

進化する オートバイを支える鉄



通勤や通学等の実用目的でのオートバイの使用は減少しているが、二輪車自体の人気の衰えているかというと、そうではない。「趣味」としてオートバイに乗る、または乗りたいと関心を持つ人が増えているのである。

これに伴い、新しいオートバイの開発は、最新技術や優れた材料を積極的に採用して、こだわりのニーズに応えている。

(写真提供：本田技研工業(株))

オートバイ人気に復活の兆し

2018年春に開催された東京モーターサイクルショーの来場者は過去最多を記録した。日本最大のオートバイの祭典には14万人を超える人々が来場し、ブースはどこも黒山の人だかり。中高年男性が多いが若者や女性の姿も目立っていた。

近年、二輪車の国内販売台数は低迷していたが、2017年の販売台数は38万台を超え、前年比2.9%増と3年ぶりの増加に転じた。なかでも軽二輪(排気量126~250cc)が前年比約20%増と、大きく躍進した。ホンダ、ヤマハ、スズキ、カワサキの国内大手メーカーが、車検がなく維持しやすい排気量250ccクラスを中心に新車を投入した効果が大きい。また小型二輪(251cc以上)も同1.7%と微増している(図1、2)。

2017年に販売が伸びた背景には、強化された排ガス規制に対応できず生産終了となったオートバイの駆け込み需要があったことも影響している。2016年から適用された排ガス規制は、排出ガス中のNO_x、HC、COを、従来の規制値から最大約6割低い水準に引き下げる内容になっている。その他、新たに駐車時の燃料蒸発ガスに対する規制や車載式故障診断装置の装備の義務化も付加されている。原付第一種(50cc以下)についてはCO、NO_xを5割削減と非常に厳しく、現行車で

の対応が困難となり、生産終了に追い込まれたものも少なくない。これに対して、原付第二種(51~125cc)は新車の開発が積極的に進められている(図3)。

一方、輸入車もハーレーダビッドソンやBMW、ドゥカティ、トライアンフ、KTMなどもディーラー網が整備されたことで身近になっており、特に輸入車のなかで首位となるハーレーダビッドソンは大きなシェアを握っている。

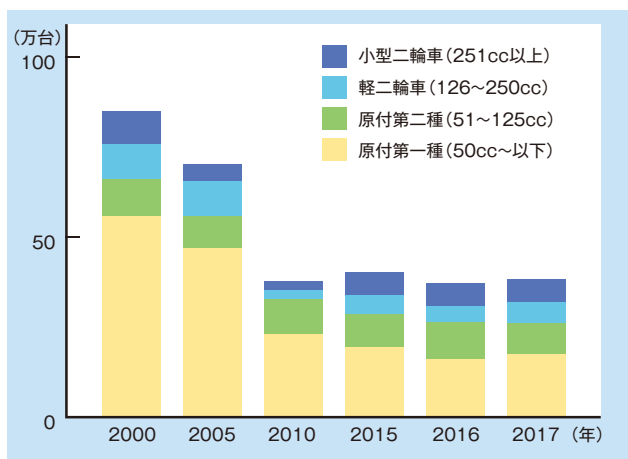
インターネット等で豊富な情報を入手し、良いものを見極め、価値あるものは高価でも手に入れたいというように、人々の意識や価値観が変わるなかで、新しいオートバイの開発も最新技術を惜しみなく投入し、こだわりのニーズに応えようとしている。そこには品質や機能性の高い鉄鋼材料が使用され、新しい製品開発を支えている。

ディスクブレーキに欠かせない 高耐熱ステンレス鋼

オートバイではアルミニウムが使用されている部分もあるが、フロントサスペンションのインナーチューブやサスペンションのパネ、アクスルシャフト、ディスクブレーキのローター、燃料タンク、エンジンのクランクシャフト、ギヤ等の重要な部品には鉄鋼材料が使用されている。

●二輪車国内販売台数の推移(図1)

販売台数は近年低迷していたが、2017年は前年比2.9%増と増加に転じた。



日本自動車工業会調べ、全国軽自動車協会連合会調べより作成

ホンダ「モンキー125」
125cc(図3)

50ccの市場規模が縮小する中で、環境法規への対応が難しくなったためロングセラーであったホンダの原付第一種(50cc)「モンキー」は生産終了となったが、原付第二種(125cc)として復活を遂げている。(本田技研工業(株))



●2017年に販売数が多かった車種の例(図2)



