

マルチスケール理論による材料特性の予測技術

～DIGIMATのご紹介～

株式会社JSOL エンジニアリング本部 一ノ瀬 規世

1. はじめに

コストや成形性といった利便性から現在の工業製品の多くには樹脂部品が採用されている。工業用材料としての樹脂はその剛性の低さや脆さなどの力学特性が課題として挙げられるが、多くの場合、ガラスやエラストマーなどのフィラーを添加することで、これらの特性を改善している。混合されるフィラーも目的の材料特性によって複数種類添加されていることも多い。また、射出成形品は流動状態による繊維配向の違いにより材料特性が大きく異なってしまうことから、実験による材料特性の取得も容易ではない。

DIGIMATは独自アルゴリズムによるマルチスケール理論を用いることで、これらの複合樹脂材料の材料特性をシミュレーションにより高精度・高速に得ることができるソフトウェアである。ヨーロッパでは自動車、航空宇宙、材料の各分野メーカーで使用されており、樹脂製品設計に多くの実績を挙げている。なお、株JSOLでは2009年よりDIGIMATの日本国内代理店として、一般企業、大学、研究機関向けに販売を開始している。

2. DIGIMATとは

DIGIMATは2003年5月にベルギーのLouvain-la-Neuveカトリック大学のI.Doghri教授とR.Assaker博士により創

設されたe-Xstream Engineering社によって、非線形マルチスケールモデリングの研究成果を広く一般に活用してもらうための商用マルチスケール材料特性予測ツールとして開発されている。

(1) 基本アルゴリズム

DIGIMATでは大きく分けて以下の4つのステップで物性予測をしている。

- ① 複合樹脂材料の材料特性を表現できる代表体積要素を内部で構築する。
- ② 体積要素のマクロ的な変形に関して、フィラーのマイクロ構造（体積・質量分率，形状，配向）を考慮し、フィラーに作用するひずみ，基材に作用するひずみを分離する。
- ③ 基材，フィラーに設定された材料特性にしたがって，独立に応力を計算する。
- ④ それぞれ計算された応力を用いて，フィラーのマイクロ構造を考慮することで体積要素のマクロ的な応力を計算する。

図1に本アルゴリズムのイメージを示す。必要となる入力パラメータは、フィラー，基材のそれぞれ単体での材料特性，さらにフィラーのマイクロ構造として体積・質量分率，形状，配向である。フィラーと基材の応力・ひずみ特性に

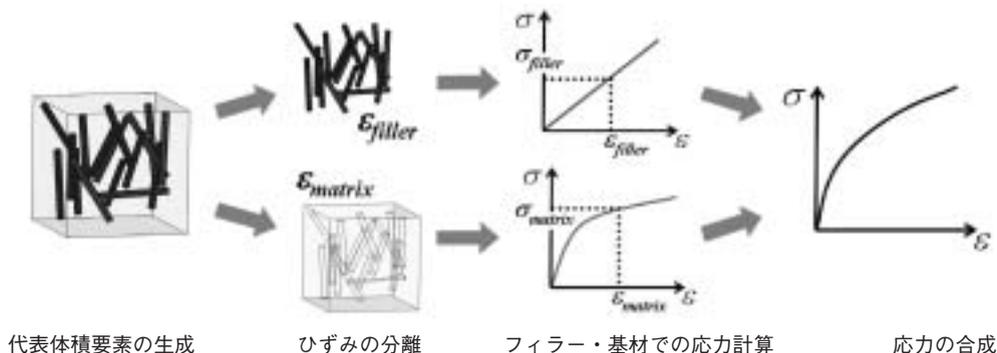


図1 DIGIMATの基本アルゴリズム