

高圧アルミパイプハーネス

Aluminum-Pipe-Shielded High-Voltage Wiring Harness

井谷 康志*

Yasushi Itani

橋本 章吾

Shogo Hashimoto

水谷 美生

Yoshio Mizutani

桑原 正紀

Masanori Kuwahara

最近、急速に普及しているHEVにおいて、その良好な燃費性能を生み出すハイブリッドシステムは、メイン機器である高圧バッテリーやインバータ、モータを高圧ハーネスで接続して構成されている。それら高圧ハーネスのうち車両床下にレイアウトされている床下ハーネスには、走行中の飛び石等による外傷からの保護機能と電磁ノイズを周囲に与えないシールド機能が求められ、従来ハーネスでは樹脂プロテクタによる保護と編組線による電磁シールドを行っている。2005年には本田技研工業(株)のHEV向けに、保護とシールドの一体化を狙ってアルミパイプを使った高圧アルミパイプハーネスを開発した。今回、その特長について紹介する。

The hybrid system employed in a hybrid electric vehicle (HEV) uses high-voltage wiring harnesses to connect a high-voltage battery, inverter, and motor. Among those, an under-floor wiring harness needs to be protected from stone chipping and shielded against electromagnetic effects. Conventional wiring harnesses have a resin protector against stone chipping and use braided wire for electromagnetic shielding. In 2005, we developed a high-voltage wiring harness shielded with an aluminum pipe that works for both protection and electromagnetic shielding, and delivered it to Honda Motor Co.,Ltd. for its HEVs. This paper introduces the major features of the aluminum-pipe-shielded high-voltage wiring harness.

キーワード：ハイブリッド自動車（HEV）、パイプシールド、高圧ハーネス

1. 緒 言

近年、化石燃料の枯渇問題やCO₂排出量増加による地球温暖化問題に対して、自動車業界では燃費向上やCO₂排出削減を目的として、HEV*¹・PHEV*²・EV*³の開発が進められている。このうちHEVは、燃料補給に既存のガソリンスタンドが利用できることから、急速に普及が進んでいる。

HEVのハイブリッドシステムは内燃機関（エンジン）と電気駆動系（モータ等）から構成される。電気駆動系を構成する各機器間の電力の授受は高圧ハーネスが担っており、当社はこの高圧ハーネスを10数年前から多くの車両に納入している。

この実績に基づき、高圧ハーネスに要求される機能のうち、飛び石などによる外傷から電線を守る保護機能と、電磁ノイズを遮断して周囲に悪影響を及ぼさないようにするシールド機能を一部品で実現した高圧アルミパイプハーネスを開発し、2005年発売の本田技研工業(株)のCIVIC HYBRID⁽¹⁾を皮切りにINSIGHT（2009年）など多くのHEVに搭載している。

本稿では、高圧アルミパイプハーネスの構成と特長について述べる。

2. ハイブリッドシステム概要

HEVのハイブリッドシステムの概略を図1に示す。高圧バッテリーの電力は、直流/交流変換を行うインバータを介してモータに供給される。エンジンとモータの出力は精密

に制御され、その走行状況に応じて出力の配分が決定される。これらの機器のレイアウトにより、機器間を接続する高圧ハーネスが置かれる環境も変化する。ここで紹介する高圧アルミパイプハーネスは、車両後方にインバータ、車両前方にモータが設置され、それらを接続する高圧ハーネスが車両床下を通る場合を想定する。

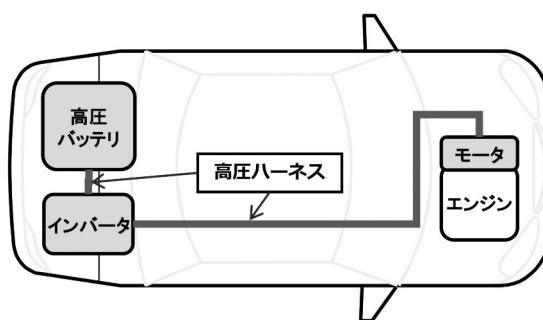


図1 ハイブリッドシステム概略

この床下ハーネスに要求される機能は、エンジンルーム内や排気管の高温環境に対する耐熱性、機器との接続作業性を確保するための可撓性、床下の飛び石などによる外傷から電線を守る保護機能、塩水や融雪剤に対する耐腐食

