

ホイールアライメントのすべて

完結編

基礎から応用まですべてを学ぶ。
この一冊読めば、あなたも必ず
「プロアライメンター」になれます。

はじめに

このたびは、ホイールアライメントサービス教本をお買い上げ頂きありがとうございました。

このサービス教本は、主に現場作業からのノウハウを基にまとめております。ホイールアライメントについて解説をしている書物はあまり見かけません。あったとしても中身は工学的、力学的な解説が多く、とても理解しにくいものがほとんどだと筆者は思います。

本書は、これからホイールアライメントを学ぼうとする諸氏には勿論のこと、すでに現場にて奮闘中の諸氏にも、全文理解して頂きやすいよう編集しております。

ホイールアライメントサービスが叫ばれ始めたのは、FR車からFF車に取って変わり始めた1980年代後半ぐらいからです。

FF、モノコックボディー、4輪独立懸脚、と自動車の構造そのものが昔のFR車に比べて変化してきた時代です。

後輪がビクとも動かない（リジットアクスル）サスペンション構造の時はサイドスリップテストでフロントのみの測定で良かったが、現在のサスペンション構造では到底通用するものではありません。

公表こそされてはいないものの、交通事故の原因に数パーセントはミスアライメントが起因されておるのでは無かろうかと筆者は考えます。

もし、この読者以外がサービスした車が、ミスアライメントの原因で事故を引き起こしたとなれば、考えただけでも恐ろしい事です。

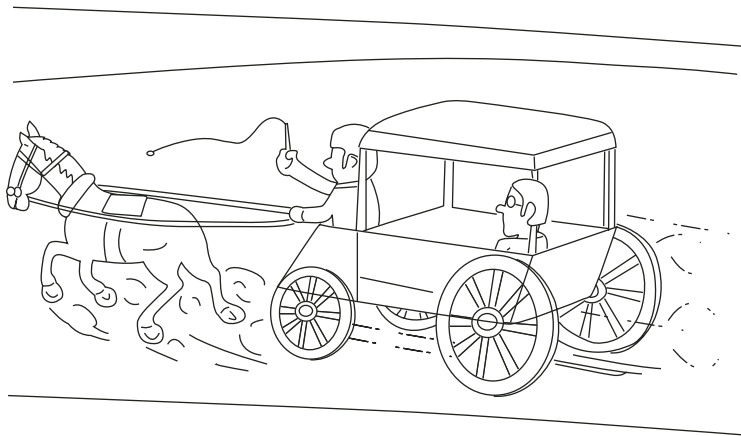
どうか最後まで熟読して頂き、お客様の生命と財産を守り、そして経済性を確保できるプロアライメンターとして活躍して頂く事を祈念申し上げます。

尚、本誌使用テストは Pro-Autoアライメントテスト、Pro-Autoレーザーアライメントゲージで解説していますが、アライメント理論は、どのテストを使用して頂いても同じことです。

1章 ホイールアライメントの歴史

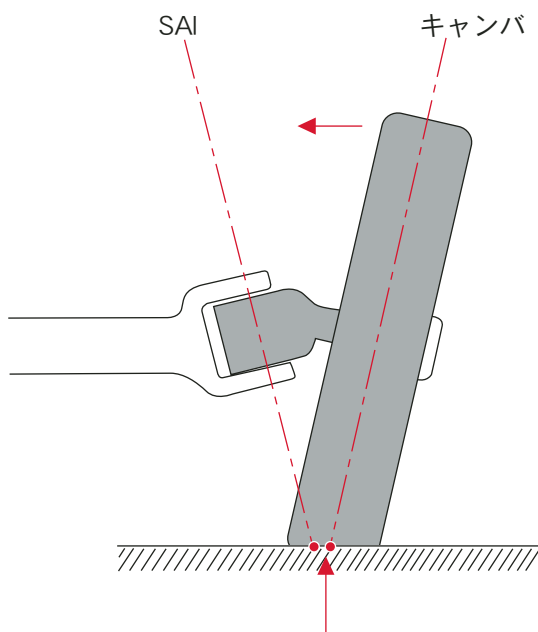
この世に乗り物というのが出現してから、現在に至るまでの間ホイールアライメントの歴史は、大変な年月を費やしております。

まさに、馬車という乗り物が出現してからは、歴史の始まりであろうと思います。



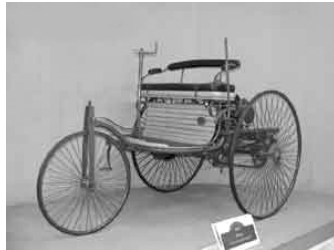
ステアリング機能もなく、シャーシーに前後の車軸を取り付け、そこに車輪が付いただけの簡単な構造でありました。

