

東京農工大学 TUAT Formula 解析報告書

東京農工大学 TUAT Formula

清水 達也

1 チーム概要

TUAT Formula は「ツナガリ」をチームコンセプトとして活動しています。このコンセプトを基にメンバーは、社会・人・学問とのツナガリの中にもものづくりの本質があることを見極められるよう、日々活動しています。第 8 回全日本学生フォーミュラ大会では動的競技の参加できなかったために総合 45 位と、目標を大きく下回った結果となりました。しかし、デザイン審査では 12 位、コスト審査では 6 位を獲得するなど、静的競技では上位チームと争える車両を開発することができました。



図 1 開発車両 NK06

2 解析事例

今回は ANSYS Workbench を用いた後輪のハブとアップライトの解析結果について報告します。

2. 1 ハブ

炭素鋼 S45C 製ハブにおいて、回転時における外輪を想定して静解析を行いました。ハブベアリングと接触する面を固定し、ホイールと接する面に地面からのリモート荷重を与えました。評価基準には相当応力を用い、最大部の相当応力が疲労限付近となるまで軽量化を施しました。また、モデルを作成する際には実際の加工工程を考え、複雑な加工を要しない形状にすることを意識しました。

ブレーキディスクと合わせて設計を進めることで、ブレーキディスクの重量増を避けつつハブの重量を前シーズンに比べて 47%削減しました。

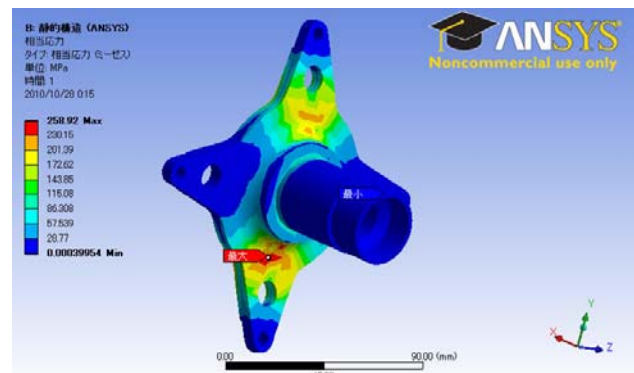
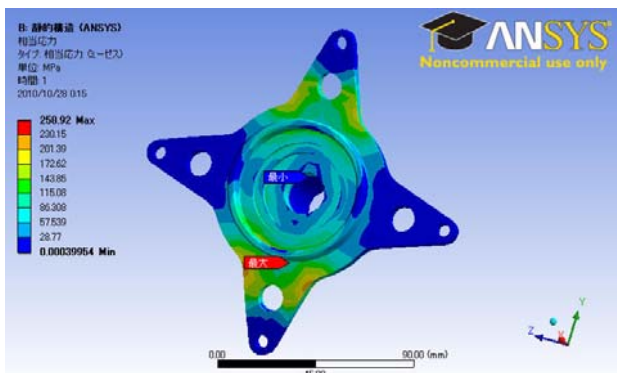


図 2 ハブの応力分布

2. 2 アップライト

アップライトには A7N01 を用いた溶接構造を採用しました。構造解析に先立って溶接時の温度分布を解析することで、残留応力に関する考察を行いました。

プレートの両端を曲げた 2 ピースからなる管構造を考え、接点となる部分に順次融点の温度入力を行いました。解析の結果、管の角付近までは非常に高温となっていますが、管の長辺側になると 400°C を下回る分布となることがわかりました。温度分布と残留応力の関係を実験などで確認することはできませんでしたが、アップライト全体の構造解析において管の短辺側の応力に注意して設計を進める指針を得ることができました。

アップライトの構造解析では、サスペンションリンクとの接続部を固定し、ハブベアリングと接する面に地面からのリモート荷重を与えました。評価基準には相当応力を用い、文献より得られた S-N 曲線を基に許容応力を設定しました。

解析の結果を用いて詳細な寸法を決定することで、アルミニウム合金を用いた溶接構造のアップライトは強度上の問題を満足することがわかりました。

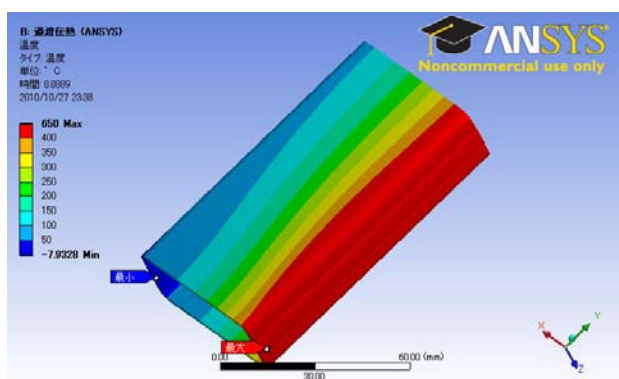


図 3 管構造製作時における溶接中の温度分布

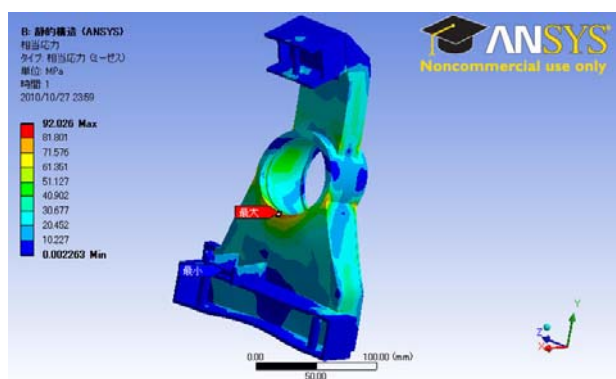


図 4 アップライトの応力分布

2. 3 アセンブリモデル

ハブとアップライトのモデルが完成した後、今後の設計方針の参考とするためにアセンブリモデルでの解析を行いました。その際、ハブとアップライトの間に存在するハブベアリングは単純なソリッドモデルで置き換えました。入力条件はハブの解析時と同様に、ホイールと接する面に地面からのリモート荷重を与えました。また、アップライトの解析時と同様に固定条件を設定し、ハブとハブベアリング、ハブベアリングとアップライトの各接面は常に接触しているように設定しました。

解析結果の相当応力分布を図 5 に示します。同図より、ハブに大きな応力がかかり、アップライトの大部分では 50MPa 以下の低い分布であることがわかりました。また、ハブやアップライト単体の解析結果よりアセンブリモデルの方が低いことがわかりました。特にアップライトでは単体モデルの解析に比べてアセンブリモデルは半分程度になっています。このことから、応力を基軸にして設計を行う場合、アップライトに大きな軽量化の余地があると考えられます。

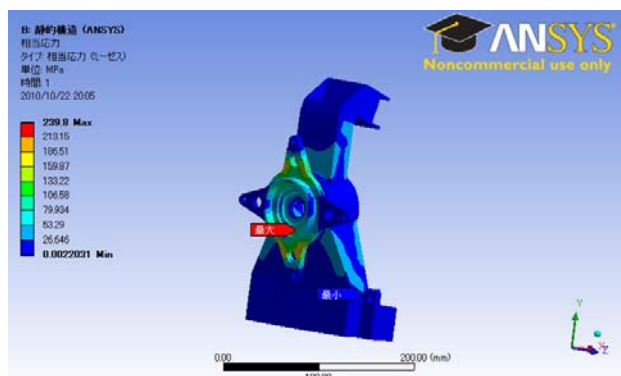


図 5 アセンブリ状態での応力分布