進まなかった。



図2 BMC品:B社製油圧式SiBW AT

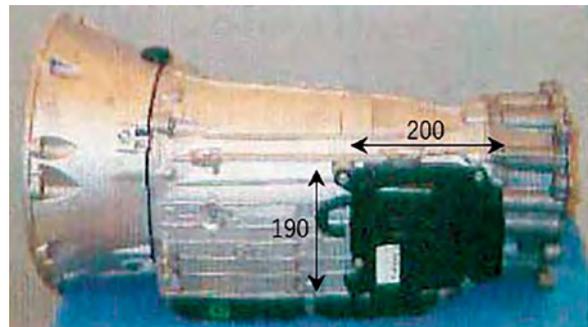


図3 BMC品:C社製ACT

2. SiBWの開発動向について

2.1 海外動向

SiBW化には油圧式(図2),電動式(図3)の2つの方式があり,欧州では2000年頃からそれぞれの方式でSiBW搭載車が登場した。しかし,油圧式は極低温での

2.2 国内動向

国内では,HV,EVのP⇄notPの2ポジション切り替え(以下2POS)を電動アドオンACTで対応する構成が先行して普及した。これは,R・Dポジションを駆動ユニットに任せることが出来,簡易にSiBW化できるためである。

しかし,電動化に向けた過渡的な状況の中,コンベ車の自動運転対応のニーズに対し,既存ケーブル式シフトの駆動ユニットをそのままSiBW化できるP-R-N-Dの4ポジション切り替え(以下4POS)可能な高い制御性を有したACTの必要性が増している。

3. SiBWの課題

2POSのSiBW-ACTについては国内でD社が先行して量産化に成功している。しかし,IG-ON毎に発生するACT起動をトリガにP壁方向へ回転させ,強い壁当てにより原点補正を行うための強度アップと,シフト切り替え時の停止位置制御に,ユニット側のディテントレバー形状変更を必要とするといった駆動ユニットの専用設計化で成立させるものであった。

4POSについては,位置制御性や応答性,搭載性も課題となり量産化には至っていない。

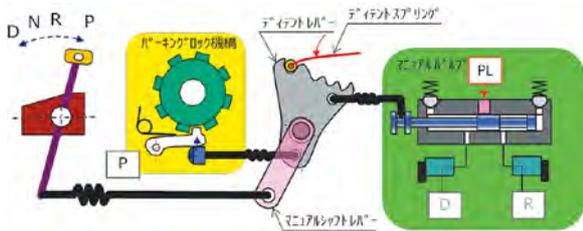


図4 4POSシステム構成模式図

4. SiBW開発品のコンセプト

開発ACTでは機電一体構成とし,ECU上にモータ回転センサ・出力軸回転センサを配置。制御性の高いブラシレスモータとメカガタ機構を採用することで前述の課題を解決。また,2POS/4POSを同コンセプトで開発することで効率的な開発を目指した。

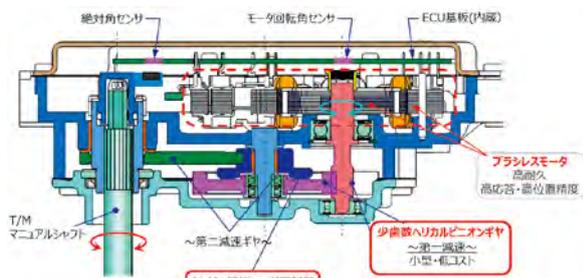


図5 開発ACT構成

4.1 小型軽量化設計

高出力なDCブラシレスモータと高効率高減速な少歯数ヘリカルギヤ(図6)を使うことで,小型高トルクを実現。機電一体とすることで,別体ECUのケーシングや中間ハーネスを廃止することが出来,車両としての軽量化も実現。



図6 減速比13での歯車イメージ

4.2 学習制御

D社製ACTの壁当て原点補正を必要としないポジション学習可能なACTを目標に開発。

既存のディテントレバー・ディテントスプリングの組み合わせによる負荷特性(図7)に着目し,ACT内にガタを持たせることで,メカ的にディテントレバー谷底(各シフトポジション位置)で位置が決まるようなACTを設計。同一基板上で減速前後に配置したモータ回転角センサと出力軸回転角センサを利用し,IG-ON毎の原点補正及び壁当てが不要な学習方法を開発し,既存のATへの搭載を可能とした。