やがて、この構造では走行中に車輪が抜け出たり、車輪に使っていた木製スポークが折れるというトラブルが頻繁に起きたためキャンバが生まれたとされています。



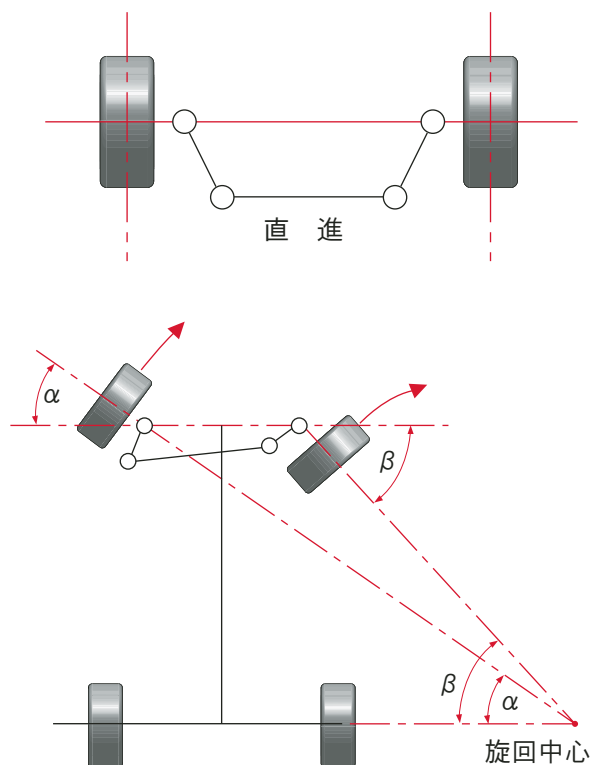
キャンバが付いたため、路面からのショックは車軸の根元の方（ベアリング）へ移動するので、ホイールの抜け出しやスポークの折れがなくなった。

時代は馬車から原動機を搭載した自動車の時代に移ったとき、ドイツのカール・ベンツが1866年に作った三輪車が最初とされています。



この三輪車ではとてもじゃないけどステアリング機能とは呼べない。単気筒4サイクルエンジンで、時速は15km/hだからかろうじて走行できたものと思われる。

それでは、ステアリング機能はどうして進歩してきたのかと言えば、現在のようなステアリング機能の原本はアッカーマン・ジャントー理論です。二世紀も前にこの発明が成された訳ですから、当時の発明家には敬服するばかりです。勿論、この頃にはまだガソリンエンジンはなかった頃です。



直進時のタイヤは左右とも真っ直ぐ向いているが、右又は左へ旋回しようとした時、左右で切れ角が変わる。

図は、右へ回転しようとした時、右フロントのタイヤの切れ角よりも左フロントタイヤの切れ角の方が小さくなる。

(β 20度の場合、 α の角度は18度ぐらいである。)

この角度の違いを**20度回転角差**と呼んでいる。又は**T.O.O.T (ターンオン、アウト、トー)**

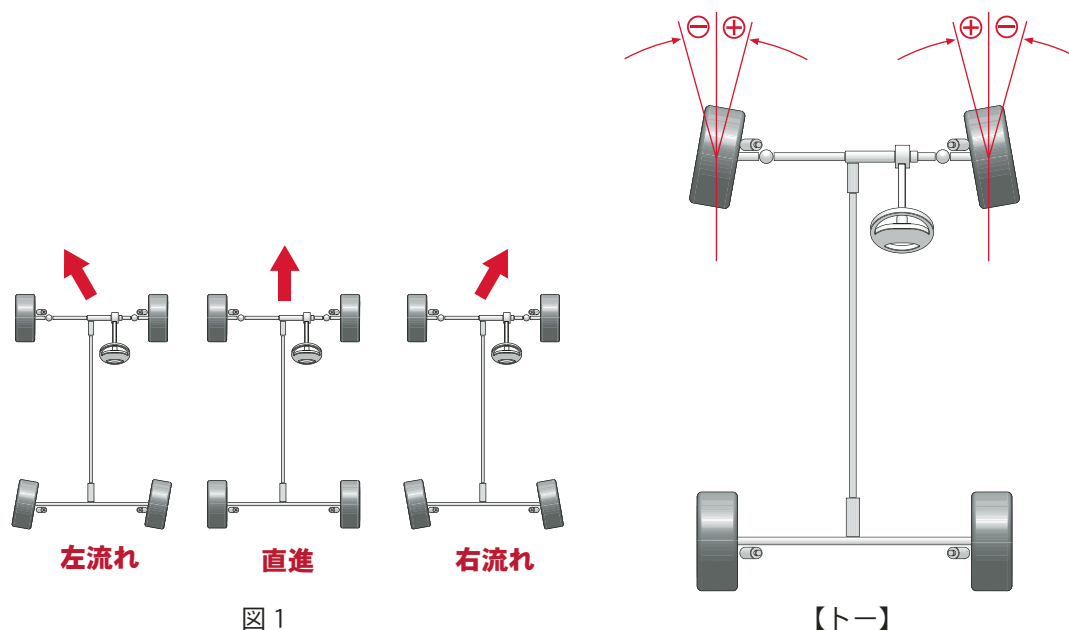
ドイツ人の馬車製造業者が発明したものを、イギリス人のアッカーマンによって特許実施権を得た後、フランス人のジャントーが改良を加えたとされるのでアッカーマン・ジャントー方式と呼ばれた訳です。

