

[技術論文]

モーターサイクルにおけるアルミニウム材料の現状と動向

Recent application and trend of aluminum alloys in motorcycles

山田 徹*
Tohru Yamada

要 旨

モーターサイクルに用いているアルミ材料は、全車種の約33%以上（アルミフレーム採用車）と乗用車（約4.4%）などの他の輸送器機に比較して極めて高い比率を占めている。本報では、まずこれらのアルミ合金との材質が現状どの部品にどの様に使われているか、その材質的特徴は何かについて解説する。

次にモーターサイクルの機能要求に対し主にエンジン系ではピストン、フレーム系ではアルミフレームを例にとり、材料と加工方法の両面からどのようなアプローチが為されてきたかを述べ、最後にモーターサイクルのアルミ材料が今後どの様な方向に向かおうとしているかをダイカスト、合金鋳物、展伸材に分けて考察を加える。

軽金属業界のなかで先駆的役割を果たしているモーターサイクル用アルミ材料について、その現状と動向をまとめたものである。

1. は じ め に

二輪車は、便利さ経済性などにより手軽な乗物として通勤、ショッピング、商用など幅広く利用されている。国内保有台数も昭和62年には1863万

Abstract

The weight of aluminium alloys used on a motorcycle accounts for more than 33% of the total weight of the vehicle (aluminium slloy frame motorcycle). This percentage exceeds by far that of other transportation equipment such as cars (approx. 4.4 %).

First, this paper describes the types and use of aluminium alloys for motorcycle parts and features of the alloys.

Secondly, it takes the piston ring as example for engine parts and the aluminium frame as example for frame parts and then discusses, with respect to material and machining, the approaches to achieve their functions required as motorcycle parts.

Finally, it discusses the future trend of the use of aluminium alloys on motorcycles, dividing the use into die castings, alloy castings, and sheets and plates.

Thus, it summarizes the present condition and the future trend of aluminium alloys for motorcycles that play the role of a pioneer for aluminium industry.

台を数え、普及率は38%に達している。一方、生産量は昭和56年の867万台をピークに減少し、昭和62年には469万台（いずれもK Dセットを含む）となつたが、全世界的には依然日本が世界一を保ち続けている。国内市場の動向をみると代替需要が5割を超えることに示されるように成熟化しつつある中で、126cc以上の中排気量車の保有が増加し

* 技術本部 要素研究部

ている¹⁾。

この126cc以上の中でスポーツ車と呼ばれる車種に二輪車材料の特徴が端的に現れているので以下、この車種を前提に述べていきたい。ユーザー・ニーズとして高性能、スタイリング、フィーチャーなどが求められるためアルミニウム合金の持つ軽さ、質感、それに加えてアルミニウムならではの機能的デザインを追及し、積極的に採用することによってニーズに応えてきた。したがって鉄鋼材料からアルミニウム展伸材あるいは鋳造材へと材料変換が行われてきた結果、モーターサイクルにおけるアルミ化率は現用材料では限界に近づきつつあり新材料が期待されるやうである。

本稿では現在の使用状況に始まり、部品から見た材料への要求や問題点、そして材料変換や新材料への期待も含めた動向について述べてみたい。

2. モーターサイクルにおけるアルミニウム材料

2.1 アルミ化率とその特徴

図1に自動車、モーターサイクル、航空機の順にその材料構成比を示す。モーターサイクルのアルミ化率は約33%（アルミ・フレーム採用機種）であり、航空機の80%²⁾に及ばないまでも自動車の4.4%³⁾に比較し約7.5倍ときわめて高いのが第一の特徴である。第二に展伸材の比率が高いことである。航空機は100%展伸材であるのに対し自動車は逆に99%が鋳造材であり、モーターサイクルは

