

平成22年11月30日

解析報告書

豊橋技術科学大学自動車研究部 TUT Formula
作成：齋藤慎哉（機械工学専攻1年）

豊橋技術科学大学自動車研究部（以下、TUT Formula）では、サイバネットシステム株式会社様より汎用解析ソフトウェア「ANSYS」を提供して頂きました。以下にその成果を報告させていただきます。

1. モノコック解析

TUT Formulaの2008年度マシン「TG03」では日本初となるCFRP・アルミハニカムコンポジットで構成されるフレームを使用しました。フレームは車体の運動を支え、乗員の安全を確保するなどの目的があり、その挙動の予測は極めて重要であると考えられます。その結果2008年度では安全を重要視した結果重量が重くなってしまいました。そこで解析を有効に用いることで安全かつ軽量を目指し、2009年度では16キロまで抑えることが可能となりました。さらに今年度は更なる向上を目指し解析を行いました。

TUT Formulaでは、コンポジットは図1のような積層構成となっております。

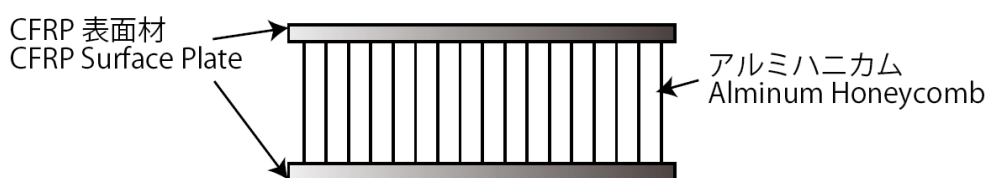


図1. コンポジット構成 (Composite Structure)

ANSYSには積層材向けの要素「SHELL91」があります。この要素を利用すれば、材料、リアルコンスタント、方向の異なる材料の重ね合わせた積層材について数値解析ができるようになります。また、等方弾性材だけでなく、異方性材料、非線形材料について考慮することができます。よって、カーボンコンポジットの解析において非常に有用な要素であるといえます。

一般に表面材とハニカムは、どちらの構成材料も方向によって弾性的性質が異なる異方性材料です。CFRPは方向を変えながら積層することでその変化を小さくすることができます。しかしアルミハニカムは厚さ方向に重ねることはできないので、この異方性を考慮することは重要で、モノコックの剛性と重量に大きく関わってきます。

1.1. アルミハニカムの材料定数同定

一昨年解析担当が残したデータによりアルミハニカムの直交異方性材料の材料定数を用いることが可能となり解析のスピードを早めることができました。そして昨年度はカーボンについても直交異方性材料として計算をすることとしました。材料定数は実験によって調査しました。

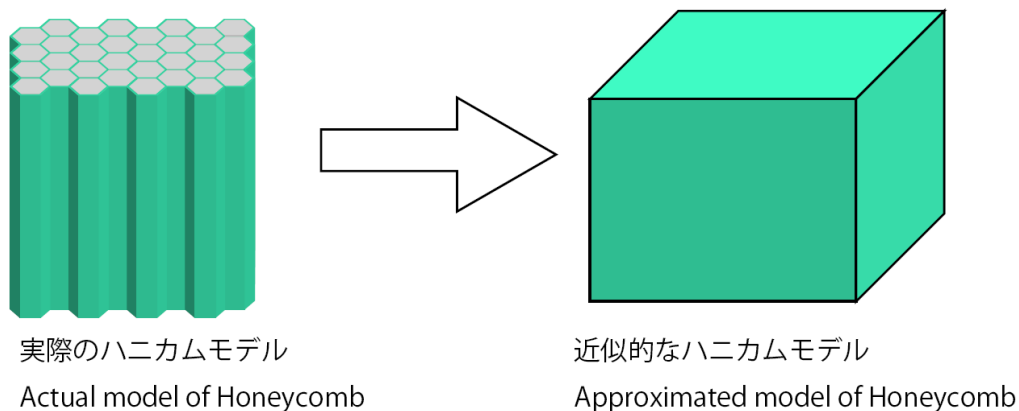


図2 ハニカムの解析モデル化

1.2. 解析モデルの作成

解析モデルはSolidworksで作成したモノコックの外形を基準として作成しました。解析時では中間平面のモデルで解析が有利となりますが、製作時の基準が外形であったため、不必要にメッシュが細くなることを避けるため、この方針をとることとしました。なお、SHELL91は厚みに対してあまりメッシュが小さいと、要素内の相対的な曲率が大きくなってしまい、要素の仮定が成り立たず、エラーで解析が停止してしまいます。この点に注意しながら安定した解析を行えるようにメッシングしました。また直交異方性材料では要素座標系が重要になってきます。その点にも注意しながら解析を行いました。

