

# ルーフモジュール用FFCハーネスの開発

## Development of Flat Type Wire Harnesses for a Roof Module

藤崎 敦\*

Atsushi Fujisaki

佐見津憲和\*

Norikazu Samitsu

概要 自動車業界は近年、モジュール化の動きが盛んである。メーカ各社は様々な取り組みを続けながら解を導き出そうとしている。部品メーカである我々は、その動向を把握し、より効果的なモジュール要素部品開発を進めている。特に、ワイヤハーネス（以下ハーネス）は従来の電線を束にした形態からフラット形態へと変化することを予想し、以前から検討・開発を進めてきた。今回は、Flexible Flat Cable（以下FFC）を使用したフラットハーネスを開発、車載を実現した。フラットな形態によりハーネスの外装部品を大幅に削減、経路の自由度を増した。一方で部品コストのアップや接続の課題が発生し、それらをいかに解決できるかがポイントであった。今回これらを解決し量産したことにより車両要求事項から量産に必要なスペック、設備開発まで一連の技術ノウハウを得ることができた。

### 1. はじめに

自動車の高機能化に伴い、ハーネスは多重、J/B、ボデーECU、等による省線化や、CAVUS等での細径化が進んできたが、50年以上の自動車の歴史の中で大きく変化していない製品の一つといわれている。

一方、今後車両構造モジュール化やインテグレーション化が急激に導入されようとしている中、車両構造全体から見てもハーネスの形態変化は必要不可欠となってきている。

### 2. 車両に要求されるハーネス形態

近年の車両の高機能化から車両内の回路数が爆発的に増大して今では2000回路を越える車両も珍しくなくなってきた。

ハーネスは電線の束をテープで束ねた形であるため、寸法のばらつきが大きく他の構造部材と一桁違う寸法公差での管理を余儀なくされている。そのために、他の部品と干渉しても問題ないようにチューブ類の外装を巻いて対処しているが、これが更にハーネスを肥大化させる要因にもなっている。寸法精度を高め、他の部品と同じような精度となるように成型することが求められている。

寸法精度を高め、形作るための解決手段の一つとして、従来は「成型プロテクタ」を使用していた。しかし、電気を通せばよいハーネスにはこのような外装や成型部材はコスト的にも、重量的にも無駄といえる。

これら問題を解決するための基本的な考え方の一つとして、「形のないハーネスを無駄なく形作ること＝形のあるものに寄生すること」が挙げられる。

### 3. フラットハーネスの必要性

寄生するための形態は大きく二つに分けられる。一つは電線の束が収まる溝を設けた構造部材に電線を直接取り付けする手段。もう一つが、電線の厚みを極力薄くして、構造部材に貼り付ける又は一体にする手段である。

前者は従来の形態で可能であり、多くの回路数でも対応可能である。後者は、フラット型回路形態が必要となり、回路数も限定されてくるが、ハーネスの経路確保が基本的に不要となるメリットがある。

今回は後者に対し、平角導体を使用したFFCを採用したルーフモジュール用ハーネスをトヨタアルテツァに採用した。

### 4. フラット形態を実現する手段

フラット型回路形態にも様々なものが考えられる。それは以下に大きく二分できる。一つは面を持った「基板タイプ」。もう一つが連続の「ケーブルタイプ」である。

前者には代表的なものとして「FPC」があり、この工法の代表例としてa) エッチング、b) 印刷が挙げられるが、その他に我々はc) 裁断、d) メッキ成長、e) レーザーカット、f) 超高速ルーターによる切削、g) 簡易プレス等を検討した。

しかし、いずれも基板タイプのため、ハーネスのような大きな面積を使用する場合歩留まりが非常に悪いことによるコストアップが最大の欠点である。

後者に関しては、導体を平たくしたFFCに限らず、従来からあるリボン電線のように、丸線又はより線をフラットに並べて押し出し又は接着したもの等考えられる。

これらの特徴は長尺の連続生産のため生産性が良く歩留まりが良いことであり、前者の課題の解決となる。その反面、実際

\* 自動車部品事業部 開発推進部

に使用するには折り曲げる等の加工が必要となる。

今回我々は、薄型化の効果を最大限発揮するために、また、将来の補機機能融合を見据えて平角導体のFFCを選択した。

## 5. ルーフモジュール用FFCハーネスの開発概要

### 5.1 開発の狙い

前項で述べた背景の中、開発を進めていたFFCハーネスがトヨタ自動車殿で展開を計画していたルーフモジュールの思想に一致し、共同で開発する動きとなった。当時トヨタ自動車殿では、アルテツァとは異なる車種でルーフハーネスのモジュール化が一般的な電線のハーネスを使って検討を進められていた。その車種は、フルモデルチェンジのため、ボデー形状を変

