

新型 CIVIC 用サスペンションの開発

Development of New CIVIC Suspension

長谷川 俊 也*

Toshiya HASEGAWA

和 田 範 秋*

Noriaki WADA

要 旨

新型シビックのパッケージ及び車両目標性能を満足するため新しいフロント及びリアサスペンションを開発した。フロントはステアリングギアボックス位置を約 250mm 上方に配置したストラットサスペンションシステムを採用することにより、厳しい衝突要件を満足しつつ車両先端長を 60mm 短縮すると同時に、リニアなトー変化特性を実現した。リアはダンパを低く配置したインホイールダブルウィッシュボーンサスペンションを採用することにより荷室幅を 142mm 拡大するとともに、フロント同様リニアなトー変化とすぐれたフォースステア特性を達成した。これらの性能により、従来のシビックを超えたリニアな操縦安定性能とすぐれた乗心地を達成することができた。

ABSTRACT

The new front and rear suspensions have been developed for new CIVIC to achieve the highly efficient package layout and good vehicle dynamic performance. The reduced front overhang of 60mm, high collision safety target and linear front suspension toe curve are achieved by adopting a strut suspension with steering gearbox that mounted 250mm higher than usual strut suspension. The increased rear luggage room width of 142mm and linear rear suspension toe curve is achieved by adopting an in-wheel double wishbone suspension with lowered rear damper position. By having those suspension characteristics, the new CIVIC has much improved handling and riding comfort performance over the previous CIVIC.

1. まえがき

ホンダシビックは初代モデルを 1972 年に発表して以来、代々「マン・マキシマム／メカ・ミニマム」のキーワードに代表される高効率パッケージと「シビックらしいキビキビしたスポーティな乗り味」をねらいに開発、生産され、全世界 140 か国以上のユーザーから高い評価を得てきた。

今回 7 代目となる新型シビックはこれらの特徴を更に進化させるため、スタイリッシュなデザイン、高い安全／環境性能に加え、

- ・スマートユーティリティ：
空間を最大限に広く、使い易く。
- ・スマートドライビング：
高い操縦安定性としなやかな乗心地の確保。
を基本開発テーマに掲げて開発を行った。

これらのねらいを具現化するため、全く新しいフロント及びリアサスペンションを開発し、目標である高効率パッケージと優れた操縦安定性／乗心地を高次元で両立することが出来たのでここに紹介する。

2. 開発のねらい

シビックは全世界で 12 か国以上の国で生産されるため、各生産拠点の生産性、現地での部品調達性等を踏まえた上で開発を行う必要があったが、新型サスペンションを開発するにあたってユーザーにダイレクトに関わる商品魅力の部分については以下の二つのねらいを定めた。

- (1) 次世代の乗用車として求められている高効率パッケージを具現化できるコンパクトなサスペンションである。フロントサスペンションはサスペンション上端高さを押さえてボンネットデザインの自由度を高めつつ、左右間の距離を広くとり、かつ前後方向も押さえてコンパクトな設計とし、高い衝突安全性能を達成するためのボデーフレームレイアウトスペースを確保する。リアサスペンションは室内荷室への侵入を可能な限り少なくして最大限のトランクルームスペースを確保しつつ、大容量燃料タンクおよび排気ブリチャンスペースを確保する。
- (2) 次世代の乗用車用のサスペンションとして必要とされ

る操縦安定性及び乗心地性能を十二分に有する。

具体的には、サスペンションジオメトリやバネ／ダンパ特性等を最適化していくなかで、特にフロントとリアサスペンションのフォースステアと前後コンプライアンス特性を両立させることにより、今までの大衆車の領域を越えた高い操縦安定性としなやかな乗心地性能を達成する。

これらのねらいを達成するため、新型シビックは、フロントにマックファーソンストラットサスペンション、リアにダブルウィッシュボーンサスペンションを採用した。

3. 構造の特徴

3.1. フロントサスペンション

フロントサスペンションの基本構造は Fig.1 に示すようにマックファーソンストラットタイプであるが、以下の二点を目的として通常前輪車軸中心とほぼ同じ高さに配置されるステアリングギアボックスを約250mm 上方に配置した。

