

対象技術全体の概要「自動車・二輪車のブレーキ・サスペンション部品」

本調査では、交通手段、輸送手段として広く利用されている自動車、二輪車（自動二輪車、電動補助自転車、自転車）の、主として操縦安定性、乗り心地性能、安全性を支配する、サスペンション部品、ブレーキ部品を対象とした。

現在では自動車は生活の一部に完全に組み込まれており、自動車の無い世界は考えられない。二輪車は車輪を付けた移動の道具としては自動車よりも早く現れた。ゴットリーブ・ダイムラーが世界で初めての自動車を発明し、その快適さと利便性から今日の隆盛を極めるに至った現在でも、二輪車も手軽な移動手段として、或いは運転者自らが転倒しないようにバランスをとりながら「機械馬」を御するという爽快感とスポーツ性から、万人に愛用され、益々発展をし続けている。

自動車と二輪車は4つの車輪（3つも有る）と2つの車輪というだけで、サスペンションとブレーキに求められる機能や性能は、見方にも依るが、かなり違ったものになる。この違いが起きる根本的な要因は、二輪車の場合は運転者自らが、転倒しないようにコントロールする制御系の一部を担っているという、乗車形態にある。ところが自動車では車輪が4つ有るので、転倒はし難く、運転者自らが平衡を司る制御系に居る必要はない。

また、二輪車では運転者が前後2輪を結ぶ直線の上に跨るか座ることになる。サスペンションやブレーキは運転者を避け、空いている僅かの空間に、エンジンなど他の部品と場所を取り合いながら配置しなければならないという、形態的な制約がある。

さらに、二輪車においては、自動車のように運転者を包み込む外皮となるボディがないため、構成される部品の多くがむき出しのままとなり、これを見苦しくない様、上手に整理し配置する努力が必要になる。この欠点とも思われる制約を逆手に取り、各部品の機能美を「見せる」という方向で進化してきた事も事実である。

アフターマーケットにおいては既製品に飽き足らない一部のマニアを相手にした、見せる（あるいは魅せる）為のアイデアを盛り込んだ改造パーツがアフターパーツ市場の一部を形成している。今回はこの様な改造マニア向けの商品を中心にした展示会やその関係の業界資料等にも調査の範囲を広げ、情報を収集した。

以下には、自動車、自動二輪車、自転車のサスペンションとブレーキの技術について概観する。本調査では、これらの技術および使用されるサスペンション部品、ブレーキ部品を対象に調査した。

自動車

表1に、自動車のサスペンションとブレーキの種類、方式をまとめたものを示す。

サスペンション系は、車体とタイヤを結合する機構で、タイヤからの入力を車体に伝えると共にタイヤを車体に対して正確に位置決めすること、路面の凹凸等からタイヤに加えられる衝撃、振動、音などを緩衝して車体に伝え、乗員、積荷等を保護すること、そして、タイヤの動きを制御し、車両の操縦性や安定性を向上させることが、主な役割である。上下方向の外力に対しては、バネ、ショックアブソーバなどの緩衝や減衰機構によって緩衝させる。またそれ以外の方向の外力に対しては、車体とタイヤを結合している適度な剛性をもつアームやリンクなどの連係した動きによって受け止める。

サスペンション形式には、表1に示すように、左右両輪を1本の車軸（アクスル）で連結した車軸懸架式と、左右両輪が独立して運動できる独立懸架式がある。乗り心地、居室性に直接影響するために、車種に応じて様々な方式が開発されている。

後輪サスペンションは、古くは、板バネ（リーフスプリング）を用いた車軸懸架形式であったが、コイルスプリングが用いられるようになって、トレーリング形式、特にセミトレーリング形式が多用された。またストラット形式やトーションビームアクスル形式も用いられているが、これは後部居室、荷室のレイアウトと関連しているところが多い。近年に至って操縦安定性、乗り心地向上の観点から、

よりサスペンション設定の自由度の大きいダブルウィッシュボーン形式やマルチリンク形式も、多く用いられるようになっている。

前輪サスペンションとしては、エンジンルームレイアウトに有利なストラット形式が多く用いられてきた。一部スポーツタイプの車では、サスペンション設定の自由度が大きいダブルウィッシュボーン形式も用いられている。最近では後輪サスペンションと同じく、さらにサスペンション設定の自由度を大きくした、マルチリンク形式も用いられてきている。

乗り心地性能にはスプリングのバネ定数、ショックアブソーバ減衰力、ブッシュのバネ定数等が大きく影響する。これらを低く設定すると乗り心地は良くなる方向であるが、反面操縦安定性が悪くなり、両者のバランスをとった設定をすることがサスペンション設計において重要視されてきた。

