

Ansys 解析実施報告書

東京大学フォーミュラファクトリー
テクニカルディレクター 良本真啓

1、チーム紹介

2002年6月のチーム創設以来、“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。2009年度まではこのエンジンをドライバーの横に置くサイドバイサイドレイアウトを採用した、独特のマシンとなっていました。2009年の第7回学生フォーミュラ大会にて総合優勝を飾ったことを受け、新たなチャレンジとしてSUZUKI LT-R450・単気筒450ccエンジンに変更し、そこにこれまで使用してきたSkywave650用の電子制御CVTを組み合わせることで“Easy Drive”を実現するべく、マシンの開発を進めています。

エンジン変更の初年度である2010年度は今後のマシン開発のベース車両となるようなマシンを目指して開発を行いました。2010年の第8回大会において熟成不足により完走できなかったことを受け、2011年度のマシンは前年度マシンの弱点を克服したマシンの開発を行いました。

2、Ansys を用いた解析についての概略

チームでは、CVT搭載によって増加する重量を効率的に抑えデメリットを小さくするため、シャシー各部における軽量化に力を注いでいます。3DCADソフトでの設計後にANSYSでの解析を繰り返すことで、必要な強度及び剛性を確保しつつ、軽量化を達成することを目指しました。

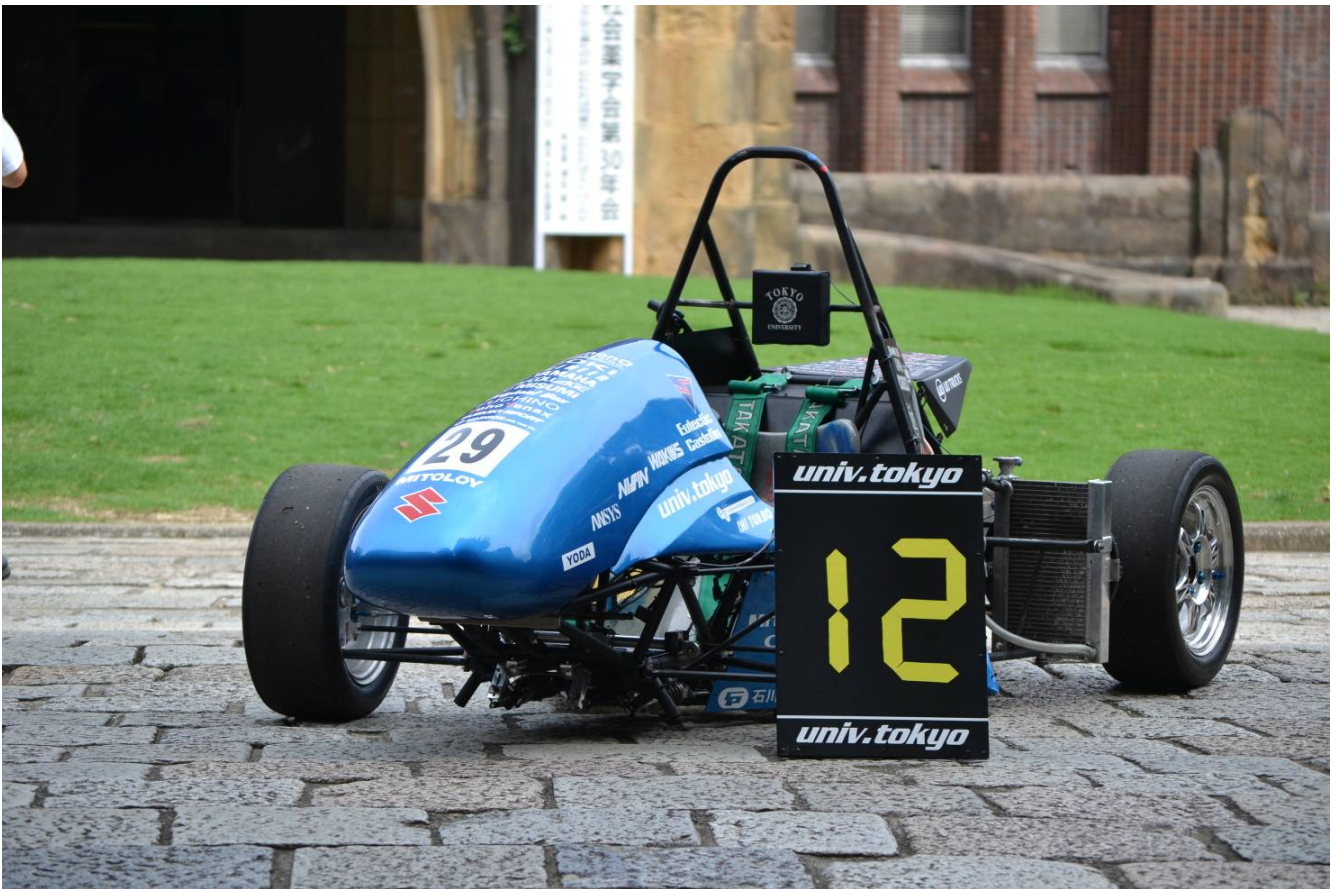


図1、UTFF-12(2011年)

