

Steel Landscape

鉄の点景

サスペンション用コイルばね各種。
オーソドックスな円筒形のほか、納めるスペースや機能に応じてさまざまな形状のものがある。左からたる形、[L型]、円錐形。日本発条開発のL型は、ばねの中心に対し荷重軸をずらしたものの。



自動車 サスペンション用 コイルばね

路面の凹凸に車輪をよく追従させ、乗り心地や走行性能を向上させるサスペンション（懸架装置）は、自動車には欠かせない装置である。特に乗用車用サスペンションに多く用いられるコイルばねの発達と課題について述べる。

■サスペンションとコイルばね

車のサスペンションは、車輪・車軸を支えるとともに、路面の凹凸を吸収して車体側に伝えない緩衝機能、車輪を路面によりよく追従させる機能を担う機構である。

動作からは、個々の車輪をそれぞれ固有のサスペンションで支える独立懸架方式、車軸で連結した左右の車輪を一体で支える固定車軸方式の大きく2種に分けることができる。

独立懸架方式のなかにはさまざまな方式があり、現在、乗用車用として最も多用されているのが、「ストラット式」と呼ばれる方式である。固定車軸方式は、トラック、バスなどの商用車やオフロード車などによく用いられる。

車の形態に合わせ、前輪、後輪で異なるサスペンション形式を使うことも普通である。

サスペンション用ばねとしては、歴史的に鉄製が主流で、コイルばね、重ね板ばね（リーフスプリング）、トーションバーなどが用途に応じて使われる。特に乗用車用として一般的なストラット式では、ショックアブソーバーにかぶせる形でコイルばねが主に使われる。

一方、固定車軸方式では、重ね板ばねが多く用いられる。このほか、乗り心地を重視する観光バスなどでは空気ばね（エアサスペンション）、一部の乗用車などでは油圧（ハイロッドマチックサスペンション）も使われる。これらは車高を自由に変える機能を組み合わせていることも多い。

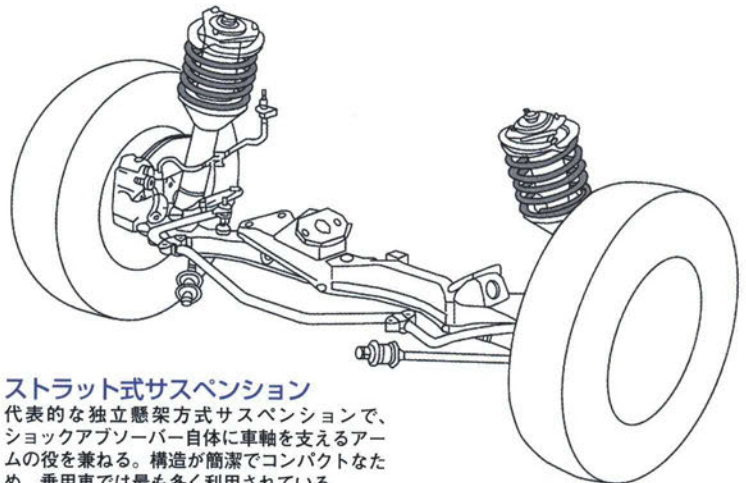
しかし最近では商用車でも独立懸架方式としてコイルばねを用いる例は多く、サスペンション用として、コイルばねは最も一般的な存在といえる。

■サスペンション用ばねの材質と形状

サスペンション用ばねに求められる基本的性能は、その弾性による緩衝と復元だが、それとともに、自動車部品として軽量化、省スペース性、乗り心地向上への寄与が強く要求される。

軽量化に最も関係するのは、ばねの疲労強度（腐食環境にない場合の疲労強度＝大気疲労強度）と、腐食疲労強度（塩害環境下での疲労強度）、耐へたり性（クリープ特性）である。腐食疲労強度については、1990年代、北米で融雪剤に塩が使われるようになったことで、重要な要素として求められ始めた。

サスペンション用ばねには、高強度のばね鋼が用いられる（図表参照）。基本的にはどの鋼種もばねの種類を問わず使えるが、一般的に小型のコイルばね用には、低温焼き戻しでの靱性改善、耐へたり性（クリープ特性）向上に効果があるSi量の多いものが多用される。サスペンション用のばね鋼は、1975



