

新型テックマチックシステムの開発

Development of New Honda Techmatic System

木 幡 高 志*
Takashi KOHATA
宮 崎 諭*
Satoshi MIYAZAKI

伊 藤 法 彦*
Norihiko ITO
藤 井 聡*
Satoshi FUJII

和 田 伊佐夫*
Isao WADA
大 崎 優**
Masaru OHSAKI

要 旨

足の不自由な方の自立支援に有効な、手動運転補助装置「Honda テックマチックシステム」を新たに開発し FIT に搭載した。

本開発においてはHonda純正としての安全性と信頼性の確保と、操作性において「運転ができる」という領域から「運転を楽しむ(FUN FOR EVERYONE)」領域に大きく進歩させ、さらにさまざまな機種に対応でき、容易に取り付けられることをねらいとした。

本稿では、そのねらいを達成するための具体的な構造について説明し、内装と融合したコントロールレバー部のデザインについても述べる。さらに、体の不自由な方の運転免許の歴史やその市場についても紹介する。

ABSTRACT

A new manually operated “Honda Techmatic System” auxiliary driving device that supports the independence of people with lower limb disabilities was developed and installed in a Honda FIT.

This development aimed to secure safety and reliability as official Honda product features, greatly advance operability from simply providing “the ability to drive” to “enjoying driving (Fun for Everyone),” secure compatibility with various car models, and enable easy installation.

This paper describes the specific structure used to achieve these goals, and the control lever design that blends with the cabin interior. It also introduces the history of driver’s licenses for disabled persons, and this market.

1. ま え が き

通常、自動車は足でアクセルおよびブレーキ操作を、手でステアリングや各種スイッチ操作をおこない、円滑な運転ができる操作系配置となっている。このため、主として自走用車いすを使用して生活している体の不自由な方は、自動車を運転することが困難である。バリアフリーという言葉が使われだして久しいが、車いす使用者が公共交通機関で効率良く移動するにはまだまだ障害は多く、健常者以上に車は必要な道具となっている。これらの方の社会的自立を支援するため、手でアクセルおよびブレーキ操作をおこ

なうことができる装置として手動運転補助装置がある。

手動運転補助装置は、一部を除きライセンスプレート取得後に取り付ける「後付け装置」であり、改造申請は特に必要としないが、「走る、止まる」をつかさどる重要な装置である。したがって、取り付け車両本体のアクセルおよびブレーキ同等の信頼性が求められる。今回、新型テックマチックシステムの開発においては、Honda 純正としての安全性と信頼性の確保と、操作性において「運転ができる」という領域から「運転を楽しむ(FUN FOR EVERYONE)」領域に大きく進歩させ、さらに、さまざまな機種に対応でき、容易に取り付けられることをねらいとした。

* 四輪R&Dセンター

**本田技研工業株式会社

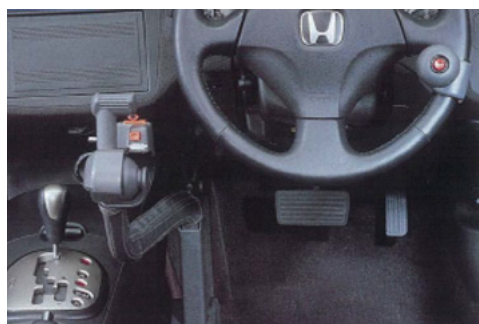
2. 手動運転補助装置の歴史と種類

日本における最初の自動車運転免許が交付された1907年(明治40年)から遅れること53年、1960年(昭和35年)12月の道路交通法改正で運転免許の取得条件が変わり、Fig. 1⁽¹⁾に示すように、体が不自由な方も装置を利用して自動車を運転できるようになった。平成20年時点で、普通自動車の運転免許保有者約7796万人の内「身体障害者用車両に限定」とされた条件付運転免許の保有者数は約21万人であり約0.27%を占める⁽²⁾。

市場規模は5000台／年程度であるが、その内約90%は専業メーカ2社で占めており、自動車メーカとしてはHonda、トヨタおよび日産3社が参入している。



Fig. 1 Manually operated auxiliary driving device



(a) Floor type



(b) Column type

Fig. 2 Types of auxiliary driving device operated by hand

Honda 関連としては、1968(昭和43年)旧テックランドが「テックマチックシステム」という商標で開発および取り付けを開始し、その後、旧ホンダ特装株式会社、そして株式会社ホンダロジスティックに引き継がれて現在に至っている。