性、および周囲の電子機器や信号線に電磁ノイズを与えないよう遮断するシールド機能などがある。

3. 高圧アルミパイプハーネスの構成と特長

3-1 高圧アルミパイプハーネスの概要

写真1に高圧アルミパイプハーネスの外観を示す。車両床下部には、オレンジ色に塗装されたアルミパイプを用い、曲げ加工することによって三次元レイアウトを実現している。

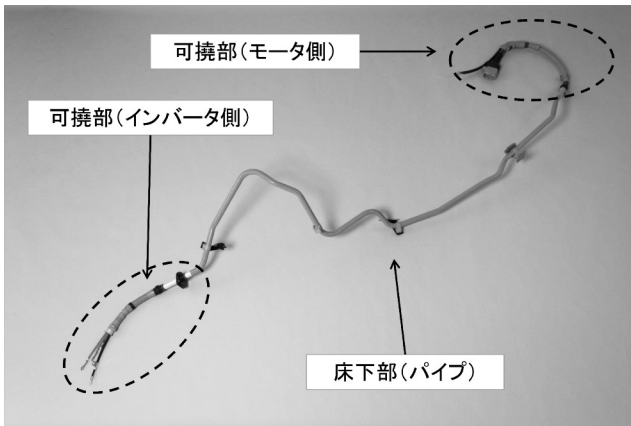


写真1 高圧アルミパイプハーネスの外観

従来ハーネスでは、インバータからモータへ電流を流す電線として各芯シールド電線や一括編組シールド電線を用い、その電線を外傷から守る保護機能を樹脂プロテクタや樹脂コルゲートチューブが、電磁ノイズを遮断するシールド機能を編組線が担っていた。

今回のパイプシールド構造は、この2つの機能をアルミパイプで統合することにより開発できた。樹脂よりも強度の高いアルミパイプは外傷に対して十分な保護機能を有し、また、図2に示すように大きな樹脂プロテクタが不要となり、小型化が可能となる。

更に、アルミパイプはリジッドでたわみが小さいことからハーネスを車両に固定するのも都合がよく、締結部品数を削減でき、顧客での車両組み付け作業性の向上も図ることができる。

一方、パイプ両端部には、モータおよびインバータに接続するための可撓部があり、従来ハーネスと同様に一括編組線シールド電線とコルゲートチューブを使用している。この一括編組シールド電線の編組線とアルミパイプを電気的に接続することによってシールド特性が向上し、パイプによる保護機能とシールド機能の統合を実現している。

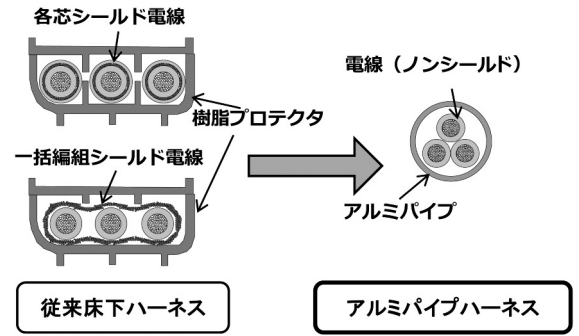


図2 アルミパイプハーネスによる小型化

3-2 シールド特性

図3は各シールド構造におけるシールド特性の測定結果を示す。測定方法は、国際規格CISPR25*4に準拠した電流プローブ法を用いた。各芯シールド構造は、電線一本ずつをシールドする構造であり、各芯シールド電線を使った従来から使われている構造である。一方、一括編組シールド構造⁽²⁾とパイプシールド構造⁽³⁾は、どちらもアルミパイプハーネスに使われており、床下部にパイプシールド構造部が配置され、そのパイプ両端部に一括編組シールド構造部が接続される。

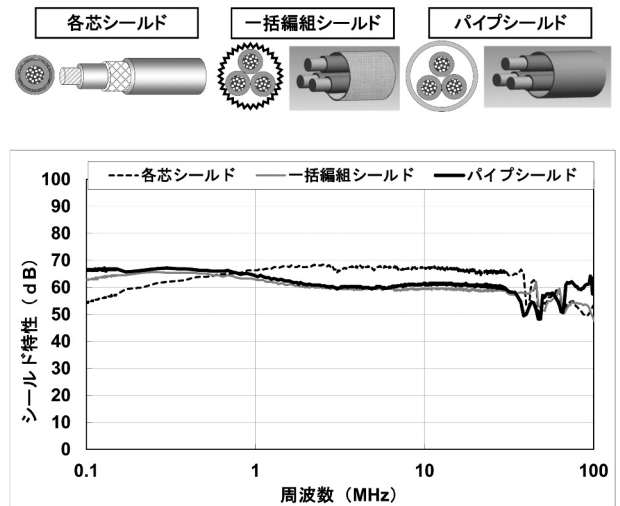


図3 シールド特性の比較

アルミパイプハーネスを構成するパイプシールド構造と一括編組シールド構造は、一括シールド構造として同じ形態であることから、シールド特性も酷似している。従来の各芯シールド構造と比較すると、1MHz以下の周波数帯でやや有利であり、1MHz以上の周波数帯ではやや劣る結果が得られているが、ほぼ遜色なく、使用上の問題はない。

