

フラットハーネス用圧接防水コネクタ

電子電装開発センタ 井出 剛 久*1・崎山 興 治*1
自動車電装事業部 小杉 秀 之*2・長谷川 健*3・土肥 昭彦*3
望月 淳*3・真子 大 介・石川 幸 毅

IDC Waterproof Connector for Flat Wiring Harness

T. Ide, H. Kosugi, K. Sakiyama, T. Hasegawa, D. Manago, A. Doi,
M. Mochizuki & K. Ishikawa

自動車業界では部品類を統合するモジュール生産方式の導入が増加しており、われわれはモジュールに対応する新しい配線システムを開発した。本ワイヤハーネスに使用されるコネクタは、ホットメルトを利用した圧接防水タイプである。今回、極性の低いゼロハロゲン電線被覆材料と極性の高いハウジング材料の両方によく接着するホットメルト材料を開発し、エンジンルームの使用環境に耐えうる信頼性の高い圧接防水コネクタを開発したので報告する。

There is a trend toward integration of several components in automobiles into modules and we have developed a new wiring system suitable for modules. The connector for this system is IDC (Insulation Displacement Contact) and hotmelt overmold is used for waterproofing the IDC. We have developed a new hotmelt material that can adhere to both nonpolar compounds (zero-halogen cable insulation) and polar compounds (connector housing), and is a highly reliable waterproof IDC connector that can be used in engine compartments.

1. ま え が き

近年日本の自動車メーカーが相次いでモジュール生産方式の導入に踏み切っている。日本におけるモジュールは単なる部品のサブアセンブリではなく、機能統合さらには標準化、共通化された部品の集合体へと進化しつつあり、ワイヤハーネスも重要な構成部品となりつつある¹⁾。このモジュール用ワイヤハーネスは軽量化、低コスト化、省スペース化が当然求められており、さらにドアやエンジンルームに位置するモジュールに対しては防水接続技術が求められる。

そこでわれわれは今回、ノンハロゲン被覆を持つ多心フラットケーブルを用いた新しい形態のモジュール内配線に適したワイヤハーネスを開発した。

本ワイヤハーネスの最大の特徴は、一括ケーブル切断、一括端末処理、一括防水処理による製造工程の簡易化である(図1)。

使用するコネクタはこのワイヤハーネスのコンセプトを実現するために圧接防水コネクタとした。本報では、この圧接防水コネクタについて最大の開発課題であった

防水技術の確立を中心に報告する。

2. 圧接防水コネクタ

圧接防水コネクタの開発目標を以下に示す。

- ・従来のワイヤハーネス用コネクタと同等以上の性能を有すること。
- ・新しい防水技術を用いることにより従来品よりも高い防水性能を実現すること。
- ・従来のワイヤハーネス用コネクタよりも低コスト化を実現できること。

なお、今回の開発においては、今後自動車用小型コネクタの主流となる 025 コネクタ(オス端子幅=0.025インチ)を採用した。

今回の開発で最も重要な開発要素は、市場では見られ

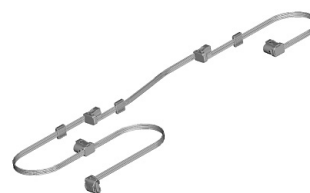


図1 フラットハーネス外観
Appearance of a flat wiring harness

*1 自動車電装開発部

*2 センサ技術部長

*3 電装品技術部

表1 防水方式の比較
Waterproof system

項目	防水性能	耐久性	製造性	コスト	圧接コネクタへの適用性
ワイヤシール方式					×
一括ワイヤシール方式					
射出成型方式			×	×	
ホットメルト モールド方式					

○：非常に良い ◯：良い △：あまり良くない ×：悪い

ない圧接コネクタにふさわしい防水技術確立することである。圧接コネクタにふさわしい防水方式の検討結果を表1に示す。

現行のワイヤハーネスで最も多く用いられている防水方式がワイヤシール方式である。この方式の弱点は、電線のサイズや端子の構造によって専用品を用いなければならぬため、品番数が膨大となり、管理が困難な点である。

近年採用が進んでいる一括ワイヤシール方式も課題が多い。本方式は固定用の別部品が必要となり、ワイヤシールをあらかじめハウジングに固定した後、端子を挿入するので、挿入時にワイヤシールを切り裂いてしまう恐れがあり、防水信頼性に不安がある。