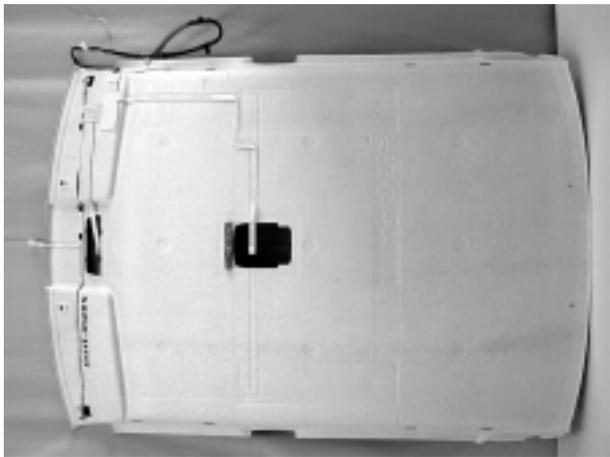


写真1 ルーフモジュール全景  
Whole view of roof module

更することでハーネスの経路を確保していた。アルテツァは年度改良のため大幅なボデーの変更は認められず、一般的な電線のハーネスではボデーと強干渉してしまう部分が存在することから、フラットハーネスの最大の特徴である薄いという点で、当社のFFCハーネスの検討に更に拍車がかかることとなった。

### 5.2 全体諸元

製品の全体を写真1に示す。また、品番構成と仕様を表1に示す。

開発初期段階では、スライドルーフ回路以外はすべてFFCを用いる構想であったが、カーテンシールドエアバッグが新規採用となりAピラー部のハーネス配索スペースの最小値が12×12mmしかなく、幅広のFFCが使えない状況となりAピラー部には通常の電線を使用することとなり通常電線とFFCが混在する形となった。

### 5.3 構成部品

FFCは従来電線との置き換えで汎用性を持たせることを前提とし、かなり安全率をみた仕様とした(写真2, 図1参照)。

末端のコネクタは、導入時期と言うこともあり従来の補機との互換性を取るために汎用のコネクタ互換とした。更に、ハウジングも従来のコネクタをそのまま使えるようにした。

端子はFFC用に新設した。FFCとの接続は新たな思想としてピアッシングを導入し、接続の電氣的、機械的安定性を確保した。端子のサイズは2.3(090)サイズと1.0(040)サイズの2種類を使用した(写真3, 4参照)。

ジョイントはFFC同士を十字に重ね合わせて2枚を端子で接続させるクロスジョイント端子を開発した。これも端末接続と同様ピアッシングの技術を使用している(写真5, 6参照)。

クロスジョイントの絶縁は、薄さの利点を失わないようにケ

表1 ルーフハーネス仕様  
Specifications of roof harness

仕様	補 機				
	MAP LP	S/R SW	VTYLP	DOME	EC-MIR
国内 ノーマルルーフ				小型	
国内 スライドルーフ				小型	
国内 ノーマルルーフ ab				小型	
国内 スライドルーフ ab				小型	
左ハンドル ノーマルルーフ				小型	
左ハンドル スライドルーフ				小型	
左ハンドル ノーマルルーフ c				小型	
左ハンドル スライドルーフ c				小型	
左ハンドル ノーマルルーフ d				大型	
左ハンドル スライドルーフ d				大型	
左ハンドル ノーマルルーフ cd				大型	
左ハンドル スライドルーフ cd				大型	
欧州・豪州 ノーマルルーフ e				大型	
欧州 右ハンドル スライドルーフ e				大型	
豪州 スライドルーフ e				大型	
欧州・豪州 ノーマルルーフ ce				大型	
欧州 右ハンドル スライドルーフ ce				大型	
豪州 スライドルーフ ce				大型	