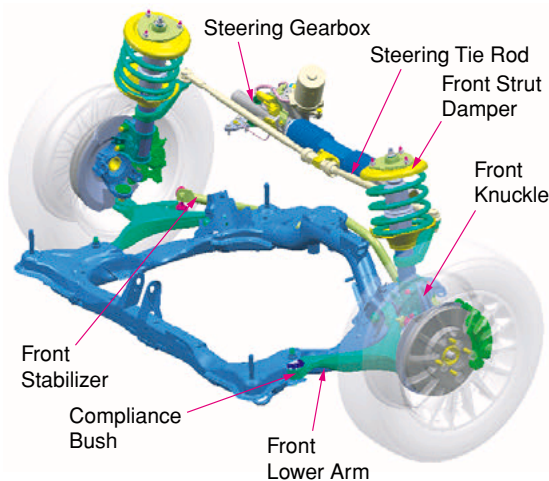


Fig.1 Front suspension

(1) ショートノーズの実現：

一般的なストラットサスペンションの場合、ステアリングタイロッド先端部をホイール内側最後部付近に配置して揺動スペースを確保せざるを得ないため、ステアリングギアボックスとタイロッドはホイールセンタの高さとほぼ同じ高さに配置される。

この場合、トランスミッションの最大外径部と高さ方向がほぼ一致するため、前面衝突時の際、トランスミッションとステアリングギアボックスが直列配置となって前後方向の未変形部が長くなる。従って車両先端部で変形ストロークを十分確保する必要がある。

今回シビックが採用したギアボックス上方配置構造の場合、衝突時にギアボックスがインテイクマニホールドとトランスミッションの間のスペースに入り込むことにより、衝突時の未変形部の前後方向長さを押さえることができるため衝突性能向上が図れ、その結果、新型シビックは前面フルラップ衝突と前面オフセット衝突の両面において厳しい開発目標をクリアしつつ、車両先端部の長さを Fig.2 に示すように従来のシビックに対して 60mm 短縮することが可能となった。

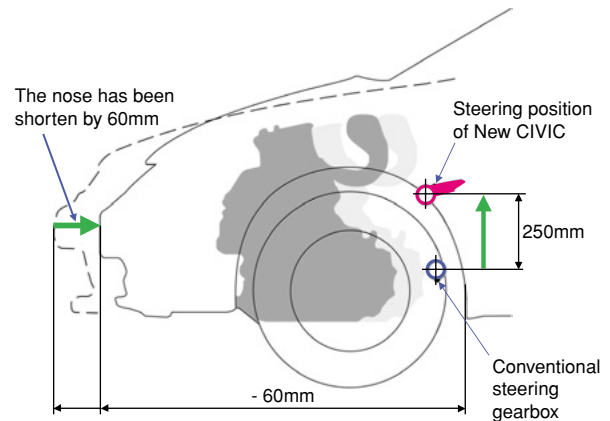


Fig.2 Position of steering gear box

また、従来のシビックに採用していたダブルウィッシュボーンサスペンションに対し、ストラット化によってダンパを外側に移動できたことにより、Fig.3に示すようにサイドフレームの高さにおける左右サスペンション間のスペースを 80mm 広く取れるため、サイドフレームの断面設計自由度が向上し、このことも衝突性能目標達成に寄与した。

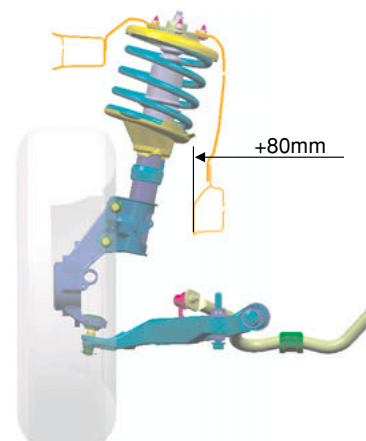


Fig.3 Front suspension width and side frame

(2) タイヤストローク時トー変化のストレート化：

トー変化を可能な限り直線化することはリニアなハンドリングを達成するためには非常に重要なサスペンション特性パラメータのひとつである。一般的なストラットサスペンションでトー変化のストレート化をはかる場合、ステアリングギアボックスとロアアームを同じ高さに配置することが理想であるが、前輪駆動車の場合ドライブシャフトがあるためロアアームの配置に制約がある。その結果トー変化はCカーブ形状となることを避けられない。

