

解析報告書

豊橋技術科学大学自動車研究部 TUT Formula
作成：中村剛也（機械システム工学専攻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。

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。

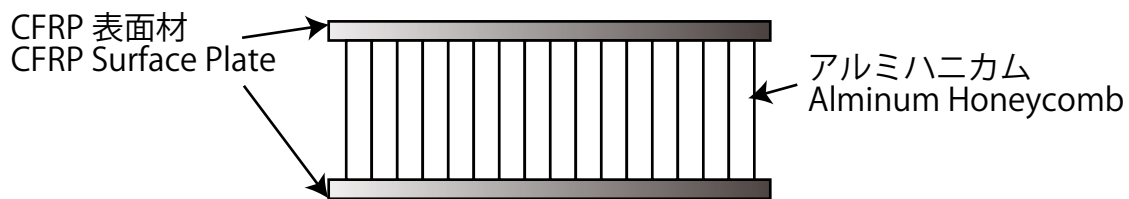


図1. コンポジット構成 (Composite Structure)

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す。特に厚さ方向と伸展方向では大きく異なるためこの異方性に注目することとしました。

1.1. アルミハニカムの材料定数同定

SHELL91は要素Z軸が積層材の厚み方向、その他の方向が要素XY軸となります。その方向に合わせて図2のアルミハニカムの解析モデルを作成しました。

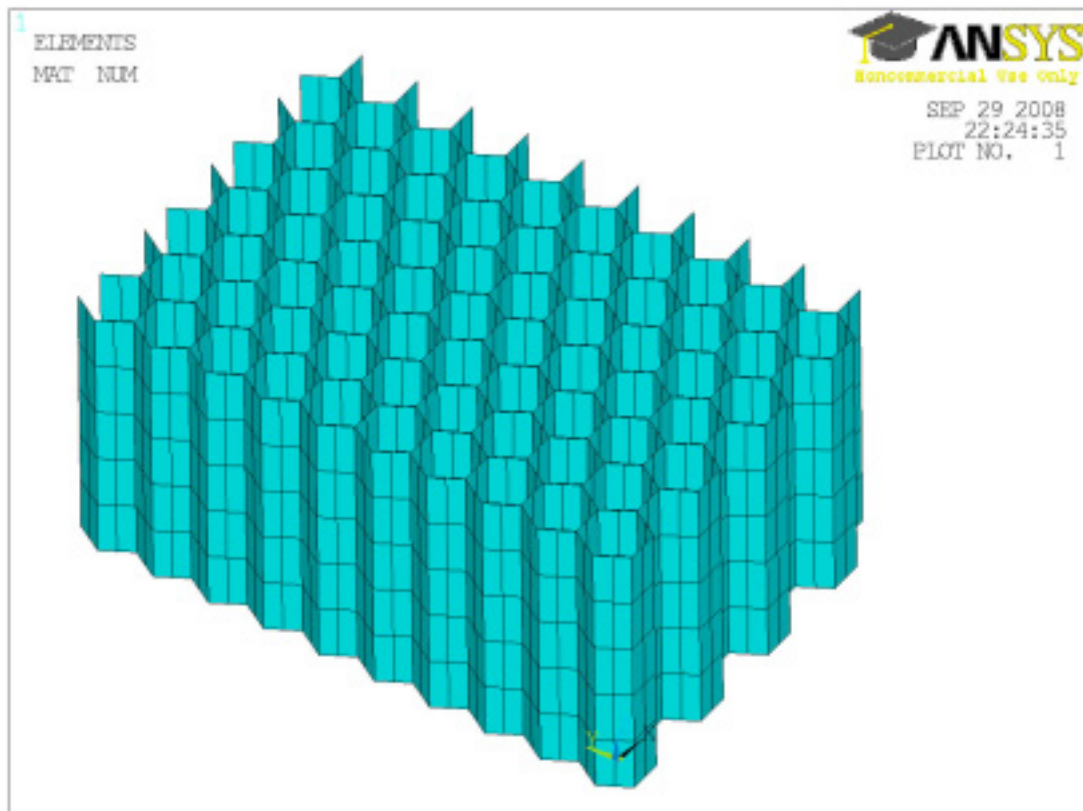


図2. アルミハニカムモデル (Model of Aluminum Honeycomb)

このモデルのXY方向の両端の節点をカップリングによって接続し、擬似的な無限境界を作成しました。このモデルのXYZそれぞれの方向に引っ張り、その反力からブロック状要素を仮定したときの材料定数を同定します (図3)。

