

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による出力向上や軽量化への努力に加えて、ドライバーの意のままに操れてセッティングの変化に的確に答えられるマシンを目指して開発しました。その結果2009年大会ではチーム史上初の総合優勝という最高の結果を収めることができました。

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、強度・剛性の確保と軽量化という相反する要求項目をバランスよく満たすような設計を行っています。

3、シャシー設計における Ansys の活用(1) –フレーム–

フレーム構造の設計にあたっては、フレーム剛性がサスペンション性能十分な発揮に不可欠であると考えました。そのため、ねじり剛性の目標値を昨年度比150%と設定し、重量は昨年と同一となるような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、これまでのマシン開発の実績から、フレーム構造のなかで捻り剛性に対して大きく寄与する部分と寄与しない部分とを切り分けて、解析モデルや解析条件の単純化を行うなどして、開発スピードを上げることもあわせて行いました。

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、昨年度より行っている応力解析についても引き続き実施しました。

このように解析を行いながら設計した結果、本年度マシンはねじり剛性で昨年度比158%と目標を達成、重量については昨年比で104%と僅かな増加にとどまりました。

4、シャシー設計における Ansys の活用(2) –サスペンション・ドライブトレイン–

アップライトはこれまで、おもに応力計算のみを実施してきました。しかし、本年度はシャシー剛性の確保がマシン開発テーマのひとつであったことから、アップライトの剛性についても検討することとしました。これはアップライトの剛性は、マシン回転時のトー変化に大きく寄与することがあげられるためです。

マシンが1Gで回転している際の、アップライトにかかる応力解析および剛性の解析を行いました。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回転によってかかる力をかけて解析を実行しました。なお、入力の大きさについては、別途計算したうえで決定しています。

この解析により、剛性値は昨年比でフロント5.5倍、リア7倍と大幅に増加した一方で、重量はフロント93%、リア98%と若干の軽量化を達成しました。

ハブについては、マシンが静止しているときに、全荷重が一輪にかかっていると想定したときのハブにかかる応

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想定条件下で発生する力をかけて、応力解析を行いました。

なお、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、および、解析を単純化するために、入力を一箇所に限定しています。また、入力の大きさについては別途算出しています。

この解析によって、十分な信頼性を確保することを確認した上で、組み込むハブベアリングを円錐ころ軸受けに変更して剛性を高め、さらに昨年は別パーツであったブレーキインナーディスクを一体化したうえで、昨年比、重量でフロント 92%、リア 120%、剛性は昨年比でフロント約 4 倍、リア 25 倍以上、と大幅な剛性向上を達成した。

このほか、駆動力がチェーンから直接伝えられるドリブンスプロケットや片持ちのエンジン出力軸をささえる出力軸サポートなど、大きな力のかかるパーツについて応力解析を行って設計を行いました。その結果、シェイクダウンから大会終了にいたるまで大きなトラブルを出すことなく無事に走行することができました。

以上のように、ドライバーの意のままに操れてセッティングの変化に的確に答えられるマシンを作るというコンセプトのもと、シャシー剛性の向上をテーマに掲げて UTF10 を開発してきました。このなかで、剛性の向上に大きく寄与するパーツについては、応力解析と剛性の解析を、また大きな力のかかる部品については高い信頼性の確保を目的として応力解析を行いました。その結果、シェイクダウンから大会までの期間において、大きなトラブルに見舞われることもなく順調にテスト走行をこなしていく中で、大会コースで最大限ポテンシャルを発揮できるようなセッティングを煮詰めていくことが可能となりました。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。

The University of Tokyo Formula Factory (UTFF) was established in 2002.

Since then, we are developing the AT Autocross racing car equipped with CVT (engine & transmission are originally mounted on the SUZUKI Skywave 650), under the “Easy Drive” concept.

In order to use this engine which is about 900mm long, we decide to take “side-by-side layout”, the engine is on the right side of the driver.

Tackling the development of UTFF-10, we determined a sub-concept “development of chassis’ performance for driving at drivers will”. Under that, we tackled with tasks such as improving rigidity of chassis especially in toe direction. In order to strengthening the rigidity of toe, we use the ANSYS materials at design-time of some important parts such as uprights, hubs, a frame, and so on.

