

燃料系バルブの生産性向上

細江 登^{*1}

Improved Productivity of Valves for Automobile Fuel Systems

Noboru Hosoe^{*1}

1. はじめに

豊田合成では、燃料系の機能製品（バルブ、インレットホース、キャップ等）を生産している。この製品群には日米欧亜それぞれに燃料透過についての法規制があり、巨大市場中国においても北米同等レベルへの法改正が決まっているため、グローバルな対応が急務となっている。

本事例で取り上げる燃料バルブは、燃料タンクと配管の接合部に使用する部品である（図-1）。

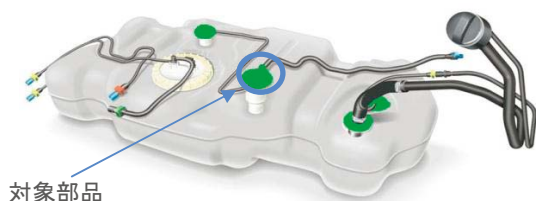


図-1 樹脂製ガソリンタンク

燃料バルブの機能は、

- 1) 燃料透過バリア性
- 2) 燃料タンクとの溶着性

が必要となることから、2種類の樹脂材料を用いることと材料層間の密着（接着）性が要求される。工法としては2層間を熱による化学反応にて接着させるよう同時成形が可能な2色樹脂射出成形工法を採用している（図-2）。

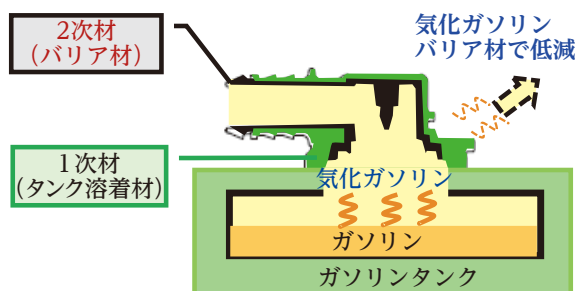


図-2 燃料バルブの機能

2. 生産性向上に必要な技術課題

過去の知見より、号口の成形サイクルタイム以下にするとバリア材の肉厚が不安定になる現象が発生することがわかっている。原因として1次材（タンク溶着材）成形後の製品の取出温度が、サイクルタイムの短縮とともに上昇し、2次材（バリア材）の成形時に肉厚が不安定になることがわかった（図-3）。

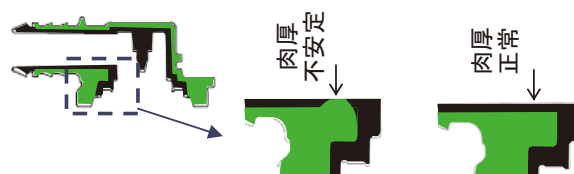


図-3 バリア材の肉厚

3. 開発のねらい

そこで開発のねらいを以下の2点に設定した。

- 1) 2次材（バリア材）の肉厚安定性【成形品質】
 - 2) 成形サイクルタイムのミニマム化【生産性】
- ※ねらいのサイクルタイムをA秒とする

4. メカニズムの推定

4-1. 発生プロセス

肉厚が不安定になる過程を、①～④の順に推定する（図-4）。

- ① 2次材成形時に1次材が2次材に接触すると1次材が圧縮され変形
- ② 1次材が大きく変形し2次材の流路にまで変形が拡大
- ③ 2次材の材料流路が部分的（全部）に狭窄
- ④ 2次材充填不足により肉厚が不安定

*1 FC 第1生産技術部 FC 第1生技室



図-4 発生メカニズム

4-2. メカニズム推定

「2次材により1次材が圧縮され変形する」ということがキーポイントであると予測した。

その変形が生じる条件としては

- 【2次材充填圧】 ≥ 【1次材剛性】 (図-5) であり、そのモードとして下記の状態を抽出した。
- モード1: 2次材の充填圧が高い
理由: 2次材の充填速度が速い
- モード2: 1次材の剛性が低い
理由: 1次材の温度が高い(軟化)
1次材の樹脂量が少ない(低密度)