2章 ホイールアライメントって何？

【整列度】

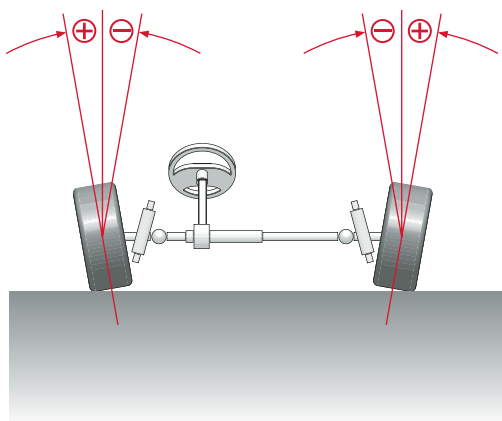
アライメントは日本語で「整列」と訳します。自動車のホイールの前後、左右の整列度がホイールアライメントです。

もしこの整列度が左右で狂っていると、車が真っ直ぐ走らなかったり、タイヤが偏磨耗したりする訳です。



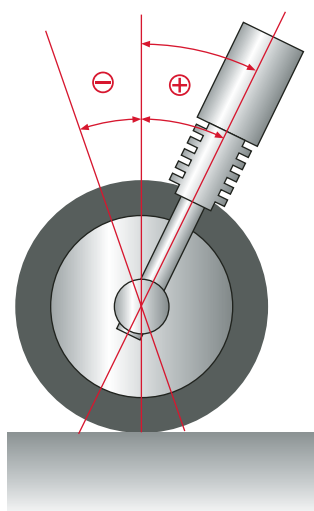
上記、図1の「直進」の状態が、左右の整列度が整っておりホイールアライメントが整備された形といえます。

もう少し詳しく「整列度」を解説すると、車のホイールには、上から見て「トー」、前から見て図2「キャンバ」と、それぞれ角度が付けられています。その付けられている角度に「左右差」があってはいけない訳です。図1は、上から見た「トー」だけの整列度ですが、図2の前から見た「キャンバ」、図3の横から見た「キャスタ」などそれぞれの役目を担った角度に左右差があってはならないのです。※「トー」「キャンバ」が図によって理解不明ならば、後述の「トー」「キャンバ」を先ずご覧頂き、理解後この章へ戻して下さい。



車を前から見た「キャンバ」
図はプラスキャンバ（ポジティブ
キャンバ）後述

図 2



車を横から見た「キャスト」
図は左前輪プラスキャスト（ポジ
ティブキャスト）後述

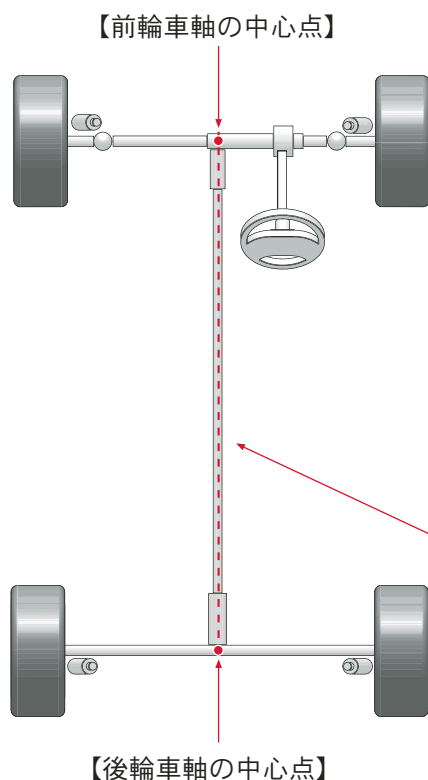
図 3

車のホイールアライメントには、上から見た角度、前から見た角度、横から見た角度があると述べましたが、ホイールアライメントというのは、その付けられている角度が、車の中心線（厳密には車の中心線ではなく、幾何学的中心線という線です。後で詳しく解説します。）に対し、右と左で数値が変わるといけないということです。

図1の「直進」の状態は、車の「中心線」に対し左右のホイールが、前後とも同じ角度で取り付けられているのに対し、「左流れ」「右流れ」はそれぞれ後輪が、車の「中心線」に対し、異なった角度で取り付けられています。この状態は、ミスアライメントです。ミスアライメントの状態で行くと、ドライバーが最も感じる不具合が、ステアリング流れと偏磨耗です。

【幾何学的中心線】

車の中心線について前述しましたが、車の中心線はあくまでボディーの中心線です。では「幾何学的中心線」とは一体何なのか。

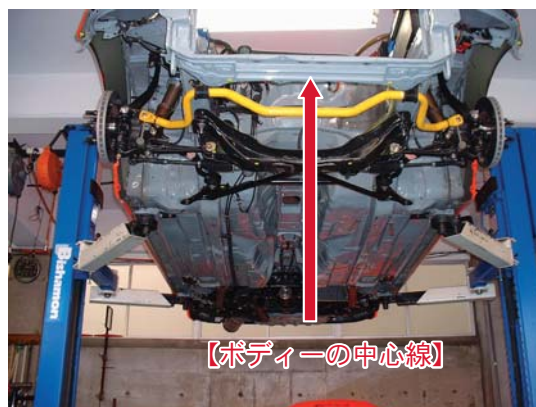


幾何学的中心線というのは、前輪車軸の中心点と、後輪車軸の中心点を、前後で結んだ「線」ということです。この線は実際には見ることはできませんが、必ず存在します。ホイールアライメントでは、この線に対し、左右のバランス（同じ角度）を保つことを最重要視します。

