

デザインレポート

提出者：明星大学フォーミュラカープロジェクト STAR
カーナンバー：45



1.車両コンセプト

『走りの性能と質の向上』

私たちは2009年度車両（以下**STAR-03**とする）の開発コンセプトを「走りの性能と質の向上」とした。前年度車両（以下**STAR-02**とする）は自動車メーカーの方々から褒められるほどの完成度を誇り、非常に加速が良く速いマシンだった。

しかし、反省点や改良の余地はまだ多数残されており、また、パーシー卿のレギュレーション面で大幅な変更があったため、今年度は次に挙げる項目を重点的に車両の設計を一から見直すことにした。

- ◆ 車両の軽量化
- ◆ 車両の重量バランスを整える
- ◆ 低重心化
- ◆ 機構の単純化
- ◆ 加工・メンテナンスの容易化

設計面で大まかな変更点は、アルミハニカムモノコックフレームの構造やエンジン、サスペンションの取り付け位置の変更（各パーツの詳細については後ほど記載。）である。これにより、走りの性能の向上を図っている。

製作、加工については部品の余分な出っ張りやバリ等を徹底的に排除することにより車両の軽量化や製品としての質を向上させることにつながる。

2.エンジン回り

エンジン

STAR-02 と比較し約 **3kg** 軽量な“**HONDA CBR600RR** レースベース車”の最新型エンジンを搭載することにより、車体の総重量の軽量化を実現するとともにトルク、馬力の向上を図り走行性能の底上げを担っている。また、A/Fセンサー、インジェクションコントローラーを搭載し燃調をコントロールできるため、エンジンが最大限にパワーを発揮できるようになっている。



図 1.エンジン

その他には、例年同様にオイルパンを切断することによる低重心化をしている。



図 2.オイルパン

吸気

STAR-02 のサージタンクはカーボン製で軽く、機能的に優れているため変更はなし。

排気

今年度は溶接を行わず、一本のパイプをベンダー加工で曲げることにより溶接による製作誤差をなくし、取り回しの工夫によるマスの集中化を図った。

また、サイレンサーの変更や集合部までの管長を短くすることにより軽量化。曲げパイプを使用する事で、コストの削減と排気抵抗の低減ができ、等長マニホールドの恩恵で管内流れの干渉の抑制できる。

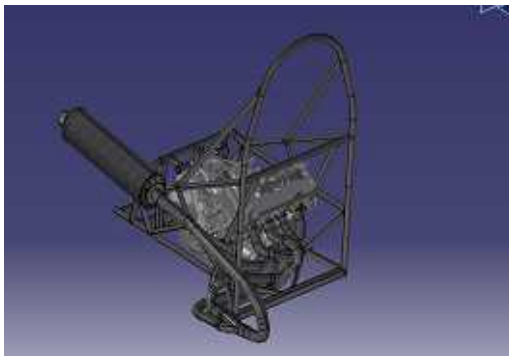


図 3.STAR-02 排気管取り回し

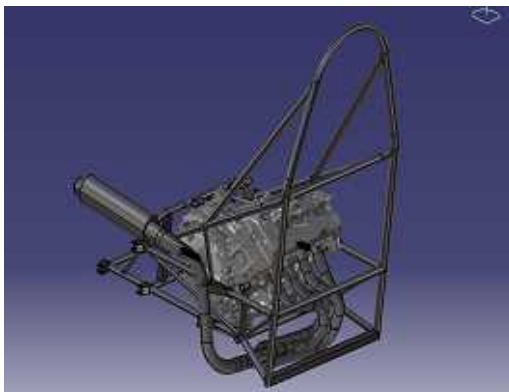


図 4.STAR-03 排気管取り回し

燃料タンク

燃料の空吸い防止の為、ポンプの吸い口に囲いを設置。また、ポンプの取り付け位置をタンクの下部にすることで燃料を余すことなく使用できる。

また、設計の無駄を省き容量を 5.4 から 7 に拡大した。



図 5.燃料タンク

冷却

今まで車用のラジエターを使用していたため本体が大きく、必要以上の冷却効果があったため、バイク用に変更し軽量化を実現。

シフト機構

STAR-02 で取り付け位置の設計ミスにより実現が叶わなかった電動シフターを搭載し、ドライバーの運転中の負担を軽減。

電動シフターは配線等の取り回しが簡単でステアリングから手を離さずに 30 ~ 50ms でシフトを素早く変速を行うことができ、更にクラッチ・シフト一体型レバーからクラッチレバーのみになることで昨年度から体積が約 20%削減できる。

