

Ansys 解析実施報告書

東京大学フォーミュラファクトリー
フレームパート 恩田 祐輔

1、チーム紹介

2002年6月のチーム創設以来一貫して、“Easy Drive”のコンセプト実現のため、SUZUKI Skywave650用エンジンを搭載し、電子制御CVTによる2ペダルATレーシングカーを製作してきました。このエンジンを搭載するため、ドライバーの横にエンジンを置くサイドエンジンレイアウトを採用し、他大学の車両とは一線を画しています。本年度は、これまでのエンジンターボ化や軽量化への努力に加えて、とくに低速での旋回性能の向上を狙って、マシン全体のヨー慣性モーメントの低減や電子制御4WSの搭載といった技術的課題にも取り組み、2008年大会では総合成績第二位とチーム史上最高の成績を残すことができました。

2、Ansys を用いた解析についての概略

私たちのチームでは、エンジンの重量ハンデを少しでも克服するべく、シャシー各部における軽量化に力を注いでいます。3DCADソフトでの設計、ANSYSでの解析を繰り返すことで、必要強度・剛性を確保しつつ軽量化を達成しています。



図1、UTFF-09 (2008年)

3、シャシー設計における Ansys の活用(1)

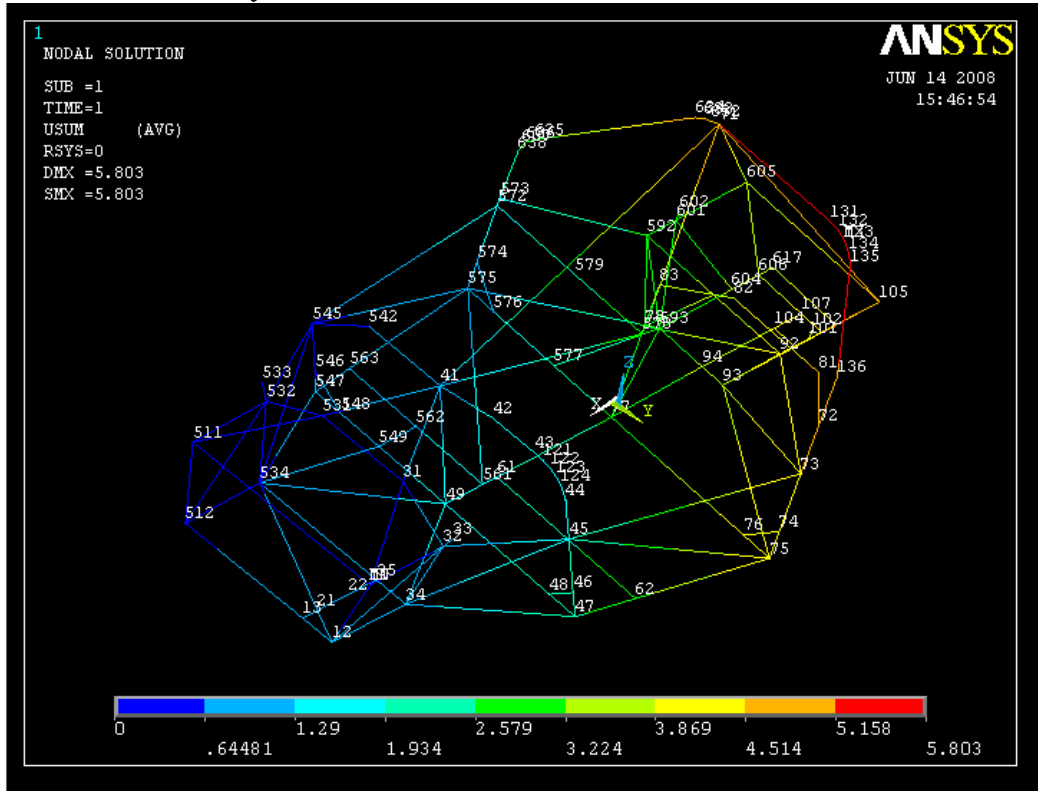