手動運転補助装置は、商品化されてすでに約半世紀の歴史を持ち、近年欧米では専用アクチュエータを伴ったDrive By Wire 方式のものも開発されてきている。しかし、主流は電子デバイスに依存しない機械式であり、その基本構造は大きくは変化していない。

機械式の手動運転補助装置は、操作力を倍力することなしに通常足で操作するブレーキおよびアクセルペダルを作動しなければならない。そのため、従来のそれは比較的長い操作レバーを用いてロッドまたはケーブルを介し、ペダル部に追加されたリンク機構にて作動させる構造をとっている。

Fig. 2 に示すように、操作レバー取り付け方式には2種類あり、回転軸機構が運転席床上車両中央側にあるものをフロア式、ステアリングコラム下面にあるものをコラム式と呼ぶ。

また、アクセルおよびブレーキの操作方式にも2種類あり、一体式の操作レバーを車両後方へ引いてアクセル、前方へ押してブレーキ操作ができるものを1軸式、操作レバー上部にもうひとつ回転軸を持ち、この軸より上部のみが後方へ回転してアクセル、レバー全体が根元部の回転軸中心に前方に回転してブレーキ操作するものを2軸式と呼ぶ。

3. 新型テックマチックの構造

新型テックマチックシステムでは「運転を楽しむ」操作性を考慮し、初めに操作レバー部の基本構成を考えた。その結果、肘の移動量が抑えられる短い操作レバーと操作方式が明確な1軸方式を組み合わせた1軸ショートレバー方式を採用した。

1軸ショートレバー方式は、レバー部が運転席座面より高い位置にあるため、シートの前後スライドにおいてもシートクッション部との干渉が少なく、また、さまざまなインストルメントパネルの形状に対して、必要なレバー操作ストロークを確保しやすく、車両への搭載性においても有利である。

さらに、安全信頼性を満足するために、ブレーキケーブル2本化とイコライザ内蔵ドラム機構、ドラム強制回転機構を採用した。運転を楽しむために操作ゲイン可変機構、ビルトインスイッチを採用した。加えて、搭載性のために操作力伝達媒体としてケーブル機構およびフロア設置機構をそれぞれ採用した。全体構造を Fig. 3 に示すが、入力部のコントロールレバーアセンブリ(以下C.L.A.と表記)と、車両のブレーキペダル、アクセルペダルを動かすペダルリン

クアッセンブリ(以下 P.L.A. と表記)から成り立っており、この二つの部品を中心に説明する。

3.1. コントロールレバーアッセンブリ

3.1.1. デザインと機能

操作グリップは、運転者が直接手で触れアクセルとブレーキ操作をおこなう重要なインタフェースである。そのため、優れた操作性が要求されるのは当然として、ユーザの目に付きやすい場所に配置されることから、優れたデザイン性も求められる。従来の操作グリップは、操作性については良く考えられているものの、デザイン性については不足しているといわざるを得ないものが多い。本開発においては、デザイン性についても十分考慮し、車のインテリアと違和感のないものにすることができた。

グリップ形状には大別して横から掴むタイプの「I型」と、手を上に乗せるタイプの「T型」があるが、本装置では、より幅広い方々に使っていただけるよう、上に手を乗せるT型をベースにした。Fig. 4に示すモックアップモデルでのデザイン検証および実機検証を繰り返し、各スイッチの最適

