

## 樹脂フューエルフィラーパイプにおける給油性予測技術の開発

丸田康博<sup>\*1</sup>, 椿 公男<sup>\*1</sup>, 安田 陽<sup>\*2</sup>, 関原敦史<sup>\*3</sup>

### Development of Refueling Simulation for Plastic Fuel Filler Pipes

Yasuhiro Maruta<sup>\*1</sup>, Kimio Tsubaki<sup>\*1</sup>, Akira Yasuda<sup>\*2</sup>, Atsushi Sekihara<sup>\*3</sup>

#### 1. はじめに

フューエルフィラーパイプ (図-1) は、燃料を給油口から燃料タンクに送るパイプのことで、豊田合成では本製品を樹脂化することにより自動車の軽量化に貢献している。

樹脂フューエルフィラーパイプ (以下、パイプ) に要求される機能の一つとして給油性があり、燃料を吹き返すことなく、安全かつ確実にタンクへ入れる必要がある。パイプ内の燃料は、流れ易いと給油口からの空気流入量が増加して燃料の蒸発が促進され、タンクの内圧が急上昇して吹き返しに繋がる。また、流れ難いとパイプ内で燃料が詰まり易くなり満タンになる前に燃料が給油口に達して給油が停止してしまう。このため、パイプ内の燃料の流動を適度に制御する設計が必要であり、パイプ搭載スペースは車両後方のボデーとタイヤの隙間に制限されるため、給油性を満足する設計に多くの工数を費やしている。

そこで、製品開発リードタイム短縮に向けて、CFD (Computational Fluid Dynamics) 解析による給油性の予測技術を確立したので紹介する。

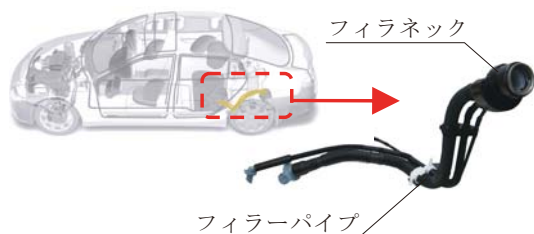


図-1 樹脂フューエルフィラーパイプ

#### 2. 給油性予測に向けた考え方

給油性は、給油ガンから噴射された燃料が持つ押し込むエネルギーとその燃料がパイプを通りタンクへ流動する際に生じる抵抗 (圧力) エネルギーの

バランスにより決まってくる (図-2)。

押し込むエネルギーは、運動エネルギーと位置エネルギーの総和であり、噴射条件と給油口からタンクまでの高低差で決まってくる。また、抵抗エネルギーは、圧力損失エネルギーとタンク圧力エネルギーの総和であり、圧力損失においては、パイプの取り廻し形状による流れに加えて、曲げ加工を容易にする蛇腹部での流れ、パイプとタンクを接続してバネにより流動を制御する逆止弁での流れにより生じる。

今回は、給油性の予測技術構築に向けて、パイプを構成する蛇腹部と逆止弁における圧力損失の精度向上を行い、その後、タンク圧力を加えて給油性の検証を行うステップにて取り組んだ。

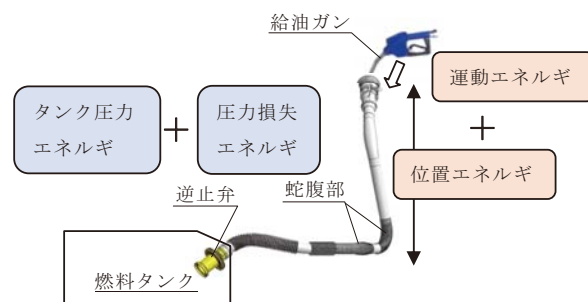


図-2 給油時の流動に関わるエネルギー

#### 3. 給油性の予測技術構築

##### 3-1. 圧力損失の精度向上

蛇腹部と逆止弁の各損失の精度を得るために各構成部品単位に分け、燃料蒸発等の影響を排除するため水による評価を行った。解析には汎用ソフト STAR-CCM+ を使用し、精度向上のためにメッシュサイズの調整と乱流モデルの選定を行った。図-3 は各構成部品の試験と CFD 解析の比