【幾何学的中心線】

図 4

車の中心には、3本の線があります。1本は**幾何学的中心線**、もう1本が**ボディーの中心線**、最後の1本が**進行線**（後述）。理想的なホイールアライメントは、この3本の線が、ボディーの中心で、1本に重なることです。



※車軸の中心点とは、正確には右タイヤ、トレッドの中心点と、左タイヤ、トレッドの中心点のちょうど真ん中の点のことです。前後とも同じ解釈です。

【進行線】

ミスアライメント車を運転していて、ドライバーが一番不具合を感じるのが、ステアリング流れ（走行中、車がドライバーの意思とは別に、右あるいは左に走っていく）とタイヤの偏磨耗と述べました。

ホイールアライメントの進行線というのは、自動車が進んでいく線のことです。進んでいく線というよりは、ホイールアライメント用語の場合、**後輪が進もうとする角度**、というのが正しいと思います。

前述のとおり、車の中心には3本の線があります。3本が1本に重なるのが理想的と述べました。その内の1本の進行線は、さまざまな要素で角度が決まります。そのさまざまな要素の内、最も進行線を決める要素は、**後輪の整列度（トー）**です。

その他の要素は、これから後の解説で詳しく述べることにします。

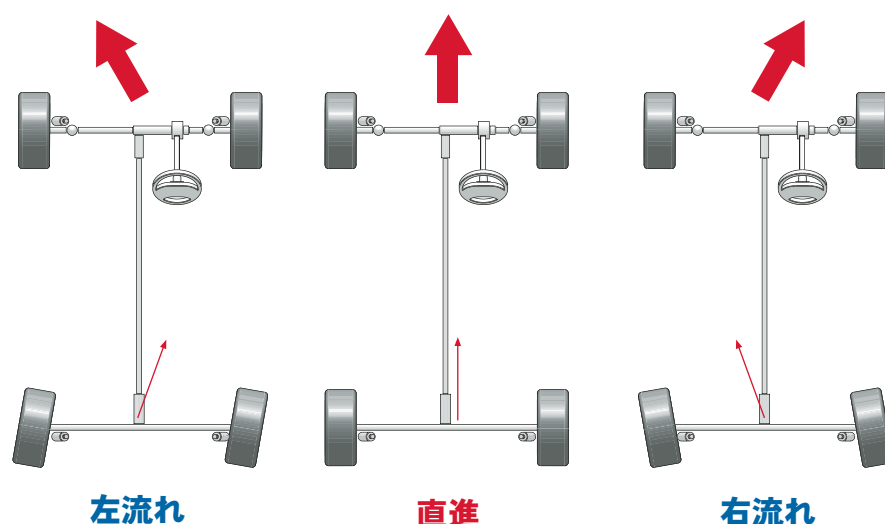


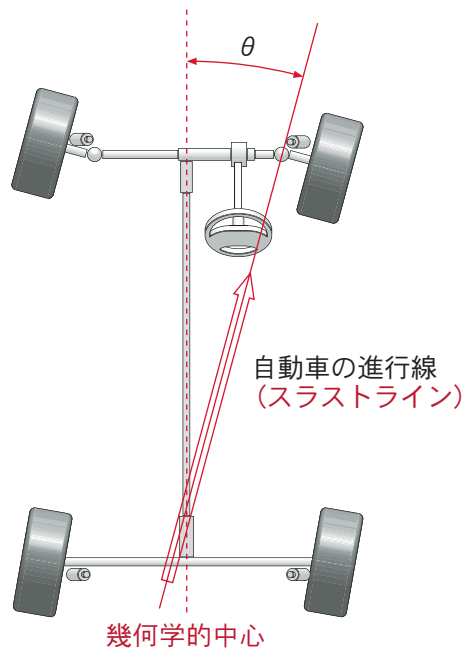
図5

図5の場合、**【直進】**の場合の進行線は真っ直ぐです。**【左流れ】**の場合の進行線は、一見すれば“左”のように思いますが、ホイールアライメント用語では、“右”になります。同じく**【右流れ】**の場合の進行線は“左”です。ホイールアライメントでいう進行線とは、後輪が進む角度のことをいっているのです。この角度が、幾何学的中心線よりはずれた角度を**【スラスト角】**ジオメトリカル・ドライブ・アクシスと呼びます。

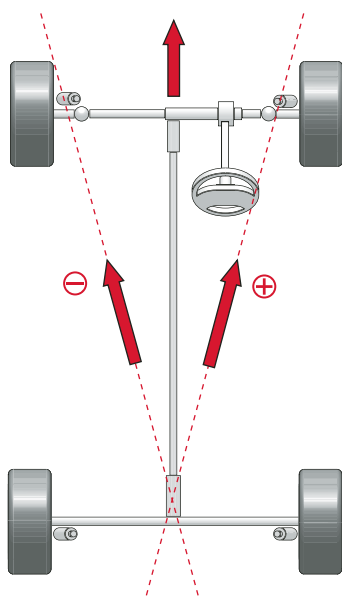
【スラスト角】

アライメントの諸用語の解説は、後ほどにして、この章ではスラスト角について詳しく解説していきます。

前述のように、後輪のトーがアンバランスだとスラスト角が発生します。ホイールアライメントを調整する上で、如何なる場合でもスラスト角を作ってははいけません。いわば、ホイールアライメントを完成する第一条件ということです。スラスト角「ゼロ」なくしてアライメントは成り立たないことを覚えておいてください。