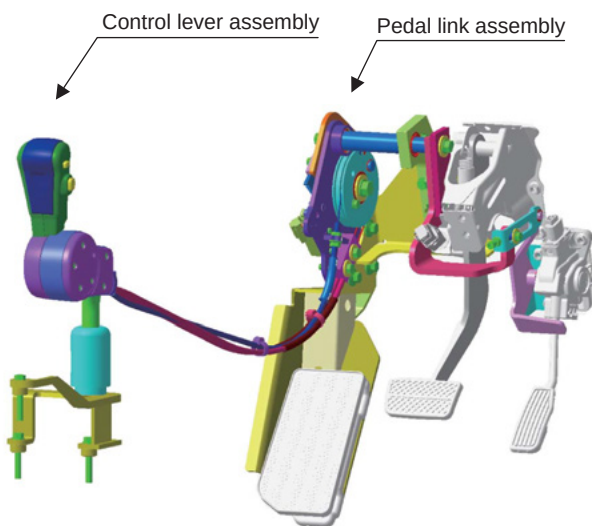


Fig. 3 New Honda Techmatic System



Fig. 4 Mock-up model

レイアウト、グリップの大きさ、断面形状の検証や、手で触れる部位の角部Rの設定などの細かい所までチューニングをおこなった。十分な強度と剛性を確保するため、グリップのフレームにはアルミダイキャストを採用し、その表面に本革を貼ることで、高い外観商品性ととも発汗による滑りに対する軽減効果を持たせた。

操作グリップが取り付けられるドライブドラムを、支持および収納するハウジングにもアルミダイキャストを採用し、高い造形自由度を得ながらも強度と剛性を確保した。これらの強度部材を、両側から樹脂カバーで挟み込む構造とし、運転時、太腿もしくは膝が接触する場合がある部位には、弾力性のある材質(熱可塑性樹脂)を採用した。

C.L.A.から足元のP.L.A.までの間は、ポリエステル製メッシュカバーの中を、3本のケーブルおよびワイヤハーネスを配索することで、すっきりとした外観商品性を確保している。Fig. 5に実車に取り付けた状態を示すが、これらの部品はすべてベーシックな黒でコーディネートしており、室内のデザインに融合し、さまざまな機種への水平展開を容易にしている。

3.1.2. 3本のブルケーブルを用いた操作力伝達機構

操作方式決定後の次なる検討項目は、レバーの操作力を、いかにしてペダルへ伝達するかである。手動運転補助装置は、既にパッケージが決定している完成車へ後付けするため、搭載性を十分考慮する必要がある。開発段階において、その媒体としてロッド方式、油圧方式およびケーブル方式を検討したが、最終的に操作性、搭載性および安全信頼性を互いに損なうことなく成立できるケーブル方式を採用した。

一般に、ケーブルは太いほうが強度的に有利であるが、許容最小曲げ半径は大きくなり、車載レイアウトに制約が発生する。本装置では、よりコンパクトな構造とするために、負荷の高いブレーキ操作荷重は、イコライザを介して2本のφ2.0 mmステンレス鋼線材複撚りケーブルが常時受け持つ構造とした。これにより、耐久性も含めて従来同等以上の十分な強度を確保した。また、アクセルケーブルは、ブレー



Fig. 5 Auxiliary driving device operated by hand (New type)

キと同一仕様のケーブルを反対の回転方向に1本配置した。このケーブル配置は Fig. 6 に示すように、二輪車のスロットル強制開閉機構と同様、レバーで直接戻り方向に入力することが可能であり、万一アクセルリンク系統に不具合が発生した場合でも、ブレーキ方向にレバーを操作することで、確実にアクセルを戻すことができる。

3.1.3. イコライザ内蔵ドラム機構

万一ブレーキケーブルが1本切れても、残存するもう1本のケーブルで確実に停止できるように、ブレーキ操作荷重は、イコライザを介して2本のケーブルで均等に伝達される構造とした。

イコライザの設計にあたっては、以下を考慮した。

- (1) イコライザ作動時(ケーブル1本切断時)に残存ケーブルおよびインナケーブルエンド部に無理な力が加わらないこと
- (2) 運転者がケーブルの破断を認識できるイコライザ作動量を確保すること
- (3) コンパクトであること

これらの項目を満足させるため、Fig. 7 に示すようにイコライザ機構をドライブドラム内に収納する構造を考案した。

Fig. 8 にイコライザの作動状態を示す。本イコライザ機構は、固定された回転軸を持っていないのが特徴であり、1本のケーブルが切れた場合、イコライザのケーブルエンド結合部は、ドラムに掘り込まれた空間の壁面に沿って、直線軌跡で移動する。これにより、残存ケーブルに無理な力が加わることなくケーブルエンドが7 mm 移動する。その結果、操作グリップ部での無効ストロークが通常の遊び量の2.5倍以上になるため、ドライバは故障を認識することができる。

