



軽量化ニーズに対応した環境負荷低減 フィラーネックホース

Lightweight Filler Neck Hose for Reducing Environmental Load

下條 誠*
Makoto Shimojo

福安 智之
Tomoyuki Fukuyasu

宮島 敦夫
Atsuo Miyajima

自動車用の燃料配管は北米のLEV規制を筆頭に燃料蒸散規制に対応するため、ホースの低燃料透過性の改善を進めてきた。同時に、車両開発ではCO₂排出規制の強化に対して、軽量化による燃費改善を進めることでCO₂排出量の低減に取り組んでいる。

当社ではフィラーネック配管で使用するゴムホースを低透過仕様へ切替えるとともに、金属フィラーパイプの軽量化として樹脂製のフィラーパイプに置き換える開発を進めてきた。樹脂化に当たっては、フィラーパイプとホースを一体化したモジュール製品の開発に取り組んできた。今回はそれらの取組みに関して報告する。

For automotive fuel piping, we have been working on the improvement of fuel permeation to comply with regulations for hydrocarbon evaporation including low emission vehicle standards in the North America. Concurrently, in order to comply with the tightening CO₂ emission control, we have also been working on the reduction of CO₂ emissions by improving fuel efficiency through vehicle weight reduction. For this purpose, we have promoted the replacement of rubber hoses used for filler neck piping with those made of a low fuel permeation material, and the metal filler pipe with a resin pipe. The replacement to the resin filler pipe involved the development of modules that consist of filler pipes and hoses. This report describes these development efforts.

キーワード：燃料蒸散規制、軽量化、燃料タンク、フィラー配管

1. 緒言

自動車の燃料配管に使われるゴムホースは燃料蒸散規制^{*1}の強化に伴ってホース壁面からの燃料透過^{*2}を防ぐため、低燃料透過材料を用いた積層構造に変更されてきた。フィラーホースは規制値の強化に対応してNBR・PVC（ニトリルゴム（NBR）に塩化ビニル（PVC）をブレンドしたゴム）単層ゴムホースからFKM（フッ素ゴム）をバリアー層とした2層ゴムホース、PA11（ポリアミド11）もしくはPVDF（ポリフッ化ビニリデン）の薄膜樹脂をホース内面に貼りつけた樹脂／ゴム複合タイプ、更にはETFE（エチレン・四フッ化エチレン共重合体）とPA12（ポリアミド12）の積層蛇腹チューブを用いた樹脂コルゲートタイプと規制の要求に合わせて仕様を進化していった。

一方、近年は低燃費化を狙った軽量化製品の開発が進んでおり、フィラーパイプの樹脂化に取り組み、フィラーホースと一体化した一体型樹脂フィラーネックホースの開発を行った。

2. 技術動向と現在の課題

2-1 各国の法規動向

環境問題に対応して燃料蒸散規制が1996年から米国カリフォルニア州で適用されたのを皮切りに、各地域で類似の規制が適用されてきた⁽¹⁾（表1）。車両から空気中に放出される蒸散燃料や排気ガスに含まれるハイドロカーボン及

び、窒素酸化物等に起因するオゾン層の破壊を防ぐための規制である。近年では車両の販売台数が多い北米、中国では時に深刻な問題となり、規制強化が進んでいる。日本、欧州、アジア圏でも燃料蒸散に関する規制が施行されているが、同様に規制強化されることが予測されている。

表1 各地域での燃料蒸散規制

地域	規制名	適用年
米国 (加州)	LEV I	1996年～
	LEV II	2000年～
	LEV III	2015年～
中国	国VI	2018年～
日本	ポスト新長期規制	2009年～
欧州	EURO6	2015年～
アジア	EURO4	2017年～

2-2 フィラーホースの要求機能

フィラーホースは給油口から燃料タンクへ燃料を注入する配管においてフィラーパイプと燃料タンクをつなぐホースである（図1）。要求される機能は、燃料漏れを起こさないためのシール性、車両衝突時の衝撃に備えた耐引抜き性、低温雰囲気下での柔軟性等の基本性能に加えて車両組み立て時の取り回しに対応する柔軟性、フィラーパイプの挿入