図2、フレーム解析

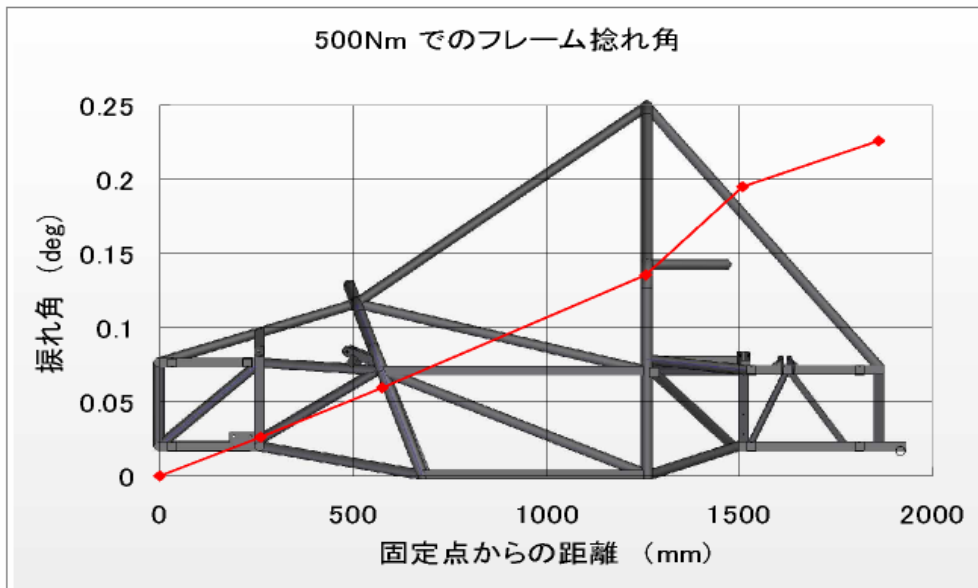


図3、フレーム各部でのねじれ角

フレーム構造の設計にあたっては、ねじり剛性 2000Nm/deg の実現を制約として課し、その上で軽量の構造を検討することとしました。計算の単純化のため、パイプを近似した Beam4 要素で node-to-node モデルを構築しています。またあわせて、過去のフレームに於いて、解析と実測の比較検討を行うことで精度を確認しています。

解析にあたっては、フレーム前端を固定し、フレーム後端にモーメントを入力し、フレーム主要点の上下方向変位からねじれ角を算出し、グラフ化して比較検討しました。あわせて、昨年度マシン UTF-08 において、応力集中に起因するフレームへのクラックが発生したことから、本年度は応力解析についても実施しました。

昨年からはフロントセクションを中心に構造の簡素化を施したことで、フレーム単体で $\approx 10\text{kg}$ の軽量化を実現しています。また、適切な補強を施したことで、シェイクダウンから現在に至るまで、クラックや折損などのトラブルは発生していません。

4、シャシー設計における Ansys の活用(2)