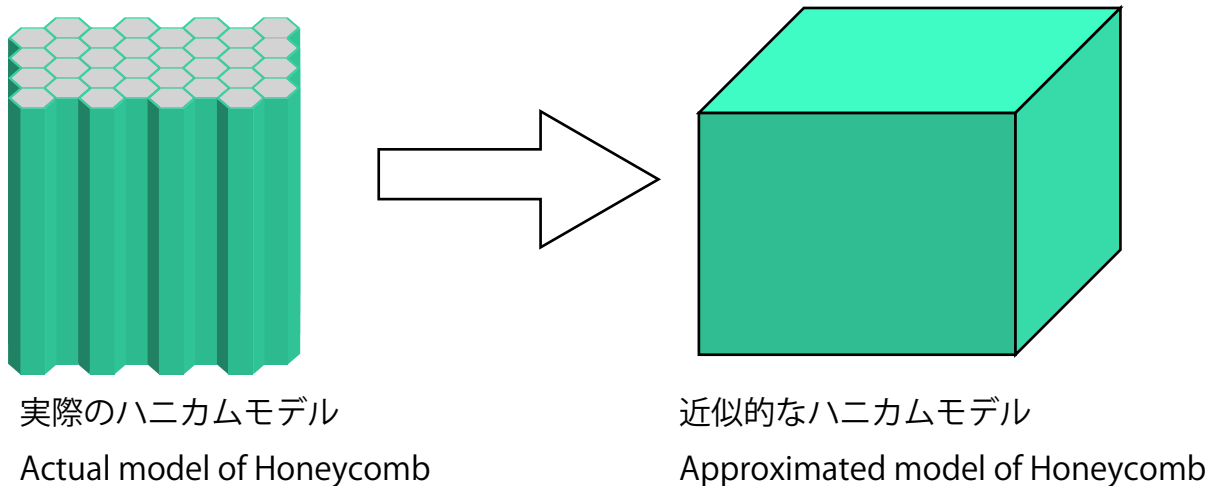


図3. ハニカムの解析モデル化

図4～6が解析結果です。それぞれ、変位コンターと反力を同時に表示しています。

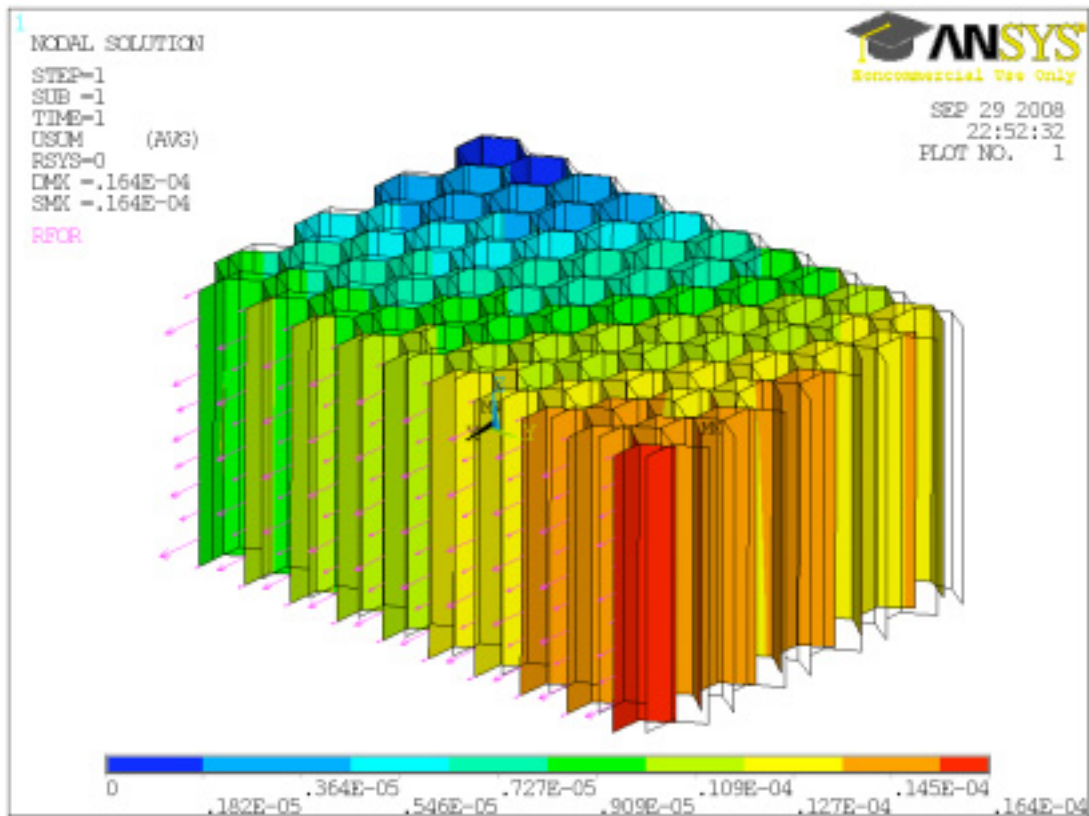