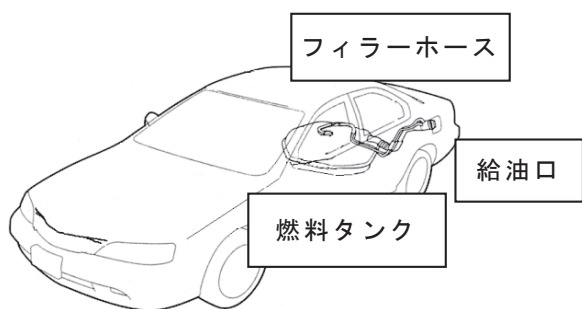


図1 フィラーホースの使用部位

作業性である。更に前述の燃料蒸散法規に対応するため、低燃料透過性が必要となり、燃料素性、適用法規の種類によって要求機能が変わりフィルターホースの材質、構造を適宜選択している。

2-3 フィラーホースの材質変遷

フィルターホースの材質はNBR・PVCゴムから低燃料透過性に優れたフッ素ゴムを用いた積層構造となった。その後、燃料蒸散規制は燃料の市場動向を反映してアルコール混合燃料が適用されると、ゴムホースの内面に薄膜のフッ素樹脂を積層した異種材複合構造のホースが開発された(表2)。

北米では2015年からLEV IIIが適用され、燃料透過量はますます厳しく規制された。燃料タンク及び、フィルターパイ

表2 法規の要求とゴムホース材質の変遷

規制	規制対応前	LEV I 対応	LEV II 対応
透過量 目標値	—	200mg/day/本	50mg/day/本
構造	NBR・PVC単層	FKM/NBR・PVC	PVDF/NBR・PVC



図2 コルゲート フィラーホース

プとの接合面からの微量なリークを防ぐためのシール構造が必要となり、部品精度や組立工場での作業バラつきを吸収するためのワンタッチ結合ができるクイックコネクターが開発された(図2)。

さらには、組付け相手部品と一体化したモジュール設計によって結合部位からの燃料透過を減らす必要が出てきた。

2-4 燃料タンク周辺部品への課題

法規の製品寿命延長に対して、鉄部品の錆対策も技術課題となった。同時に低燃費要求から軽量化も課題となり、燃料タンクは鉄タンクからブロー成型による樹脂タンクに置き変わった(図3)。一方、フィルターパイプは北米では防錆要求の強化に従い、鉄パイプからSUSパイプに仕様変更した。

欧州では樹脂タンクが主流であり、フィルターパイプは樹脂タンクに直接溶着された樹脂ブロー成形品が適用されていた。しかし、北米では車両衝突時の衝撃吸収のために柔軟なフィルターホースが必要とされ、欧州車両のような樹脂ブロー成形のフィルター配管では柔軟性のある蛇腹が成形できず、適用が進まなかった。

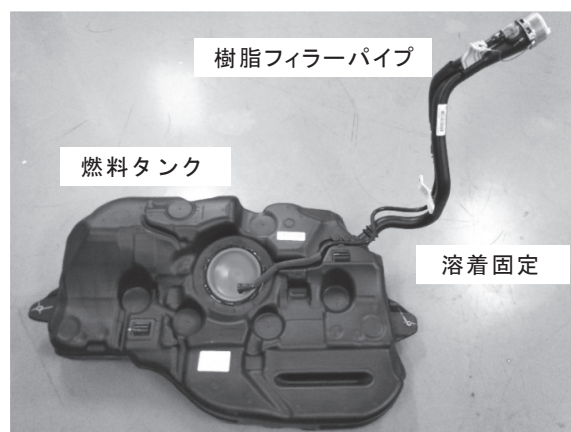


図3 樹脂ブロー製フィルターパイプの適用例

また、樹脂ブロー製フィルターパイプは、燃料タンクに溶着されると大きな荷姿となり輸送効率が悪く、また車両搭載時に変形させることができないため、日本のカーメーカーでは組立工順を大幅に変える必要があり、採用が進まなかった。

3. 開発した一体型樹脂フィルターネックホース

3-1 軽量化コンセプト

環境問題の観点で低燃費車両の開発がさらに盛んになり、部品の軽量化要求が強くなってきた中でフィルター配管の樹脂化に着目した。欧州で採用されている樹脂ブロー製

フィラーパイプは曲げ部の肉厚バラつきが大きく、最低肉厚の確保のために全体の厚みを上げる必要があり、軽量化という視点では有効ではなかった。そこで均一な肉厚で成形できる押出成形のチューブをつかった樹脂フィラーパイプの開発に着手した。また、蛇腹チューブを採用し車両搭載時の柔軟性を確保し、軽量化効果を40%の低減率を目論見とした。燃料透過性を下げるため、結合部位を減らす目的で燃料タンクとの溶着構造を採用した（図4）。