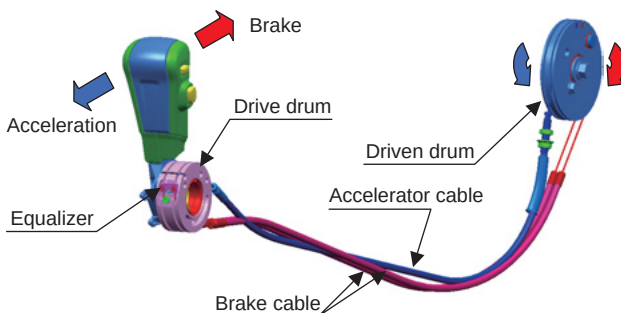


Fig. 6 Pull cables used for driving

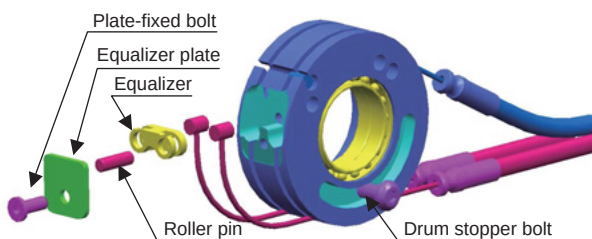


Fig. 7 Drum with built-in equalizer

さらに、ケーブル切れを客観的に認識できるようコントロールレバーハウジング上面に、Fig. 9 に示すようなインジケータを設置した。このインジケータにおいて、正常時のガタは●印の範囲におさまリ、ケーブルが切れた場合は2本の線の範囲を超えたガタ量となる。

3.1.4. グリップ内蔵スイッチ

手動運転補助装置での運転操作においては、右手でステアリングホイール、左手はアクセル/ブレーキレバー、およびATセレクトレバーの両方を操作する。そのため、円滑かつ安全な運転に必要な各種スイッチ類の操作をおこなうことが困難となる場合がある。その対応として、手動運転補助装置には、操作グリップ部にベース車と同等の機能を持った補助スイッチを装備する必要がある。ユーザによって必要とする補助スイッチの種類に若干の差があるが、本装置では Fig. 10 に示すように、より多くのユーザに対応できるように下記5個のスイッチを装備した。