左の図のように、スラスト角が進行方向に対し、右にある場合。この車の後輪は、右へ行こうとします。後輪が右へ行こうとすることは、車「前輪」は左へ行こうとします。（左流れ）それでは真っ直ぐ走らないので、ステアリングは、絶えず右へあてがっておかねばなりません。右へスラスト角がある車が走行している姿が左図です。当然、ステアリングセンターの位置も変わってきますし、タイヤは4本とも偏磨耗します。



スラスト角が、進行方向に対し、右にある場合はプラス表示し、左にある場合はマイナス表示します。この数値は必ず「ゼロ」にしなくてはなりません。実際の作業では、万が一「ゼロ」にならなかった場合、極わずか「マイナス」であれば、日本の道路事情（道路傾斜、左側通行）からいえば問題は出にくいものです。「プラス」は絶対禁物です。

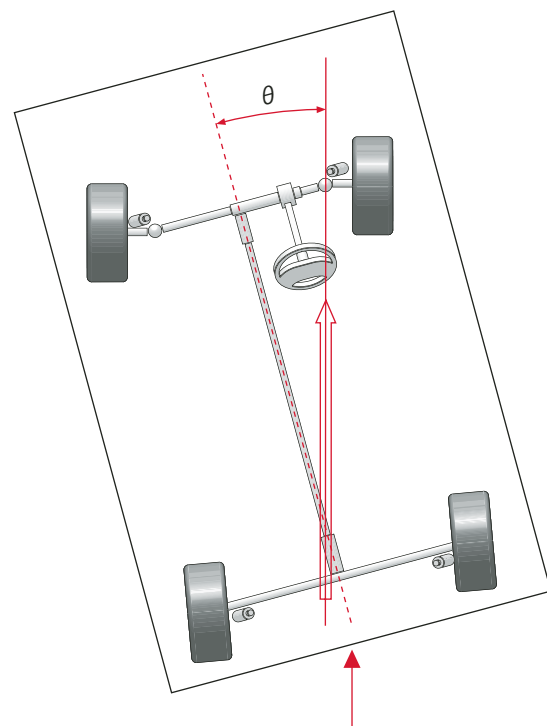
図 6

スラスト角のある車は、ステアリング流れを起こします。後輪の整列度が、アンバランスであるから、というのが解りました。スラスト角度のある車は、車を走行させるのに、後輪に前輪と同様に「舵取り操作」を与えてしまった訳です。その「舵取り操作」は、前輪よりも後輪で操作する方が、顕著に車に反応するのです。前進で車を100km/hで走ることは、一般的に誰でもが出来ますし、出来て当たり前のことです。それではバックで走行したとすればどうでしょうか。（現実にはギア比の関係で無理ですが）100km/hでの走行は到底無理です。10km/hでもおそらく真っ直ぐには走行できません。バックで走行した場合、車の前輪が、後輪の役目をしている訳です。フォークリフトを運転しているのと同じことになります。フォークリフトの舵取り操作は、後輪にあります。狭い敷地内を効率良く動き回れるように設計されているのです。前輪に舵角があるより後輪にある方が、車は小回りが利きます。要するに、後輪のミスアライメントは、即、反応してしまうのです。

スラスト角度が大きく付いた車が走行すれば、斜進します。図8
筆者もそういう車をよく見かけます。すぐ後ろから観察すると、一目瞭然で斜進を発見できます。思わず「この車、雨の高速道路で運転していて、運転手さん怖くないのかな」と、思ってしまいます。大変危険なことです。



図 7



自動車のボディー

図 8

【車の中心線】

車の中心には、3本の線があると述べました。「幾何学的中心線」「進行線」に続いて、最後の線が「車の中心線」です。要するに、ボディーのセンターです。この3本の線が、1本に重なったアライメント調整が、最も理想的だと述べました。読者の方の中では、車の中心線ぐらい解説してもらわなくても解るよ。と思われるかもしれませんが。しかしながら、この中心線のことを無視したアライメント調整を多くされているのが現状です。

筆者が、現場で作業調整する中で、一番多くトラブルを抱えていたのが、「車の中心線」です。

それでは、車の中心線とは何か？の前に、もう一度、話を戻します。筆者は、車の中で一番大切なものは「タイヤ」と考えます。読者の方の中では、「何？タイヤ？」と思われることでしょう。エンジンでもミッションでも外観でもなく、タイヤです。

どんなに高性能で高馬力なエンジンを搭載していても、それをミッションから駆動系に伝え、最終的にはタイヤがすべての仕事をする訳です。又、どんなに高級感のあるボディーで、塗色もオーナー好み、キズひとつなく、ピカピカに磨きあげられた車であったとしても、一年中乗らずに飾っている訳ではありません。車は乗るものなのです。