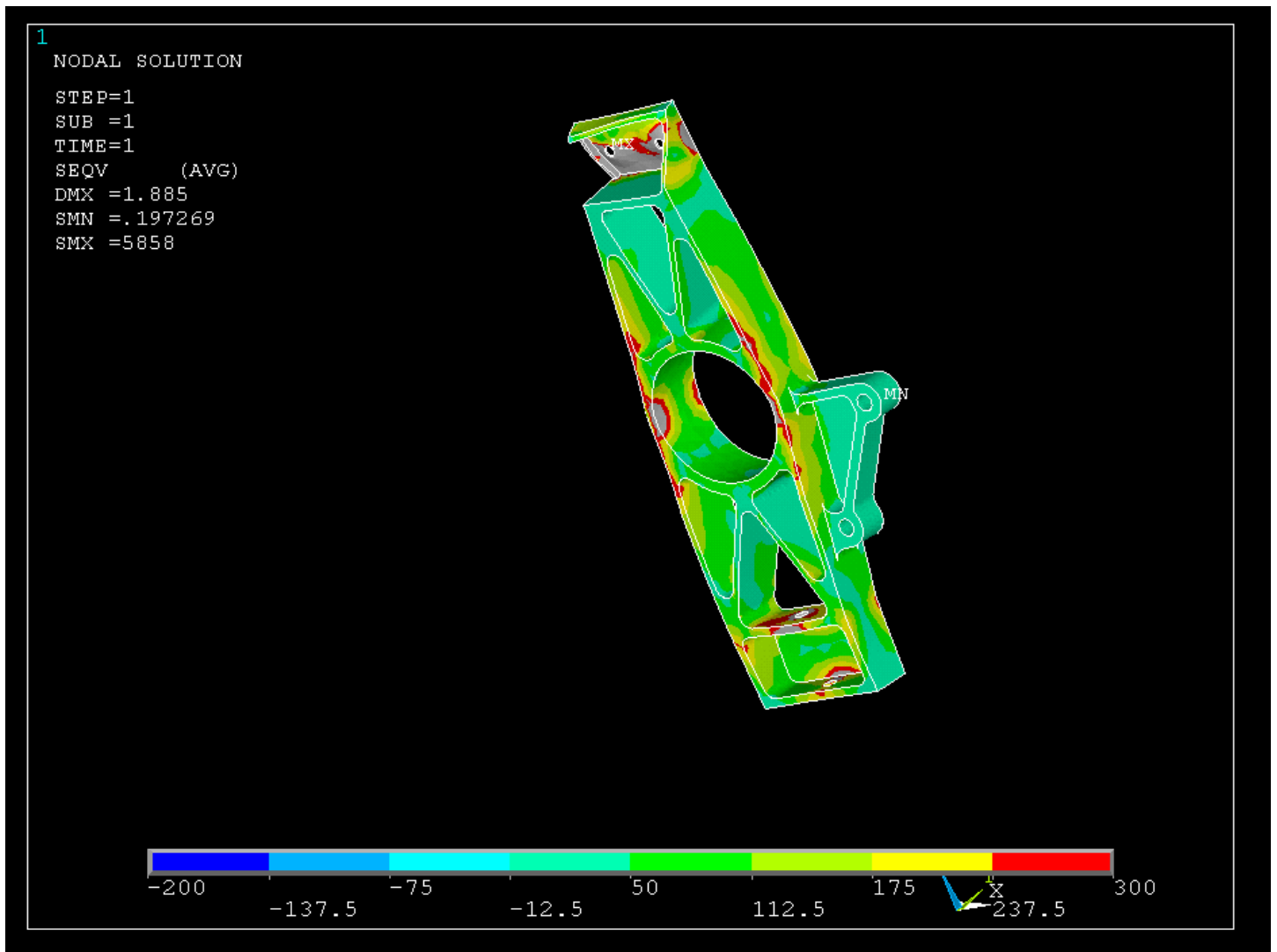


図4、アップライトの応力解析

マシンが1Gで旋回している際の、アップライトにかかる応力解析を行いました。(ミーゼス)
CAD からソリッドモデルを読み込んだ上で、ローアームの取り付け穴を拘束し、アッパーアームの取り付け穴、および、ハブからの入力点に、1G旋回によってかかる力をかけて解析を実行しました。
なお、入力大きさについては、別途計算したうえで決定しています。

この解析によって、最大応力のかかる場所とその大きさを把握でき、軽量かつ信頼性の確保されたアップライトが実現されました。アームやブレーキキャリパーの取り付け方法の変更を伴ったため、単純な比較は難しいもの、アップライト1個あたり、昨年比約100gの軽量化を達成しました。

