

《総 括》

論文特集「計算固体力学におけるイノベーション」について

都 井 裕*

1950年代前半に誕生した計算手法である有限要素法は早50年近い歴史を有する。また、構造・材料などを対象とする固体力学を計算の立場から体系化した学問分野に与えられた「計算固体力学 (Computational Solid Mechanics)」という名称も、もはや耳新しくはない。しかしながら、前号における拙著「計算固体力学50年史」でも述べたように、最近10年間におけるこの分野の進展は著しい。広範な工業における実際問題への応用とともに、以下のような新しいベクトルが芽生え成長してきた。

すなわち、メッシュアダプテーションなどによる計算の「良質化」、領域分割法 (DDM)・超並列計算などによる「高速化」、構造最適化・材料設計などの「知能化」、メッシュレス法・計算不連続体力学などに見られる計算手法の「多様化」、構造・損傷・破壊解析の「統合化」、計算メソ力学・分子動力学などに象徴される計算の「微視化」、マルチスケール・マルチ物理解析などの「複雑化」が、近年の計算固体力学の動向を表わすキーワードであろう。

「不規則外乱下の相転移現象のモデリングとシミュレーションによる挙動解析」では、2成分合金における相分離と秩序・無秩序転移を対象とした確率偏微分方程式を提案し、数値計算により不規則外乱の影響を論じている。

「斜方晶系単結晶の熱応力解析—BAO単結晶を例として—」では、斜方晶系単結晶の育成過程における熱応力を計算するための三次元有限要素解析プログラムを開発し、アレキサンドライト単結晶を対象に様々な結晶育成方向に対する熱応力を計算している。

「ズームイン方式によるマルチスケール材料損傷解析システムの開発」では、連続体損傷力学モデルに基づくマクロ有限要素解析、計算不連続体力学モデルによるメソ解析、分子動力学法によるミクロ解析を統合

化したマルチスケール解析システムを構成している。

以上の3論文は、材料解析分野における近年の動向を反映しており、前述のキーワード中の「微視化」、「複雑化」、「統合化」などに関連している。

「SPH粒子法による構造解析 (3次元弾塑性解析手法の検討)」では、超高速破壊シミュレーションのための特殊解法であるSPH粒子法が、有限要素法における塑性マトリックスを介して弾塑性大変形下の構造解析に適用され、その有用性が指摘されている。

「階層型領域分割法と力法を用いた大規模並列形状最適化」では、形状最適化法の一つである力法を階層型領域分割法による並列有限要素解析システムと統合化することにより、百万自由度規模の有限要素モデルを用いた形状最適化例を示している。

以上の2論文中的前者は、構造解析分野における計算手法の「多様化」、後者は「知能化」および「高速化」を象徴している。

「新幹線のフローティング・ラダー軌道上の高速走行シミュレーション」では、局所レール不整を伴うフローティング・ラダー軌道上を新幹線車両が通過する場合の、車両と軌道間の連成衝撃現象を解析するためのシミュレーション手法が提示されている。

「リンク機構を有する鉄道車両のための運動方程式自動生成プログラム‘EXPRESS’の開発」では、複雑なリンク機構を含む鉄道車両への適用を目的に開発された運動方程式自動生成プログラム‘EXPRESS’と運動解析システムへの適用について述べている。

これらの2論文はいずれも鉄道技術関連である。シミュレーションの対象が具体的であり、実用性が高い。

近年の計算固体力学は、本論文特集にも見られるように様々な方向にベクトルを向けており、やや混沌とした状況にある。今後の10年間でこれらの新しい技術がさらに成長し、システム化、商用化され、多くの場面で実用に供されるものと予想される。最後に、本論文特集にご投稿いただいた各位にお礼申し上げる。

A Preface to the Special Edition “Innovation in Computational Solid Mechanics”. By Yutaka Toi (Institute of Industrial Science, University of Tokyo)

*東京大学生産技術研究所 人間・社会部門