高性能エンジンを搭載し、高級感あるれる車を持っても、運転をしたらステアリング流れを起こす。新車で買ったばかりの車を、不慮の事故で、修理工場へ預けることになった。修理完成で、外観はオーナーが納得のいく仕上がりだ。しかしアライメントチェックをせずに納車された為、乗ってみるとステアリング流れを起こす。こういうトラブルを未然に防ぐために、ホイールアライメントサービスが求められるのです。

ホイールアライメントというのは、4輪あるタイヤの性能を100%発揮させることです。

すなわち4輪のタイヤの位置関係を、前後、左右とも共通にするサービスです。タイヤはホイールに組み込まれています。ホイールはナックルアームに付いています。ナックルアームはロアーアームとアッパーアーム（ダブルウィッシュボーンサス）に付いています。ロアーアームとアッパーアームは、直接ボディーに取り付けられています。図9、図10

タイヤが付いている位置を決めるのは、最終的にはボディーにあった訳です。ボディーアライメントなしで、ホイールアライメント調整は100%出来ません。言い換えれば、ボディーアライメントが完成している車は、ホイールアライメント調整の90%が完了しています。

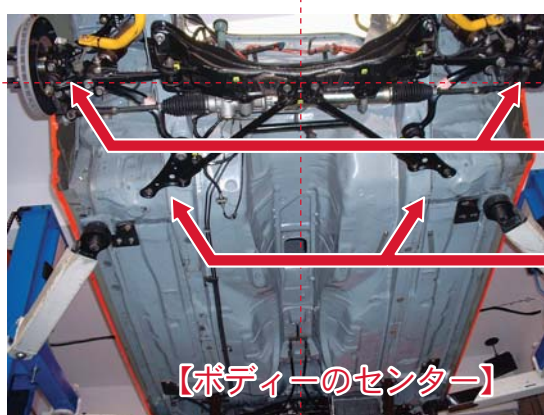


図 9

サスペンションが、ボディーのセンターに対し、左右共通の位置に取り付けられている。

左右共通の位置を決めているのが、ボディーのセンターに対する左右共通の位置にあるサイドメンバー（フレーム）である。

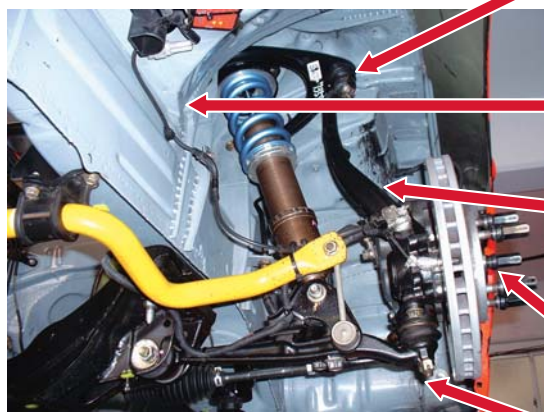


図 1 0

アッパーアーム

ダンパーハウジング（フェンダーエプロン）

ナックルアーム

ホイールハブ

ロアーアーム

図 1 0 で解るように、ホイールはナックルアームに取り付けられ、ナックルアームは、ロアーアーム、アッパーアームに付きます。

ロアーアーム、アッパーアームはボディーに直接付いていることが理解できたと思います。

図 9 の、ロアーアームが取り付けられるサイドメンバーは、ボディーの中心線に対し、左右共通に寸法が出ていなければなりません。

アッパーアームの取り付け位置も同様に、ダンパーハウジング（フェンダーエプロン）がボディーの中心線に対し、左右共通の位置に取り付けられることを求められます。図 1 0

ホイールアライメントを調整しようとするならば、まずボディーアライメントをしなければならない。ということが理解できたでしょうか。

ホイールアライメントの諸角度の解説もまだしないで、しかもボディーアライメントのことまで覚えなければならない。「ホイールアライメントは、本当に難しい。」と思わないでください。ボディーアライメントを無視するので、ホイールアライメントが難しく感じるのです。前述のとおり、ボディーアライメントが整備されている車は、ホイールアライメントの90%完了しています。ボディーアライメントを無視するので、「ホイールアライメントは奥が深い。」とよく言われるのです。

タイヤショップなどでは、ボディーアライメントを無視して、いきなりホイールアライメント測定をしています。そして調整を終えたデータを基に、お客様に説明をされています。「この車のキャンバは、基準を逸脱しています。この車のキャンバは、調整機能がございませんので、フレームが曲がっている可能性があります。」などと。もう少し技術力のあるタイヤショップでは、「サスペンションが変形しているか、フレームが曲がっています。」など。いずれにしても、どの箇所に原因があるのかは、教えてくれないのです。いや、教えられないのです。フレームなのか、サスペンションなのか、サスペンションだとしたら「アッパーアーム」「ナックルアーム」「ロアーアーム」の内、どの部品なのか。タイヤショップで直らない車を、筆者の工場へ修理依頼されるお客様は、必ず「フレームが曲がっていないか調べてほしい。」と言われます。