これに対し新型シビックで採用したギアボックス上方配置レイアウトの場合、タイロッドのギアボックス側のジョイントがギアボックス中央に寄っているセンターテイクオフ構造を採用して、タイロッド長を約 220mm 長く取ることにより、Fig.4に示すように常用域においてダブルウィッシュボーンに近いリニアなトー干渉カーブを達成した。

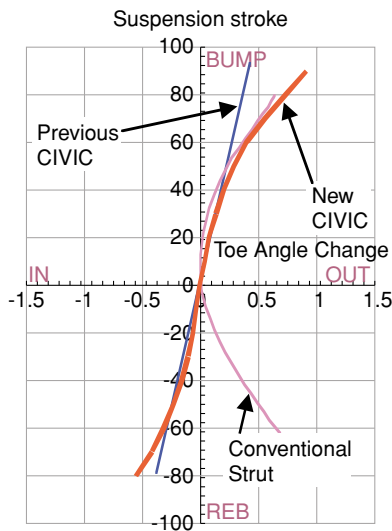


Fig.4 Front suspension toe angle change

構造上の対応手法は、通常ナックルに一体でついているタイロッドアームをダンパ中央部に溶接にて取り付けられる構造として具現化した。

従来シビックでは前輪車軸の後方に配置していたロアアームのコンプライアンスブッシュを前輪車軸の前方に配置することによって前席乗員の足元スペースを確保し、またブッシュ特性に異方性をもたせることにより横力及びブレーキフォース入力時のステア特性と前後方向コンプライアンス特性を最適化し、乗心地と操縦安定性の両立を図った。

Fig.5 に示すフロントダンパマウントは、減衰力入力はブッシュをかえし、スプリング及びバンプストップ入力 は直接ボディに伝える入力分離構造とすることによってブッシュの特性設定自由度を上げ、ダンパからの減衰力入力に適したブッシュパネレートチューニングを可能とした。

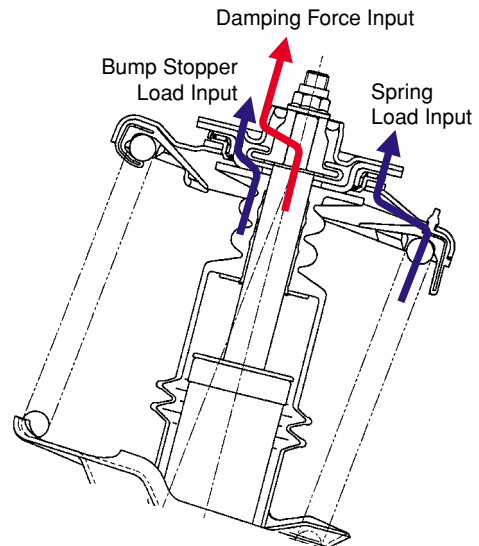


Fig.5 Front damper mount rubber construction

フロントロアアームは断面が箱型となるプレス部品の溶接合わせ構造として剛性を確保しつつ軽量化を図った。

3.2. リアサスペンション

シビックは3代前のモデルからダブルウィッシュボーンサスペンションを採用して操縦安定性／乗心地性能の向上を図ってきたが、ダンパマウント部の室内への侵入が大きく、荷室スペースの拡大に対してマイナス要素となっていた。

新型シビックのサスペンションは操縦安定性と乗心地確保のため従来シビック同様、Fig.6に示すダブルウィッシュボーンサスペンションを採用したが、荷室スペースを最大限確保するためにはサスペンション部品の荷室への侵入を最小限に押さえることが重要と考え、そのためサスペンション部品をいかに低く、外側に配置できるかの検討を行った。