3.足回り

サスペンションジオメトリー

昨年度同様、解析方法を三次元空間にする事でより正確な解析を実現。

また、それによりジオメトリー解析のトー変化、舵角がついた場合等の解析は非常に精度が高く正確な値である。

STAR-03は、キャンバーゲインを増加させ車両がロールした際の対地キャンバーを0°付近になるよう設計し、ロールを防止できるようなジオメトリーを採用。

さらに、カスター角にオフセットを設ける事による、カスター角とトレール量を独立して設計できるシステムを作り、他の性能を損なうことなくドライバビリティとの両立を図った。

アップライト

STAR-02 同様にアルミ製を採用。ジオメトリーの変更で、部品形状を小さくすることで F400g R300g 軽量化を実現し、強度も向上した。

また、この部品はアルミ削り出しであるために非常に精度が高くなっている。下図がアップライトの比較である。(左側が **STAR-02**、右側が **STAR-03**)

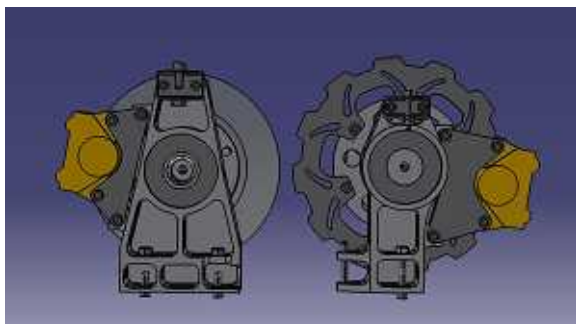


図 6.アップライト比較

ブレーキ

4 輪用から 2 輪用ブレーキディスクに変更。ブレーキディスク一枚あたり **1kg** の軽量化を実現。制動力を強化した。

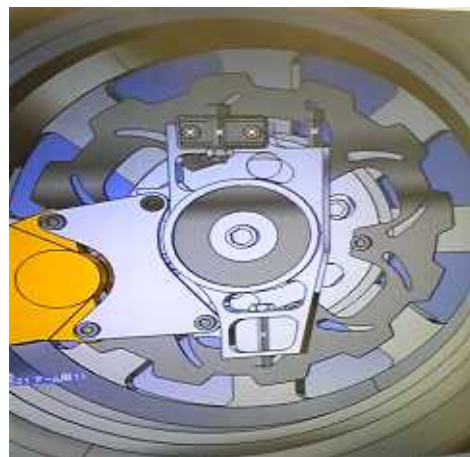


図 7. ブレーキ回り

ブレーキディスクの変更によりハブを新設計。アルミ製で軽くなり、削り出しなので非常に精度が高いものとなっている。



図 8.ハブ

ステアリング

ステアリングギアボックスを約 **500g** 軽量化。アッカーマンジオメトリの見直しによりハンドル切れ角を 26度から **30度** とし、回転時によりハンドルを切れるようにした。

ベルクランク

サスペンションリンクにベアリングを搭載し正確な動作を行えるようにした。**STAR-02**と同様のサスペンション(**KIND SHOCK KS-504**)を使用し、レバー比を変えることで稼動量を増やした。プリロードアジャスターとダンパー調整機構がついているので、状況に合わせたセッティングが可能である。

駆動

本年度も車両性能の向上を図るため、デファレンシャルギアを搭載した。

密閉式のデファレンシャルギアにすることにより、オイル漏れを防ぎ部品数の削減、コストの低減をするとともに重量を4.5kgに抑えることに成功。

低速からの加速性能の向上と高速走行性能の伸びのバランスを、前後スプロケットの丁数を変更することにより調整。2次減速比を**STAR-02**では**3.92**であったものを、**STAR-03**では**3.75**に変更をした。

4. フレーム

フロント

本校の特徴であり伝統でもある、アルミハニカムモノコックフレームを採用。成熟を重ね、無駄を一切省いたモノコックは開口部が少なく、『曲げ剛性』『ねじり剛性』共にスペースフレームより高い。

また、ベークライトの挿入により『引張り』『圧縮』にも強い構造である。

加工精度、作りやすさを向上させるため。また、ハニカムは屈折箇所が多くな

るほど強度が低下するため断面形状を六角形から四角形に変更。サスペンション取り付け位置を見直し、フロントフープに取り付けることで、部品点数の減少による全体の軽量化を実現。

