

X線 CT を用いた実寸計測に基づく CAE 技術の研究

機械システム課 浦上 晃、金森直希、杉森 博、佐山利彦 中央研究所 釣谷浩之*

若い研究者を育てる会 (株)タカギセイコー 細川修宏 コーセル(株) 山根幸治

1. 緒言

実際の製品の寸法形状は設計時の CAD データと差異がある。例えば、成型品に気泡が内在する場合、あるいは溶接部やはんだ接合部のように作って初めて形状が決まる場合がある。これらの不確実要素は設計時のデータには存在しないため、CAD データに基づく CAE 解析が製品を反映していない場合がある。設計仕様が満たされているかどうかを検証するためには、実測データに基づいて CAE 解析を行うことが必要である。

そこで本研究では、樹脂成型品の強度解析事例およびはんだ接合部の疲労寿命推定事例を通じて、X線 CT を用いた実寸計測に基づく CAE 解析技術の有効性を検証した。具体的には、X線 CT 装置による形状寸法の測定技術、実測データに基づく FEM モデル作成技術、および実測データに基づく CAE 解析技術の達成具合の確認と問題点の抽出を行った。

2. X線 CT 装置による寸法測定

マイクロフォーカス X線 CT 装置により被測定物の透過画像 (図 1) を撮影し、コンピュータによる再構成を経て X線 CT 画像 (図 2) を得る。この CT 画像上において測定したい 2 点間のピクセルを計数することで寸法を測定することができる。



図 1 X線透過画像

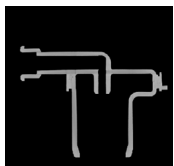


図 2 X線 CT 画像

寸法精度は、CAE 解析精度に影響を与える因子の一つである。そこで、いくつかの樹脂試料について寸法精度を求めたところ、すべて±1 ピクセル以内の寸法誤差となった (表 1)。X線をさほど吸収しない樹脂試料であってもこの程度の精度で寸法測定が可能である。

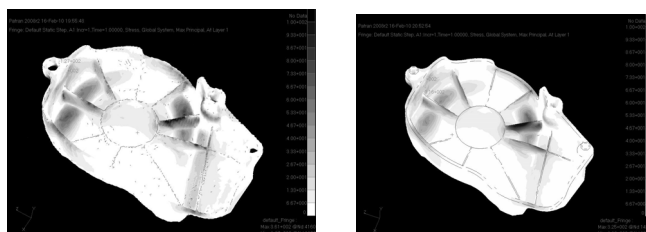
表 1 寸法測定精度 (単位は mm)

材料	PMMA 円柱	PP/PE 角材	PS 角材
マイクロメータによる測定	φ 50.32	5.42×11.82	5.06×11.65
CT 画像による測定	φ 50.32	5.43×11.84	5.05×11.62
差異	0.00	0.01×0.02	0.01×0.03
ピクセル当たりの寸法	0.12	0.03	0.03

3. CT 画像に基づく解析用 FEM モデルの作成

CAE 解析に用いる FEM モデルを複数枚の CT 画像から作成する。まず、CT 画像を積層して三次元化した後、ルックアップテーブルを使った輝度値変換による画像鮮明化とフィルタ処理によるノイズ除去などの画像処理を経て、被測定物と空気の界面を抽出する。次に、抽出した界面で囲まれた内部空間を四面体要素で細かく分割して FEM モデルを完成させる。

作成した実測ベース FEM モデルと CAD 図面ベース FEM モデルについて同一条件で CAE 解析を行った結果、解析結果はほぼ一致した (図 3)。



(a)実測ベースモデル (b) CAD ベースモデル

図 3 樹脂製チェーンカバーの最大主応力分布

4. 樹脂成型品及びはんだ接合部の CAE 解析

前述のようにして得られた実測ベース FEM モデルを用いて 2 テーマの CAE 解析を行った。樹脂成型品の強度解析では、内在する気泡や未接合部分が製品強度に与える影響を調べることが可能となった (図 4)。はんだ接合部の解析では、はんだ接合部の形状の差異を考慮した疲労寿命推定を行うことが可能となった。

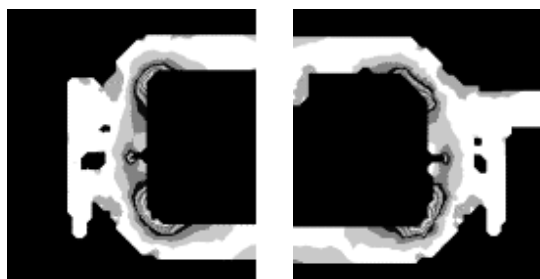


図 4 樹脂成型品の最大主応力分布

5. まとめ

X線 CT を用いた実寸計測に基づく CAE 解析技術の有効性が確認できた。

(詳細は、平成 21 年度若い研究者を育てる会「研究論文集」p.15~22 を参照。)