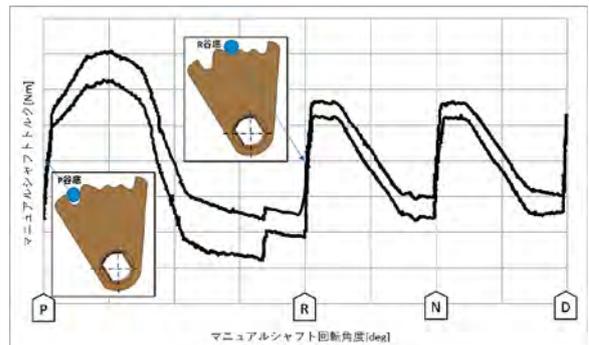


図7 デテント負荷トルク波形

・モータ回転角センサと絶対角センサの動きでポジション学習

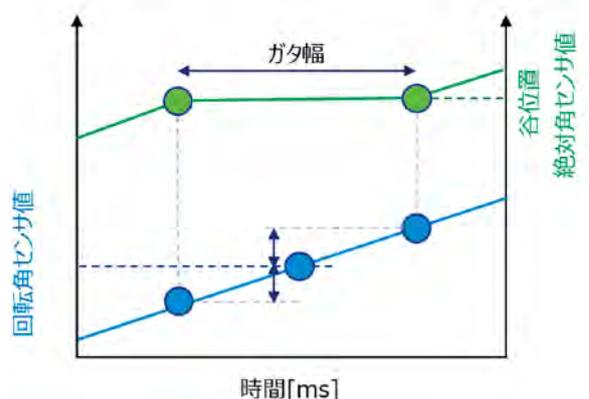


図8 学習時のセンサ出力変化

4.3 高位置制御性

ブラシレスモータを使用し、ベクトル制御により高トルクを確保。位置と速度のカスケード制御により、学習したモータ目標位置まで高速に駆動することを実現。先に設定したガタにより、ディテント谷底近傍まで出力軸を駆動することで、ディテント荷重により谷底に吸い込まれ、手動ケーブル式と同様にメカ的に谷底に安定させることを可能とした。

4.4 搭載性

小型でユニット側への過大な負荷を与えないACTを実現することで、既存のAT・車両への搭載を可能とした。これにより、多くのシフトケーブル式車両にパイワイヤ式をラインナップすることができるため、採用が拡大している。

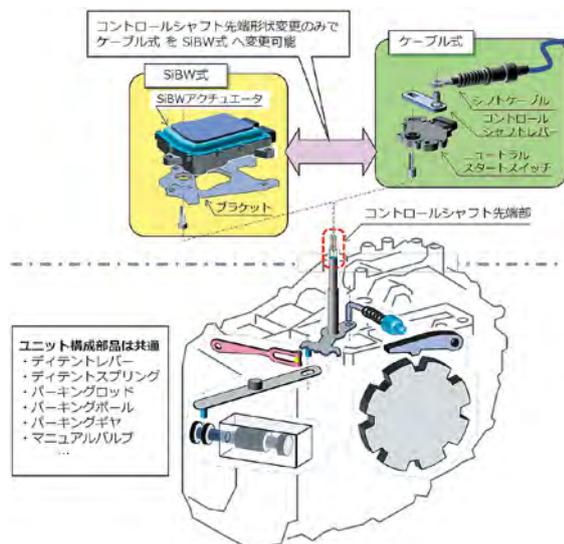


図9 ACT式・ケーブル式互換イメージ

5. おわりに

自動運転の普及をターゲットに、製品企画から10年以上の開発を続け、2021年7月に2POSに限定したACTを、10月に4POS対応ACTを生産開始することができました。

自動運転化アイテムとして多くのお客様に喜んで頂ける製品だと自負しております。

開発メンバー含め社内外の関係者様には本当に多くのご協力をいただき心から感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省ホームページより:<https://www.mlit.go.jp/common/001226541.pdf>
- 2) 国土交通省ホームページより:<https://www.mlit.go.jp/common/001425246.pdf>

筆者



桑原 真也
走行安全技術部
SiBW開発に従事



葛生 諭史
走行安全技術部
SiBW開発に従事



鈴木 恵司
走行安全技術部
SiBW開発に従事



大橋 正和
走行安全技術部
SiBW開発に従事