最近では、可変機構を用いてバネ定数や減衰力を電子制御し、走行状態に合わせて最適にコントロールし、操縦安定性と乗り心地性能を向上させることも行なわれている。

表 1. 自動車のサスペンションとブレーキの種類、方式

種類	サス/ブレーキ	分類1	分類2	分類3
自動車	サスペンション	独立懸架装置 (インディペンデント サスペンション)	スイングアーム式	リーディングアーム式
				トレーリングアーム式
				フルトレーリングアーム式
				セミトレーリングアーム式
				トーションビーム式
				ダイアゴナルリンク式
				スイングアックスル式
				ダブルトレーリングアーム式
				その他
			ウィッシュボーン式	ダブルウィッシュボーン式
			ストラット式	マクファーソンストラット式
			マルチリンク式	デュアルリンク式等
			デュボネ式	
		車軸式懸架装置 (リジッドアックスル サスペンション)	平行リーフスプリング式	
			リンク式(マルチリンク式)	4リンク式
				5リンク式
			ド・ディオン式	ワットリンク式等
			トーションビーム式	
			その他	
	制御型サスペンション	制御型サスペンション	エアサスペンション	
			ハイドロエラストックサス	
			ハイドロニューマチックサス	
			アクティブサスペンション	フルアクティブ、セミアクティブ、低周波数アクティブ型等
	ブレーキ	ドラムブレーキ	リーディングトレーリング式	
			ツリーディング式	
			デュオサーボ式	
			ユニサーボ式等	
		ディスクブレーキ	浮動型キャリパー	
			固定型キャリパー	
		パーキングブレーキ	ドラムブレーキ用	
			ディスクブレーキ用	
			ドラムインディスクブレーキ	
		リターダ	流体式	
			電磁式	
			永久磁石式	

ブレーキ装置は車両を減速・停止させたり、駐車中の車両が動き出すのを防ぐものであり、安全性・信頼性が最も要求される装置である。自動車技術の進歩や道路環境の整備によって車両の速度はますます高速化しており、ブレーキ装置に要求される性能は厳しいものになっている。

ブレーキの形式は以前は前後輪ともドラムブレーキであった。しかし、制動時のフィーリングと放熱性の点から、最近では前輪は殆どがディスクブレーキを用いるようになっている。後輪についてはまだドラムブレーキが多いが、スポーツタイプの車などでは後輪もディスクブレーキを用いる車も多

くなっている。

ディスクブレーキにおいてはドラムブレーキのような自己倍力作用がないため、一般にエンジンの負圧等を用いた倍力装置が併用されている。また急制動時、一般の運転者はペダルを踏むのが精一杯で、それ以上のブレーキコントロールはできないため、電子制御により急制動時の車の方向安定性を保つ、アンチロック装置が早い時期から実用化され普及してきている。最近では運転者のブレーキ操作から緊急制動状態を判断して、倍力作用を強め制動力をより大きくするブレーキアシストも実用化されている。

二輪車

表2に二輪車のサスペンションとブレーキの種類、方式をまとめて示す。サスペンションでは、自動二輪にのみ使用され、自転車にも実施例があるものを印で示している。ブレーキについても、自転車に限定されている方式には印をつけて区別している。

サスペンション系については、自動車の場合と同様に、様々な方式が開発されている。自動車の場合は、全てが片持ち式サスペンションであるが、二輪車の場合には片持ち式と両持ち式の2種類がある。自動二輪車の前輪サスペンションは、オートバイでは、テレスコピック式が主流で、大型又は高性能型は特に倒立型テレスコピックが多く採用されている。スクーターの場合は、テレスコピック式とともにリンク式が採用されている。

表2. 二輪車のサスペンションとブレーキの種類、方式

種類	サス/ブレーキ	前/後輪	大分類	中分類	小分類
二輪車	サスペンション	前輪用	操舵機構一体方式	テレスコピック式	正立型 倒立型
				リンク式	ガーダーフォーク スプリングフォーク アールズフォーク ボトムリンクフォーク
			操舵機構分離方式	フォークステア方式	デュオレバー方式 テレレバー方式
				ハブセンターステア方式	RADD方式 ChiQane方式 Tesi方式
		後輪用	スイングアーム式	トレーリングアーム式	ショックアブソーバ2本式 ショックアブソーバ1本式
				平行リンク式	平行リンク式(チェーン駆動) 平行リンク式(シャフト駆動)
				4バーリンケージ式	
				BB支点式	
			非スイングアーム式	リーフばね式	
				ブランジャ式	
				ハブクッション式	
				フレームメンバー可撓式	シートステー可撓式 チェーンステー可撓式
			エンジンユニット一体作動式	ユニットスイング式	
			ペダル軸一体スイング式	ユニットスイング式	ペダル軸一体スイング式
	ブレーキ	前後用	ディスクブレーキ	液圧式	浮動キャリパ式 固定キャリパ式
				機械式	
			ドラムブレーキ	リーディング・トレーリング	
				ツリーディング(前輪のみ)	
			ハブブレーキ	バンドブレーキ	
				コースターブレーキ	
			リムブレーキ	キャリパブレーキ	
				カンチレバーブレーキ	
				Vブレーキ	