ヤマハ「YZF-R25」
250cc
(ヤマハ発動機(株))

ホンダ「CB400SF/SB」
400cc
(本田技研工業(株))



カワサキ「Ninja 1000」
1000cc
(株)カワサキモータースジャパン

なかでもディスクブレーキには12~13%Crを含む低炭素マルテンサイト系ステンレス鋼が一般的に使用されている(図4)。近年、ユーザーの本格志向や趣味性の高いオートバイへのニーズの高まりによって、中・大型やスポーツタイプのオートバイではいっそうの走行性能の向上が図られている。これに伴いディスクブレーキには強い負荷がかかり、制動時発熱が増し、より耐熱性の高い材料が求められている。またブレーキの小型化、軽量化ニーズからディスクブレーキの薄肉化が求められており、熱容量の低下を補う材料の耐熱性の向上がより重要度を増している。

さらにディスクブレーキはタイヤ内で人目に触れる場所に設置されるため、美観性も重視される。錆びないことはブレーキ性能の維持からも重要で、材料には耐食性が必要となる。従来のディスクブレーキは円盤であったが、放熱性や軽量化から穴が空けられるのが一般的で、これはデザイン上のアクセントともなっている。どんなブレーキを搭載しているかはユーザーへの訴求力があるため、最近では外周を花びらのような波状にした「ウェーブディスク」が登場するなど、複雑な形状に加工されるため材料には打ち抜き等の加工性の確保も必要となる。

ディスクブレーキの仕組みは、車輪に連動して回転するディスクをブレーキパッドで挟み、その摩擦により車両速度を制御するシステムになっている。摩擦によってディスクの摩耗が進まないように、一般的にディスクの硬さは32~38HRCが求められる。

エンジンのコンロッドにチタン合金を採用

ヤマハのスポーツバイク「YZF-R1」はサーキットで勝つために2015年にフルモデルチェンジをしたが、エンジンの軽量化と高回転化に対応するため、エンジン部品であるコンロッドにチタンを採用した。

採用されたのは、AlやFe等の安価な汎用元素を使用し、VやMo等の希少元素を使用しない5Al-1Feチタン合金で、Ti-6Al-4V等の汎用チタン合金と同等以上の強度特性、加工性を持つ。特に熱間加工性と切削加工性に優れ、加工時のコスト低減と生産性の確保に寄与する。新しいチタン合金の採用によって、コンロッドは従来の鋼製コンロッドに比べ約20%の軽量化を達成している。



