

応力解析

京都職業能力開発短期大学校

生産技術科 糸井陽冨

1. はじめに

授業で応力の計算をしたが、実際の製造現場のどこで必要なのか分からなかった。しかし、勉強する中で応力計算は、製品を設計する上で、安全性や耐久性などを考慮する上で、必要なものであることが分かった。そして、製造現場に就職することから現場で応力解析が活かせると思い、またCAEを使用した応力解析では応力分布を視覚的に捉えることができるので、CAEでの応力解析をテーマとした。今回は実際にカートのフレームの応力解析を行うこととした。

2. 仕様

最初に、CAEによる応力解析の結果が正しいか確認するため応力計算より求めた理論値とCAEにより求めた結果とを比較した。

$$\sigma = \frac{F}{A}, \quad Z = \frac{\pi(d_2^4 - d_1^4)}{32d_2}$$

σ : 応力

F : 荷重

A : 断面積

Z : 断面 2 次係数

d_2 : 外径

d_1 : 内径

さらに、CAEによる応力解析の計算結果の整合性を見るため、片持ち梁の実験結果とCAEでの応力解析の結果を比較した。

次に実際のフレームの2分の1のスケールのパイプで実験を行い、CAEでの解析結果の整合性を確認した。まず、ひずみゲージをモデルでの解析により応力が最も働いている位置に取り付け、ひずみを校正する。パイプをバイスで挟み、曲がっているところにばねばかりを掛けて引っ張り、マルチメータで測定する。



図 1. パイプ実験

3. 結果

図4のグラフより、片持ち梁の実験結果からは、理論値と応力解析結果との実験値がほぼ同じであった。パイプの実験値もほぼ同じであった。パイプの実験は図5のグラフより、応力解析結果が正確であると判断できたのでCAEによる解析結果より、応力が集中する場所を確認できた。この結果をもとに最適化を行った。カートのフレームの応力解析をする予定であったが、今回はフレームの補強材の応力解析を行い、最適化することになった。最適化では、第一に軽量化することとし、均一応力となるように加工方法について考え、加工効率についても考慮した。最適化の結果、最大応力69MPaであったモデルを29MPaまで応力を小さくすることができた。全体の平均の応力を39MPaから

17MPaまで小さくでき、全体の応力の差も小さくすることができた。軽量化することにより、応力を小さくすることができた。また、T字モデルを薄肉化でき、軽量化かつ均一応力となったため、最適化できた。パイプの最適化では穴を開け、軽量化をした。軽量化しても、応力は変わらなかった。CAEの理解を深めるため、実際の製品を最適化した。車やオートバイのエンジンに使用されている部品のバルブロッカーアームをモデリングし、最適化をしたが、均一応力であった。フィレットを大きくすることにより、赤く表示されているところを緑に近づけることが出来た。しかし軽量化をしようとしたところ逆に応力は大きくなった。

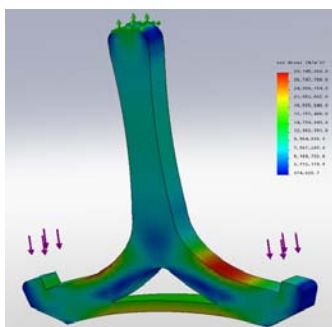


図 2. T字

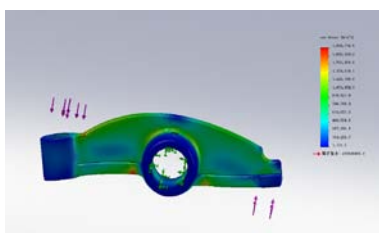


図 3. バルブロッカーアーム

4. 考察

実験結果とCAEの計算結果には、少しの誤差があった。その原因としてひずみゲージを張る位置がずれていたことと、手で引っ張っていたので、荷重が一定でなかったためと考えられる。しかし誤差は許容範囲のため、CAEは安全性や耐久性などを考慮した応力解析が出来たと考えられる。バルブロッカーアームの最適化に

おいては、応力に大きく変化は見られず、その原因としてすでに実用化されている製品であり、最適化されていたと考えられる。また、形状が複雑なため、細部のモデリングができなかったため、最適化することができなかったと考えられる。

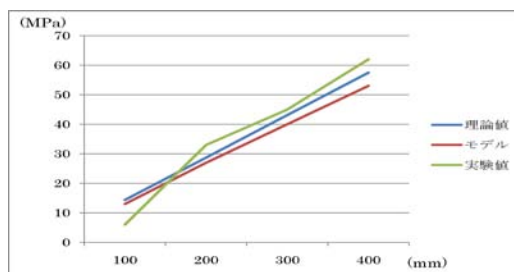


図4. 片持ち梁実験結果

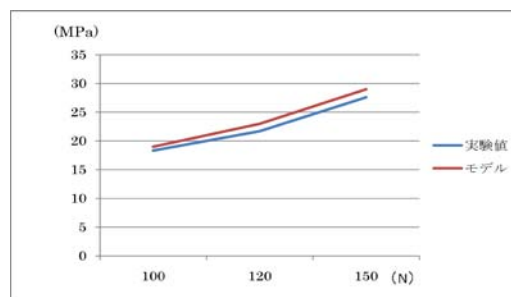


図5. パイプ実験結果

5. 今後の予定

身近にあるものを応力解析し、最適化する。そして、今後活かせるようにする。

6. 参考文献

(1) 材料力学

独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構
職業能力開発総合大学校能力開発研究センター編

(2) CAE技術者のための情報サイト

<http://jikosoft.com/cae/engineering/stmat13.html>

(3) 強度計算関連ファイル

http://homepage3.nifty.com/skomo/f16/hp16_9.htm