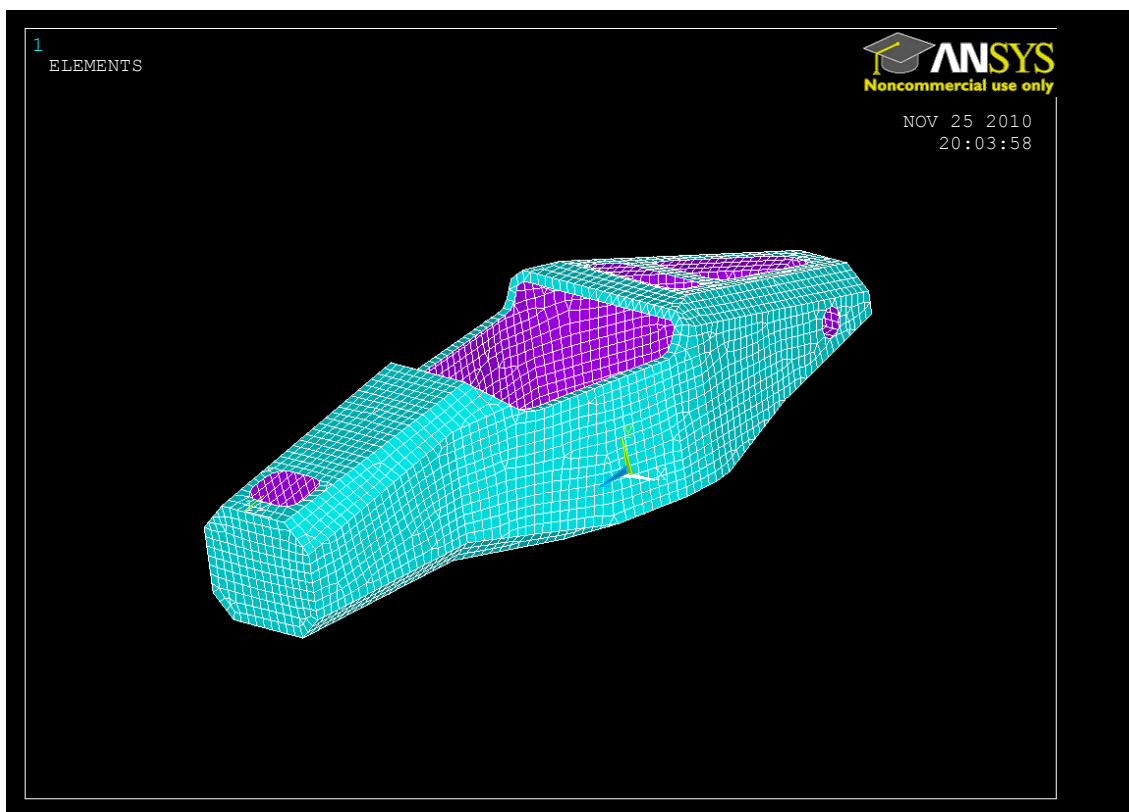


図3 モノコックメッシュ状況 (Mesh of Monocoque)

1.3. 解析概要

特に車両運動に大きく影響を及ぼす走行負荷時の変位を検討することとしました。

また複合材の強度は各層の応力分布等が重要になってきます。そのため各層の応力分布等も注意しました。特に八二カムに過大な応力がかかると八二カムが潰れモノコックが破損する恐れがあるため特に注意しました。