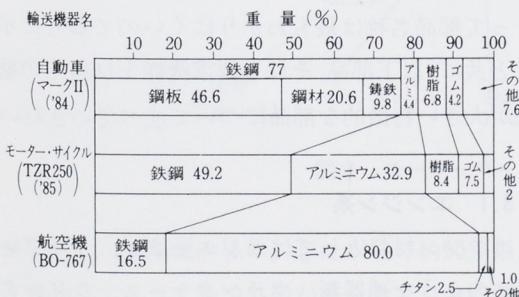


図1 各輸送機器の材料構成比

約40%が展伸材である。第三に展伸材の材質をみると自動車が用いる場合はA6061などの中強度合金であるのに対し、モーターサイクルはA2014、A2017、A5083、A7N01など高強度合金が多い。第四に鋳造材料では一部の部品に、過共晶シリコン、ヒドロナリウム、高延性ダイカストを使用している。

以上をまとめてみるとモーターサイクルではアルミ化率、展伸材それも高強度合金の比率共に高く、また一部特殊な鋳造材を用い、全体的には航空機材料と自動車材料の中間的な位置にある。

2.2 現用アルミニウム材料とその適用部品

2.2.1 ダイカスト合金

ダイカスト材は、種々の理由により各社とも独自の規格を作っていることが多い。相当規格合金とその使用例を表1に示す。使用量からみると、ADC10またはADC12相当の合金が最も多く約90%以上を占める。これ以外ではクラッチ部品のように耐摩耗性が必要な場合はB390合金を用い、ある程度の靭性が求められる部品にはADC3相当を、さらに耐食性が必要な場合はADC5またはADC6を用いている。モーターサイクル用ダイカスト材としては10年ほど前から使用しているB390合金と、高延性材としてのADC3, 5, 6相当およびこれらを改良した合金⁴⁾などを使用している点が特徴的である。

2.2.2 合金鋳物

JIS合金を用いることが多い。使用例を表2に示す。AC4BとAC4Cを合わせると使用量の約80%を超え、AC4Bは湯流れ性が良く汎用的に使われ、強度が必要な場合はT6を、そうでない場合はFまたはT2熱処理で用い、Na改良処理も行わないこともある。AC4CHはホイールを始めとして転倒しても破損せず折れ曲がるような靭性が要求される部品に適用し必ず改良処理（Na, Sb）を行いT6で用いる。

AC2B, 4Dは4Bに比べ伸び、被削性の点で、円

表1 ダイカスト合金とその使用例

相当規格	使用例
ADC10または12	クランクケース、カバー類 4サイクル・ボディシリンダー 2サイクル・空冷ヘッドシリンダー
B390	ハウジング・クラッチ、ボス・クラッチ、インサート
ADC3	プラケット・マフラー フート・レスト
ADC5 または 6	レバー・ブレーキ

表2 鋳物合金とその使用例

合金記号	使用例
AC2B	アウターチューブ、キャリバー
AC4B	2&4サイクル・エンジン用ヘッドシリンダー、2サイクル・エンジン用ボディシリンダー
AC4CH	キャストホイール、ハンドルクラウン
AC4D	アウターチューブ
AC7A	ヘッドパイプ、プラケット・リヤアーム
AC7W	ヘッドパイプ、リヤアーム
AC8A	4サイクル・ピストン
AC9A	2サイクル・ピストン
AC9B	

筒内面の研削が必要なアウターチューブに用いられる。

モーターサイクル用材料としてはAC7A系、およびAC9A、9Bの過共晶シリコン材の二つが特徴的である。AC7A系は、数年前よりフレームがアルミ化され展伸材の一部を鋳造化するのに用いられて以来増加しつつある。この転換に際し、各社共独自の材料と工法を駆使し多くの困難をきわめながら生産を行っているが溶接構造用三元合金鋳物の新領域が生まれつつある。モーターサイクルという商品が内蔵するダイナミズムが惹起したバイ・プロダクトというべきであろう。

2.2.3 展伸材

材質と使用例を表3に示す。これらの用途は他材料を代替しながらこの10年間に拡大してきたものである。モーターサイクルにおいて展伸材の使用は、鉄鋼の鍛造または鋼管の溶接からなる部品