ストラット式サスペンション

代表的な独立懸架方式サスペンションで、ショックアブソーバー自体に車軸を支えるアームの役を兼ねる。構造が簡潔でコンパクトなため、乗用車では最も多く利用されている。

年当時は最大設計応力が900MPa程度だったが、材料技術の進歩により、90年代まではおよそ5年ごとに100MPaのペースで応力が向上し、現在では1200MPaが主流となっている。

加工技術の面では、温間ショットピーニング・温間2段ショットピーニングの実用化、ショット粒の材料・形状の進化などが、疲労強度の向上と軽量化に寄与している。

省スペース性や乗り心地の向上に関しては、材料強度の向上に加えて、ばね形状の設計が大きく関わる。コイルばねの基本的形状は円筒形だが、現在では、円錐形やたる形など巻き径を変化させたり、またピッチ（傾斜角）を変化させたりと、さまざまな形状のものが作られている。

巻き径を変化させたものは、圧縮させたときに線が重なり合わないためにストローク距離を稼ぐことができる。また、線同士が接触しないために防錆塗料の剥げが少なく、耐食性向上の目的でも使われる。

たる形は、線径自体を両端に向けて細くし、これに合わせて巻き径も小さくしたコイルばねである。圧縮されたときに両端から先に縮むため、ばね定数が可変となり、製品特性にも特徴を持たせることができる。



サスペンション用コイルばねの変遷

左から、1960年代、1980年代、2000年代の製品例。時代とともに、巻き数が少なく、線径も細くなっていることがわかる。



サスペンション用重ね板ばね

商用車やオフロード車の固定車軸方式によく用いられる重ね板ばね。

また、ダンパーとばねの位置が違うトレーリングアーム式、セミトレーリングアーム式などのサスペンションでは、ばねの荷重軸と外力の作用線にずれが生じる。そこで、線の傾斜角や全体形を変化させ、荷重軸をずらした特殊形状のばねも使われるようになり、乗り心地の向上に役立っている。

■将来への課題

材料、加工技術などの進化により、ここ数十年の間に、サスペンション用のコイルばねは目に見えて巻き数が少なく、線径も細くなっている。また、俗に「サス（サスペンション）がへたる」といった場合、原因はショックアブソーバーやゴムダンパーなどであることが多く、ばねの劣化は希であるほど、その耐久性も高い。しかし、軽量化、省スペース、乗り心地向上への要求は今後もさらに強く求められる。

材料技術の向上はなお続いているが、設計の観点ではコイルばねのピッチを立てることにには限度があり、新しい工夫が必要な段階を迎えている。

軽量化へのアプローチとして、線を中空にするという試み

も始まっている。これは高強度の細いパイプ材料自体がまだ実用域になく、内面のショットピーニングが困難であるなど課題も多いが、将来の方向性のひとつとして注目される。

[取材・文＝川畑英毅]

取材協力＝

日本発条株式会社

ばね鋼の化学成分と用途 「JISG4801:2005ばね鋼鋼材」より作成。用途については、SUP10が重ね板ばねに多用されるなど、実際には表以外の適用もある。

鋼種	鋼種の記号	化学成分							主な用途		
		C	Si	Mn	P	S	Cr		重ね板ばね	コイルばね	トーションバー
シリコンマンガン鋼鋼材	SUP6	0.56～0.64	1.50～1.80	0.70～1.00	0.030以下	0.030以下	-		○	○	○
	SUP7	0.56～0.64	1.80～2.20	0.70～1.00	0.030以下	0.030以下	-				
マンガンクロム鋼鋼材	SUP9	0.52～0.60	0.15～0.35	0.65～0.95	0.030以下	0.030以下	0.65～0.95				
	SUP9A	0.56～0.64	0.15～0.35	0.70～1.00	0.030以下	0.030以下	0.70～1.00				
クロムバナジウム鋼鋼材	SUP10	0.47～0.55	0.15～0.35	0.65～0.95	0.030以下	0.030以下	0.80～1.10	V 0.15～0.25		○	○
マンガンクロムボロン鋼鋼材	SUP11A	0.56～0.64	0.15～0.35	0.70～1.00	0.030以下	0.030以下	0.70～1.00	B 0.0005以上	○(大形)	○	○
シリコンクロム鋼鋼材	SUP12	0.51～0.59	1.20～1.60	0.60～0.90	0.030以下	0.030以下	0.60～0.90			○	
クロムモリブデン鋼鋼材	SUP13	0.56～0.64	0.15～0.35	0.70～1.00	0.030以下	0.030以下	0.70～0.90	Mo 0.25～0.35	○(大形)	○	