解析の結果、図4～図7の変位と応力を得ました。

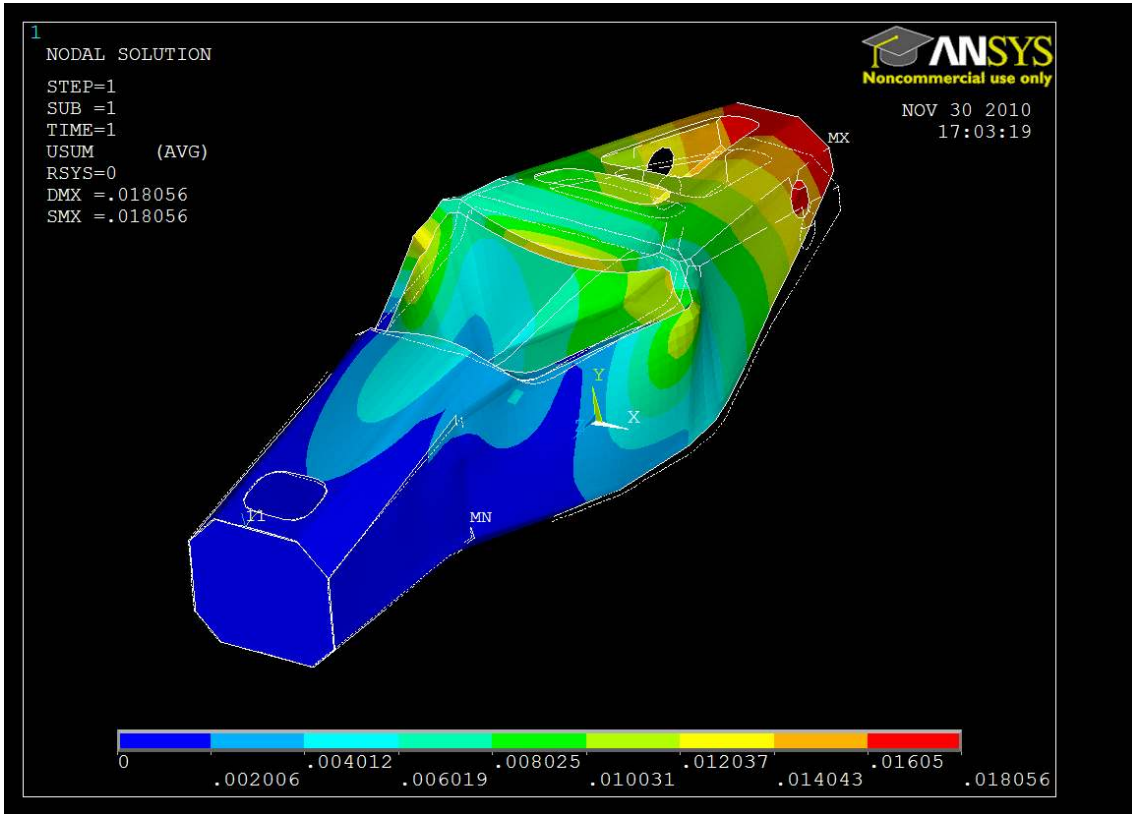


図4 モノコックの変位コンター (Deformation of Monocoque)