をA2014、2017の一体鍛造品に変えることから始まったと思われる。たとえばペダル・ブレーキ、フート・レスト、キック・クランクなどがこれに相当し、軽量化というより外観商品性の上でユーザーにアピールする小物部品であった。第2期はバネ下重量の軽量化を目的とし、鋼管溶接構造のリヤ・アームをA7N01、A7003といったAl-Zn-Mg系のいわゆる溶接構造用三元合金の角型断面の押出形材を用いた溶接構造体とした時期である。オフ・ロード系のモデルに採用されて以来、アルミニウムの押出形材、アルミニウムの溶接がポピュラーとなりかつ技術として熟成されていった。

第3期はアルミ・リヤ・アームがロード系モデルにまで徐々に広がり、数年の実績ができあがるとオール・アルミニウム製フレームの開発に向かった時期である。車重の軽減、軽量高剛性なフレームの実現という機能性とレーサー・レプリカという外観商品性を目的としA7N01S-T5およびA7N01FD-T6またはメーカーによってはA7003を用いて溶接構造のアルミ・フレームを製造し始めた。ここに至って展伸材はモーターサイクル用材料として確固とした地位を築いたといえる。

高強度材や溶接構造用材が多いという特徴も上記の導入経過によるところが大きい。

3. 部品機能から見た材料

モーターサイクルにおける主要なアルミニウム部品の名称と材料の種類を図2に示す。材質は表1～表3の中にすでに示されている。一般読者にとって部品名称は最もわかりにくいで参考に示すと共に、以下部品、それも要求機能上材料への期待が大きい特徴的な部品について述べていきたい。

3.1 エンジン系

エンジン材料としてはラジエーター、キャブレターのような補器類、クランクケース、シリンドラーヘッド・カバーのようなケース類などのどちら

表3 展伸材とその使用例

合 金 系	合金記号	使 用 例
純アルミ	1100	ガスケット, フューエルタンク (レーザ)
Al-Cu 系	2011	プラグ・ストレート, パルプ・ニードル
	2014	アーム, アーム・リレ
	2017	ペダルブレーキ, フートレスト, キッククランク, ハンドル・レバー
	2024	スプロケットホイール, プラーチェイン, テンションバー, カラーホイールシャフト
Al-Si 系	4032	レース用鍛造ピストン
Al-Mg 系	5052	パネルホイール, サイドカバー
	5454	ディスク・プラケット
	5056	グロメット, ホルダー
	5083	プラケット・エンジン, ガセット
Al-Mg-Si 系	6061	ハンドル, ケース・チャンバー
	6063	ボディサイレンサ, ヒートエキスチエンジャー
	6N01	ボス・ハンドル
Al-Zn-Mg-Cu 系	7003	フレーム, リヤアーム
	7N01	
	7075	