図4. X方向 (Deformation and Reaction Force for X-axis Tension)

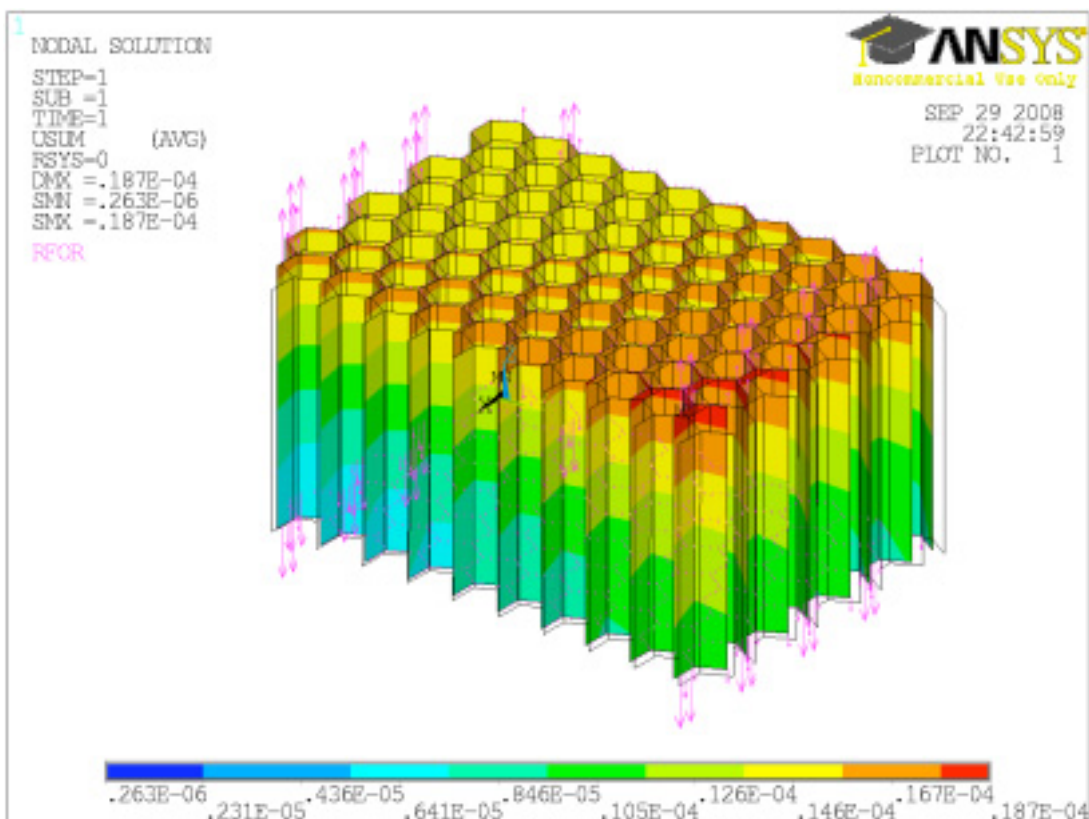


図5. Y方向 (Deformation and Reaction Force for Y-axis Tension)