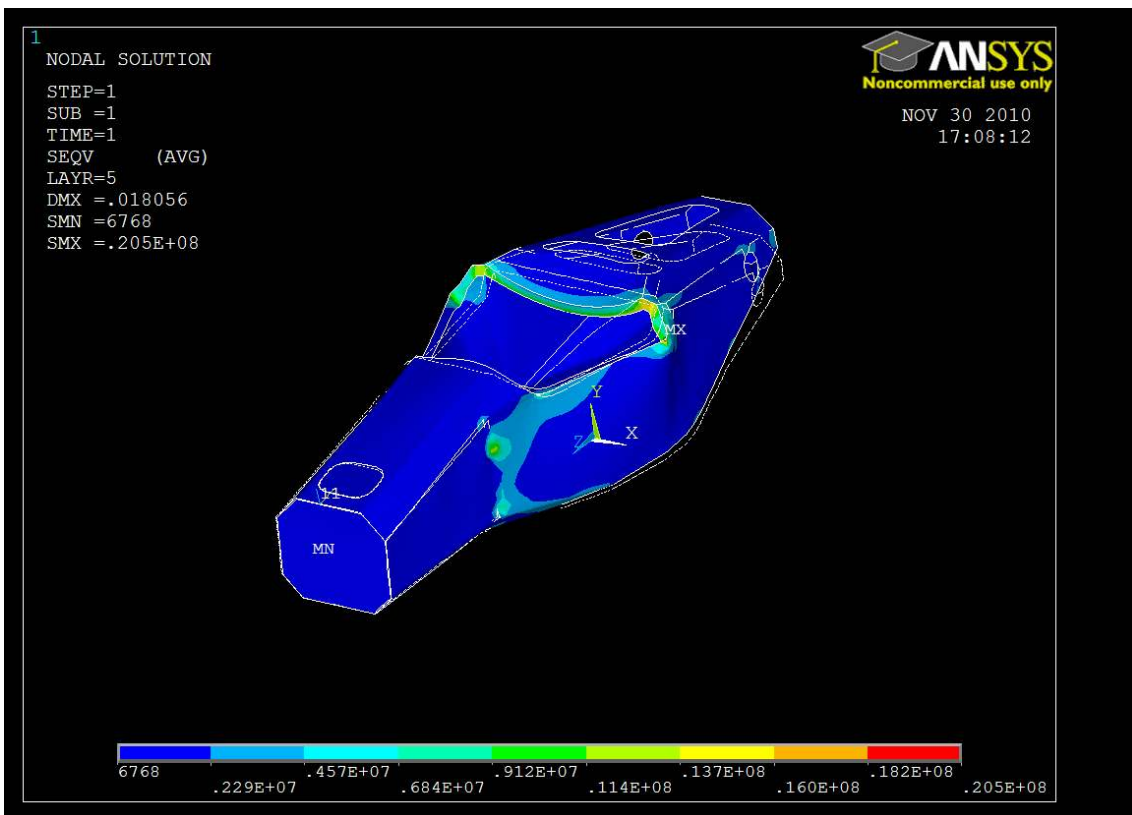


図5 モノコックのアウトター応力コンター (Stress of outer-skin)

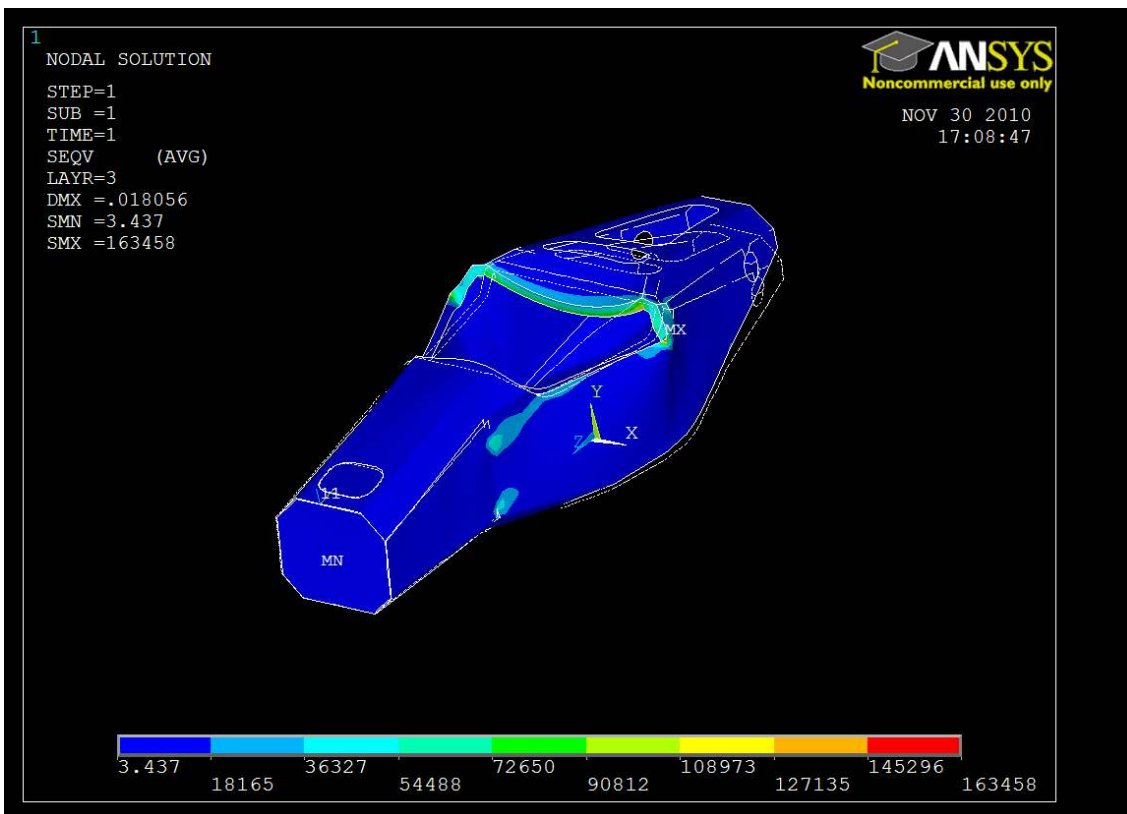


図6 モノコックハニカム応力コンター (Stress of Monocoque-honeycomb)