With the help of ANSYS Inc. software, we could achieve 150% torsion stiffness (compare to UTFF09) at frame, 550% stiffness in toe direction at uprights, however in whichever case, weights of those components didn’t increase.

As a result, we won first prize in the 2009 JFSAE, a first time in UTFF’s history.

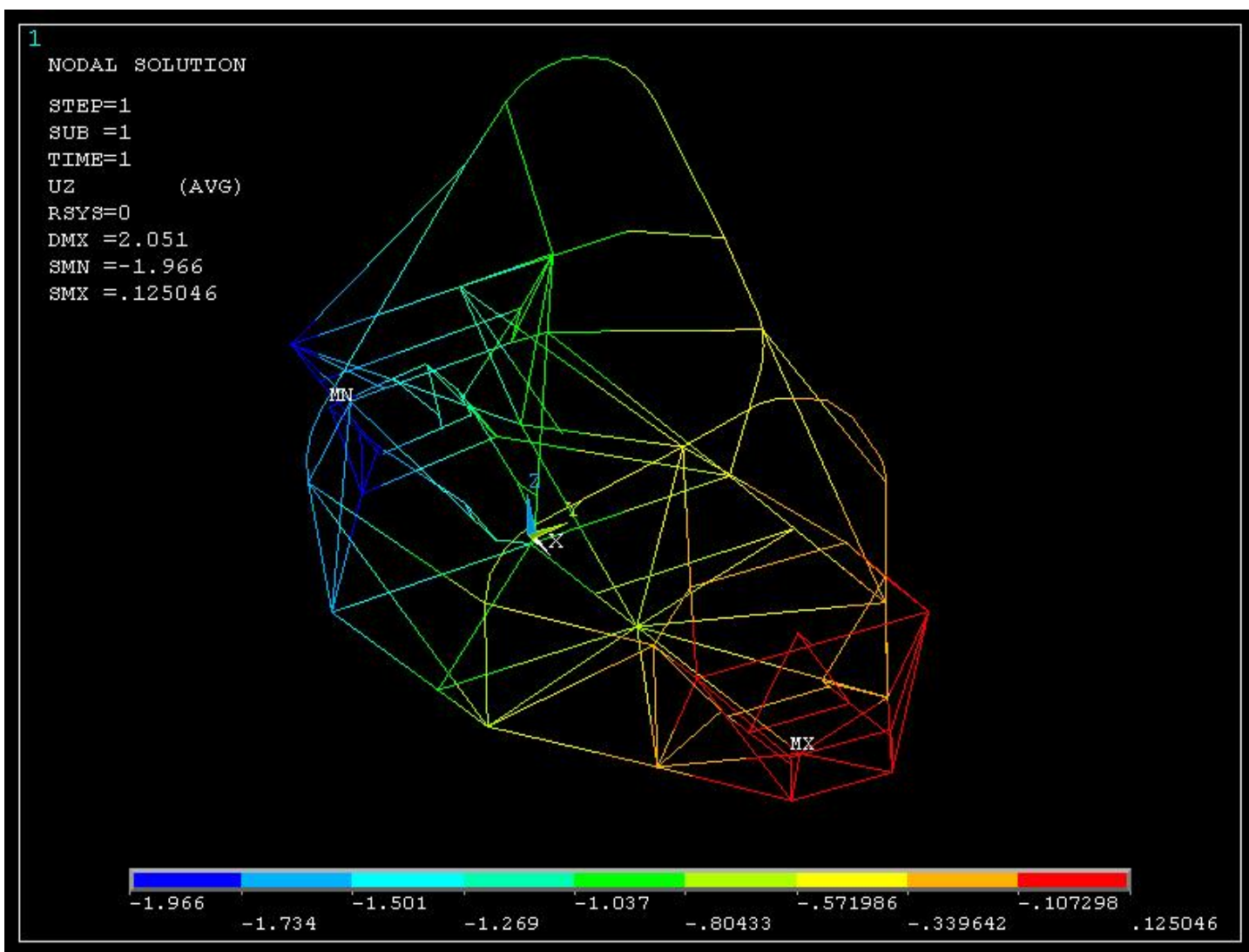


図1、フレームねじり剛性解析 (Graph1, result of UTFF10’s torsion stiffness analysis)