3、フレーム設計における Ansys の活用

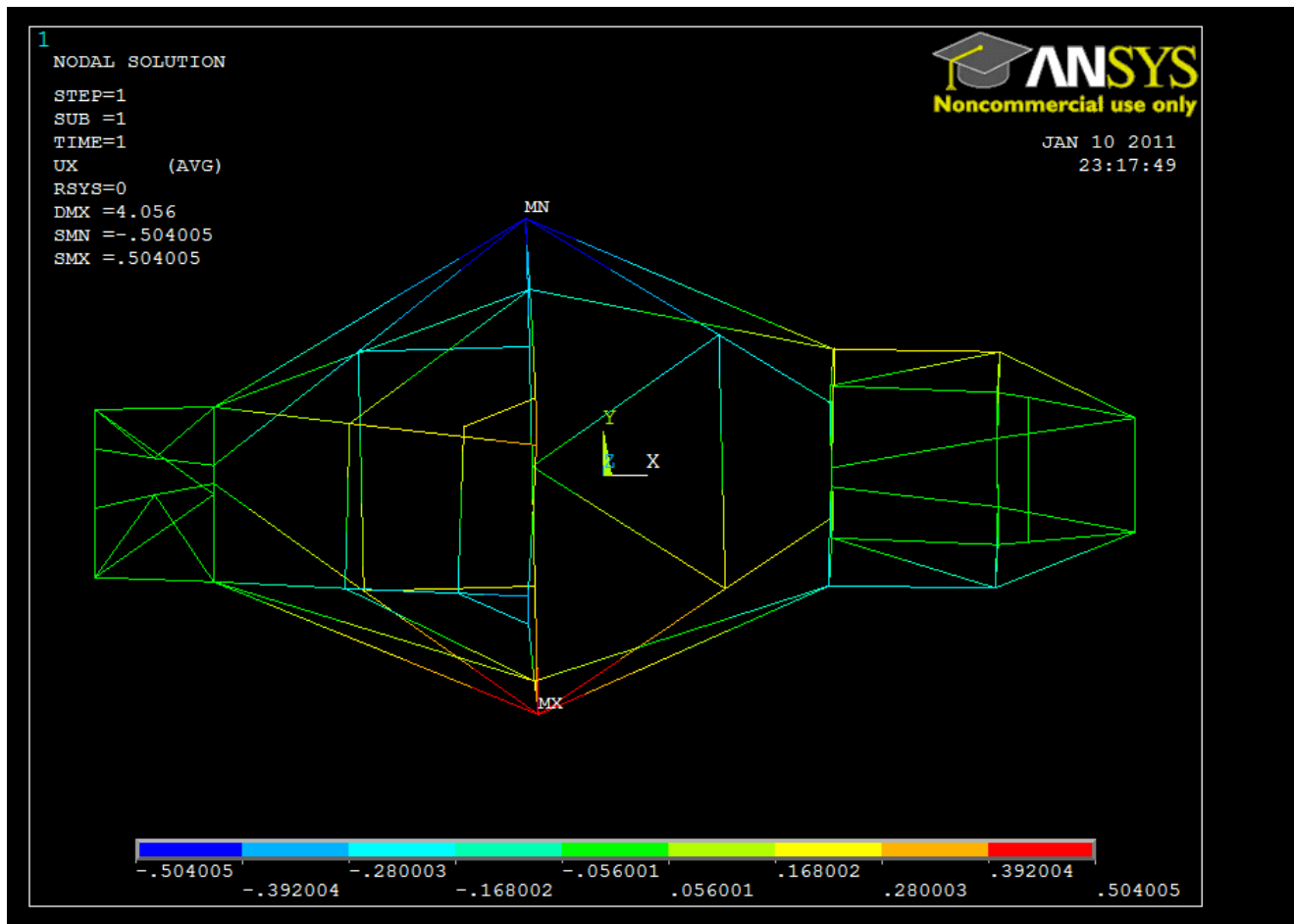


図 2、フレーム解析

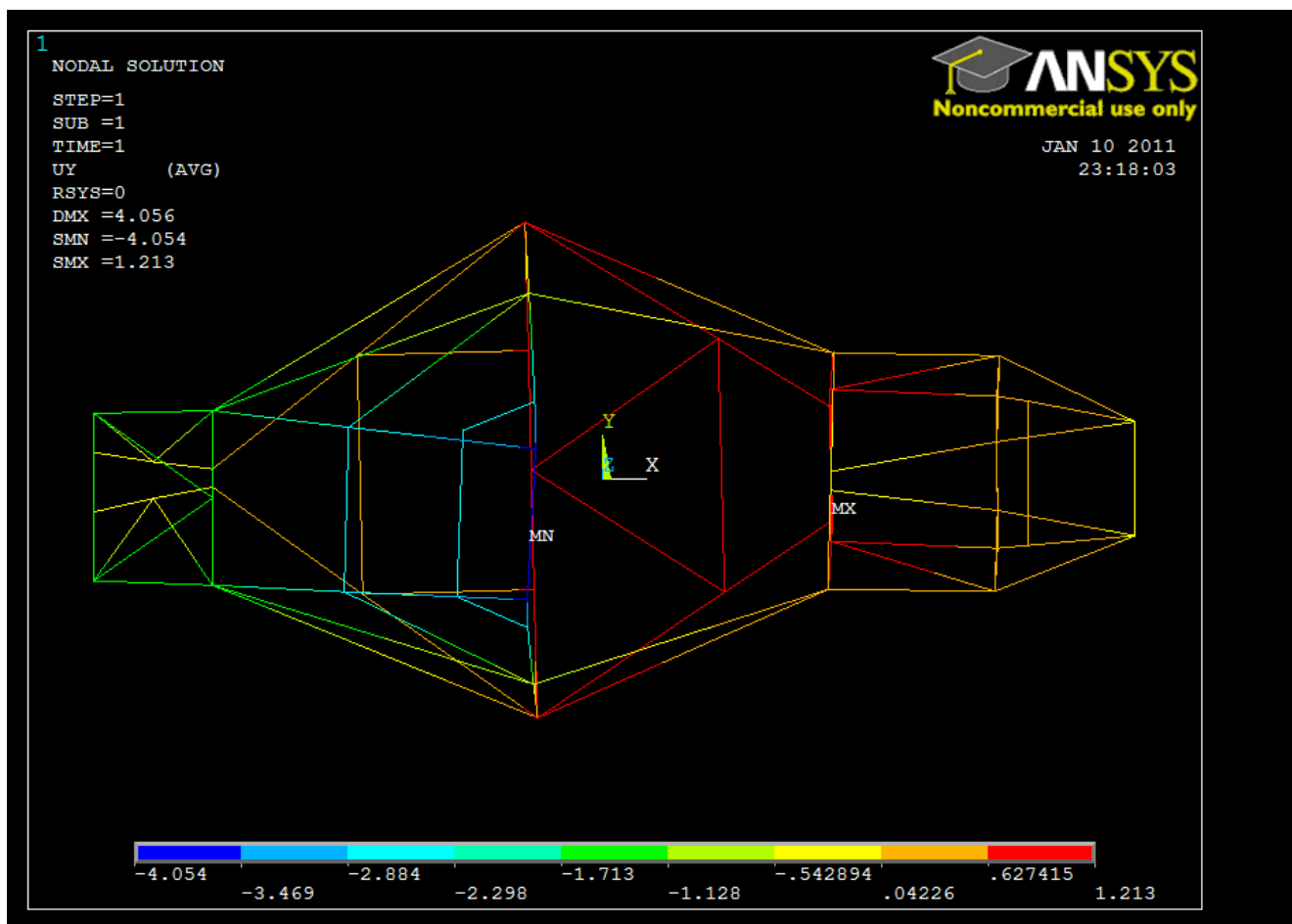


図 3、フレーム解析

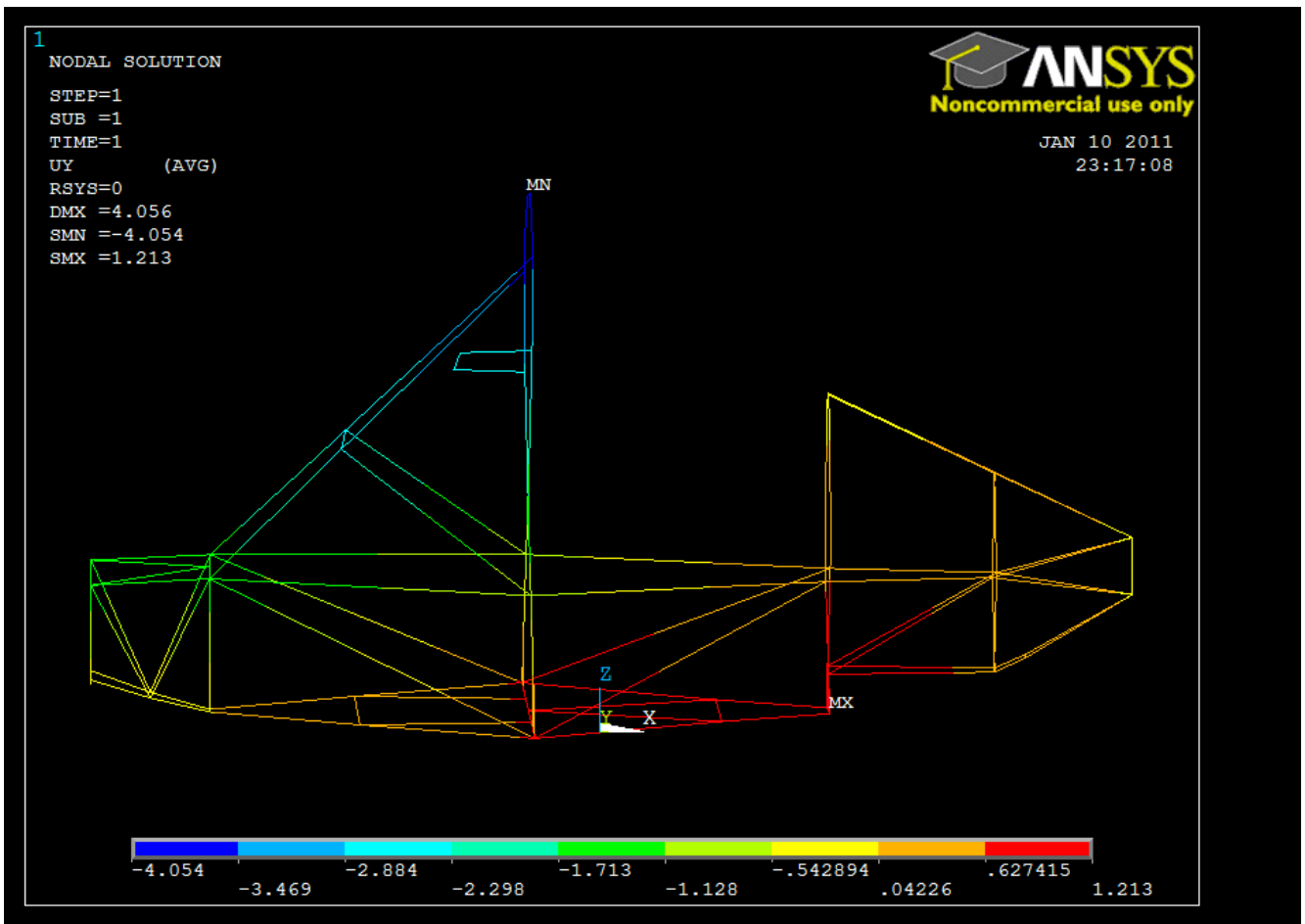


図 4、フレーム解析

フレーム構造の設計にあたって、これまでの車両製作の経験からねじり剛性 2600Nm/deg の実現を目標として、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、過去のフレームにおいて、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、過去の車両開発において、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、応力解析についても実施しました。