図-5 1次材変形条件

5. 対策

発生原因と2色樹脂射出工法の工程より、影響が考えられる要因として、工程要因8種類を抽出し生産サイクルのミニマム化を実施する。対策を効率よく実施するため、SQC手法を用いることで要因の絞り込みと、サイクルのミニマム化(最適化)を実施。

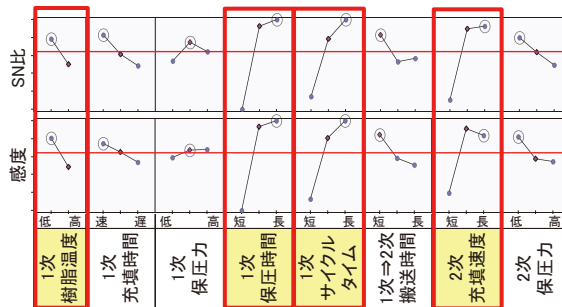
5-1. 実施手順

5-1-1. 要因の絞り込み

- 1) 生産条件要因のスクリーニングを、L直交表を用い、静特性解析し要因効果図より4要因に絞り込み
- 2) 要因効果図より抽出した4要因に対し、「1次樹脂温度」は他への影響大のため除外(図-6)

5-1-2. サイクルのミニマム化(最適化)

- 1) 残り3因子を応答曲面法にて、2次材(バリア材)肉厚と工程要因の予測式を算出
- 2) 算出した予測式よりサイクルタイムのミニマム化(最適化)を実施



※「1次樹脂温度」は他への影響大のため除外

図-6 要因効果図

5-1-3. 解析結果

最適化水準を選定した。今回はサイクルタイムがA秒時の2次材(バリア材)の肉厚であるため、バリア層の肉厚とその他の因子条件を予測式より算出し決定した。

解析の結果、サイクルタイム時間A秒で、肉厚が確保可能であることが得られた(図-7)。

5-1-4. 予測式

$$\begin{aligned}
 & \text{2次材肉厚} \\
 & = b \times (\text{1次保圧時間}) \\
 & + c \times (\text{1次ウェット時間}) \\
 & + d \times (\text{2次充填時間}) \\
 & + e \times (\text{1次保圧時間} - a) \\
 & \quad \times (\text{1次ウェット時間} - \beta) \\
 & + f \times (\text{1次保圧時間} - a)^2 \\
 & + g \times (\text{1次ウェット時間} - \beta)^2 \\
 & + h \times (\text{2次充填時間} - \delta)^2 \\
 & + a
 \end{aligned}$$

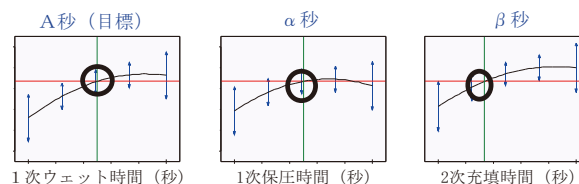


図-7 応答曲面法解析結果

6. 開発のねらいに対する実機検証

算出条件にて生産を実施し、サイクルA秒時の2次材(バリア材)肉厚の安定度をCpを用いて評価し、号口同等の工程能力を得ることができた。

【実記検証】

- 1) 2次材(バリア材)肉厚安定性【成形品質】
対策後 Cp = 2.1
- 2) 成形サイクルタイムのミニマム化【生産性】
目標サイクルタイム A秒達成

7. まとめ

今回のテーマである燃料バルブの生産性向上について、SQC手法を活用することで、製品肉厚の安定性について技術確立できた。また本製品は現在量産適用されており、更なる他製品への活用が期待される。

最後に、本件にご協力いただきました関係部署の皆様には厚く謝意を申し上げます。

著 者



細江 登