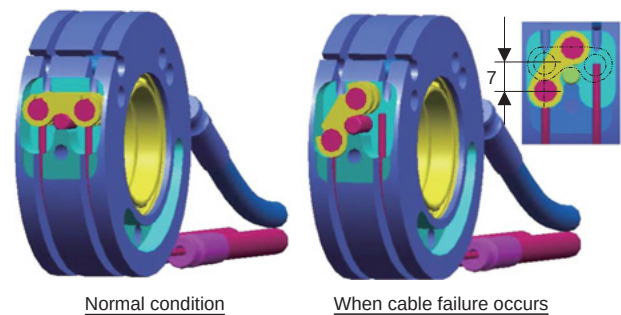


Fig. 8 Equalizer operation

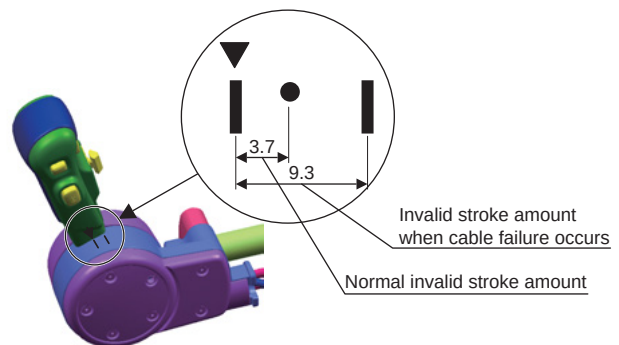


Fig. 9 Cable failure indicator

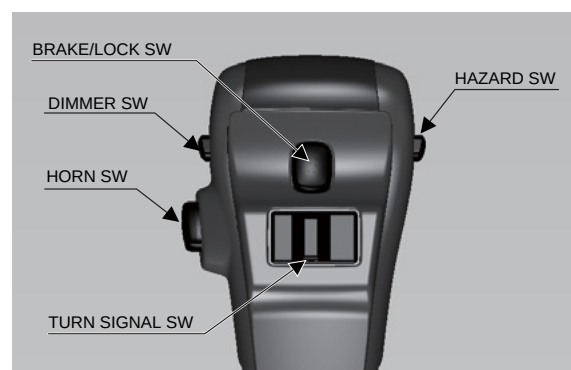


Fig. 10 Grip with built-in auxiliary switches

- (1)ブレーキロック (2)ウインカ (3)ホーン
(4)ヘッドライト Hi-Low 切り替え (5)ハザード

これらのスイッチは、信頼性とコスト低減の観点から、四輪および二輪の量産品を基本流用した。(1)のブレーキロックスイッチは、ベース車にはない手動運転補助装置に特有、かつ不可欠な最も使用頻度の高いスイッチである。ATセレクトレバーを、Pポジションから他のポジションに移動する場合、ブレーキペダルを踏み込んだ状態で、セレクトレバーを操作する必要があるが、手動運転補助装置では、左手でブレーキ操作をおこなうためそれができない。ブレーキロックスイッチを押しながら操作レバーをブレーキ側(車両前方)に押し込むと、レバーから手を離してもブレーキペダルが踏み込まれた状態で保持される。これによりセレクトレバーを操作することができる。

Fig. 11に示すように、操作グリップに装備した5個のスイッチと、インストルメントパネル内部に追加配索したワイヤハーネスとは、内径7mmのコルゲートチューブに通した、11本の自動車用極薄肉低圧電線呼び0.3(AVSSH0.3F)⁽³⁾で繋がれている。アクセルおよびブレーキ操作によるハーネスの動きを最小限のスペースで吸収するため、操作レバー回転中心部に設けた空間に通線し、その中でハーネスを屈曲(揺動)させる構造とした。

また、電線の屈曲(揺動)に対する十分な断線タフネスを検証するために、耐久試験を実施した。耐久試験は、使用頻度等を考慮した複数の作動角を組み合わせたモードと、屈曲には厳しい低温での動作環境温度を考慮したモードでおこなった。

3.2. ペダルリンクアッセンブリ

1軸ショートレバー方式を具現化する機構が、P.L.A.である。Fig. 12に示すように、回転軸がオフセットしているドリブンドラムとカムプレートは、メインプレートを挟んで配置されており、ローラを介してケーブルの引き力を、メインシャフトの回転力に変換している。

ここで、カムプレートとローラの接触部において、カム転動面の微小変形(つぶれ)を許容した「塑性変形による加工

硬化を考慮した面圧設計」⁽⁴⁾に基づき、塑性変形を許容しない場合と比較しておよそ1/5の板厚を採用し、P.L.A.の幅を可能な限り薄くした。

また、前述したブレーキロックの機構はP.L.A.に組み込まれており、その構造をFig. 13に示す。ソレノイド作動により、ラチェットが回転してカムプレートに固定されているラチェットプレートと噛み合い、メインシャフトの回転を一時的にロックすることにより、ブレーキペダルを踏み込んだ状態に保つことができる。

3.2.1. 操作ゲイン可変機構

通常のブレーキペダルは、油圧1系統故障へ対応すべく常用可動範囲の倍のストロークを確保しており、手動装置においても、油圧1系統故障へ対応したレバー可動範囲を確保する必要がある。しかしながら、従来の手動運転装置のレバーストロークとペダルstroークの関係は、回転アームやロッドからなるリンク機構のジオメトリにより決められていて、stroーク全域において最適の特性を得ることは困難であった。

そこで、ペダルstroークに対するレバーストロークの比である操作ゲインを、積極的に設定可能な可変機構を、カムとローラの組み合わせにより実現した。この機構により、ブレーキ常用操作域ではゲインを下げ操作荷重を抑え、油圧1系統故障時のstroークが増える操作領域においては