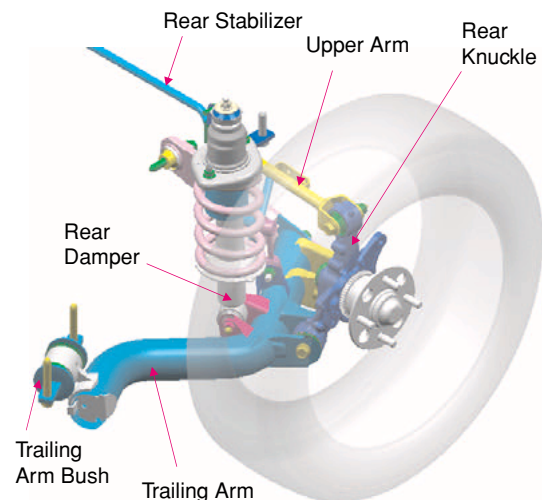


Fig.6 Rear suspension

従来モデルではタイヤの側面に配置されていたアップアームをホイール内に収めるインホイールダブルウィッシュボーンサスペンションとすることにより、サスペンション全体の高さを抑さえ、また、ダンパマウントベースを深絞り形状としてボディへの取り付け面を下げつつ、タイヤ内側面にほぼ垂直に配置することにより、ダンパマウント間距離を Fig.7 に示すように従来シビックに対して 142mm 広げ、荷室容量の対旧型比 40 リッターアップに寄与すると同時に形状的な使い勝手を大幅に向上させた。

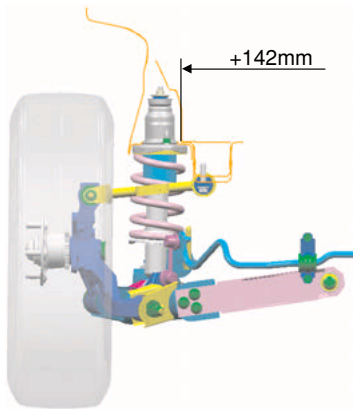


Fig.7 Rear suspension and rear damper width

車両走行時の安定性を確保するにあたり、重要なサスペンション特性としてブレーキフォース入力時のトー変化特性がある。新型リアサスペンションは、バネ下部分とボデーを連結しているトレーリングアームの後ろ側のアーム部を前後方向にたわむ構造とし、アーム先端部のブッシュ揺動軸方向のバネレートを柔らかく、軸直方向の特性を硬く設定することにより、前後方向のコンプライアンスストロークを十二分確保しつつ、ブレーキフォース入力時にトレーリングアーム先端部が斜め内側方向に変位させることによって積極的にタイヤがトーイン方向に向く設定でブレーキ制動時の安定性を確保した。その概念を Fig.8 に示す。

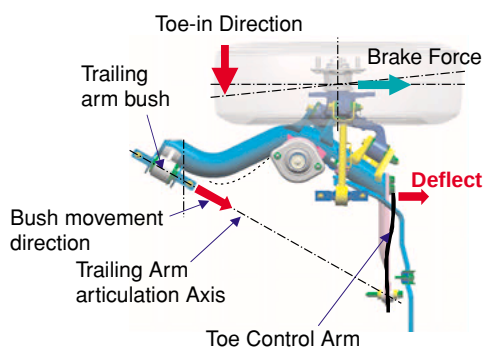


Fig.8 Rear suspension toe angle change with brake force applied

また、Fig.9に示す通りメカニカルコンプライアンス角を従来の 0.5 度から 4.4 度に改善することにより、特に大きな突起を乗り越えた時のハーシュネスの向上をはかった。

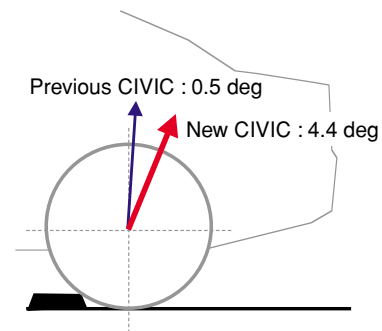


Fig.9 Mechanical compliance angle

アップアームはストレートかつパイプ断面構造としてキャンバ剛性を確保、ブッシュパネレート最適化とあわせて旋回時のリアサスペンション応答性向上を図った。

サスペンション横剛性については、ナックルとトレーリングアームを締結しているブッシュの構造及びパネレート、そしてこれらのブッシュの揺動軸角度設定に配慮したブッシュ軸配置を行い、Fig.10 に示すとおりリニアなトー変化を達成しつつ、Fig.11 に示すように従来のシビックに対して横剛性を約 22%向上することが出来た。

また、本構造はリアナックルを変更するのみで 4 輪駆動用のリアサスペンションにも対応可能な構造とし、またトレーリングアームはアーム本体を一般的なプレス溶接合わせ構造ではなく、パイプをベンディング工法にて曲げたものを採用して軽量化を図った。