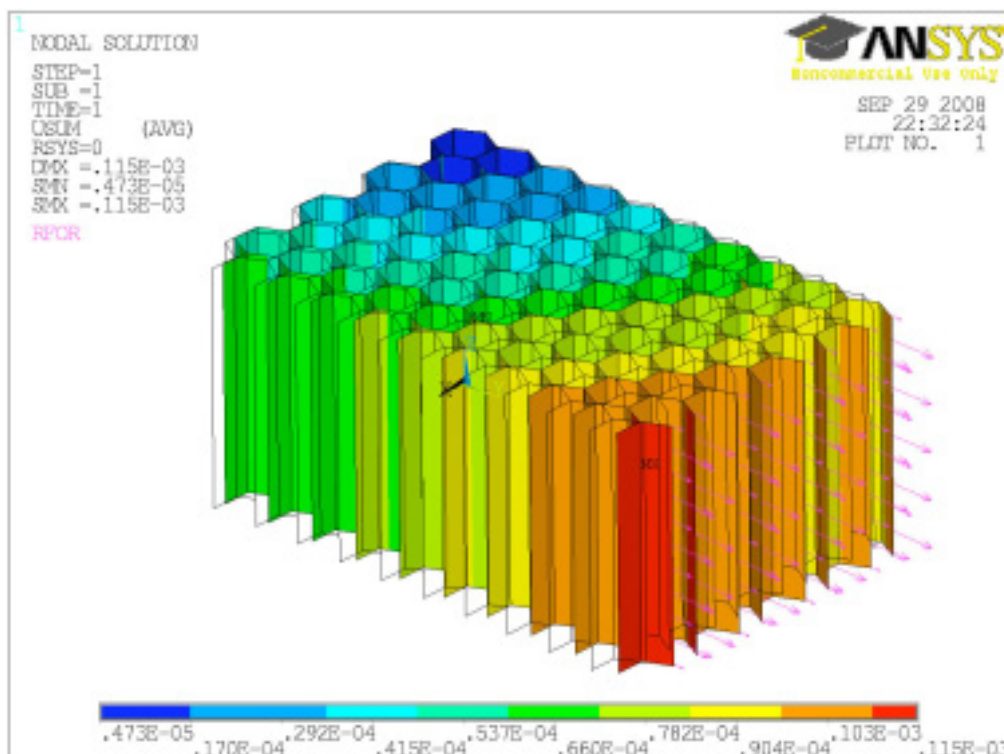


図6. Z方向 (Deformation and Reaction Force for Z-axis Tension)

この結果から、それぞれの方向の変位の関係と得られた反力から、等価な応力とひずみを算出し、直交異方性材料の材料定数を得ました。この材料定数をハニカムのための線形異方性弾性材料として適用しました。