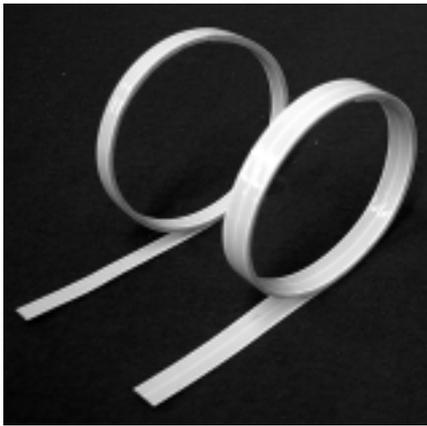


写真2 FFC外観  
Appearance of FFC

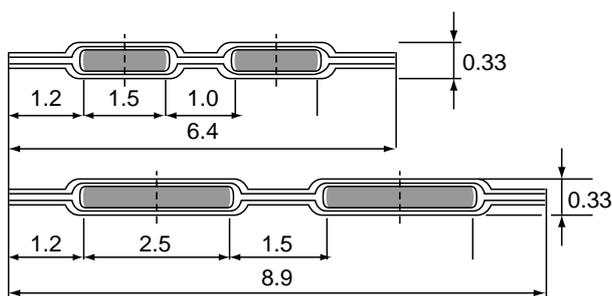


図1 FFCの構造  
Dimension of FFC

ース等で保護するのではなく、クロスジョイントを上下からフィルムを合わせ、ラミネートすることによる絶縁とした。更にこの手法により簡易的な防水効果も得られた（写真7参照）。更に、次項の説明のように、電線とFFCを接続する必要があったため、ピアッシングと圧着を両端に持つWF端子（Wire to FFC）を開発した（写真8、9参照）。

これらFFC用の接続は「FFCに端子を取り付ける際、絶縁を除去しないでそのまま接続できること」を基本的思想とした。

5.4 FFCハーネス形態

ノーマルルーフにおいては、天井に貼り付ける部分はFFC、Aピラー部分は一般電線で混在する形とした。FFCと電線との接合はWF端子を用い、WFホルダーに収納することで端子間のショートを防ぎ、従来のW/H-to-W/Hのコネクタ結合よりも省スペース化も考慮している。

スライドルーフ仕様で、ノーマルルーフと異なっている点は、スライドルーフスイッチ及びスライドルーフモーター回路が通常のW/Hとなり、天井部にFFCと電線が存在する形態となっていることである。

5.5 実車搭載の課題と対応

マイナーチェンジのためボデー等の大幅な変更は当然できないということや、電装部品については号口部品をそのまま使用するため電装品側での回路配列の変更もできないという前提条件があった。

また、コネクタについても電線とFFCと共用が出来るように量産品のコネクタを使用することも条件に挙げられた。これ



写真3 090端子  
090 Female terminal



写真4 040端子  
040 Female terminal

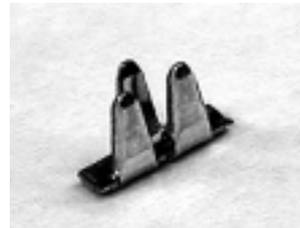


写真5 クロスジョイント端子  
Cross joint terminal

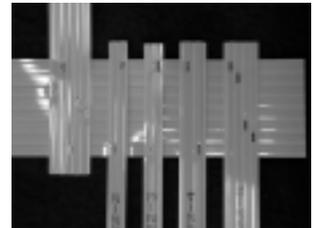


写真6 クロスジョイント部  
Cross-joint part

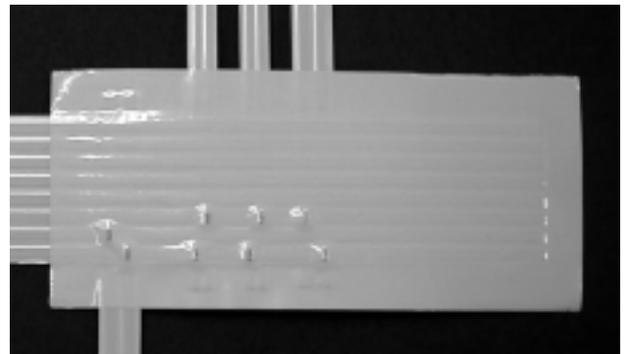


写真7 クロスジョイントラミネート後  
Cross-joint part after lamination



写真8 WF端子  
Wire to FFC joint terminal



写真9 接続状態  
Connection condition

自体大きな開発テーマとなったが、逆にFFCの展開においてそのステップとして欠かせない要素技術を確立できることにもなった。

経路上では、電線をルーフに貼り付けるため、従来のようにボデーに貼り付ける形態と比較して経路の短縮が図られている。が、一方で、パニティーランプへ行く回路などは従来はボデー側開口部の穴からコネクタを出すことができていたが、ハーネスがライニングに付いていることで、回路がボデーとパイザーのステーとの間にライニングと共に挟まり、締め込まれる形になってしまう。従来の電線ではこのような形態は成立しないため、ボデーをへこます等の処理が必要となっている。