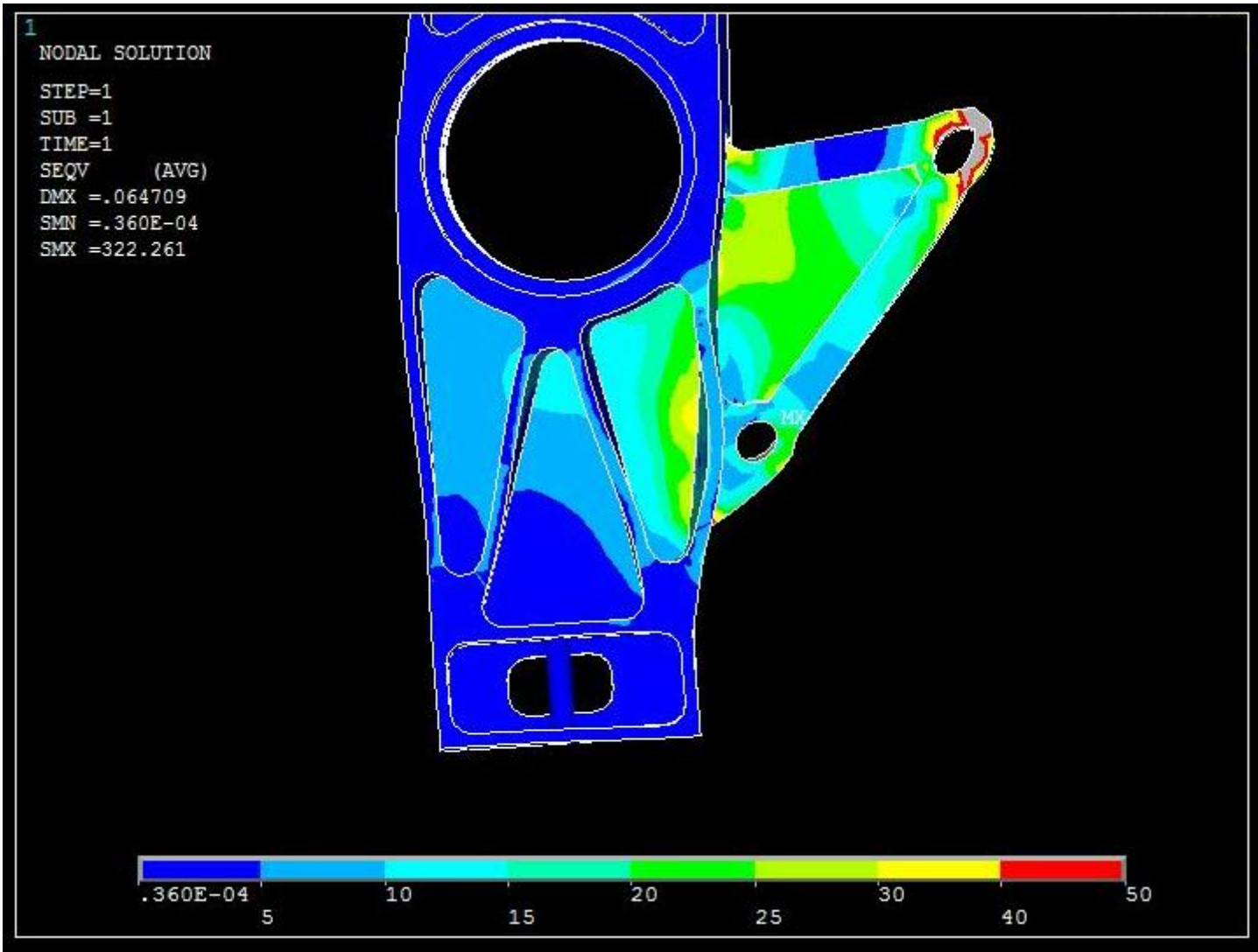


図2、フロントアップライト応力解析 Graph2, a stress analysis of a front upright