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。

1.3. 解析概要

今回は初めてのモノコックであったので、基本的な変形のみに着目することとしました。特に車両運動に大きく影響を及ぼすねじり剛性を検討することとしました。

解析の結果、図7および図8の変位と応力を得ました。

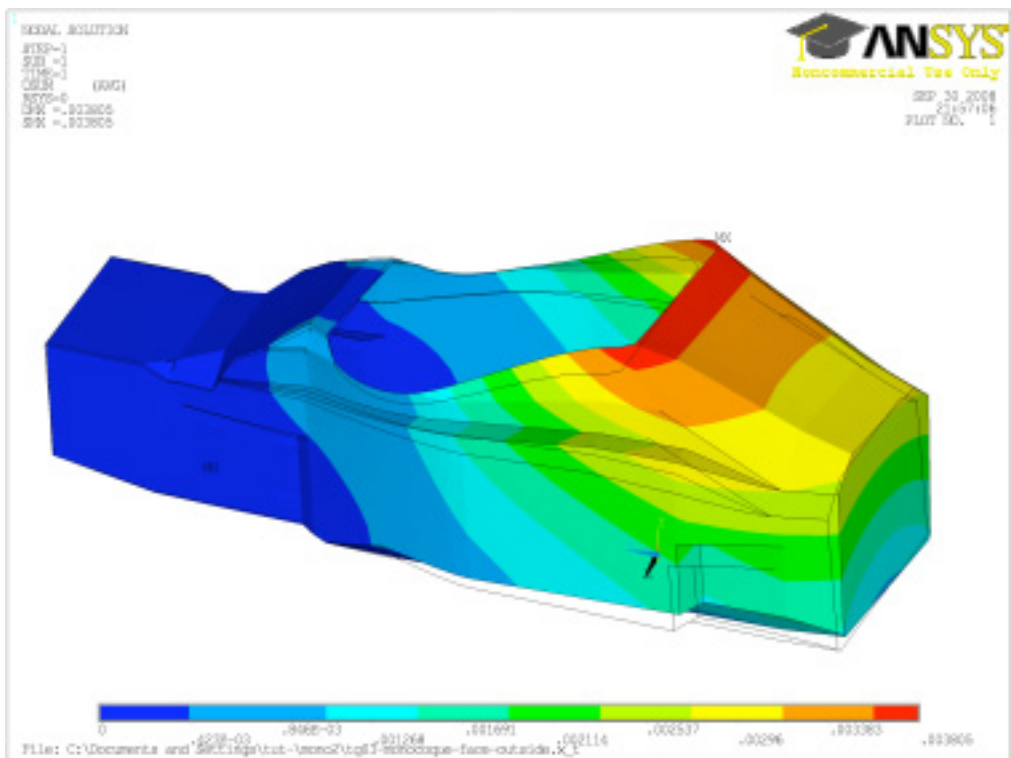


図7. モノコックの変位コンター (Deformation of Monocoque)

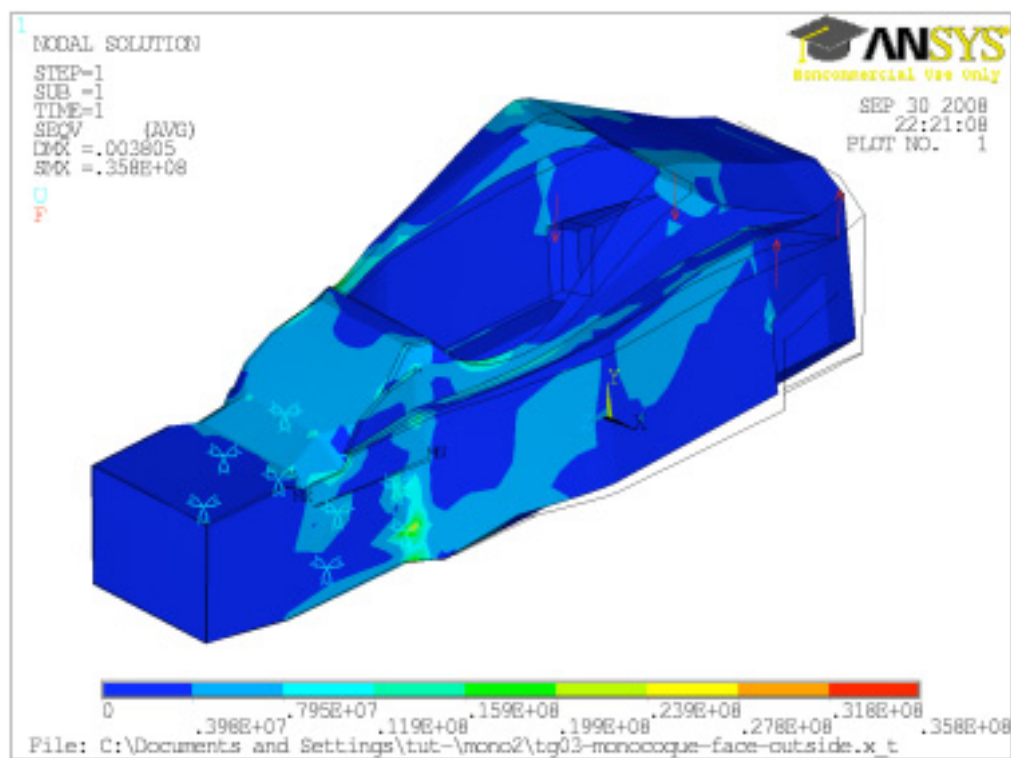


図8. モノコックの応力コンター (Stress of Monocoque)

この結果により、ねじり剛性15000N・m/degという結果を得ました。

2. まとめ

今回は初めてばかりのことが多く、なんとか基礎的な解析を行うことができました。解析の結果から、モノコックのねじり剛性を製作する前から検討するなど、複合材の構造解析において基礎知識を得ることができました。しかし、本年度は表面材に一様な材料を使用しており、積層数などの構成の最適化は行っておりません。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、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

今年の大会は非常に多くの方から注目を浴びることとなり、私たちは追う立場から追われる立場になってしまいました（といっても上に9チームいますが）。また、次回の第7回大会は第1期メンバー（第4回大会出場メンバー）が最後の大会となり、技術・技能とともに、あらゆる知識・経験の継承がうまく行われるかがさらに上に進むための鍵であると考えています。ANSYSは用途が非常に広いので、このシステムを後輩たちに有効に使ってもらえるようにしたいと考えています。