FFCの場合は、挟み込まれても影響がないのでボデーの変更も不要である。特にヘッダー部のプレスは強度にも大きく影響するものであり、不要な凹凸はその性能に大きく影響するため、FFCのような形態はメリットが大きい。

ルーフへのFFCの固定手段はアルテツァのライニング貼り付け工程で流れている他車種と共用するために両面テープの全面張りに対応した。FFCは接着性が良く、更に、従来の電線と異なり平面のため接着面積が多く非常に良好な接着が可能であった。一方で、FFCは左右の曲がり無く、また蛇行もしないため、基準位置がずれるとそのまま最後までずれてしまう。これら特性を充分把握して、その貼り付け作業を関係者全員で検討した。

## 6. FFCハーネス製造

FFCを使用したハーネスの製造も従来の電線でのハーネス製造と大きく変化させた。

基本的な狙いは、従来の人手による製造から装置による製造への変化である。

また、従来から行っている完全一個流しの思想を継続し、コンピュータで一セット一セットの品番を管理し、受注に応じた製造を適時行えるようにしている。

### 6.1 FFCの切断折り曲げ

まず、余長吸収等ができないFFCはその切断及び折り曲げの精度が重要となる。そこで、FFCの折り曲げは切断と同時に自動で折り曲げるようにした。

### 6.2 トリミング

切断折り曲げされたFFCは、つぎにトリミングを行う。トリミングとはFFCの端末の導体間にスリットを入れることで、これは従来ハウジングに挿入するためにキャビティー間の壁をさける目的で行っている。

### 6.3 ピアッシング

ピアッシングは導体の中央に正確に行う必要があるため導体の位置検出を行っている。ピアッシングという工法は従来の圧着や圧接と工法的にはほぼ同様である。ピアッシングされたFFCはそのままハウジングに端子挿入される。

### 6.4 ジョイント

クロスジョイントは、FFCを交差させてその交差点に端子を打ち込む必要がある。そのために、それぞれのFFCを一枚の治具に固定し、位置を規制してジョイントを行っている。また、すべてのジョイント部に端子を打った後、上下をフィルムで挟んで熱融着を行う。

### 6.5 電線との接続

前述のとおり、ピラー部は従来電線である。このためFFCと電線の接続を行っている。電線のサブは自動機で生産され、FFCとの接続部も電線側を圧着した後自動で治具にセットされる。

クロスジョイントで使用した治具をそのまま電線接続機に移動させピアッシングを行う。

### 6.6 仕上げ、検査、出荷

最後に電線部を中心に仕上げを行い、導通、外観検査を行って出荷となる。

ここではFFC部は既に設備で線長が保証されているため組

立て板での寸法確保は行っていない。

このような工程を経て、FFCハーネスは完成される。

## 7. 今後の展開に向けて

このFFCを使用したルーフモジュールはアルテツァにとどまらず、今後他車種にも展開を進める予定である。

しかし、電線単体とFFC単体とのコストを比較するとまだ互角とはいえず、現状は形状が安定することによる外装削減と最短経路による線長削減だけにコスト低減の資源を求めている形である。今後はFFC自体の更なる低コスト化は当然、製造工程の改革、端末コネクタの見直し、また、FFCに適した設計改革等やるべきテーマは多い。

また、大電流対応、ファインピッチ対応ルーフモジュールのみならず、FFCの特長を生かした使い方を各部位に展開することも考えている。

更に、将来的にハーネスは、例えばスイッチ機能一体化等の“ 端末部品融合 ” や、“ 素子直接実装 ” によるJ/B、ECU機能の一部取り込み等、それ自体様々な機能を持つようになることが考えられる。これらに向けて平角導体の利点を活かして展開してゆきたい。

## 8. おわりに

本技術は量産品に結び付いたが、ここで完成したわけではない。

本実績はハーネスの形態変化の一手段の第一歩にすぎず、今後更なる展開に向けて開発を続ける必要がある。また、すべてがFFCのような形態となるわけではなく、適材適所のそれぞれの形態が必要である。

一方で、FFCのような薄型のニーズは高いことから、従来電線と置き換えて大幅にコスト、設計、品質、すべての面で優位になるよう鋭意開発を進めていく必要がある。

最後に、本開発に関してトヨタ自動車並びに関東自動車の関係者には多大な御指導を賜りましたことに深く感謝の意を表します。