従来でのハニカムコアは全て厚さ25mmの物を使用していたが、**STAR-03**ではロアパネル部分に厚さ**15mm**のハニカムコアを採用し軽量化をしている。

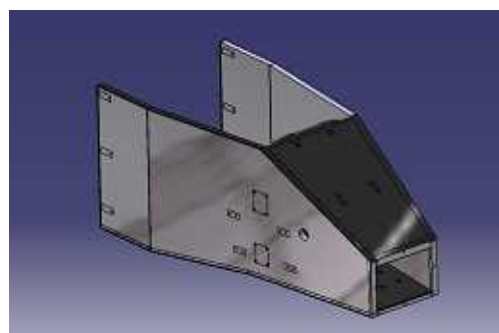


図 9.STAR-03 アルミハニカムモノコック

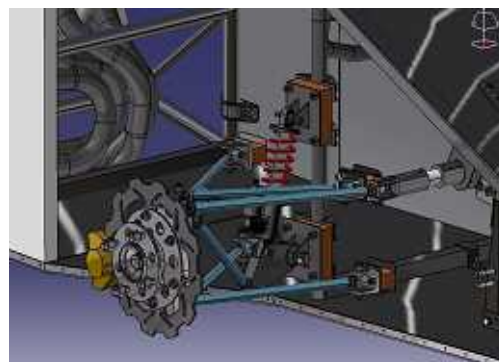
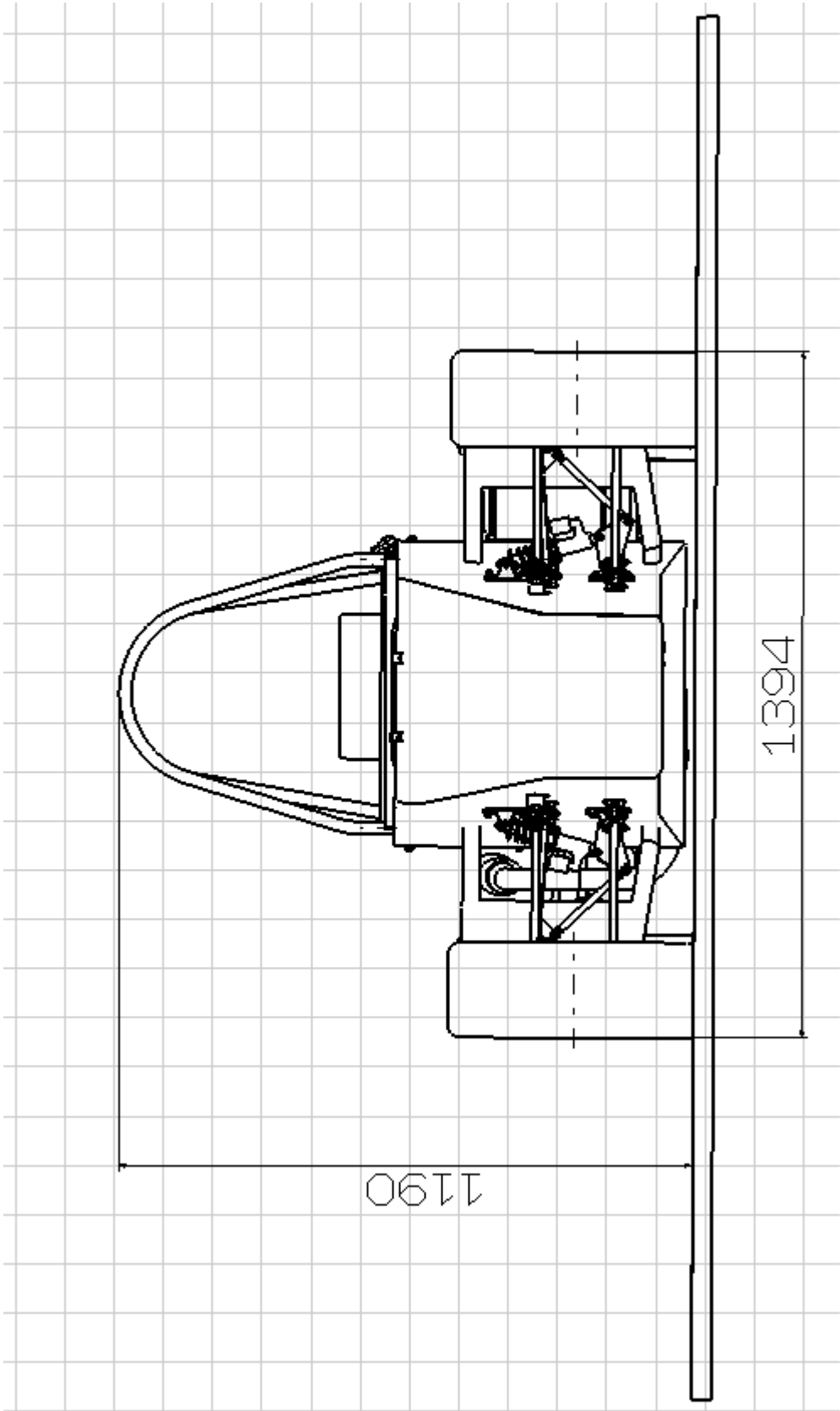
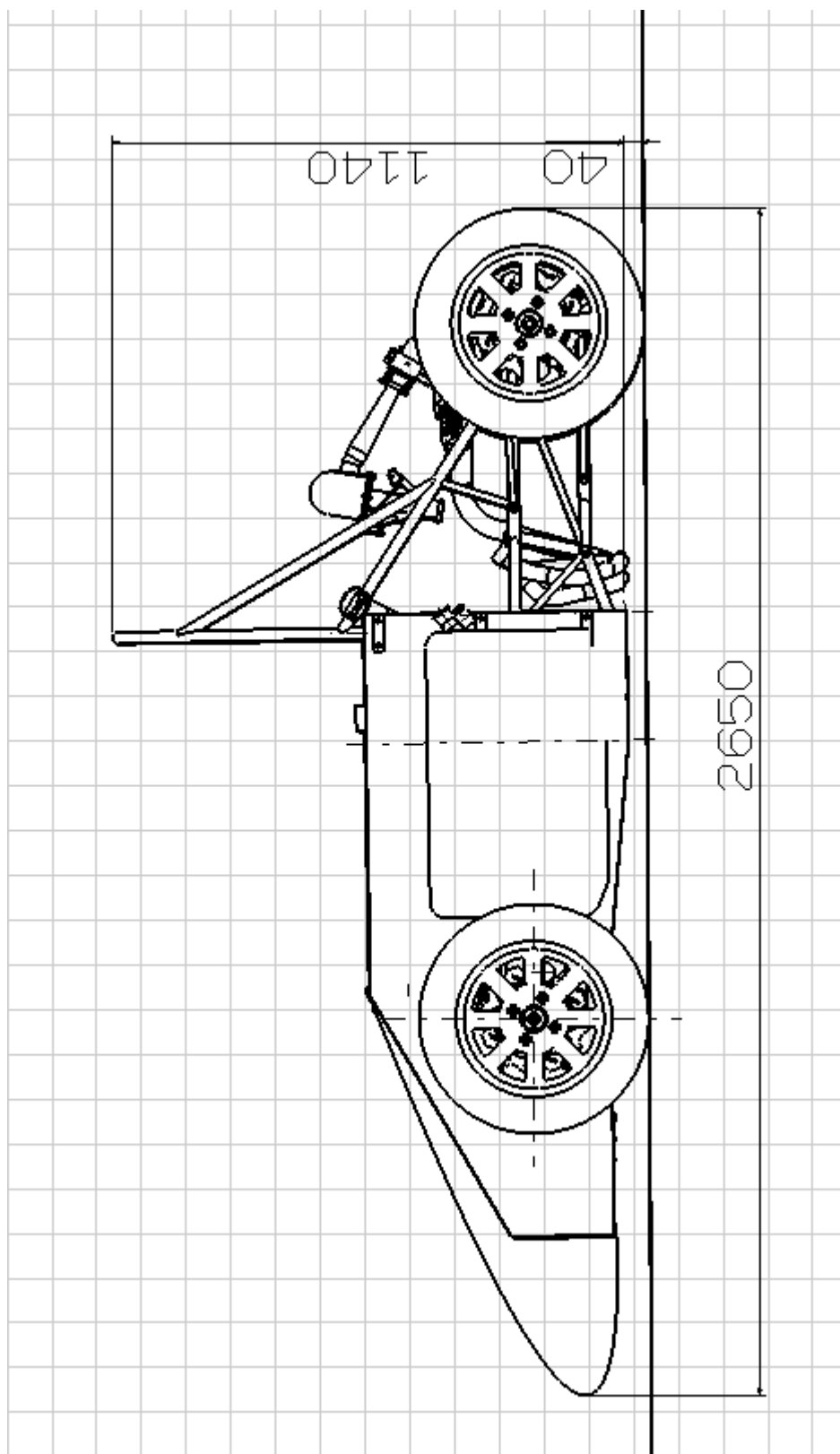