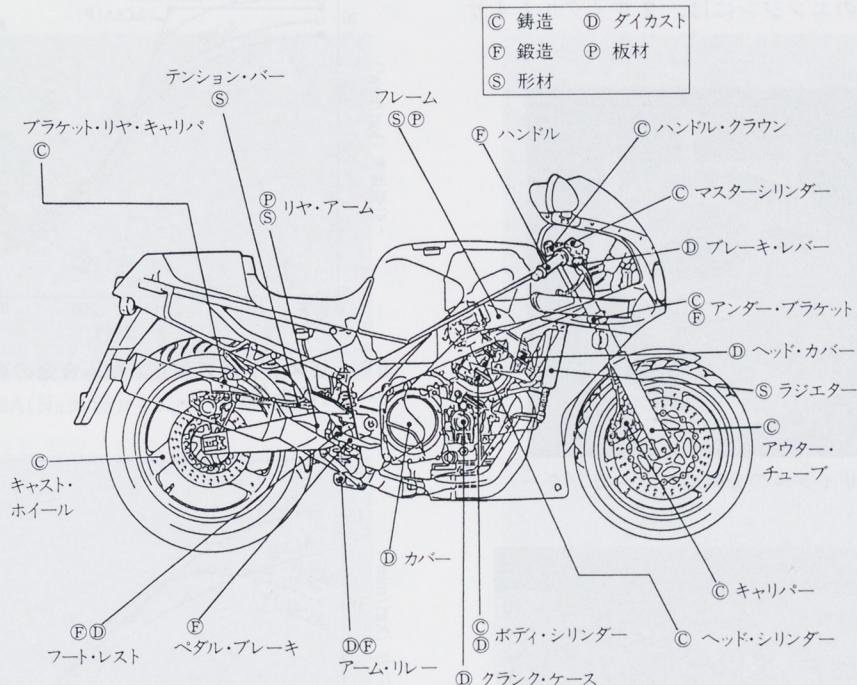


図2 モーターサイクルにおけるアルミニウム部品

かといえば容器類が多い。したがって約90%以上が鋳造材であり、かつ外殻が多くエンジン内部に用いられるのはほんの一部である。その外殻のな

かで4サイクル・エンジンでは、吸排気バルブ機構を内蔵するヘッド・シリンダー、2サイクル・エンジンでは、掃排気ポートをもつボディ・シリ

ンダーが重要な部品である。前者は4または5バルブの通気孔をもつ複雑形状と耐気密性が要求されるところから、低圧鋳造でAC4B-T6を用いる。後者は複雑なポート形状、またピストンとの焼付きの点から鋳造の残留応力を最小限にし、ひずみを小さくするシェルモールド法を採用しているところが多い。AC4B-T2で製造する。この2サイクル・ボディ・シリンダーは、従来鋳鉄スリーブを用いてきたが最近Ni-P-SiCまたはNi-P-BNの分散めっきに代替しつつある。この技術は電着Ni-P層の中に微細なSiC粒子を均一に共析させ、耐摩耗、摺動特性を改善し、同時に軽量化を達成できるため、G.Pレーザーにおいて熟成され、近年各社とも市販車に採用を始めた。そのボディ・シリンダーと断面組織写真を図3および図4に示す。

次にエンジン材料のなかで最も重要なアルミニウム部品であるピストンについて述べる。モーターサイクル用のエンジンには、2サイクルと4サ

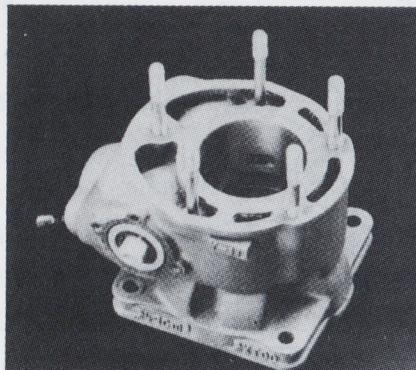


図3 2サイクルの分散めっきシリンダー

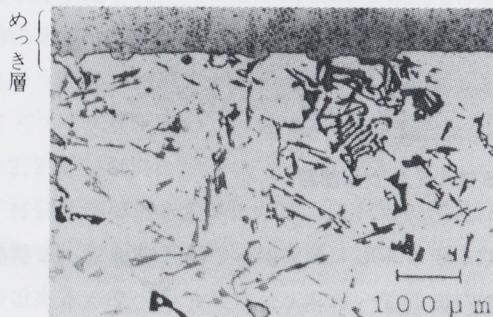


図4 分散めっきの断面組織写真

イクルの2種類があり、前者は簡便低成本、軽量高性能、後者は低燃費、クリーンという特徴を持つ。出力だけみると2サイクルは約200馬力/l、4サイクルは約150馬力/lという高性能である⁶⁾。