\*1 実験部 予測技術開発室

\*2 SS 技術部 新デバイス開発室

\*3 FC 技術部 フィラパイプ技術室

較結果であり、誤差10%以内とよい一致を得ている。

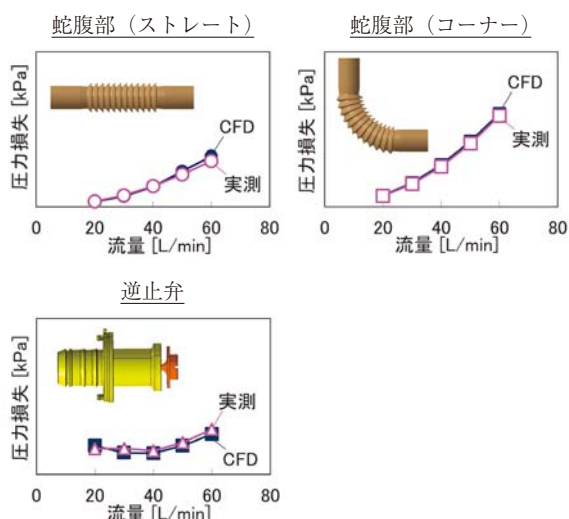


図-3 構成部品の圧力損失比較結果

### 3-2. タンク圧力を含めた給油性予測

給油は燃料と気体が混合して流動するため、解析手法においてはVOF (Volume of Fluid) 法を用い、メッシュ要素内における液体の体積分率にて気液混合状態や界面状態を再現した。

給油性の評価は、給油をしながらタンクの内圧を強制的に高くしていき、パイプ内を燃料が遡上して給油がストップする限界圧力（以下、給油圧力）にて行った。この際、解析における給油ストップ判断は、給油ガンのセンサー位置における燃料の存在を判定することにて行った(図-4)。また、タンク内は燃料蒸発成分が飽和しているとし、解析において燃料蒸発は無視した。

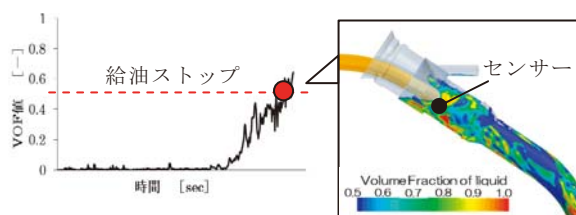


図-4 給油ストップ判定

図-5に給油圧力の結果を示す。給油圧力は、試験と解析にて程よい結果の一致を得ており、パイプ内における燃料の流動抵抗を再現できていると言える。これにより、フィルターパイプの設計段階に給油性確保の確認が実施できる解析技術が確立できた。

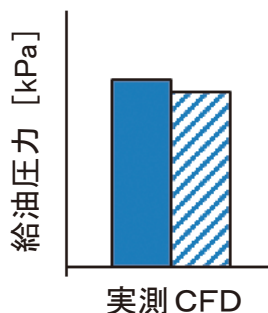


図-5 給油圧力の比較結果

## 4. おわりに

樹脂フューエルフィルターパイプにおける燃料の流動特性に着目し、それらの予測精度を上げることで給油性を予測できる解析技術を構築した。

今後は、燃料の蒸発特性に絡んだ環境規制が厳しくなっていくことを見据えて、対応できる予測技術の開発を行っていく。

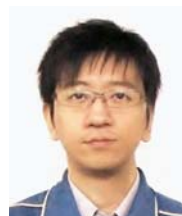
### 著者



丸田康博



椿 公男



安田 陽



関原敦史