

コンピュータシミュレーションの開発 (板成形加工CAE)

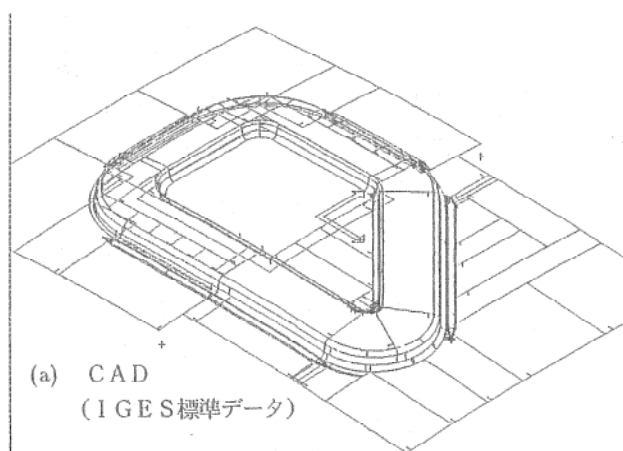


研究ノート

仲 町 英 治*

1. はじめに

スーパーコンピュータおよびエンジニアリングワークステーションを最大限活用したコンピュータシミュレーションが、生産システムに導



入されつつある。集中処理および分散処理混合型のネットワーキングの充実を背景とするCAD/CAM/CAEシステムの充実が産業界では重点課題となっている。ここでは、これまで立ち後れていると言われてきた自動車、航空機および電気電子産業における板材の成形加工プロセスの数値シミュレーション技術の開発状況について概説し、研究の成果を紹介する。

図1. は自動車用ドア内側パネルのCAD (IGES標準データ) データを用いて、成形シミュレーションを行った例である。板厚ひずみの分布を示す。実験中に発生する割れの位置の推定が可能であることが示された。

2. 新素材の開発と新加工技術の展開

新素材の開発に伴う加工技術の展開では、高度化、高機能化が要求されることになる。従来は、実験を主体とした加工技術がマイナーチェンジ方式で展開されてきたが、近年、それが通用しない新素材が現れるようになってきた。

制振鋼板などの機能化板材、FRP複合材、アルミ合金材を用いた板の成形加工技術の開発では、これまでの鋼板中心の成形技術の大幅な変更が要求される。新素材に応じた新加工プロ

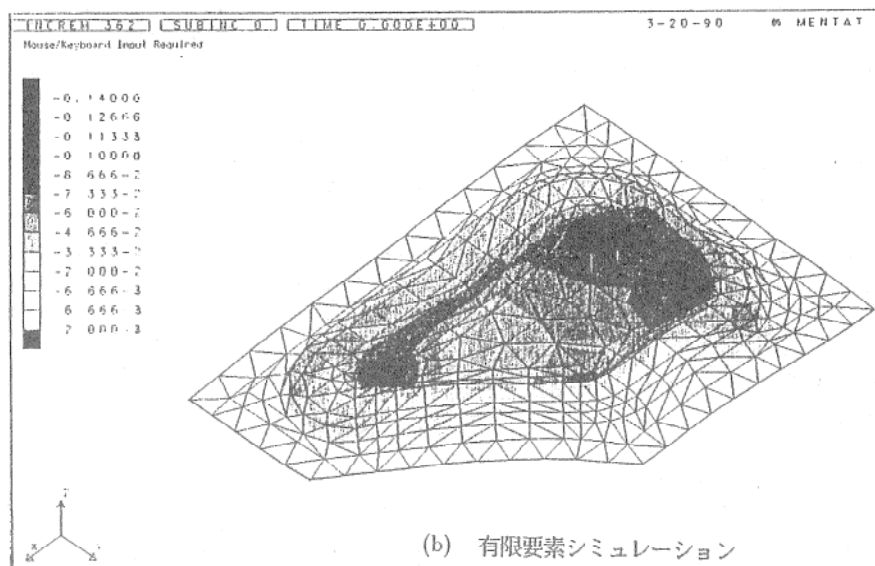
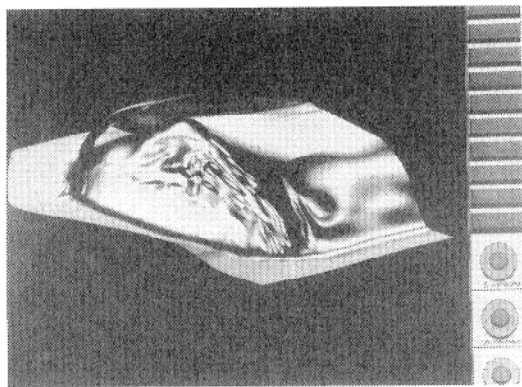