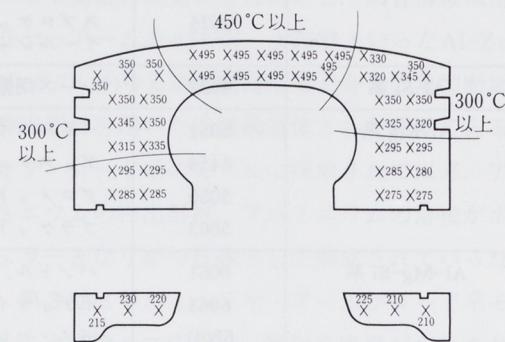


図5 2サイクル・エンジン用ピストンの使用温度例
(ピストン材質 AC9B)

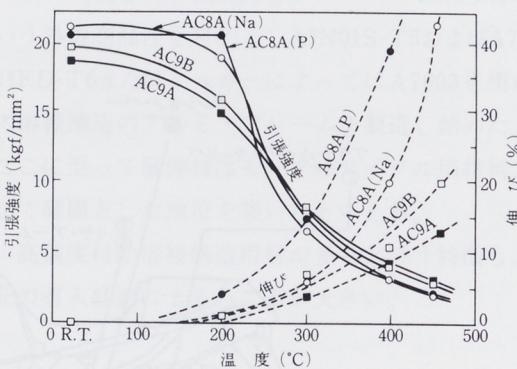


図6 ピストン用アルミニウム合金の高温強度
(100h 保持)

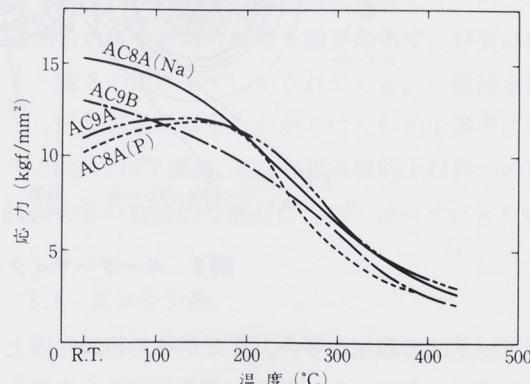
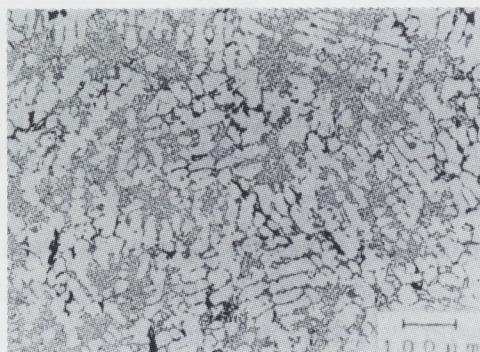


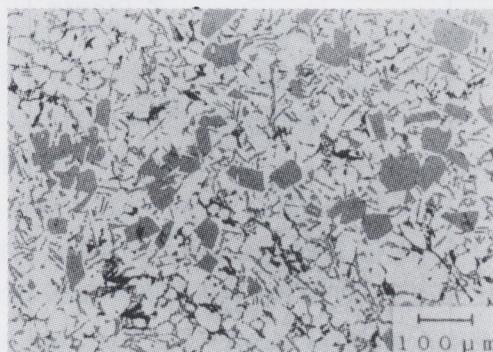
図7 ピストン用アルミニウム合金の高温疲労強度
(0.5h 保持)

ピストンからすると形状、冷却能、潤滑、燃焼圧などのすべての条件において2サイクルの方が厳しい。たとえば2サイクルの最も苛酷なピストンの温度分布の一例を図5に示す。最高温度が約450°Cに達することがあるのに対し、4サイクルは約300-350°Cである。したがってこれだけの高温にさらされるわけだからピストン材料は第一に高温強度が高くなければならない。図6にピストン・ヘッドから切りだした実体試験片を100h保持後の引張強度と伸びを示す。4サイクルで用いているAC8Aには、改良処理としてNa添加とP添加があるが、高温強度の上では大きな差はない。対して2サイクルで用いているAC9A、9BはP添加のみで、約220°CまではAC8Aより低いがそれ以上の高温では明らかに高い強度を有しており、ピストン温度が高い2サイクルには適している。さらに実生産と同一条件で作製した試験片で小野式回転曲