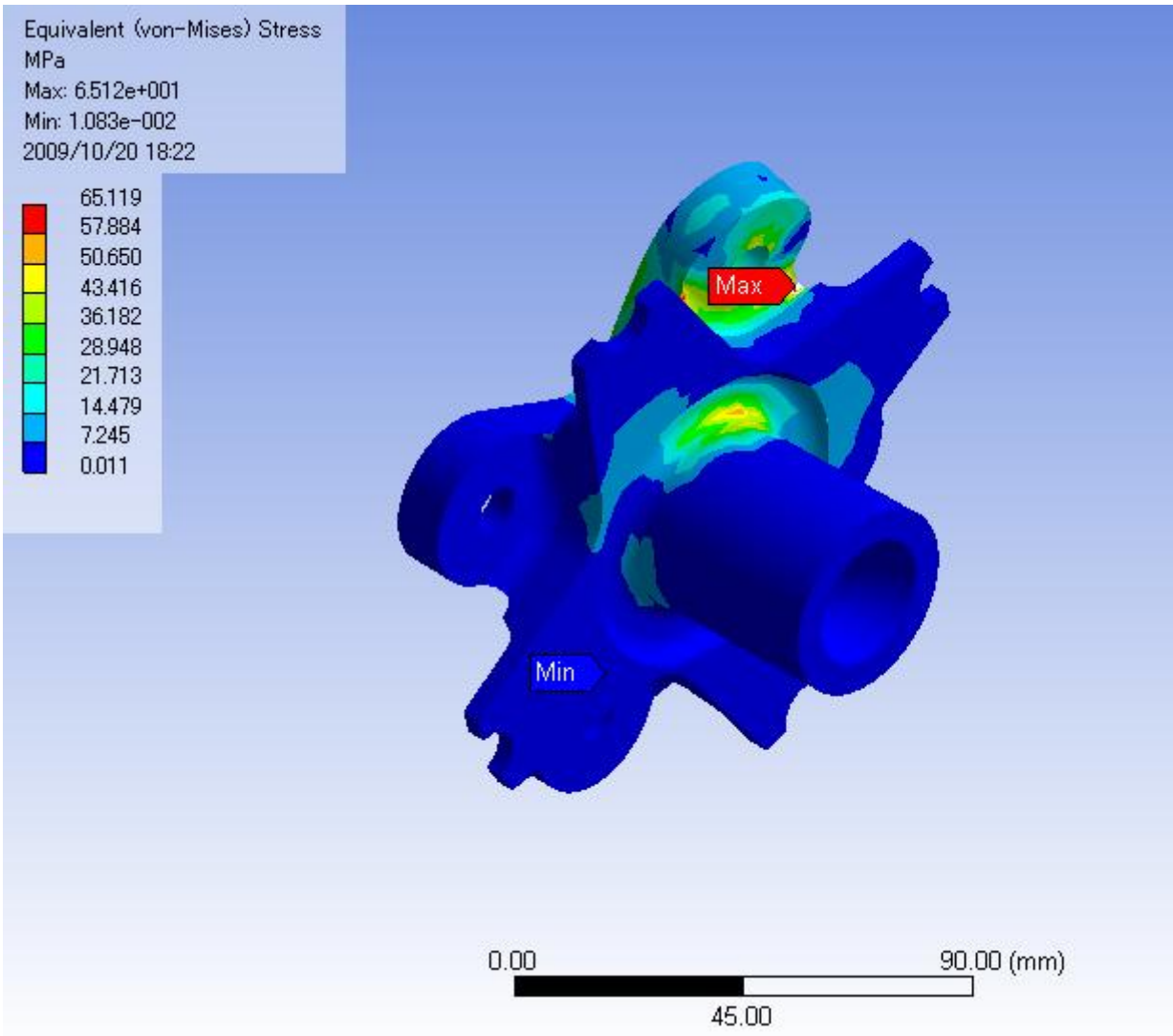


図 3、フロントハブ 応力解析

Graph3, a stress analysis of a front hub