しかし、これら2つのワイヤシール方式の最大の問題点は構造的に圧接コネクタに適用させるのが困難な点である。

さらに、射出成型方式を用いたオーバーモールド方式も検討した。しかし本方式は大きな課題があった。ハーネスの組み立てラインに適用するには設備が大き過ぎかつ高価過ぎる点である。また、モールド時の圧力と温度が高過ぎるため、圧接部への適用は困難であった。

その結果、近年欧州での導入が増加し、当社でも回路分岐部の防水処理方法として量産実績があるホットメルトオーバーモールド方式を採用することにした。

ホットメルト（以下 HM と略す）の採用による防水コンセプトは、従来のワイヤシール方式がゴム弾性による圧力で止水していたのに対して、電線被覆およびハウジング内壁とHM樹脂間の接着で止水するという点である。

HM方式の特徴は、以下のようになる。

- ・射出成型工法に比べ低温・低圧であり、圧接部への影響が少ない。
- ・設備が簡易であり、WHのラインに組み込むことが容易にできる。
- ・構造的に本コネクタに適用が容易であり、ワイヤハーネスの一括圧接、一括防水処理のコンセプトにマッチする。

3. HM 防水方式の課題

HM防水方式を自動車用コネクタに適用するには以下のような技術的課題をクリアしなければならなかった。

表2 主なホットメルト樹脂の特徴
Hotmelt material

項目	耐熱性	耐薬品性	成型性	接着性	
				PBT (Housing)	ポリオレフィン (Insulation)
ポリアミド系					×
ポリエステル系					×
ポリオレフィン系				×	
合成ゴム系		×	×		×
ウレタン系			×		×

○：良い △：悪くない ×：悪い



図2 ピール試験後のサンプル
Peel test sample

最適HM材料の開発

端子嵌合部へのHMの流れ込み防止

圧接性能へのHMの影響排除

品質管理方法の確立

3.1 最適材料の開発

表2に主なHM材料の特徴をまとめる。このように材料のタイプによって耐熱性、耐薬品性、成型性等に一長一短がある。そして最大の問題は接着性である。今回の防水コンセプトをクリアするにはハウジング材料であるPBTと電線被覆材料であるポリオレフィンに両方接着しなければならない。特にポリオレフィン系HMは難接着物といわれており、同種のポリオレフィン系HM以外は接着しない。逆にポリオレフィン系HMはPBTとは良好な接着が得られない²⁾³⁾⁴⁾。

そこで、われわれは対ゼロハロ電線被覆材については、ぬれ性向上+拡散接着メカニズムにより、対PBTについては極性基同士の水素結合メカニズムにより、両材料に非常によく接着する新しいホットメルト材料を開発した。いずれもT型ピール試験で400N/20mm以上の接着強度が出ており、破壊形態も典型的な凝集破壊となっている。T型ピール試験後のサンプルを図2に示す。

3.2 嵌合部へのHMの流れ込み防止

本コネクタには端子の係用兼電線に加わる荷重をHM部や圧接に伝えないためのストレインリリーフ用の部品である“インナーリテーナ”を採用している。この部品の底面に端子の挿入位置に相当する部分に突起を設け、ハウジングの端子挿入部の穴にふたをすることで、HMモールドの嵌合部への流れ込みを防止している。図3に漏れ