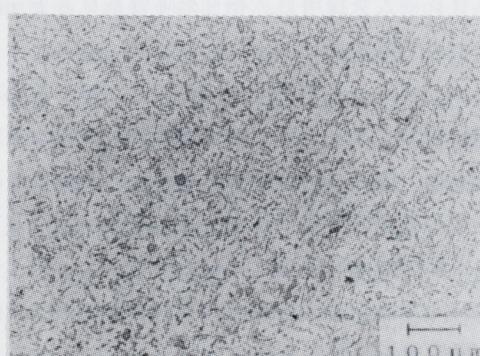
げ疲労試験を高温で行った結果を図7に示す。試験片の保持時間は0.5hであるが100hでも同様の傾向を示すことが確認されている⁷⁾。すなわちAC8AのNa添加とP添加の高温強度挙動はほぼ同じであったのに、高温疲労強度の挙動はNa添加がほぼ全温度域で最も高く、P添加は最低の疲労強度を示している。AC9Aは約200°Cを超えると高いが100°C以下では最も低い。AC9BはほぼAC8Aと9Aの中間である。これらは初晶Siの量、粒径、粒形などが複雑に絡み合った結果と思われるが詳細な解析が今後期待される。図8に組織写真を示すが、AC8AのNa添加は α デンドライド組織を、P添加はわずかな初晶Siを晶出した組織であり、AC9B、9AとSi量が増えるにつれて初晶Siは大きくかつ多くなっていく。この組織の差が摺動特性に影響する。図9にピストン材料とスリープ材料である鋳鉄との摩耗試験結果を示すが、初晶Siの量に比例して



AC8A(Na処理)-T6 Al-12Si



AC9B(P処理)-T6 Al-19Si



AC8A(P処理)-T6 Al-12Si



AC9A(P処理)-T6 Al-23Si

図8 鋳造ピストン用アルミニウム合金の金属組織

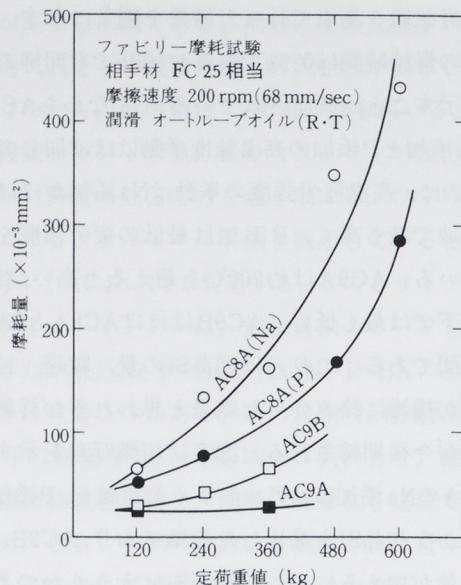


図9 ピストン用アルミニウム合金の耐摩耗性
(ファビリー式)

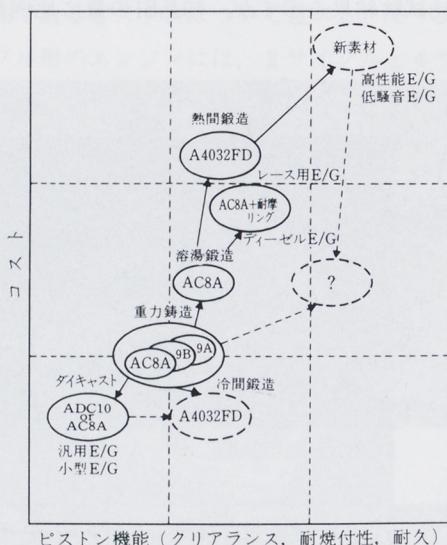


図10 ピストン材料の動向

耐摩耗性が向上する。同時に耐焼付性もこの順序になると推定される。2サイクル・エンジンにAC9A, 9Bが使われるゆえんである。さらにピストン材料への要求として熱伝導率が高く熱膨張率が小さいのが望ましいが、前者を満足させるにはSiを少なく、後者を満足させるにはSi, Niを多くする必要があり、現在の製法、材料設計では予盾を