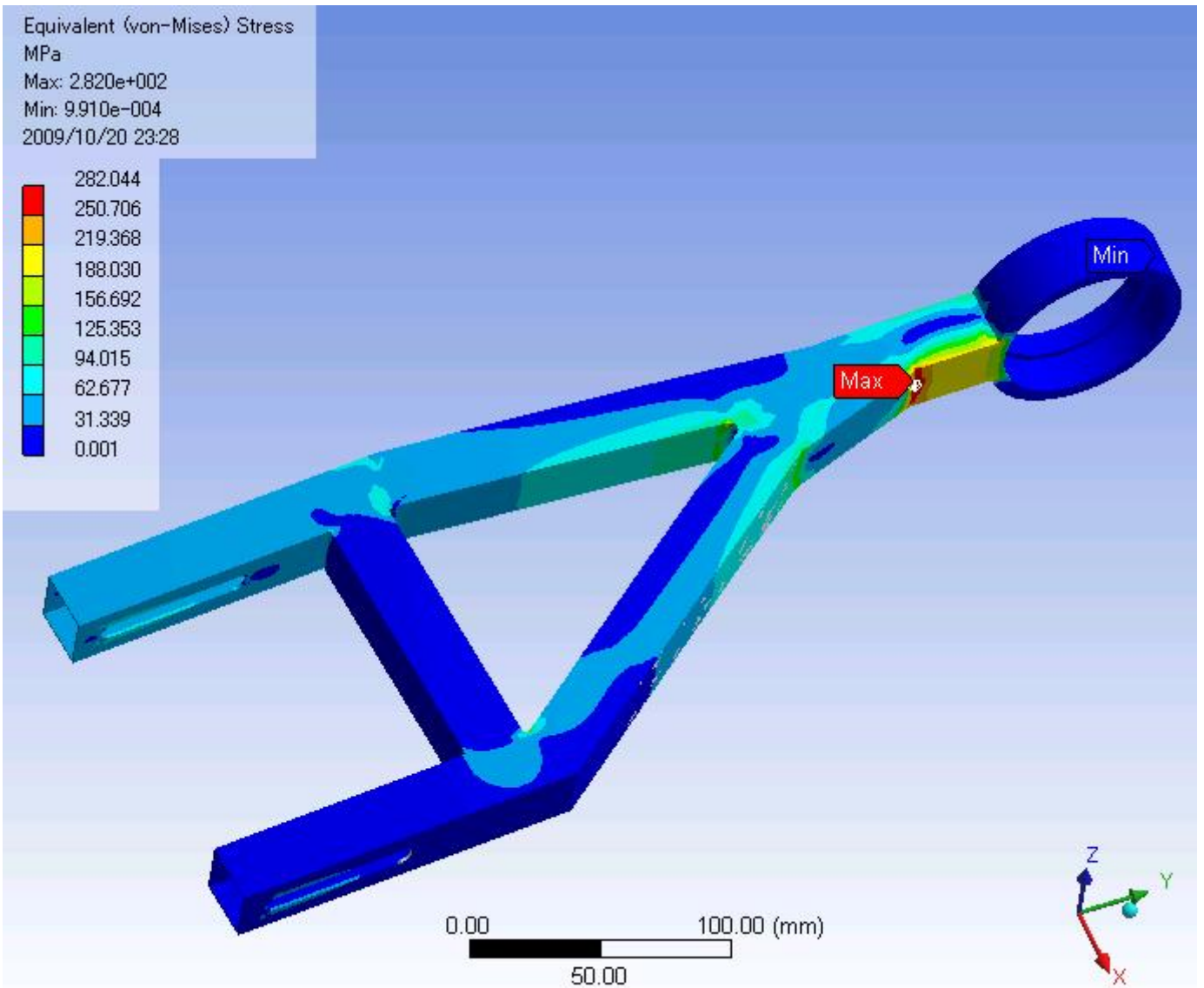


図 4、出力軸サポート応力解析

Graph4, a stress analysis of drive sprocket wheel support

