Ver180410

サスペンション系

　チーム目標であるシングルナンバーを獲得するためにサスペンション系では前述のコース、タイム分析からコーナーの定常領域で0.54ｓ、過渡領域であるパイロンスラロームにおいて1.84ｓ短縮することが必要である。

車両諸元①（目標重量とトレッドとDF）

まず、定常領域でタイムを短縮するための評価指標を考察した。タイムの短縮区間である実際のエンデュランスコースにおけるコーナーではコーナーの半径が一定でも車両は基本的にアウトインアウトのラインをとりドライバーやライン取りの違いから一定した評価を行うことは難しいと考え、定常領域では比較的ドライバーの差や条件が安定しやすいスキッドパッドを評価指標とすることが最適であると考えた。そこで目標とするエンデュランス順位とスキッドパッドの順位を比較するとある一定の相関関係がみられたFig1。そこでチーム目標を達成できるスキッドパッドの目標タイムを算出すると5.15ｓ（昨年比-0.19ｓ）となった。

　スキッドパッド5.15ｓを達成するためのタイム短縮のパラメーターとして車両重量ｋｇ、前後トレッドmm、ダウンフォース(以下DF)、タイヤ特性、前後重量比が挙げられる。その中からKg、ｍｍ、DFに着目しスキッドパッドにおけるタイムシミュレーションからそれぞれのパラメータにおいてどのくらいタイムを短縮できるか考察したところ（Fig2Fig3Fig4）軽量化のタイムへの影響は0.003s/kg、ダウンフォースにおけるタイムへの影響は0.0006 s/N、トレッド短縮によるパイロン幅寄せによって得られる影響は非常に小さいものであった。前述の影響を考慮しトレッドはパイロンコースを勘案し最大値のF=1200ｍｍ　R=1200mm とした。次に、エアロデバイス搭載におけるDF増とそれに伴う重量増のメリットデメリットを勘案したところ4.5N/ｋｇ（得られるDF/エアロデバイスの重量）以上のDFを発生できるとエアロデバイス搭載によるメリットが大きくなることがわかった。製作によって達成可能なエアロ重量を21kg（FRウイング16kgサイドポンツーン5kg）とし、前述のタイムへの影響（DF/Mass(wing)）を考慮してDF目標を輪荷重150N＠35-40ｋｍ/hとした。これにより約0.1ｓの短縮が可能である。さらにウイング搭載における重量増分の軽量化を考慮したところFig5全体でこれを達成可能であると判断し、目標重量をウイング搭載で昨年度と同等近くまで抑える（250ｋｇ）ことにした。これにより約0.03ｓの短縮が可能である。Fig6

車両諸元②（前後重量比とホイールベース）

　前後重量比はスキッドパッドなどの定常領域だけを考慮すると50:50が最適であるが、エンデュランスコースは多くの複合コーナーと直線区間もあり、荷重移動量を考慮すると45:55が最適であると判断した。

　ホイールベースは過渡領域であるパイロンスラローム区間において1.8ｓのタイムを短縮が達成できる値とする。パイロンスラロームにおいてタイムを短縮するためにはヨー角加速度に注目すべきであると考えた。車が旋回を開始するメカニズムはドライバーがステアリングを操舵しフロントタイヤにスリップアングルが付きコーナリングフォース（以下CF）を発生しヨー角加速度の発生で車体がヨー運動を開始する。このヨー角加速度を大きくすると車両向き変えが速くなりパイロンスラロームのように車両の向き変えが多いセクションではヨー増加によるメリットは大きくなると考えた。ヨー角方向の運動方程式は次の式で表せる。

=

（：ヨー角加速度,：慣性モーメント,：タイヤが発生するモーメント）

式変形から　=　が得られる。

ヨー角加速度を大きくするためにはを大きくするか、Izを小さくする必要がある

今年度マシンはウィングの搭載が決まっており重心からホイールより遠い位置に重量の約7％を占める部品が配置されるためヨー角加速度が小さくなることが予測される。このヨー角加速度の減少をできるだけ小さく抑えることとした。そのためにMｚの増大（ホイールベースの延長）を行う。2016年度マシンにおいて1700mmまで拡大してもオートクロスやエンデュランス走行に問題はない（パイロンタッチのリスク）事は分かっている。（ヨー慣性）2017年度のオートクロスの順位からホイールベースとタイムの相関性を調べたところ(Fig)ホイールベース延長によるデメリットは小さいと考え今年度はホイールベース1720mmとする。

タイヤ選定

タイヤ選定にあたってはホイール径10インチと13インチの2サイズを検討した。10インチホイールのメリットは軽量化である。13インチと10インチの重量を比較すると4輪で6.91ｋｇの軽量化が見込まれる。（Fig６）。しかし、タイヤデータを比較するとCPやホイール内部の設計自由度減少の観点、さらに新規設計部品の増加による設計期間の延長が考えられる事から慣性モーメント低減やその他メリットは小さいと考え小さなスリップアングル（SA）で大きなCFを生み出す13インチHoosier20.5-7.0/13とした。