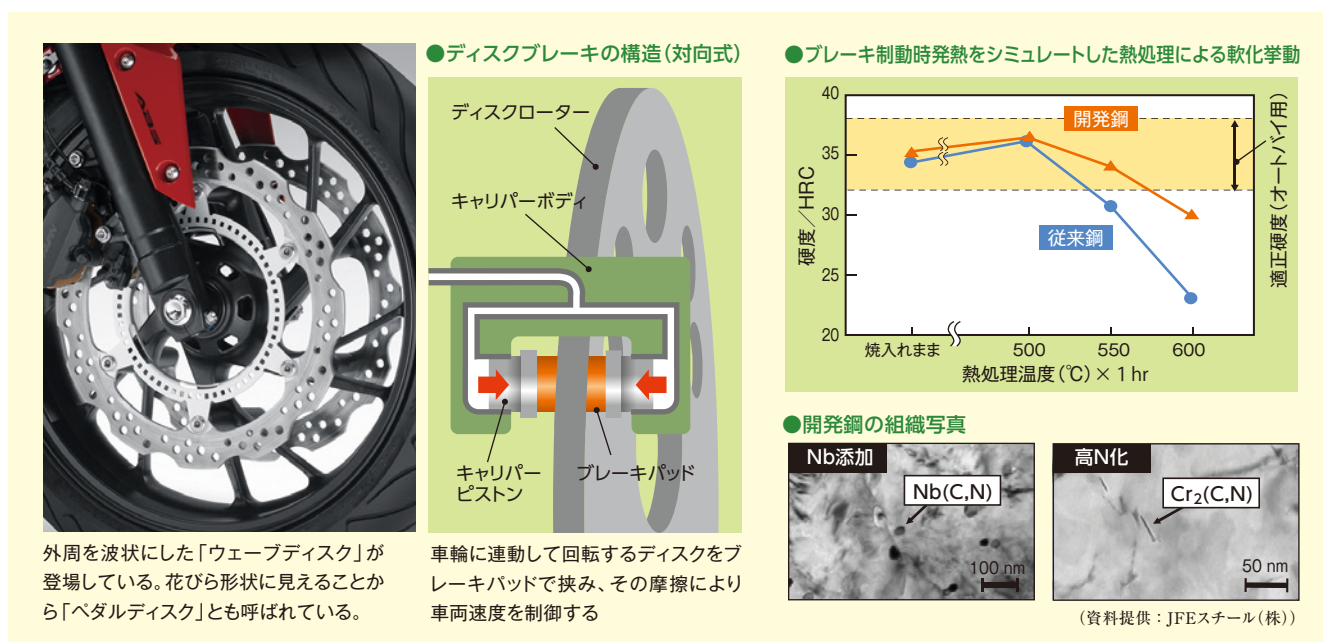
採用されたチタンコンロッド



ヤマハ「YZF-R1」998cc

(写真提供: ヤマハ発動機(株))

■ディスクブレーキ用高耐熱ステンレス鋼の開発(図4)



る。従来使用されていた中炭素マルテンサイト系ステンレス鋼(13Cr-0.2C鋼や13Cr-0.3C鋼)は求められる硬さを出すために、ブレーキメーカーにおいて焼入れと焼戻しの二段階の熱処理を必要とし、耐食性もやや不足していた。そこでMnの添加によって高温でのオーステナイト単相の温度範囲を拡大し、焼入れによって形成されるマルテンサイトの硬度を(C+N)量のコントロールにより制御した低炭素マルテンサイト系ステンレス鋼(12Cr-1.5Mn-0.05C鋼)が1980年代に開発された。このような低炭素マルテンサイト系ステンレス鋼は焼戻しを不要とすることから、オートバイのディスクブレーキ用材料として国内外で圧倒的なシェアを誇っている。

この低炭素マルテンサイト系ステンレス鋼について、最近ではオートバイの高性能化に伴って、一層の高耐熱化が必要になってきている。ディスクは500℃以上に上昇する場合もあり、高温下で焼戻しが起こり、材料が軟化する可能性がある。低炭素マルテンサイト系ステンレス鋼は焼戻し過程において転位の回復や炭窒化物析出に伴う固溶(C+N)の減少により軟化が進行する。そこでまずはNb添加により微細なNb(C,N)を析出させた。さらに高N化により、焼戻し過程において粗大なM₂₃C₆の析出を制御する一方で固溶(C+N)を確保し、微細なCr₂(C,N)を析出させ、軟化抵抗を向上させた。このNb添加と高N化を同時に行うことで、550℃においても適正な硬さを維持でき、耐熱性が大幅に向上した。また、この開発鋼は優れた耐食性を持つことも確認され、従来鋼同様、ブレーキメーカーでの焼戻しも不要である。高い耐熱性を持つ開発鋼はオートバイの高性能化を支えるとともに、放熱性の余裕が増すため、熱容量の減少が伴うブレーキディスクの小型化、軽量化、さらにはデザイン性の向上にも貢献すると考えられている。

燃料タンクに世界初となる純チタンを採用

趣味性の高いオートバイに関心が高まるなか、ライダーがこだわるパーツの一つが燃料タンク(以降、「タンク」と記す)である(図5)。形状や大きさ、色など、オートバイの顔として、デザインを決定づける重要な部品である。特にライダーの憧れであるレーシングマシンやスポーツバイクは軽量化や走行性能の追求から、新しい材料が積極的に試みられている。

2017年春、ホンダが大型スポーツバイク(1000cc)のタンクに公道用量産車では世界初となるチタンを採用し、話題となっている。これまで加工が難しいチタンは、特殊なレーシングマシンなどの、コンロッドや吸・排気バルブ、エキゾーストパイプ、ボルト等のパーツでの使用に限られていた。しかし徹底した軽量化のため、一般的には亜鉛めっき鋼板が使用されているタンクにチタンを採用した。

チタンの採用にあたっては、比強度の高いアルミニウムも比較検討された。燃料タンクは極力少ない部材で容量を確保するため、凹みの大きい形状が要求されるが、チタンの深絞り性はアルミニウムよりも優れ、従来の鋼製タンクと同じ上下二分割構造で成形が可能となり、既存設備を使用できることが大きなメリットとなった。採用されたのは成形性が高く、入手性に優れたJIS規格品である純チタン1種材が選ばれた。