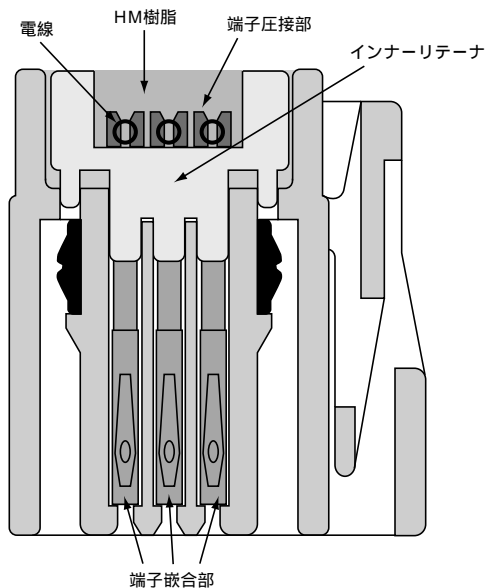


図3 インナーリテーナ
Inner retainer

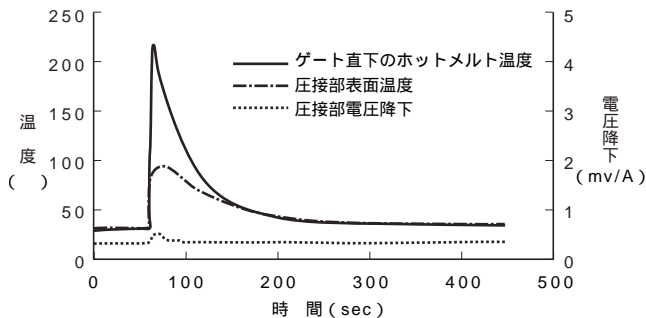


図4 モールド中の圧接部表面温度と接触抵抗
Temperature and contact resistance during molding

防止構造の断面図を示す。

3.3 圧接性能へのHMの影響の排除

HMは射出成型工法に比べ低温・低圧といわれているが、数百 kPa の圧力を持った200 以上の熱流体が直接圧接部に流れ込むため注意が必要である。本開発品は十分な流体解析により、圧接性能に影響が出ない方向に圧力がかかるよう、最適なゲート位置の設定や成型条件の絞り込みを行った。その結果、図4に示すように、HM時の圧接部表面温度は材料物性にほとんど影響を与えない100 以下であること、圧接部の接触抵抗もほとんど影響が無いことが確認できた。

3.4 品質管理方法の確立

HM防水方式は接着界面の状態が重要であり、界面にボイドや異物が存在する場合や、ショートモールドにより接着自体が行われていない場合は、防水性能に悪影響が出る。ただ、これらの接着界面は外観からは確認できないため、品質保証が困難となっている。そこでわれわれは、モールド装置のタンク内圧力や樹脂溶融温度を広範囲に設定し、それぞれの条件で外観検査と防水性の評価を行った。その結果、圧力、温度ともに極端に設定値が

表3 圧接防水コネクタの仕様
Specification

使用端子	025圧接メス端子
適用電線サイズ	0.3mm ² ~ 0.5mm ²
端子間ピッチ	2.2mm
端子係止方法	リテーナ方式
極数	2, 3, 4, 6
適用補機	センサ等



図5 圧接防水コネクタの外観
Appearance of IDC waterproof connector

低い場合は、樹脂の流動性や粘度の問題で、製品にはショートモールドが発生し、シール性も規格値を大きく割り込んだ。しかし圧力、温度とともに、ある閾値を超えると、ショートモールドは無くなり、防水性をクリアした。したがって、安全率を見込んだ最適成型条件を確立し、外観検査によるショートモールドの有無を確認すれば、防水性能は保証できるという結論にいたった。

4. 開発品仕様

以上説明してきたような防水技術を盛り込んだ圧接防水コネクタの開発品仕様と外観写真を表3および図5に示す。

5. 評価試験結果

図6に1サイクル、100 , 30min ~ - 40 , 30minを合計5,000サイクル実施した冷熱衝撃試験時の圧接部の接触抵抗値変動を示す。また、図7に振動加速度4.4G、温湿度サイクル80 , 90%RH ~ - 40 の複合環境試験を実施したときの圧接部の接触抵抗値変動を示す。このようにHM防水方式を用いても、圧接部の長期耐久性はまったく問題ないことを確認できた。

表4に防水性の限界性能試験結果を示す。塩水中に本圧接防水コネクタを浸漬し、温度サイクル環境下でDC電圧を印加したときのリーク電流を評価パラメータとした。現行方式である各心ワイヤシールを用いた同サイズの防水コネクタよりもはるかに高い防水性能を確認できた。

このほかのコネクタとしての代表的な評価試験項目(通電温度上昇試験、機械的試験、耐薬品性試験など)についても開発品は試験のスペックを十分満足しており、実用上全く問題がないことが確認できた。