きたすと思われる。その意味でも現用材料および今後のピストン材料の動向を、私見であるが図10に示した。縦軸をコスト、横軸にピストン機能をとり、現在使われている材料、製法を実線で囲んである。図中にエンジン(E/Gと略して記入)の用途も併せて記している。低成本を目的にすれば、ダイカスト、冷鍛を用い、高機能を狙うならば、FRM, P/M, セラミックなどを用いたピストンが考えられる。モーターサイクルでは、低熱膨張係数で耐焼付性と耐熱強度の優れた材料が望ましい。

3.2 フレーム系

図2にみるよう外観はアルミニウム合金が圧倒的に多く、特にフレーム系に多いことに気付かれると思う。また展伸材の比率が高いのもエンジン系と異なった特徴である。ここではアルミ化技術の典型例としてオール・アルミ・フレームの開発について述べる。

振り返ると1979年ロードレース専用車(ファクトリーレーサーYZR500)によって、世界で初めてオールアルミフレームが実走に供された。当時は黒塗装でアルミであることをカモフラージュし、オープンにしたのは1981年であった。その後レースによって熟成され、市販車に展開されたのは1983年のRGF、1984年のRZV500によってであった。これが契機となって続々と各社とも戦略機種にアルミフレームを採用し、今日の隆盛を見るようになったのである。

次にモーターサイクルのフレームに対する要求機能を述べてみよう。フレームはライダーの意思を忠実かつ俊敏に、タイヤから路面に伝達する高い剛性が必要である。かりにこの剛性が低いとフレームは後輪に発生したモーメントによって、一度たわんだ後旋回する⁸⁾。この遅れがライダーの自然な操縦感を阻害するのである。第二に意のままのコントローラビリティを実現するには軽量化が不可欠であり、第三には高性能なエンジンの振動

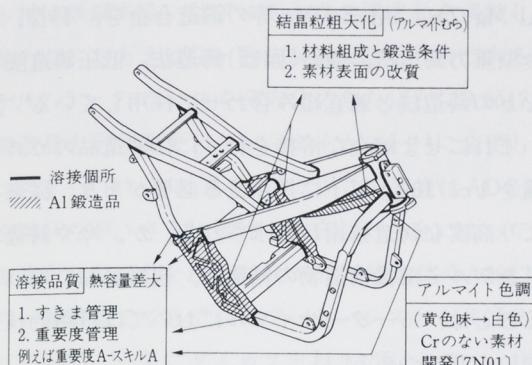


図11 アルミフレーム(RZV500)にみる材料と加工技術

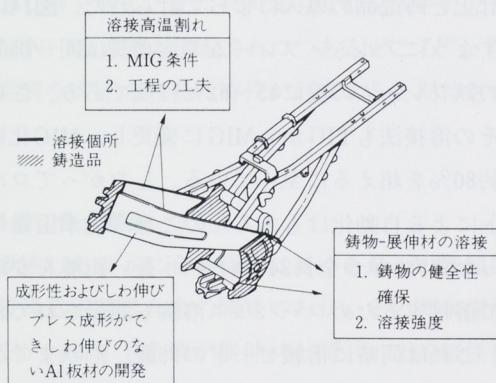


図12 アルミフレーム(TZR250)にみる材料と加工技術

に耐え、その上でモーターサイクルとしての外観商品性を満足しなければならない。

さて実際例に基づき詳細について述べる。図11に第1期のアルミフレームを示す。図中太線部は溶接箇所、網かけ部は鍛造品である。高応力が発生しているか、または溶接が錯綜しそうな部分に鍛造品を用い、角型断面の押出形材(A7N01S-T5)とを溶接する構造を採用している。溶接はTIGが多く多量かつ高品質な溶接を行うために最大限の注意を払い、特に熱容量差の大きい部品間の溶接は、クリアランス設定や溶接者の選定等まで行った。また表面処理としてアルマイトを施すため、アルマイト色調が明るくムラのないことが材料に要求されたので、材料設計上は、組成的に微量添加元素のCrを少なくした。そのため、形材、鍛造

