

プラスチック製品の性能向上のための設計技術と評価に関する研究

機械情報システム課 中村陽文、清水孝晃*1、吉江真太郎、能登有里彩*2、鍋澤浩文

若い研究者を育てる会 株式会社タカギセイコー 田中和馬、大上戸勇馬 コーセル株式会社 永井孝紀

1. 緒言

近年、繊維強化プラスチック(以下 FRP)を代表とする複合材料は、高い比剛性・比強度を有し軽量であることから、金属の代替材料として輸送機器を中心とする構造部材に広く用いられつつある。最近では、FRP の CAE を行う際に、母材に含まれる繊維の状態を考慮して物性予測し、解析対象を均質な等価モデルで代用して全体を解析する均質化解析が行われるようになってきた。しかしながら、実際の製品に均質化解析を用いた CAE を適用し詳細な検証を行った事例は少なく、解析精度を検証し解析手法の確立を行う必要がある。そこで本研究では、CAE を用いた FRP 製品の構造解析手法の確立を目的とし、高速スタンピング成形により作製されたガラス繊維 FRP のハット型成形品の曲げ剛性について、実験的評価との比較を通し、均質化解析に基づく CAE の適用可能性について検討した。

2. 実験方法

2.1 使用材料

本研究では、キャビティ側に綾織構造の連続繊維材、コア側に不連続繊維材を使用し、高速スタンピング成形法で作製されたガラス繊維強化 FRP のハット型成形品を研究対象とした。本品を選定した理由は、形状の似た自動車のバンパーやピラーを想定した検証とするためである。本品を用いて、バンパーやピラーへの物体の接触を想定した曲げ剛性を評価し、CAE 解析との比較を行った。

2.2 曲げ剛性評価

本研究では、均質化解析には Hexagon 社製 Digimat-MF を用いた。Digimat-MF は平均場均質化法による均質化解析を行うソフトウェアであり、短時間で材料物性予測が可能という特徴をもつ。弾性係数(E_1 、 E_2 、 E_3)、ポアソン比(ν_{12} 、 ν_{23} 、 ν_{31})、せん断弾性係数(G_{12} 、 G_{23} 、 G_{31})の計 9 個の物性値を計算した。曲げ剛性は、変位速度 1 mm/min の 3 点曲げ試験により評価した。加えて、実験と同様の条件となるようにハット型成形品の有限要素法解析を実施した。解析ソルバーには MSC Software 社製 MARC を使用した。また、均質化解析値と実験で得られた物性値の違いが、剛性解析に及ぼす影響を評価することを目的

として、①均質化解析値のみを物性値として使用した場合、②均質化解析値のうち、引張弾性率(E_1 、 E_2)、ポアソン比(ν_{12})およびせん断弾性率(G_{12})を実験で得られた値に置換した場合の 2 条件において結果を比較した。これらの物性値は、ハット型に成形する前の板材について、引張試験およびせん断試験を行うことにより測定した。

3. 実験結果および考察

曲げ剛性の実験結果と解析結果を Fig. 1 に示す。Fig. 1 に示されるように、①の均質化解析値のみを使用した場合は、22.1%の実験値との差が認められた。これは、均質化解析では微小空隙や欠陥を考慮していないなど実際と差異があるために剛性が高くなったものと考えられる。一方、②の一部実験値に置換して解析した場合の差(5.4%)は①に比べて小さく、解析精度は向上した。以上の結果から、均質化解析値のうち、比較的簡便に実験で得られる引張・せん断弾性率およびポアソン比を置換することで、実験との誤差を少なくすることが可能になるものと考えられる。

4. 結言

均質化解析を用いた剛性評価を行う際には、製品仕様に関連する物性値を一部実験値に置換することで精度の高い解析が可能になることを明らかにした。(詳細は、令和 4 年度 若い研究者を育てる会「研究論文集」 pp.14-20 を参照)

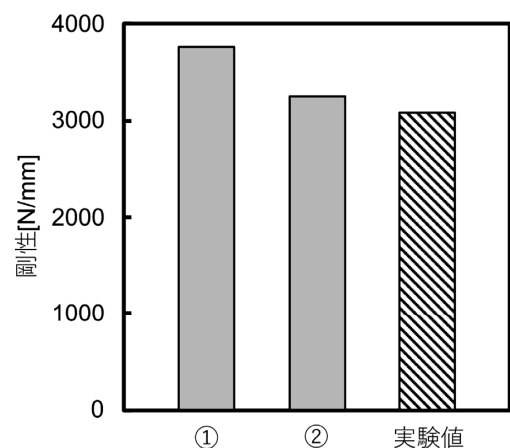


Fig. 1 Stiffness results of the hat shaped FRP member

*1 現 ものづくり研究開発センター *2 現 生活工学研究所