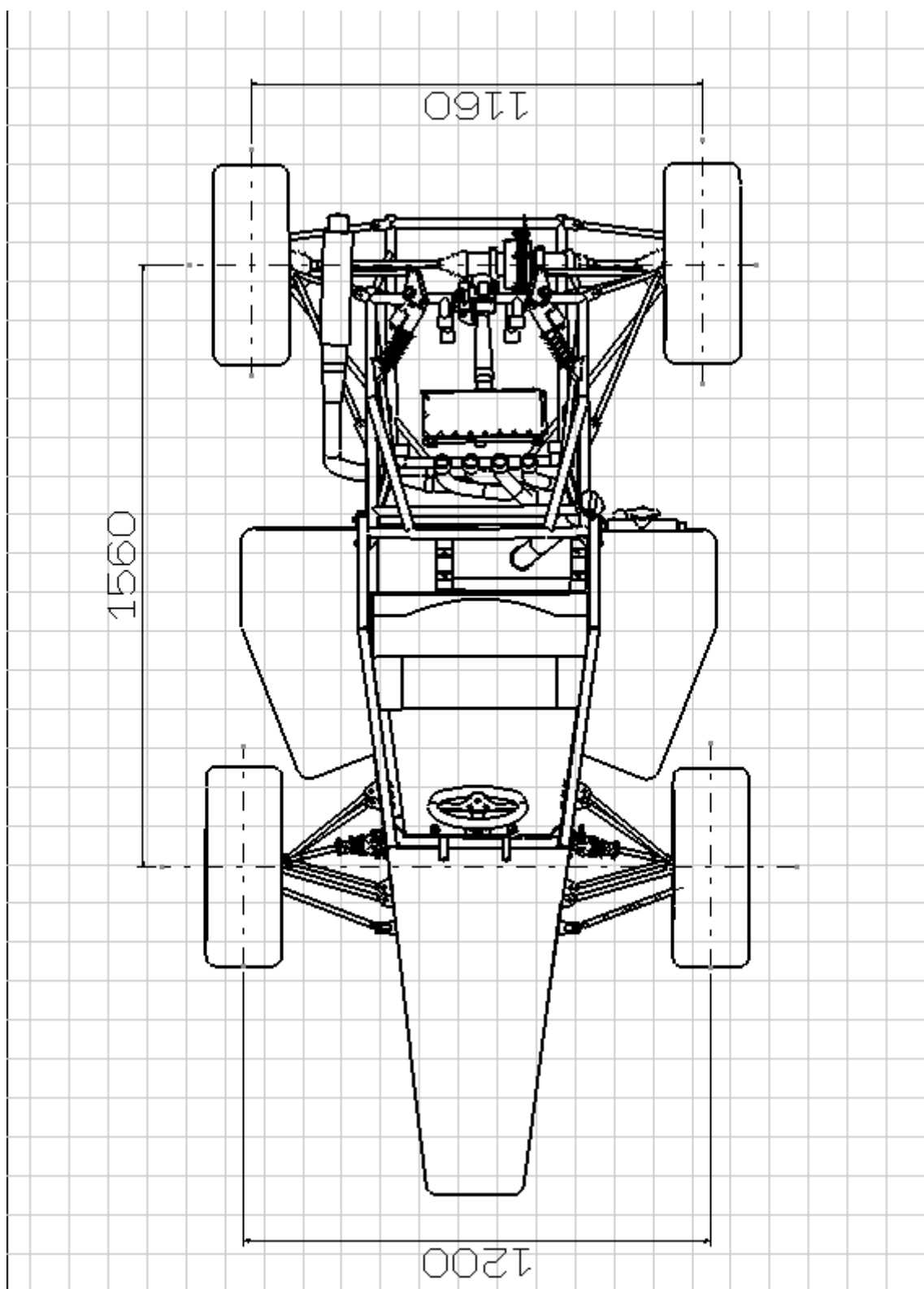
図 10.STAR-03 サスペンション取り付け位置

リア

取り回しの多い部分なので、設計の自由度が高いスチールスペースフレームを採用。必要以上の剛性があり、重くなってしまっていたため FEM 解析(様子をオプションページに記載)を見直し、トラス構造部分の減少による強度の最適化と軽量化を行った。