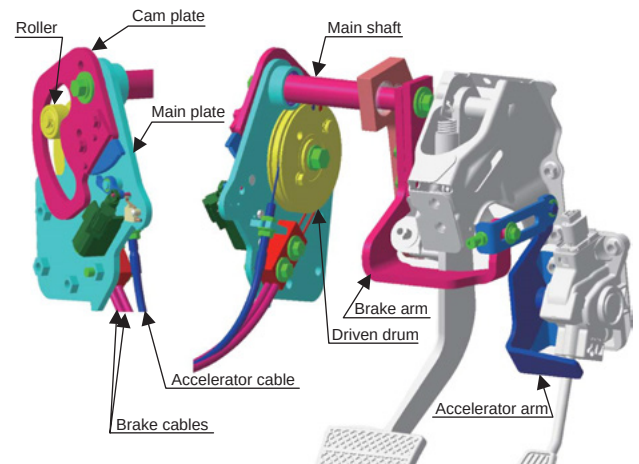


Fig. 12 P.L.A. (Pedal link assembly)

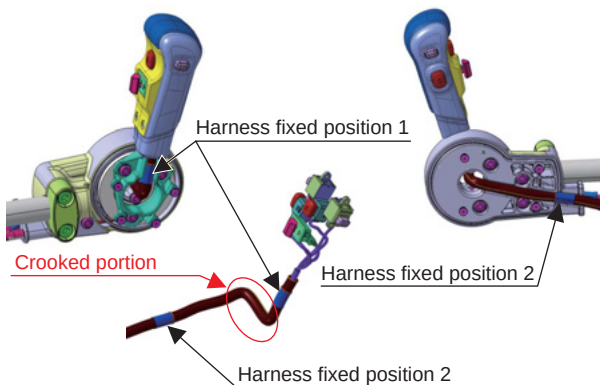


Fig. 11 Harness layout inside grip

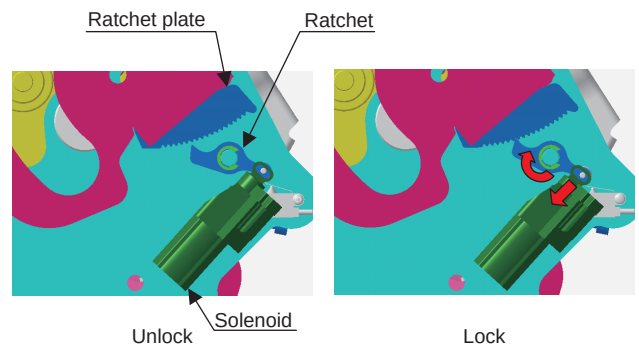


Fig. 13 Brake lock mechanism

ゲインを上げストロークを抑制することが可能となった。

ゲイン可変機構は Fig. 14 に示すように、出力軸であるメインシャフトと、離れた位置にある入力軸であるドリブンドラム、およびドリブンドラム上に中心からオフセットされているローラで構成されている。これにより、ドリブンドラムからの入力、ローラおよびカムプレートを介して、ブレーキペダルの回転軸と同軸のメインシャフトに出力される。

本来、ケーブル方式においては、ブレーキペダル回転軸上にドリブンドラムを配置したほうが部品点数を削減できる。しかし、実際に車に組み付けた場合、ブレーキケーブルの配索において、屈曲が厳しくなり、ケーブルの摺動抵抗が増加する。カムとローラの採用により、ドラムの配置を下げる事が可能となり、同時に、ドラムの回転方向を逆転することができた。その結果、ケーブル配索を直線に近づけることが可能となり、操作荷重の低減、およびケーブル耐久性の向上にも寄与した。