ねじり剛性について解析の結果、 2330Nm/deg 、フレーム単体での重量は 35.6kg (昨年比-1.2kg)を実現しました。目標値に対して剛性が十分に高いとは言えないものの、軽量化を達成でき必要な剛性は確保できたと判断しました。昨年度より早まったスケジュール、シェイクダウンに対してフレーム製作を間に合わせる必要があり、フレーム構造について十分な設計と解析が行えず、設計変更を行った部分が昨年度のフレームに対して小規模なものにとどまり、昨年度の解析において発覚していた剛性面で不利となるエンジンルームの大きな開口部をもつ構造を変更できなかった為に、目標値を達成できず、剛性低下を克服することができませんでした。

4、パーツ設計における Ansys の活用

当初、昨年度十分に時間を割いて開発できなかったハブ、アップライト、ギアボックスについて応力解析を行い、適切な軽量化を行うことを計画していました。しかし、フレーム製作の遅延により全体のスケジュールを優先するため、設計時に計画していた解析を行うことができませんでしたので、報告書には当初計画していた解析の概要のみ記述します。

ハブ、アップライトはタイヤ及びホイールと車体を繋ぐ部品であり、車体運動性能の観点から、軽量であると共にホイールからの入力に対して十分な剛性を確保することが必要です。CAD からソリッドモデルを読み込んだもの

をホイール中心に車軸相当の棒を生やし、その両端に別途計算したトルクをかけることによって解析を実行することを計画していました。

ギアボックスについては、昨年度から採用した **LT-R450** エンジンは、単気筒エンジンであるためトルク脈動が大きいのが特徴の一つとなっています。**LT-R450** エンジンを通給して使用することを想定した場合、後段でトルクを受ける電子制御 CVT の許容トルクを超えることが予想されていたため、チェーンによって一度エンジン出力を増速し、その後 CVT で変速してから減速を行うこととしました。しかし、CVT 後の減速比が 5 程度必要となってしまうことから、チェーン・スプロケットだけでの減速は難しいと判断して、昨年度から自作ギアボックスによって一旦減速した上で、チェーン減速を行う形としていました。そこで、昨年度から自作ギアボックスの設計に際して **Ansys** を活用しましたので、今年度も同じ機構を採用して自作ギアボックスを再設計することに決定したため、**Ansys** によって、ギアボックス全体について応力集中による破損の危険が無いことを確認すること及び、ギアボックス内でギアを固定するシャフトのキー高さの決定にあたって、解析を行って設計することを計画していました。

いずれも、解析を行って問題ないことを確認した上で製作を予定していましたが上記の理由により、実際に解析は断念し、過去年度の解析データ、トラブル等から傾向を予測して設計を行うことにしました。

5、まとめ

シェイクダウンから大会までの期間において、解析を行ったフレームに関しては問題は生じませんでした。また、各パーツについても大きなトラブルが出なかったことは過去年度のデータに基づいて製作したおかげであると考えています。もっとも、解析時間がない中で信頼性を確保するため保守的な設計に留まってしまいました、**Ansys** の解析を十分に行うことができれば、より発展的で飛躍的な設計変更が可能であったことは認識しており、今後、スケジュール管理チーム運営を問題なく行って、**Ansys** による解析を最大限に活かしながら活動していきたいと考えています。