6. 製造工程の合理化

図8に従来のワイヤハーネスの製造工程と今回開発した

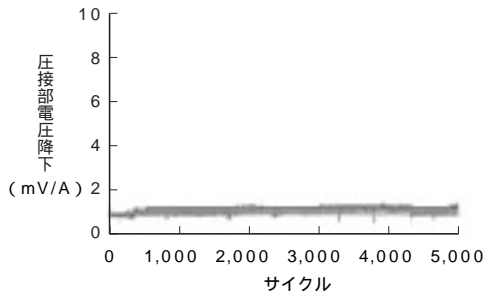


図6 熱衝撃試験結果
Heat shock test

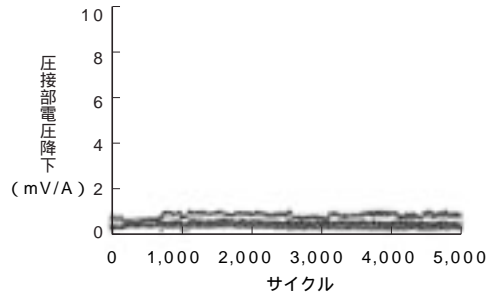


図7 複合環境試験結果
Complex circumstance test

表4 防水試験の平均不良時間
Average failure time in waterproof durability test

判定基準	ホットメルト			ワイヤシール
	開発品	サンプルA	サンプルB	現行品
リーク電流 100 μ A	326h	27h	5h	17h

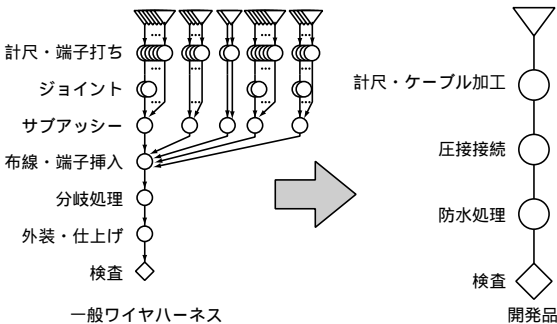


図8 製造工程の比較
Comparison of manufacturing process

モジュール用ワイヤハーネスの製造工程の比較を示す。フラットケーブルと本圧接防水コネクタを用いることによって、ハーネス製造コストを50%以上下げることが可能となった。コネクタに関しても、一括圧接一括防水処理工程の採用により、主に組み立て費の削減が可能となり、従来品よりも低コスト化を達成できる見込みを得ている。図9に開発した小型卓上圧接モールド装置の外観を示す。

7. 将来技術

図10にエンジンルームに使用されるセンサとフラット



図9 小型卓上設備開発品
Developed small facility

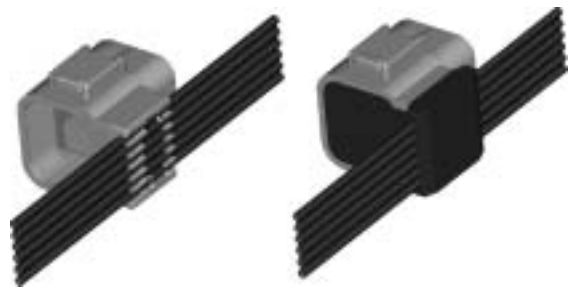


図10 補機の直接接続
Direct connection structure

ワイヤハーネスとの直接接続構造を示す。このように今回開発した圧接防水技術を用いれば、補機類のハーネスへの取り込みをコネクタレスで実現可能であり、さらなるモジュール用ワイヤハーネスの低コスト化実現の可能性がある。

8. むすび

今回、従来品と同等以上の性能を有し、特に圧接コネクタの特徴に適応したHM防水方式を採用したことにより、高い防水性能を持つフラットケーブル用圧接防水コネクタを従来品と同等以下のコストで実現することができた。

今後、補機類のフラットハーネスへの直接接続の検討も含め、より多種のモジュールに適用できるモジュール内配線システムを開発していく予定である。

参考文献

- 1) 日経メカニカルセミナーテキスト, “モジュール化でクルマが変わる! パート”, 日経BP社, 1999年12月
- 2) “ホットメルト接着剤の実際技術”, 株式会社シーエムシー, 2000年9月
- 3) Alphonsus V. Pocius: ADHESION AND ADHESIVES TECHNOLOGY, 日刊工業新聞社, 1999年7月
- 4) 永田 宏二: 新世紀の接着剤と接着技術, 株式会社シーエムシー, 2002年8月