Fig. 15 に、今回採用した操作ゲイン特性を示す。横軸にレバー先端の移動円弧長をレバーストロークとして、縦軸に

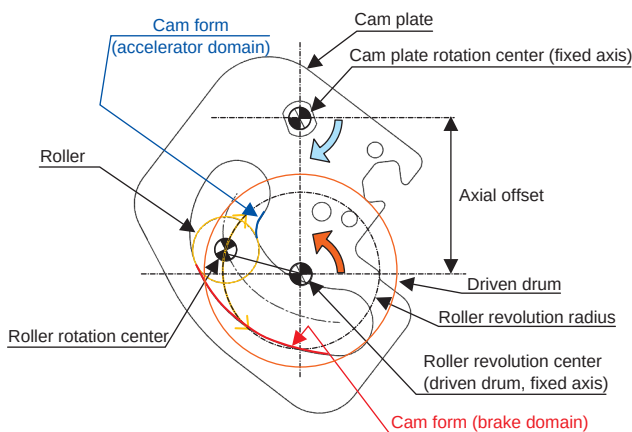


Fig. 14 Gain variable mechanism

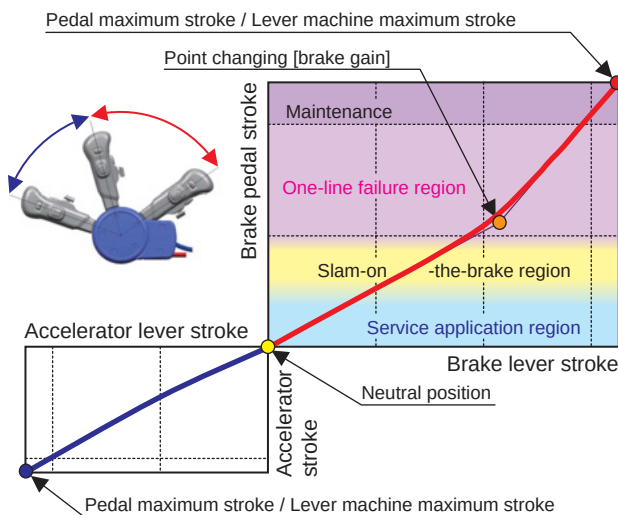


Fig. 15 Input/output characteristics

にペダルストロークをとってあり、中立点を挟んで右側はブレーキ特性を赤い線で、左側はアクセル特性を青い線で示している。

ブレーキ特性において、ペダルストロークを四つの領域に分け、背景色を変えて表している。下から順に、通常ブレーキ領域(水色)、急ブレーキ領域(黄色)、油圧1系統故障領域(桃色)、ブレーキ液交換領域(紫色)となる。

レバーが固定されているドライブドラムは、ストッパボルトでストローク規制されるが、レバー最大ストロークにて、ペダル最大ストロークとなるよう設定した。

中間の特性は、常用操作域ではゲインを下げ操作荷重を抑え、油圧1系統故障時のストロークが増える操作領域においては、ゲインを上げストロークを抑制する特性としている。

アクセル特性においても同様に、レバー最大ストロークにて、ペダル最大ストロークとなるよう設定し、常用操作域ではゲインを下げ操作荷重を抑え、アクセルを大きく開ける操作領域においては、ゲインを上げストロークを抑制する特性としている。

4. 実車検証

4.1. 操作性

Fig. 16 にアクセル操作時のレバーストロークと荷重特性を示す。装置全体の無用なガタを、最小限にするために、主要な回転軸にはボールベアリングを採用した。これにより、アクセルペダルが動き始める Fig. 16 の Point A の位置を、10 mm 以下に抑えることができた。

同様に、Fig. 17 の Point B に示す、ブレーキペダルの動き始める位置も 5 mm と少なく、中立点を挟んだ連続操作において、滑らかなレバーの操作が可能となっている。また、Fig. 16 の Point A の荷重も 12 N 以下に抑えることができ、ベース車両のアクセルペダルと同等の特性を実現することができた。

また、Fig. 17 のブレーキ操作特性においては、実際にブ

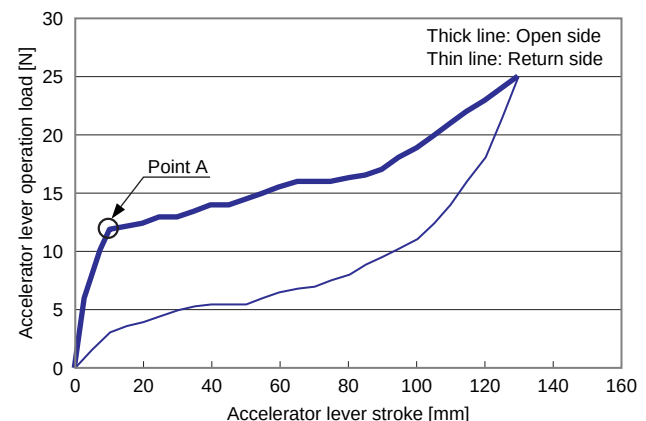


Fig. 16 Accelerator operation characteristics

レーキが効き始める Point C は、明瞭に運転者が認識することができ、そこからしっかり手ごたえを感じながら制動力をコントロールできる。その結果、ベース車と同等の操作フィーリングを得ることができた。