は自転車にも実施例があるもの
は自転車に限定されている方式

後輪サスペンションは、オートバイの主流はスイングアーム式でクッションを2本使うタイプだったが、最近はアームの支点寄りにリンクを介して取り付けのタイプが多くなっている。スクーターでは、動力の伝達経路と片持ちのスイングアームを兼ねて、エンジンの前方を支点にエンジンがスイングアームと一緒に上下動するユニットスイング方式が主流である。

自転車の場合には、前後輪ともサスペンションの無いタイプが主流であるが、MTB(マウンテンバイク)では、自動二輪車のように本格的ではないがテレスコピック式が流行しつつある。また、後輪サスペンションでは、オートバイを真似た両持ちのスイングアームの支点近くにクッションを付けたタイプが目立つ。

自動二輪車のブレーキは、前輪に対しては、オートバイタイプではディスクブレーキが主流であるが、スクーターではドラムブレーキタイプが多い。しかし、スクーターの高性能スポーツモデルではディスクブレーキを採用するモデルが多くなっている。一方、後輪に対しては、オートバイ、スクーター共にドラム式が主流であるが、高性能スポーツモデルではディスクブレーキを装着する例もある。状況は、自動車の場合と類似している。

自転車の場合には、前輪に対しては、キャリパー式リムブレーキが主流であるが、MTBのスポーツモデルではディスクブレーキを採用する傾向にある。一方、後輪に対しては、キャリパー式リムブレーキはスポーツ車に採用され、実用車にはバンドブレーキ等が採用されている。MTBのスポーツモデルではディスクブレーキを採用する例もある。

本調査では、これらの情報を調査する対象機関として下表に示す各機関を調査対象候補とした。

表. 調査対象候補企業

表. 調査対象候補研究機関、工業会

国内	海外
トヨタ自動車	Ford motor Company(米)
日産自動車	General Motors Corporation(米)
マツダ	DaimlerChrysler(欧)
三菱自動車工業	AUDI Aktiengesellschaft(欧)
三菱ふそうトラック・バス	Porsche AG(欧)
富士重工業	Renault (欧)
日野自動車工業	Mack Trucks(米)
日産ディーゼル工業	BOSCH(欧)
いすゞ自動車	Aprilia(欧)
ダイハツ工業	Bimota(欧)
本田技研工業	BMW(欧)
ヤマハ発動機	BREMBO(欧)
スズキ	BUELL(米)
川崎重工業	Continental Teves AG & Co.(欧)
カヤバ工業	Ducati(欧)
BOSCH	Harley-DaVidson(米)
デンソー	Huseqvarna(欧)
三菱製鋼	KTM(欧)
富士通テン	MotoGuzzi(欧)
豊田合成	MV Agusta(欧)
藤倉電線	MZ(欧)
豊田工業	Norton America(KennyDreer)(米)
曙ブレーキ工業	Triumph(欧)
ショーワ	TRW(米)
日立製作所	Ural(ロシア)
三洋電機	Victory(Polaris)(米)
アイシン精機	Volkswagen(欧)
住友電機工業	ZF Sachs Automotive(欧)
日信工業	テネコオートモティブ(米)
日本ブレーキ工業	ジャイアント(台湾)
辰栄工業	Fiat(欧)
アイエス精機	
日発精密工業	
ヨシワ工業	
アドヴィックス	
松下電器産業	
シマノ	
ブリヂストンサイクル	
吉貝機械金属	

日本自動車研究所
日本自動車工業会
日本自動車部品工業会
自動車技術会
日本自動車輸入組合
日本自動車連盟
日本交通政策研究会
自動車部品流通研究所
自転車産業振興協会技術研究所
AAM: (米国自動車工業会)
SAE: (米国自動車技術会)
ACEA: (欧州自動車工業会)
ATZ: (独.自動車技術会)
VDA: (ドイツ自動車工業会)
MIRA: (英.研究機関)
VDI(独.機械学会)