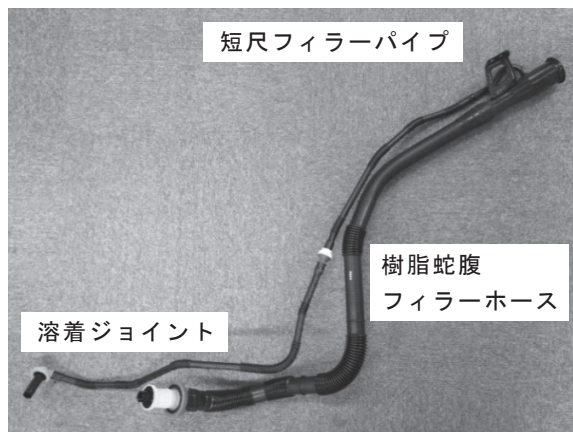





図4 一体型樹脂フィラーネックホース

3-2 チューブ材料構成と厚み構成

チューブ本体の材質構成はHDPE（高密度ポリエチレン）とEVOH（エチレン・ビニルアルコール共重合体）の積層チューブとした。燃料タンクと同じ材料とすることで使用環境に対する材料劣化の信頼性を確保し、燃料透過に対するバリアー層としてEVOHを用いることにより、透過規制が最も厳しい北米でのLEVⅢ法規に適合する材料構成とした（表3）。

燃料給油時の流動抵抗を抑制するため、フィラーパイプには平滑パイプを曲げ成形する必要がある。HDPEの材料

表3 法規の要求と開発品の透過目標値

規格	既存品		開発品
	LEV I 対応	LEV II 対応	LEV III 対応
透過量目標値	200mg/day/本	50mg/day/本	10mg/day/本
構造	FKM/NBR・PVC	PVDF/NBR・PVC	HDPE/EVOH/HDPE
			

特性は結晶性樹脂でありガラス転移点が低く、曲げ成形時に熱を加えても癖付けがされただけで結晶化状態は変わらず、再度熱が加わると曲げ角度が戻ってしまう欠点がある。肉厚設定において厚すぎると曲げ戻り量が多く、周辺部品との干渉を避けるための隙を大きく確保する必要があり、一方、薄すぎると曲げ成形時に曲げしわが発生する。曲げ成形性と形状保持性を確保するため、曲げ成形条件の最適化を行い、肉厚設定は2~2.8mmの範囲で設定した。

3-3 燃料透過性能

燃料透過性はEVOHの厚みで調整することができる。EVOHは非常に燃料透過が少ない材料であり、層切れを起こさなければ十分である。フィラーチューブからの燃料透過量は目標10mg/本以下に対して、実測は4mg/本であり、目標を達成した（図5）。