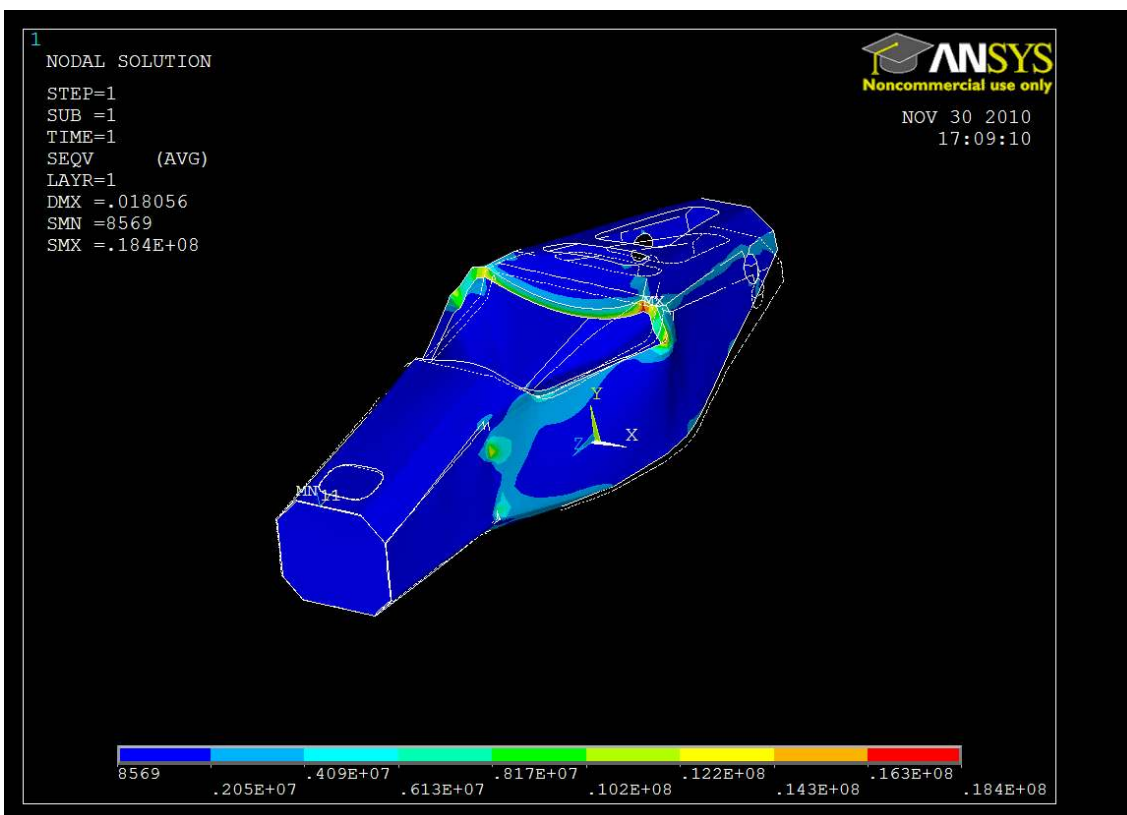


図7 モノコックのインナー応力コンター (Stress of inner-skin)

2. まとめ

今回はモノコック3年目ということで、去年からステップアップした解析を行うことができました。解析の結果から、モノコックの変位と重量を製作する前から検討するなど、複合材の構造解析によりモノコックの製作を早めることができました。また表面材まで異方性とすることが出来たため積層数の構成についても検討することができるようになり今まで以上に車輛の運動性能の予測をしやすくすることが出来ました。ANSYSは非常に汎用性が高く、このような問題を取り組むことができます。来年度は一步進んだ構造解析を行い、また形状による検討を流体解析にて行い勝てるマシンを製作したいと考えております。

3. 作成後記

今年の大会も非常に多くの方から注目を浴びることとなり、私たちはモノコックの先駆者として追われる立場になってしまいました。ANSYSは用途が非常に広いので、このシステムをさらに色々な用途に使えるよう後輩たちに指導していきたいと考えています。