5. オプション

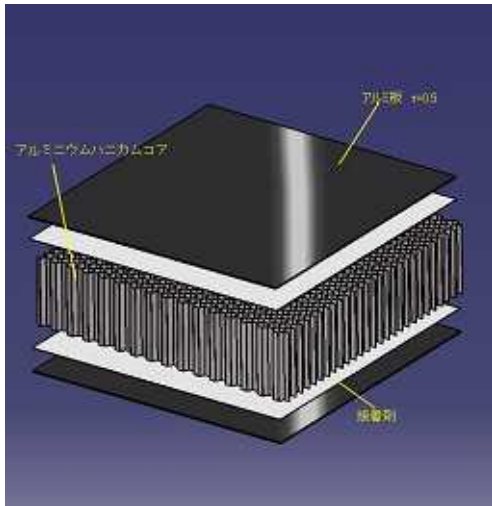


図 11. アルミハニカムパネルの構造

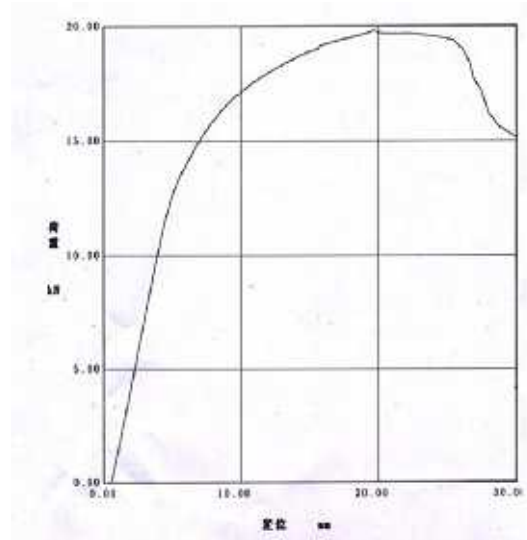


図 14. サイドパネルの強度実験データ

(縦軸：荷重 0～20 kN)

横軸：変位 0～30mm)

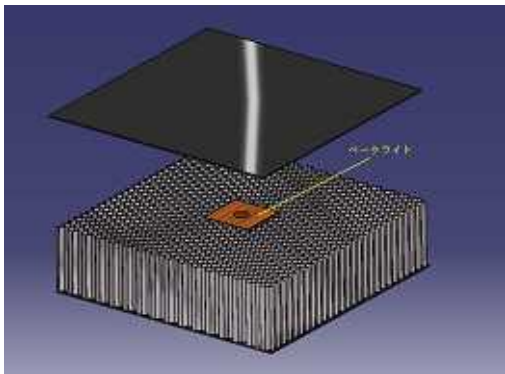


図 12. ベークライト挿入図

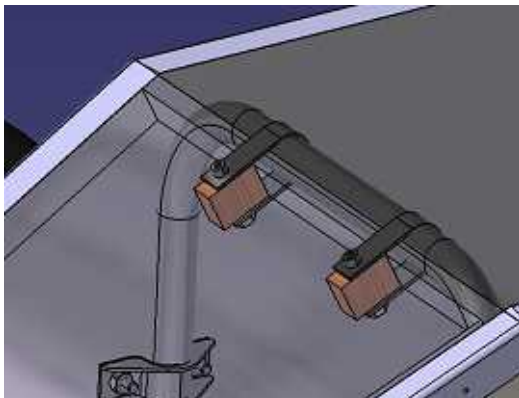


図 13. フロントフープ締付け方法

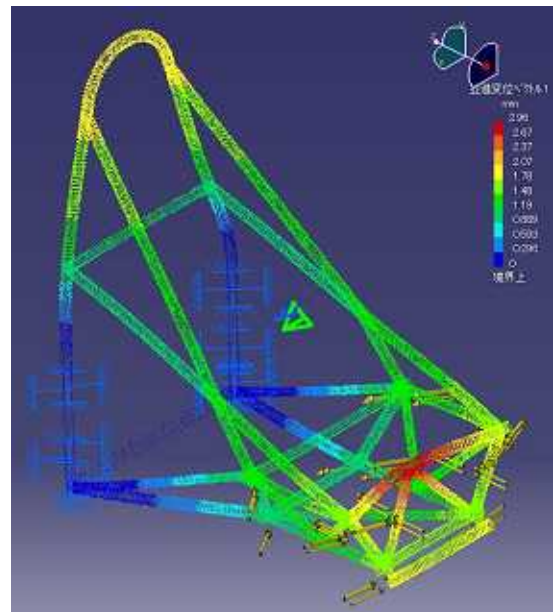


図 15. リアフレーム解析 (FEM 解析)