

## FRPの数値シミュレーション特集

# 樹脂流動解析技術の最新技術と応用事例 ～ Moldex3D による繊維解析機能のご紹介～

高橋 大輔\*

### 1. はじめに

近年、軽量化や環境問題によるリサイクル化といった市場のニーズが進むにつれ、金属部品等を樹脂部品に置き換える検討が自動車業界をはじめとする様々な業界で行われている。その中で樹脂の剛性の低さの改善としてガラス等の繊維を添加することで対策をとっている。

繊維強化樹脂においてその製品特性に影響を及ぼす要因として、「繊維配向状態による異方性」、「繊維濃度分布」、それから特に長繊維の場合はその「破断による繊維長」の3つが挙げられる。成形時の熔融樹脂内部の繊維は3次元的な挙動を示すことが知られているが、樹脂流動解析ソフト「Moldex3D」では高性能3Dメッシュモデルを用いた3D解析により、それらの繊維配向、繊維濃度、繊維破断の予測が可能である。本稿ではその機能および解析事例の紹介をする。

### 2. 繊維配向、繊維破断、繊維濃度予測解析

樹脂流動時における繊維配向は3次元的な挙動を示すことが知られており、解析を行う上でも3Dでの考慮が必要である。また、射出成形では樹脂の流路であるランナーと注入口であるゲートが必要となり、一般的にランナーやゲートといった微小空間を高い圧力をかけて高速で樹脂を流し込むため、ランナー内部では複雑な物理現象が起こる。そのような現象を考慮するためにもランナーやゲート内部も含め3Dでの考慮が不可欠である。

Moldex3Dではランナーからキャビティ全てを3次元で考慮し、特に成形品と金型の境界層に詳細なメッシュ要素を用いることで樹脂流動時のせん断発熱の影響等の複雑な現象を捉えることが可能である。最新

バージョンR14では境界層メッシュ (BLM) を最大片側5層まで設定することが可能になっており、3D曲面を持ったモデルに対しても精度に影響を及ぼす肉厚方向のメッシュ層数を安定して確保した高性能なメッシュモデルをより手軽に作成でき、これによりさらに精度アップが期待できる(図1)。

また、Moldex3D独自の繊維配向計算モデル (iARD-RPRモデル) は短繊維に比べ配向時の回転が遅くなる等の長繊維の特徴を考慮しており、長繊維の3次元挙動を捉える工夫がなされている。このiARD-RPRモデルの特徴は他の長繊維配向計算モデルよりもパラメータ数が3つと少なく (3つのパラメータ: ①繊維間の相互作用, ②繊維-樹脂間の相互作用, ③樹脂成分の影響)、計算安定性に優れている部分である。さらにこれに加え、Moldex3Dではスクリー内とキャビティ内の繊維破断の予測、及び繊維濃度の予測が可能になっている。

繊維破断に関しては、樹脂の可塑化熔融時におけるスクリー内での破断と熔融した樹脂をキャビティ内に射出充填した際のキャビティ内部での破断の2つに大きく分けられる。スクリー内の繊維破断解析では、まずペレット状態での初期繊維長に対し、スクリー形状およびスクリー内での可塑化条件を考慮し実験に基づく計算式によりスクリー内での繊維破断を予測する。図2はスクリー形状情報と可塑化条件、図3はそれを元を実施したスクリー内での繊維破断解析結果である。この解析では初期繊維長: 10mmのものがスクリー内の破断により1.45mmまで短くなるという結果になっている。その後、スクリー内での破断解析結果を用いてキャビティ内への射出充填時の初期繊維長として考慮し、再度繊維破断計算を実施する。

キャビティ内での破断解析は樹脂充填時のせん断の影響を考慮し繊維の破断を予測する。キャビティへの

\* (株) JSOL