「なぜフレーム測定するのですか。」と、問いかけると「コンピューターテストで測定して、フレームが悪いと言われた。」という答えが返ってきます。

コンピューターが言うのと誰でもそう信じますね。

しかしながら、コンピューターの出すデータで、フレーム寸法を出せるだけの技術力があるのなら、損傷サスペンションを特定するぐらい、もっと簡単な事です。もっと簡単と述べましたが、大変複雑な計算をします。三角関数、タンジェント計算をコンピューターが出す角度進方に換算して計算するのです。アライメントを熟知していなければ出来ません。

それよりもボディーアライメントを少しだけ勉強して頂くだけで、先ほどの損傷部品（アッパーアーム、ナックルアーム、ロアーアームのいずれか）が特定できるのです。

要するに、完成されたボディーに取り付けられた「アッパーアーム」「ロアーアーム」が新品だと、キャンバの狂いは「ナックルアーム」に限定されるのです。「ナックルアーム」の変形以外ありえないのです。

また完成されたボディーに取り付けられた「ロアーアーム」「ナックルアーム」

が新品だと「アップパーアーム」に限定されるのです。

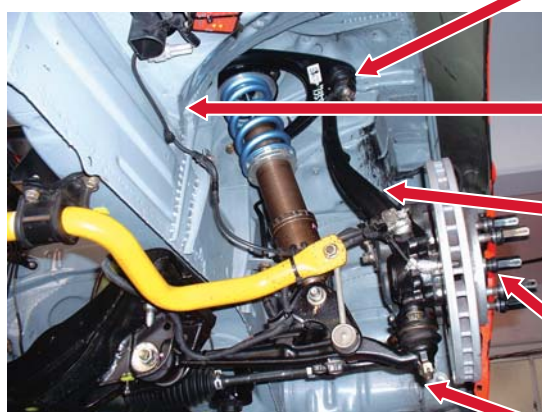
これが、測定されていないボディー（図9のサイドメンバーや、図10のダンパーハウジングが変形しているかもしれない）に取り付けられていたら、たとえば「アップパーアーム」「ロアーアーム」が新品でも、サイドメンバーの変形、ダンパーハウジングの変形によってキャンバが狂ってくるので、「ナックルアーム」の変形か、ボディーの変形かが、解らないことになります。

たとえば、「アップパーアーム」「ナックルアーム」「ロアーアーム」が新品部品であってもダンパーハウジングの位置が、図11のように車の中心側へ移動していると、キャンバは狂ってしまいます。



図11

ダンパーハウジングが、矢印の方向へ変形、移動していたとしたら、アップパーアーム、ナックルアーム、ロアーアームが新品でも、キャンバは、矢印の方向へ角度が変わる。



アップパーアーム

ダンパーハウジング（フェンダーエプロン）

ナックルアーム

ホイールハブ

ロアーアーム

ボディーアライメントなしで、ホイールアライメントは、100%出来ない事が理解できたと思います。

【ボディーショップとホイールアライメント】

前述のとおり、ホイールアライメントの基礎を作っているのは、ボディーショップです。それ以外では、カーメーカーしかこの世に存在しません。

タイヤショップでホイールアライメントの数値を計算して、損傷部品を特定出来たとしても、それはボディー寸法が出ている事が条件です。タイヤショップで、フレーム寸法を計算出来る場合は、4輪ともサスペンション部品が新品でなければ、フレーム寸法は計算出来ません。

以上の事から、ホイールアライメントを測定、調整するには、いや出来るのは、ボディーショップ以外ありえないと筆者は考えます。要するに、サスペンション部品を全部新品にしてから、アライメント測定をするという非現実的な事が、理論上、成り立つ訳ですから。

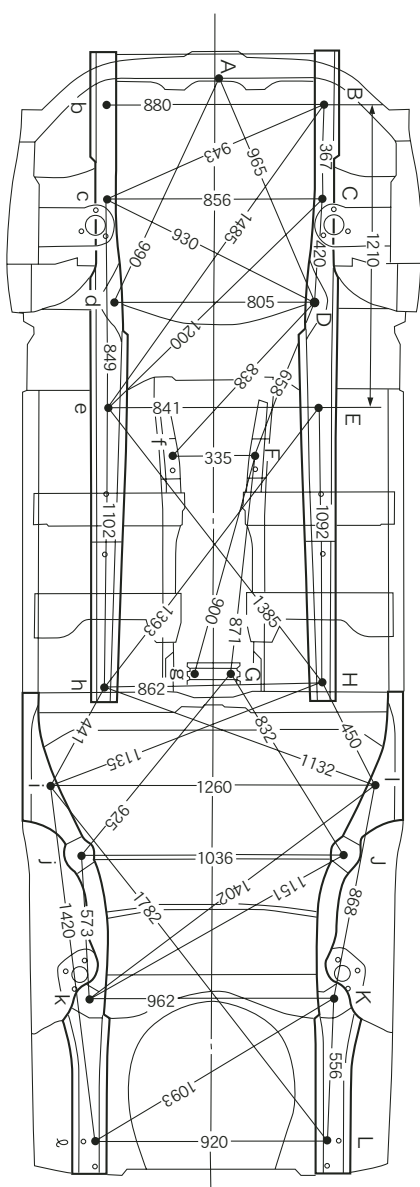


図12 【アンダーボディー寸法図】

図12は、ロアーアームが直接付くフレームの寸法図です。例えば、フロントフレームに、この寸法を逸脱した車は、**ロアーアームの先端（タイヤの中心）が規定位置より前後したり、左右に横ずれしたりします**。図13は、ダンパーハウジングの寸法図です。**B、b**の位置が**D**（ボディーの中心）に対し、同じ位置でないと、**キャンバに左右差ができます**。当然、新車寸法が望ましいのですが、ホイールアライメントの考え方は、この位置に**左右差**さえなければいいということになります。