課題となったのがチタン特有の異方性である。板の長手方向、幅方向、板厚方向によって性質等が異なることにより、プレス時にシワや亀裂、かじり等が起こる場合がある。そこで金型に「ビード」と呼ばれる凸形状を設け板の流入を部分的に抑えることで、シワや亀裂を抑制した。さらにかじりは、チタン表面の酸化層が引張変形により壊され、摺動により金型と接触して起こ

■チタン製タンクの開発(図5)



ホンダ「CBR1000 RR SP」1000cc
チタン製タンクをはじめとした軽量化によって、オートバイ全体ではクラス最軽量となる195kgを実現している。



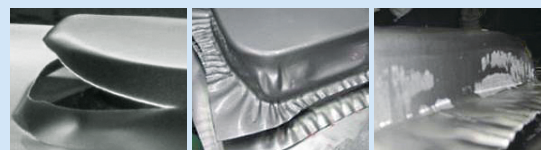
燃料タンクの外観(チタンタンクが樹脂製のタンクカバーで覆われている)



耐食性が高いチタンは無塗装で使用される。
写真右がタンク上部、左が底面

●チタン加工上の課題

異方性により、プレス時にシワや亀裂、かじり等が起こる場合がある。



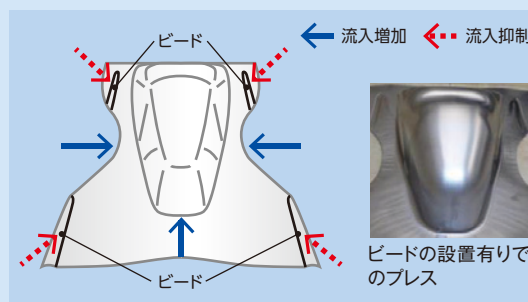
亀裂

シワ

かじり

●ビードの設置箇所

金型に「ビード」と呼ばれる凸形状を設け板の流入を部分的に抑え、シワや亀裂を抑制した。



ビードの設置有りでのプレス



●溶接での課題と解決策

チタンは熱伝導率が低いためシーム溶接時の発熱が局所的になり、ちりが発生しやすい。そこで通電パターンを断続的に休止をはさむ断続通電とすることでちりを抑制した。

(資料提供：本田技研工業(株)、(株)本田技術研究所)

るため、かじりが発生しやすい部位の金型を耐摩耗性アルミニウム青銅(Cu-Al-Mn-Si合金)で構成し、発生を抑えた。チタンの加工上の課題については鉄鋼メーカーからも技術提案がなされ、求める品質が確保された。

開発されたチタン製タンクは従来の鋼製タンクに比べ約1.3kgの軽量化を達成している。さらに同オートバイのマフラーには純チタン2種材が使用され、従来比2.8kgの軽量化を図っており、重量の大きいものを車体の重心付近に集めるといふ「マス集中化」に寄与し、軽快なハンドリングを実現させている。

またこれに先行して、「モトクロッサー」と呼ばれるオフロード競技二輪車でもチタン製タンクが採用されている。同車は軽量化要求からポリエチレン等の樹脂が広く使用されているが、樹脂製からチタン製に変えることで0.6kgの軽量化を達成している。モトクロスでは、ライダーは起伏に富んだオフロードを多様な姿勢で乗車するが、時にはタンクに寄りかかったり、タンクに着座することもある。そのため樹脂製タンクの肉厚を数mmと厚くして耐衝撃性を確保しているが、これをチタン製に変えることで0.7mmに薄肉化し、これによってタンク全体の高さを約15mm低減することができた。タンクの高さが低く抑えられたことで、より自由度の高いライディングが可能となっている。

同社の開発担当者らは「チタンは夢の金属」と表現する。軽く、強く、耐食性に優れるチタンは、「走り」を追求するオートバイにとっては大きな魅力を持つ。例えば「チタン製マフラー」が多くのライダーの憧れとなっているように、どんな材料を使用しているかは、いまやオートバイの魅力の一つとなっている。ハイテン材が採用されたり、CFRP等の新しい軽量化材料も検討され始めている。世界において品質の高さが評価されている日本製オートバイにとって、品質や機能性、信頼性の高い鉄鋼材料が今後、その特性を発揮し、ユーザーへの訴求力となっていくことを期待する。

●取材協力 本田技研工業(株)、(株)本田技術研究所、新日鐵住金(株)
JFEスチール(株)

●文 藤井美穂



アクロバティックなオフロード競技ではタンクに耐衝撃性も求められる。

(写真提供：本田技研工業(株))