サスペンションジオメトリ

スキッドパッド目標タイム、またスラロームでの目標を達成する為にエアロデバイスの搭載を考慮した設計を行う。また、設計期間短縮のためにジオメトリ目標値（主に、キャンバーチェンジ、トーチェンジ）を成績、ドライバーともに感触が良好であった2016年度マシンと同等程度と設定し、小変更があっても目標範囲であればジオメトリ設計変更を行わない方針をとった。

レイアウト

2017年度マシンではフロントダンパーを軽量化を狙い車体サイドに配置していたが、ダンパー取り付け点がフロントフープブレースの結合点からほぼ中心の位置にあり、フレームが弾性変形していることで設計通りの動きが出来ていなったと考えられる。今年度はフロントダンパーは従来通り製作性を考慮してフロントセクションの上部に配置した。また、リアはエアロデバイスを搭載しリアウイングはばね下に搭載するためウイングロッド取り付け点の確保のため、またトーロッドにかかる力を減少させるためロアーアームにプッシュロッドを配置した。これによりプッシュロッドにかかる力を昨年比27.8％減少させ、アッパーアームのガゼット小型化にも貢献した。

ジオメトリ変化

　前述の通り、ジオメトリ変化の目標値には幅を待たせた。キャンバー変化はこれまでのデータロガーから最大旋回Gを発生時に旋回外輪が前後ともにポジティブにならないよう－1deg~0degの範囲とし、トー変化はフロント0deg~0.5deg,リアは-0.5deg~0degとした。

スカッフ変化は±2mmとした。今年度はロールを抑え、、、、

キングピン軸周りのジオメトリ

昨年度マシンと同様にキャスター角6.981deg、キングピン傾角13.097deg、キャスタートレール24.615mmとした。

サスペンションアーム

サスペンションアームは従来通りスチール製パイプで製作し軽量化の為ロアーアームとアッパーアームで肉厚の異なるものを使用し軽量化を図った。さらに軽量化のためにアームの補強材に着目した。それぞれのアームにおいてガゼットの有無で解析を行ったところ安全率にほとんど変化はなかった。(Fig)そこでガゼットを最小化しアーム類のみで-615gの軽量化を行った。

トーロッド

　昨年度マシンドライバーからのフィードバックにコーナリング限界が低くアンダーステア傾向がみられるというものがあった。この原因をトーロッド、タイロッドの剛性不足であると仮定した。トーロッドの剛性不足により旋回外輪がトーアウトになりコーナリング限界の低下につながっていると考え、昨年度マシンのトー剛性を計測をした。

φ12アルミニウム中実棒を使用した昨年度マシンに最大旋回時に発生するコーナリングフォースと同等の力をタイヤにかけたところ〇〇°トーアウトであった。そこで今年度マシンは剛性を上げるためφ15.9スチールパイプを使用することにした。同様に試験を行うとトーは○○°となった。実際に2種類の異なるトーロッドを付け替え走行するとスラロームでのタイムは○○秒向上、スキッドパッドのタイムは○○秒向上した。さらにドライバーの感触も良好なものが得られた。

タイロッド

　タイロッドは昨年度の後ろ引きから、コンプライアンストーアウトを目的に前引きに変更しトーロッドと同様にタイロッドをスチールパイプに変更しステアリングフィールの向上を目指した。実走行により官能評価を行ったところ。。。。。

ばねライン系

ばねライン系の詳細を決定するにあたってまずは最低地上高、目標ロール角を設定した。

昨年度マシンはインリフトの抑制のためにフロントのホイールレートを高くしていたがマシンのアンダーステア傾向が大きくなってしまった。また、最低地上高は低いほうが重心高が下がる利点がある一方、走行中の路面タッチのリスクも高まる。最低地上高管理を含め、今年度はホイールレートを見直し、最低地上高を30mm（20mm＋10mm）に設定し、ホイールストローク量を20mm/G(最大荷重２G)に設定した。ばねの限界ストローク量は76.2㎜であり、ライドクリアランスを20mmとるとばねストローク量は56.2㎜となる。ホイールストローク量からホイールレートは決まりフロント38.1N/mm、リア46.6N/mmとなる。ばねストローク量からモーションレシオは前後とも0.676に設定した。スプリングレートはフロント17.4N/mmリア21.3 N/mmとした。エアロデバイスが装着されたマシンの想定重量はドライバー込みで324.5kg（ドライバー60kg＋車体重量264.5kg）より、ばね固有振動数はフロント3.96Hzリア3.99Hzとなった。（昨年度マシンF:3.90Hz　R:3.43Hz）

重心高

　今年度はエアロデバイスの搭載により、主にリアウイングによって重心高が上がることが予想される。この重心高の上昇をドライバーの運転姿勢をリクラインにすることで抑制することにした。詳細はシートの項で記述する。