

研究テーマ	ボルト締結体の構造解析精度向上に関する研究		
担当者 (所属)	坂本智明・萩原義人・鈴木大介（高度技術開発部）・串田賢一（デザイン技術部）・山田博之（富士工業技術センター）・村松茂（株式会社キトー）		
研究区分	経常研究	研究期間	平成 23 年度

【背景・目的】

ボルト・ナットを用いた締結法は、安価で取付け取外しが容易であるため、多くの機械、精密機器、構造物に用いられている。ボルト締結体の構造解析では、ねじ部が複雑形状を有するため解析に必要な要素数が増加し、解析時間が増大する問題が生じていた。これらの課題への対策として、現在、ねじ部の簡略化による解析を実施しているが、解析精度への影響など具体的な数値的誤差の把握ができていないのが現状である。そこで本研究では、ボルト締結体の解析誤差要因を把握するために、実際の材料試験結果と構造解析による結果を比較検証した。さらに解析精度の向上と解析時間の関係についても検証し、得られた成果を技術支援につなげることを目的とした。

【得られた成果】

- 図1に示す曲げ試験の実験の様子を示す。2枚のSS400の板を、強度区分4.8のM12ボルト・ナットで締結し、板の弾性変形範囲を考慮した荷重1kNで上側の板を抑え、9箇所に設置したひずみゲージによりボルト締結部周辺のひずみ量を計測した。
- ボルトのねじ部を考慮したモデルおよびねじ部を簡略化し、ボルトとナットを一体とみなしたリベット形状のモデルを作成した。解析は、ボルトの締結力を考慮し、実際の材料試験と同等の物性値・境界条件により、ボルト締結部周辺のひずみ、応力、変位などの解析値を得た。図2の両モデルから、上側板の応力分布は近似した結果となった。従って、ねじ部を簡略化したリベット形状の解析モデルにおいても、ねじ山を考慮したボルト締結体に近い剛性及び締結力を解析上得ることができた。



図1 曲げ試験

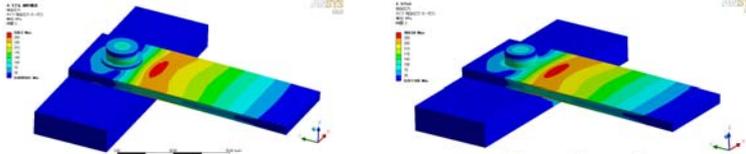


図2 (a) ねじ山を考慮したモデルの解析結果 (相当応力)

図2 (b) リベット形状のモデルの解析結果 (相当応力)

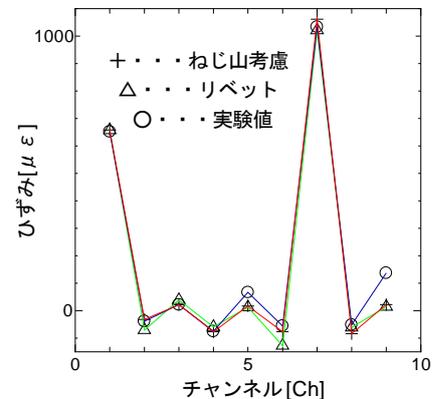


図3 曲げ試験の実験値と解析結果の比較

- 曲げ試験を3回行い、得られた測定データの平均値と、ねじ部を考慮したモデルおよびリベット形状モデルの解析結果を比較した (図3)。ねじ山を考慮したモデル、リベット形状のモデルの解析では、同等の結果を得た。ひずみの絶対値の低い場合は多少の誤差が生じたが、それ以外の実験値と解析値は近い値となった。さらに、ねじ山を考慮したモデルでは30分有した解析時間が、リベット形状モデルの解析時間では1分以下となり大幅な短縮が図れた。
- 電化製品などで多用されているセルフタップねじによる樹脂材料の締結部についても、引張試験結果と解析結果とを比較検証した。その結果、弾性範囲内では図4に接触条件を付与した解析において、試験結果に近い応力値 (図5) を得ることができた。

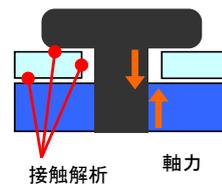


図4 境界条件

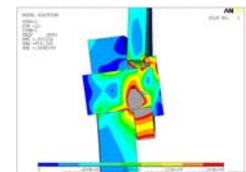


図5 解析結果

【成果の応用範囲・留意点】

今回、弾性変形域における曲げ試験・引張試験の実験値と解析値の比較検証を行うことで、今後の構造解析を実施する上で有用な解析条件が構築された。