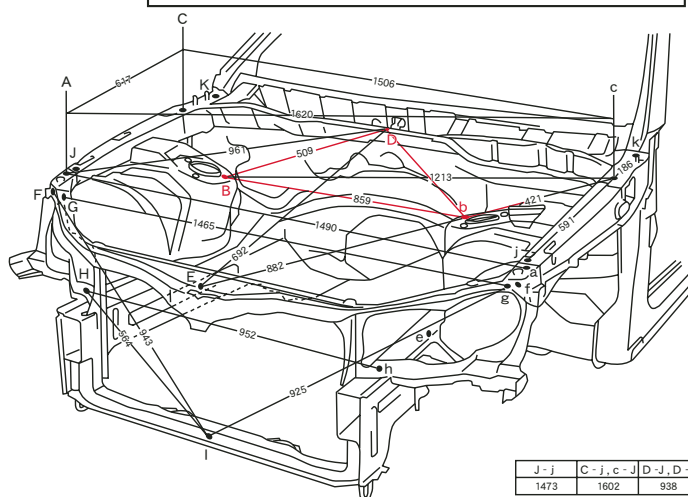


図13 【ダンパーハウジングの寸法図】

アライメントのすべて【基礎編】はこの章で終了です。

この先、さらに詳しくご覧になりたい方は、アライメントのすべて【完結編】～基礎から応用まですべてを学ぶ。この一冊さえ読めば、あなたも必ず『プロアライメンター』になれます～。をご購入下さい。



アライメント教則本

「アライメントのすべて完結編」

目次

CONTENTS

- 第1章** ホイールアライメントの歴史
- 第2章** ホイールアライメントって何？
整列度/幾何学的中心線/進行線/スラスト角/車の中心線/ボディーショッブとホイールアライメント
- 第3章** ホイールアライメントの測定準備
測定環境1/測定環境2
- 第4章** 受け入れ検査
問診/問診表（受注レポート）/アンダーボディー/アッパーボディー/ブッシュ、ベアリング/車高、タイヤ/後輪の偏磨耗 トー/前輪の偏磨耗 トー/タイヤ/その他/試乗/検査レポート
- 第5章** ホイールアライメントの約束事
角度の考え方/基準値と許容範囲/許容範囲/基準値/3階建てのまとめ
- 第6章** 諸角度 トー
トーの意味/前輪トーの目的/前後輪 トー数値の読み方/前輪 トー調整上の留意点/Pro-Autoアライメントテストでの前後輪トー
- 第7章** 諸角度 後輪のトー
- 第8章** 諸角度 キャンバ
キャンバの意味/キャンバの目的/前輪のキャンバの目的/方向性と偏磨耗/キャンバ調整上の留意点/キャンバの交点/左右差/車高による変化/最も簡単なキャンバ測定/ポイント/Pro-Autoアライメントテストでのキャンバ測定
- 第9章** スクラブ半径
スクラブ半径（キングピンオフセット）/呼び方/スクラブ半径の目的/スクラブ半径とトルクステア/FR車のスクラブ半径
- 第10章** 諸角度 SAI（キングピン傾斜角、回転軸）
SAIの目的/SAI調整上の留意点
- 第11章** 諸角度 インクルードッドアングル
インクルードッドアングル数値読み取り上の留意点/損傷部品の特定
- 第12章** 諸角度 キャスター
車のキャスター/キャスタートレール/椅子のキャスタートレール/モーメント/椅子のキャスターのモーメント/FR車のキャスター/FR車の直進安定/FR車のステアリング復元/FR車のキャスター、キャスタートレールとスクラブ半径/FF車の直進安定とステアリングの復元/キャスターとキャンバ/キャスター調整上の留意点/ニューマチックトレール
- 第13章** 諸角度 20度回転角差（T.O.O.T）
20度回転角差のしくみ/キャスタートレール/20度回転角差の測定の仕方/20度回転角差の左右差の原因/20度回転角差の調整上の留意点
- 第14章** 諸角度 最大回転角
- 第15章** 付記
サイドスリップテスト/事故車の3次元見積り/ホイールアライメントの見積り/コンシティー/ワンダー/シミ、フラッタ/シェイク

本書に関するお問い合わせは、FAXあるいは、E-mailでお願いします。
（電話でのお問い合わせは、受けかねます。）



SUEKAGE TOOL
TOOL CREATOR FOR PROFESSIONAL

スエカゲツール株式会社

〒673-0403 兵庫県三木市末広1丁目15番26号 TEL.0794-82-5264 FAX.0794-82-8000

<http://www.suekage.co.jp>

info@suekage.co.jp

- 本書の一部あるいは全部について、著者、発行者の許諾を得ずに、無断で複写、複製することを禁じます。
- 落丁・乱丁などの不良本は、お取り替えいたします。