「運転を楽しむ」には、操作部の適切な荷重やヒステリシスの設定と、無駄な動きの排除が不可欠と考えた。その達成手段にケーブルと可変ゲイン機構を選択した。その結果、ペダルを直接押しているようなダイレクト感を達成できた。

4.2. 搭載性

開発した手動運転補助装置は、販売店にて車両に搭載することを前提としている。そこで、販売店での組立て信頼性を確保するために、C.L.A, P.L.A.およびケーブルをあらかじめ組み付け、ケーブルの張力を調整したうえで出荷する方式を採用した。

さらに、部品の取り付けは、既存の締め付け点を利用するので、販売店における車両への新たな穴あけ加工を必要としない。また、ケーブルへの損傷防止のため、保護部材の採用などの配慮もおこなった。

Fig. 18は車載組立て図を示すが、組み付け時に一旦取り外しが必要な部品は、センターコンソールなどの樹脂製の

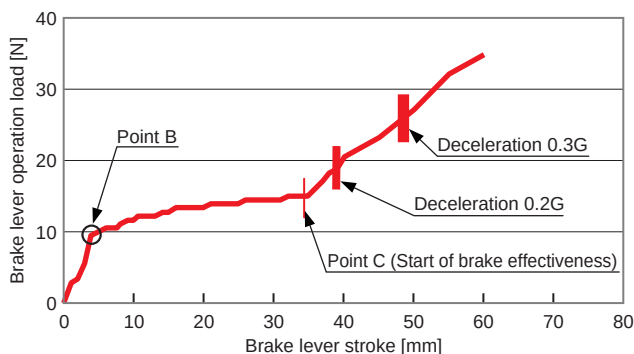


Fig. 17 Brake operation characteristics

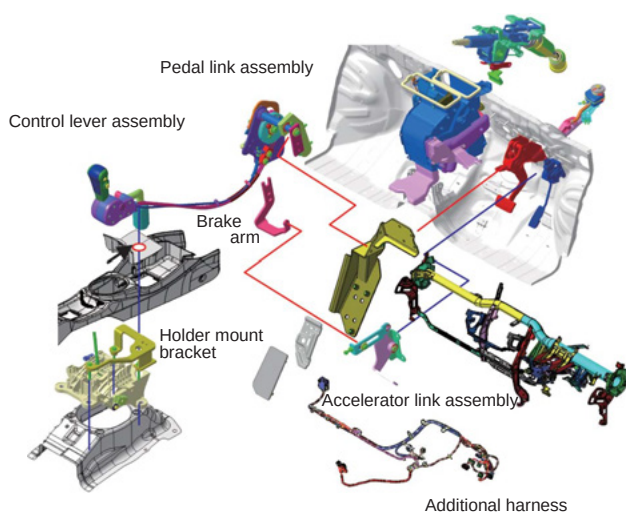


Fig. 18 Construction of New Honda Techmatic System

部品のみである。

これらの結果、当社従来製品と比較して約20%取り付け工数を削減することができた。

5. まとめ

新たに手動運転補助装置の開発をおこない FIT に搭載した。

「Honda純正」としての安全性と信頼性の確保と、操作性において「運転ができる」という領域から「運転を楽しむ (FUN FOR EVERYONE)」領域に大きく進歩させ、さらにさまざまな機種に対応でき、容易に取り付けられることをねらいと定め、それを実現することができた。

従来にはない数々の特徴を持つ自信作であり、より多くのお客様に喜んでいただけると確信している。

参考文献

- (1) 有限会社 フジオート フジコンのルーツより <http://www.fujicon.co.jp/company/05root.html>
- (2) 警察庁交通局運転免許課：運転免許統計平成20年度版 (2009)
- (3) JASOD611
- (4) 松本将, 寺田博, 渋谷八郎, 重永憲明, 佐々尾裕：水門とびら用ローラ・レールころがり接触面の面圧設計, 日本機械学会論文集 44 巻, 385 号 (1978)

■ 著 者 ■



木幡 高志



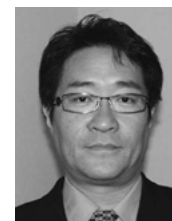
伊藤 法彦



和田伊佐夫



宮崎 諭



藤井 聡



大崎 優