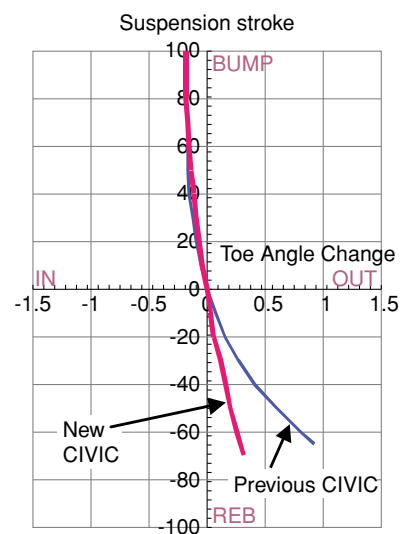


Fig.10 Rear suspension toe angle change

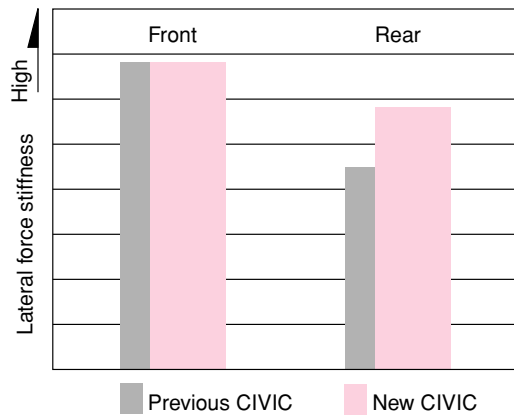


Fig.11 Suspension lateral stiffness at tire contact point

4. 達成性能

前項までに述べたサスペンションを採用することにより達成した代表的な車両特性を以下に示す。

4.1. 操縦安定性

(1) ステアフィール

従来のシビックは、ステアリングの初期操舵に対する応答性は高いものの、更に増し切りした際の応答性が初期の応答性に対して低くなるためリニアなステアフィールに欠けていた。新型シビックでは、ストラットダンパ剛性やステアリングマウントブッシュを含む各ブッシュの特性をチューニングすることにより、アライニングトルク剛性を適正化し、Fig.12 に示すようにステアリングの操舵に対してリニアなヨーの立ち上がり特性を達成した。

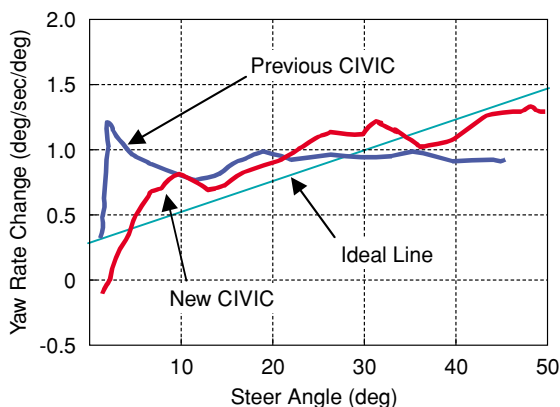


Fig.12 Steer angle and yaw rate change

(2) リニアな応答特性

リニアな車両応答性を達成するためには操舵に対するヨーレートと横加速度の位相遅れを小さくする必要がある。新型シビックのサスペンションを開発するにあたり、特に

リアのサスペンション横剛性を確保すること、及びロール仮想アーム長さの前後比をコントロールすることにより、Fig.13 に示すようにヨーレートと横加速度の位相遅れを減らし、また Fig.14 に示すように適正なヨーゲインを維持しつつヨーの共振周波数を向上させることが可能となり、通常走行時のゆっくりした操舵から早い操舵領域までリニアな応答性及び安定性を実現することができた。