3-3 耐熱性

床下ハーネスは、モータの駆動に必要な大電流が流れるため、内部の電線が発熱している。更に、床下部には排気管が近距離に並走している区間もあり、受熱による温度上昇も生じ、非常に厳しい熱環境となっている。

図4に示すように従来ハーネスでは、車両床下パネルの凹凸を利用したり、あるいは排気管近傍に遮熱板を設置して、排気管からの直接的な熱影響を避ける必要があった。一方、アルミパイプハーネスの場合は、アルミパイプが有する低い熱放射率と高い熱伝導率のおかげで、排気管からの熱線を反射しやすく、またパイプを伝って熱を伝導しやすいことから、内部の電線の温度上昇を抑制できる。そのためレイアウト場所の制限が緩和されることによりレイアウトの自由度が増し、経路短縮が期待できる。

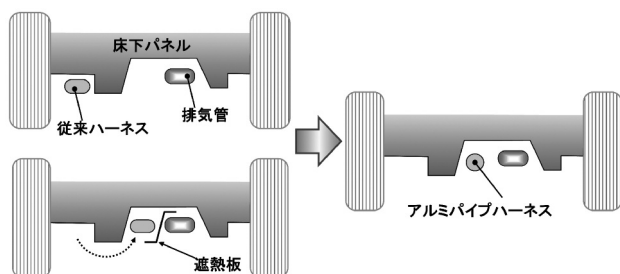


図4 アルミパイプハーネスの床下配置

3-4 パイプ曲げ加工

床下ハーネスは、車両に搭載する機器の配置が決まった後に、その間を通るように経路が決定され、三次元的レイアウトが必要となる。アルミパイプハーネスの両端部には、機器との接続のために可撓部を設けているが、床下部はリジッドなアルミパイプであるためレイアウトに応じた曲げ加工（塑性加工）が必要である。

ここで、先に曲げ加工を施したパイプに複数本の太い電線を通線すると、電線被覆がパイプ内面との間の摩擦により損傷し、地絡・短絡の原因になることが懸念されるため、真っ直ぐなパイプに先に電線を通線してからパイプ曲げを行う。このとき、電線自重によるたわみ等の影響や、パイプ内部に芯金が使えずに曲げ半径が増加するといった問題が生じる。

そこで、曲げ加工機（ベンダー機）を自社工場内に設置して、電線自重を考慮した曲げ条件の適正化を図り内製化を実現した。これにより、車両の仕様変更に伴うレイアウト変更があった場合でも、ベンダー機の曲げプログラムを修正するだけで容易に対応可能となった。

3. 結 言

今回報告した高圧アルミパイプハーネスは、従来の樹脂プロテクタ仕様の床下ハーネスに比して、同等以上の保護機能とシールド性能を維持しつつ、以下の特長を有する。

1. 大型の樹脂プロテクタが不要となり、小型化できる。
 2. 車輛への締結部品数が削減でき、組み付け作業性向上が図れる。
 3. 排気管からの熱影響を低減でき、レイアウト自由度が増す。
 4. パイプ曲げ形状の変更が容易である。
- これらの特長をPRした拡販を開始している。

用語集

※1 HEV

Hybrid Electric Vehicle：ハイブリッド自動車。

※2 PHEV

Plug-In Hybrid Electric Vehicle：プラグインハイブリッド自動車。

※3 EV

Electric Vehicle：電気自動車。

※4 CISPR25

IECに設けられた特別委員会である国際無線障害特別委員会（CISPR: Comité international spécial des perturbations radioélectriques）が作成した「車載受信機保護のための妨害波の限度値及び測定法」に関する規格。

- ・ CIVIC、およびINSIGHTは、本田技研工業(株)の登録商標である。
- ・ CIVIC; 登録番号第1100281号
- ・ INSIGHT; 登録番号第5531418号

参 考 文 献

- (1) 「新型ハイブリッド車に高圧ハーネスが採用」、SEI WORLD、vol.340 (Jan. 2006)
- (2) 宮崎正、紀平宗二、野崎隆男、「プリウス用高圧ハーネスの新シールド構造～トヨタ自動車(株)原価改善優秀賞受賞～」、SEIテクニカルレビュー第167号、pp.17-20 (Sept. 2005)
- (3) Y. Mizutani, O. Weiss, "Pipe Shield High-Voltage Wiring Harness," 26th International Electric Vehicle Symposium, Los Angeles, California (May. 2012)

執筆者

井谷 康志* : (株)オートネットワーク技術研究所
HV研究部 グループ長



水谷 美生 : (株)オートネットワーク技術研究所
HV研究部 主席



桑原 正紀 : 住友電装(株) 第一事業部
開発技術統轄部 部長



橋本 章吾 : 新製品企画部 主席



*主執筆者