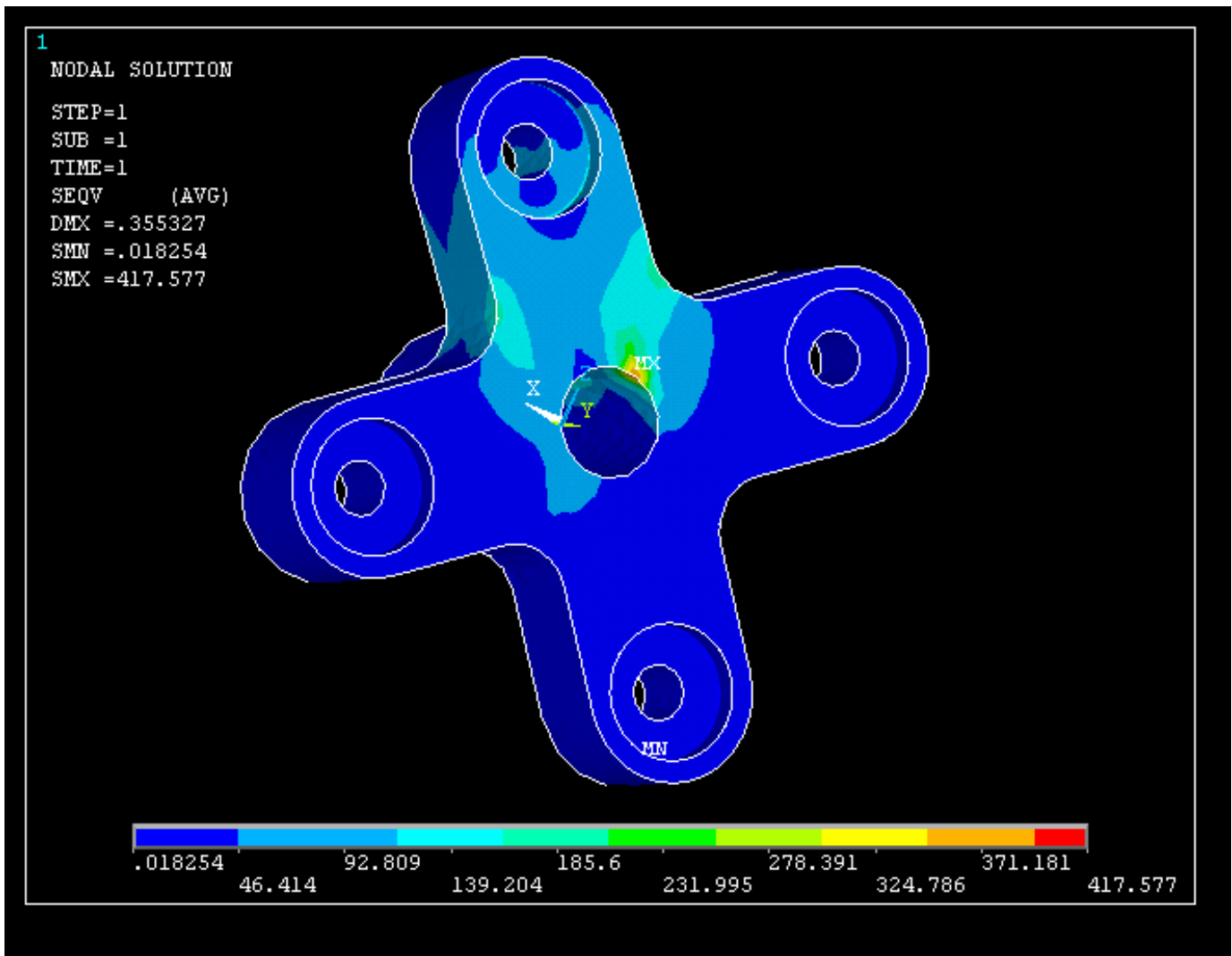


図5、ハブの応力解析

マシンが 1.5G で旋回している際の、ハブにかかる応力を解析しました。

ハブとアップライトに組み込まれているベアリングとの接触面を拘束し、ホイールとの当たり面一箇所に 1.5G の横 G によって発生する力をかけて、応力解析を行いました。

もっとも厳しい条件であっても十分な強度を確保するため計算の単純化のため、および、計算の単純化のために、入力を一箇所に限定しています。また、入力の数値については別途算出しました。

この解析によって、十分な信頼性を確保したうえで、昨年比、おおよそ 20% の軽量化を達成しました。

以上のように、とくに大きな力のかかる部品を中心に、歴代マシンにおけるトラブルから学んだノウハウと、Ansys による解析とがあいまって、本年度マシン UTFFF-09 では高い信頼性を確保することに成功しました。その結果、シェイクダウンから大会までの期間においては、より綿密にマシンセッティングを煮詰めていくことが可能となり、大会での好成績の一助となりました。また、大会後も安定して走行できるマシンが存在することにより、次期マシンの設計に役立つ各種データ最終や新パーツの試験などを行えるため、よりいっそうのマシンポテンシャル・チーム力の向上にもつながります。

今後は、各パーツ単体での解析にとどまらず、シャシー全体を包括的に捉えて、定常状態・非定常状態における、マシンの変形や応力分布といった解析を行っていきたいと考えています。