

第1回 架橋材料の成形シミュレーション

株式会社 JSOL エンジニアリング本部

1. はじめに

本連載では、今回から4回にわたって、ゴム・樹脂材料を用いた工業製品をターゲットとしたシミュレーション技術を紹介する。成形プロセス設計、架橋やコンポジットなどの材料設計、製品の構造設計のそれぞれに対する、最近の事例やアプローチを紹介する。

第1回では、架橋ゴムおよび樹脂の射出成形プロセスについて取り上げる。これらの材料は、成形プロセス中に架橋反応を伴うことから、金型内部での現象の把握が難しく、シミュレーション技術による支援が望まれている。

従来から発展してきた熱可塑性樹脂の射出成形のシミュレーション技術をベースにして、反応プロセスを考慮することによって、熱硬化性樹脂やゴム材料の扱いが可能となる。本稿では主に流動解析（充填工程）をターゲットに、その技術と事例を紹介する。

2. シミュレーション技術

溶融樹脂はランナー、ゲートを通して、部品形状を有するキャビティ内に充填される。その際に生じる3次元流れ場を適切に捉えるため、本稿ではCoreTech System社のMoldex3Dを用いる。Moldex3Dでは流れ場を表すNavier-Stokes方程式を省略せず扱っており、キャビティ、ランナーともに3次元のメッシュを採用していることから、詳細な物理現象を捉えることが可能である。

反応に伴う局所的な粘度の変化が流動現象に及ぼす影響を捉えるため、図1と図2に示すような物性データを適用する。図1は反応度、図2は粘度と温度の関係（温度変化の速度に依存）を示している。

また、ゴム材料の挙動を捉える際に必要となる反応開始の遅延を扱うため、scorch-indexというパラメータを導入する。このパラメータが時間に伴い、0から上昇して1に達すると、反応が開始される。図3の枠で囲った部分が反応の遅延を表している。

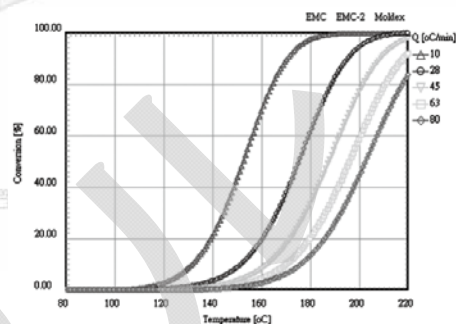


図1 物性データ（反応度）

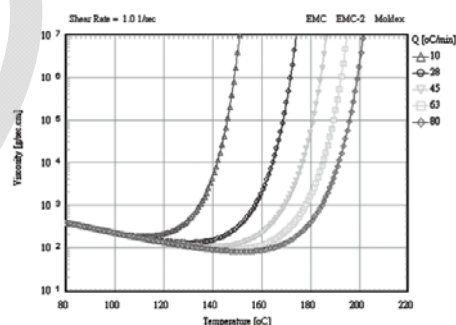


図2 物性データ（粘度）

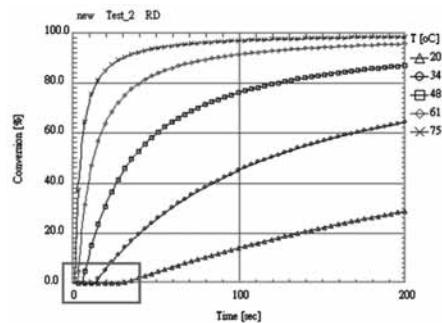


図3 反応度の時間変化

3. 事例

まず、自動車のバンパーに熱硬化性樹脂を適用した事例を紹介する（独・SIMPATEC社およびBASF社ご提供）。図4と図5はそれぞれ使用材料の反応度と粘度のデータを示している。