図1 板成形CAD/CAEの一例

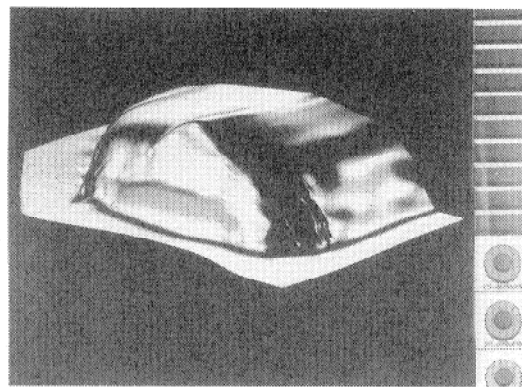
*仲町英治 (Eiji NAKAMACHI), 大阪大学工学部機械工学科, 固体力学講座, 助教授, 工学博士, 固体力学

セスの開発にシミュレーション手法の導入が望まれている。

その一例として、超塑性材料の最適成形加工条件の探索のために有限要素解析を利用したシ



(a) クッション押圧小の場合



(b) クッション押圧適正の場合

図2 シミュレーション結果のCG出力

ステムの開発が挙げられる。超塑性材料の高温での成形加工においては、温度、加工速度、初期形状の決定と制御をシミュレーションを介して行うことが必要となる。

3. 板成形シミュレーションのための数値モデル

有限要素の定式化は、非線形板殻理論と非線形接触理論に基づいて展開される。物理モデルとしては、材料モデルおよび接触モデルが考えられる。

3.1 材料モデル

ひずみが数十パーセントを越える成形過程での材料挙動を記述する材料モデルが1970年代までに数多く提案された。弾塑性、弾・粘塑性、熱弾塑性理論が主となり、結晶レベルの記述を基にした結晶塑性、異方性塑性理論、移動硬化などもふくめたモデルが用いられることになる。連続体理論を基礎とする材料モデルでは、新素材における脆性破断などを含む成形限界を推定することはできないと考えられ、現在、結晶、クラスターあるいは分子レベルでの材料モデルの提案も多く見られるようになってきた。

3.2 非線形接触モデル

板成形加工中には材料表面が工具と接触し、接触近傍では大きな変形、ひずみおよび応力の集中が生じる。変形に伴って変化する接触面に働く表面力の定式化では、一般に高次の非線形

を含む式を得る。摩擦法則では、クーロン・アモントン摩擦則の修正により得られた非局所化クーロン則、さらに、摩擦の異方性を考慮した摩擦構成式の提案もある。

非線形接触モデルは、確定できない要素を数多く含んでいる。

4. コンピュータグラフィックスの世界

図2には、筆者が開発した板成形シミュレーションプログラム“ROBUST”によってタイヤハウスの成形過程を解析した結果を、コンピュータグラフィックス出力したものを示している。解析図2(a)と(b)は、クッション圧力（フランジ部）のしわ発生を含む変形形状への影響を示しており、適度なクッション圧によってしわ発生が抑制されることが確かめられた。

5. おわりに

実用化のレベルで議論される成形加工シミュレーション開発の現状について紹介した。今後、材料モデルおよび接触モデルの検討が進み、実験を必要としない板成形加工システムが構築されるようになるであろう。

最後に、CADデータおよびコンピュータグラフィックス出力に協力頂いたマツダ株式会社および三菱自動車工業株式会社に対して感謝致します。