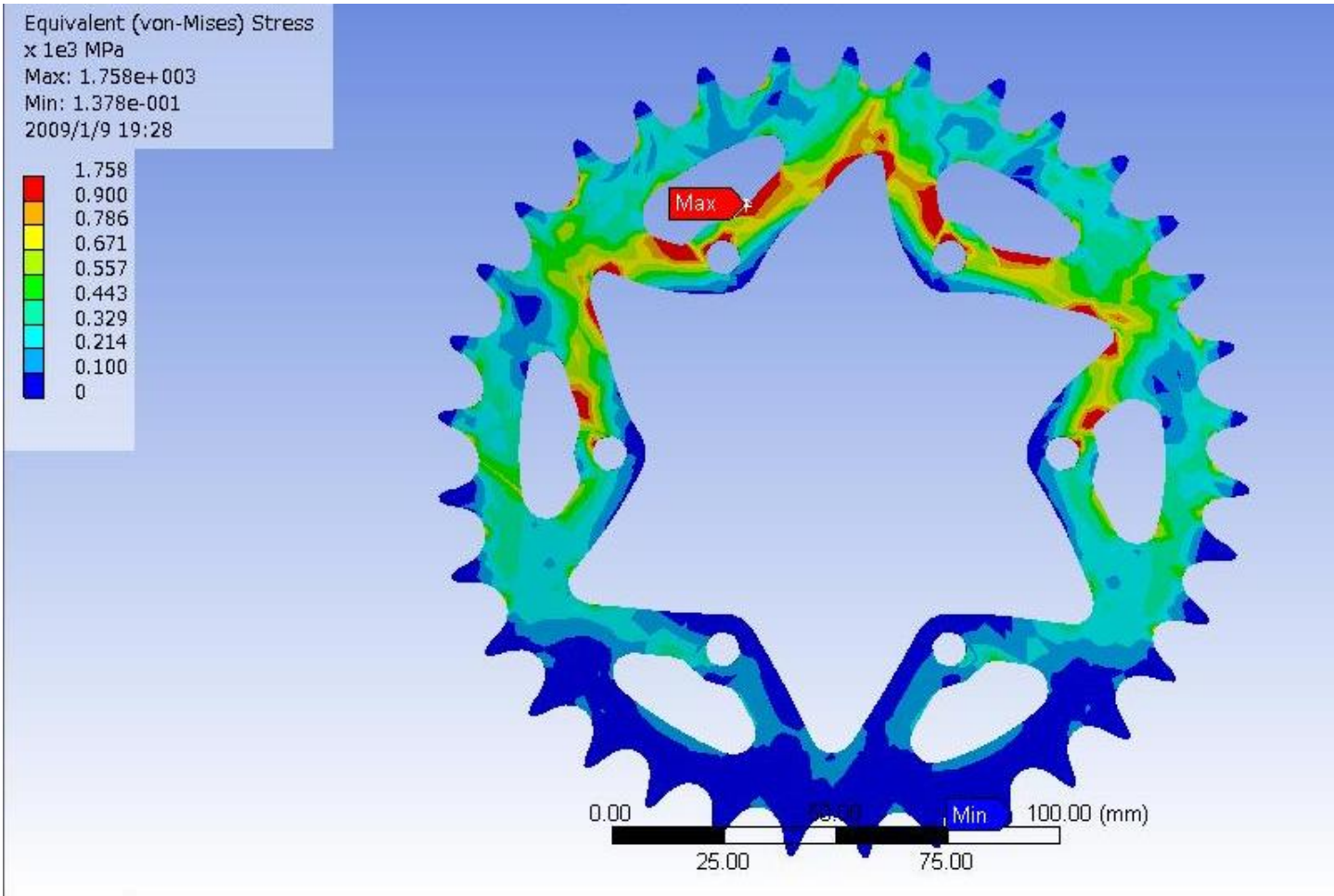


図 5、ドリブンスプロケット応力解析

Graph5, a stress analysis of driven sprocket wheel