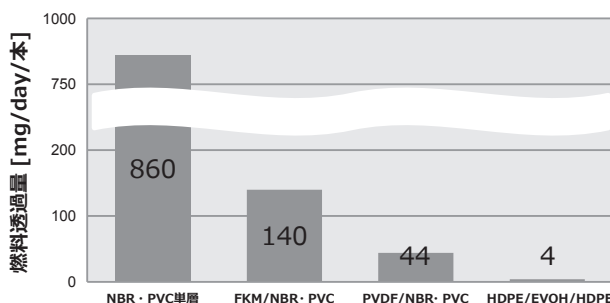


図5 ホース材料構成と燃料透過量の比較

3-4 結合部位の削減

従来、樹脂チューブは金属パイプとの結合をクイックコネクターと呼ばれるOリングをシール部材とした結合部品を用いている。しかし、フィラーパイプサイズ（外径35mm）

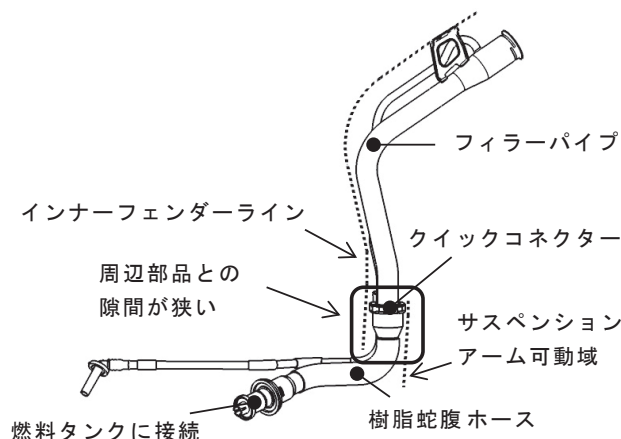


図6 従来の樹脂フィラーホースを用いた配管例

前後) となるとクイックコネクタ自体が大きな外径をもち、インナーフェンダーとサスペンションアームの可動域の隙間をぬって配策されるフィラー配管では、干渉防止の隙間を確保するため結合部を自由にレイアウトできず、設計的な制約が大きかった(図6)。

今回の一体型フィラーパイプの開発では、柔軟性のある蛇腹チューブを採用することで車両組み立て工程での結合作業が不要となりクイックコネクタを廃止した。フィラーパイプとフィラーホースの結合部で、弾性体コーティングを介して強嵌合させることで、シンプルな部品構成でありながら引抜き力、シール性を確保することができた。今回の開発ではフィラーパイプの外径にチューブの肉厚分だけの外径UPとなる小径結合構造となり、周辺部品との干渉をきらうフィラー配管におけるレイアウト設計の自由度が向上した(図7)。

また、弾性体コーティングはフッ素ゴム系の材質を選択することにより、粗悪燃料やアルコール混合燃料が使用されても物性変化が少なく、締結性能の経年劣化を抑えることができた。

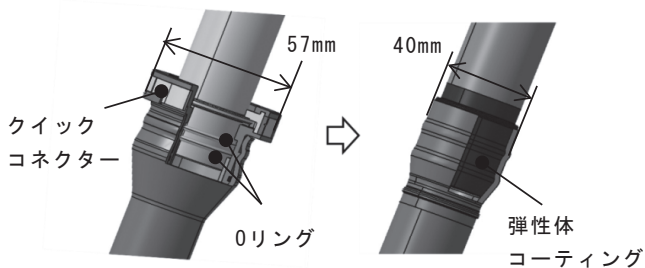


図7 フィラーパイプとの結合構造比較

一方、燃料タンクとの接続は、これまでの樹脂フィラーホースと同様に先端に圧入したICVジョイント^{*3}を燃料タンクに熱板溶着で接合する構造とした。ゴムホースを使った接合では、結合部分の燃料透過を管理する必要がありフィラーホースの挿入量や抜け止めクランプの締め付け状態管理をシビアに管理する必要があった。組付けバラつきをなくすことで経年劣化に対する高いシール性を確保すると同時に組立工程での状態管理の工数低減が可能となった。

4. 結 言

従来、樹脂チューブと金属パイプの結合にはクイックコネクタを用いるのが一般的であったが、部品点数が増えてコストに影響があった。モジュール設計により部品点数を減らし、シンプルな部品構成とすることで低コスト設計とすることができた。また、押し出し成形の蛇腹チューブを

採用することで駄肉を抑制し、柔軟性を確保した。目的である北米のLEV III規制にも適合し、従来の鉄パイプ配管に比べて40%の軽量化を達成した。

用語集

※1 燃料蒸散規制

ガソリンが蒸発して気体となった蒸気(ガソリンベーパーやエバポエミッションとも呼ばれる)が走行時、駐車時、給油時に大気放出され、オゾン層を破壊する要因となることに対して、車両からの排出総量を制限する規制。

※2 燃料透過

燃料ホースやその接続部、燃料タンクのように主にゴムや樹脂などの材質で構成された部分から微小な孔を通してガソリン成分が放出される。この現象を燃料透過と呼ぶ。

※3 ICVジョイント

燃料タンクが満タンになった時に燃料が給油口に逆流しないように抑制する逆止弁。

参考文献

- (1) 内田里沙、「ガソリン自動車からの燃料蒸散ガスの排出」、JARAI Research Journal (2016)

執筆者

下條 誠* : 住友理工(株)



福安 智之 : 住友理工(株)



宮島 敦夫 : 住友理工(株) 部長



*主執筆者