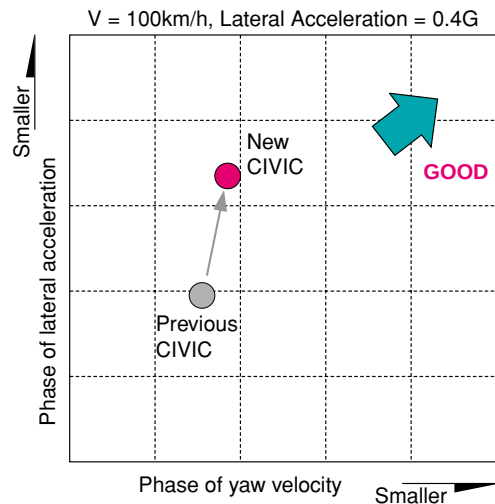


Fig.13 Yaw rate and lateral acceleration phase

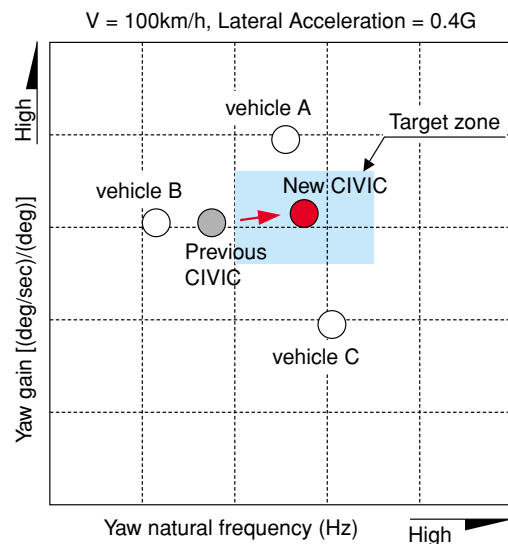


Fig.14 Steering response

(3) 旋回ロール軸

サスペンション前後のロール仮想アーム長さをコントロールし、またロールセンタ高の設定を見直すことにより Fig.15 に示すように旋回時の車体ピッチング角を常にやや前下がりとすることで、リアタイヤのコーナリングパワーの立ち上りを早め、安心感のあるロールフィールを達成した。

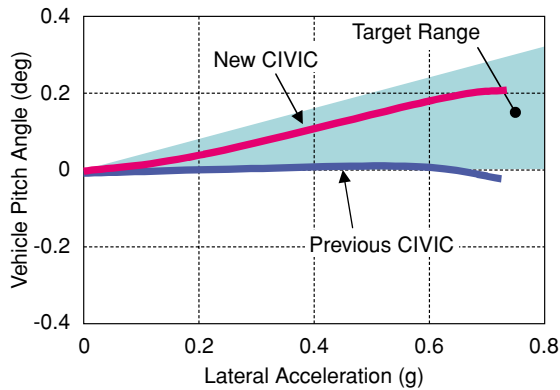


Fig.15 Lateral acceleration and pitch angle

サスペンションシステムを採用し、リアはトーコントロール機能をもったインホイールダブルウィッシュボーンサスペンションを採用することにより、高効率パッケージと優れた車両性能を高次元で両立させることができた。

4.2. 乗心地

前述の要素技術を投入することにより、ハンドリング領域のマージンが向上したことからサスペンション上下方向の動きをしなやかに設定する自由度が増したことが、及びコンプライアンスブッシュパネレート特性の最適化、メカニカルコンプライアンス角の改善等により、クラスを超えた乗り心地性能を達成出来た。

Fig.16 に乗心地全般の性能を横軸、乗心地性能の中の突起乗り越し時の硬さ感性能を縦軸に示す。

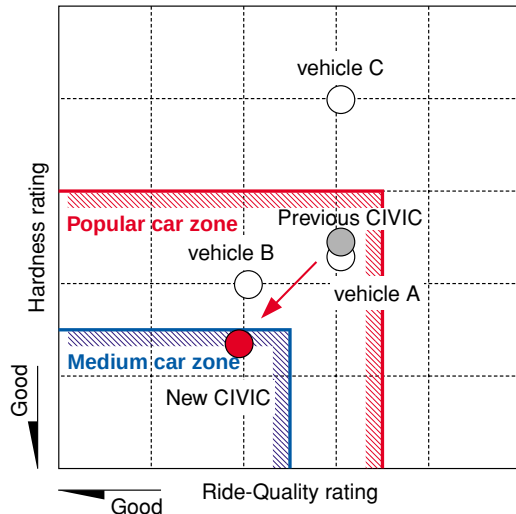


Fig.16 Ride quality rating and hardness rating

5. まとめ

新型シビックのパッケージ及び車両性能目標性能を満足するため新しいフロント及びリアサスペンションを開発した。

フロントに従来のサスペンションに対してステアリングギアボックス位置を約 250mm 上方に配置したストラット

■ 著 者 ■



長谷川俊也



和田 範 秋