材共に、Grain-Growthが起きやすくなり対策に苦慮した。第1期のフレームは各社とも、鋼管からアルミ形材へ変更した構造を、溶接によって接合するときの質と量を確保することが最優先課題であった。

第2期となると単に鋼管フレームからアルミフレームへの代替という発想から脱却し、アルミニウムという素材の持つポテンシャルを最大限に引き出すための構造設計、材料、加工の三位一体となった製品開発へと各社移行していく。代表例を図12に示す。

構造的にはハンドル軸とピボット部を結ぶ部材(図12の網かけ部品の間)をアルミ板材の長三角形の箱形状(デルタ・ボックス[®])にするか、目形断面を持つ押出形材にするか、大別して2通りある。いずれにせよアルミニウムのヤング率が鉄鋼の1/3という弱点を構造的に補い、鋼管フレームに対し、約40%の軽量化を果たすと共に、剛性はさらに40%向上するという高特性を得ることができた。最新のアルミ・フレーム外観写真を図13に示す。

次に材料技術と加工技術について述べよう。まず使用した材料は図12にみるように展伸材と鋳造品(網かけ部)である。要求される条件として加工性、衝撃吸収性、均一なアルマイト処理性などが欠かせない。中心部材であるデルタ・ボックス[®]はA5083P-O材をプレス成形で製造した。本来は溶接部の疲労強度がいくらかでも高いH32材を用

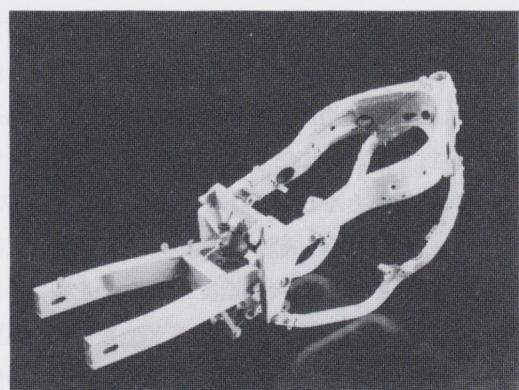


図13 アルミ・フレームの外観写真

表4 5083板材の400トンメカ・プレス*によるストレッチャーストレイン(S-S)マーク評価結果

材 料		S-Sマーク発生状況**	
質別	降伏点伸び(%)	プレス後	アルマイ特後
H31	0.2	○	○
O(A)	0.45~0.49	○	○
O(B)	0.74~0.81	△	○
O(C)	0.88~1.00	×	△

*) プレス・スピード: 10~22 spm(170~310 mm/s)

ダイ・クッション圧: 0.8~2.0 kg/cm²

**) (良好) ○>△>× (不良)

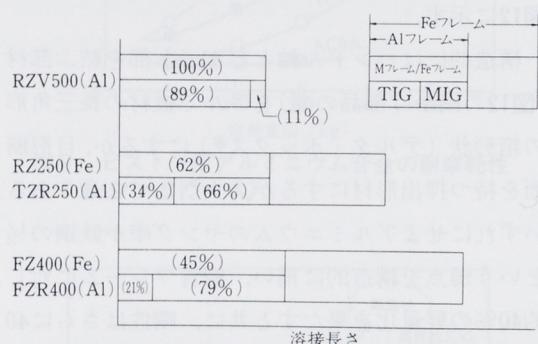


図14 FeフレームとAlフレームの溶接長比較およびTIG, MIG溶接長の割合

いたかったが、プレス成型が不可能なためH31、または、O材でトライせざるを得なかった。完全なO材ではストレッチャーストレインマークが発生し、外観商品性を著しく損ねるため、スキン・バスの圧化率を変えることにより降伏点伸びを制御してトライした結果を表4に示す。アルマイ特を施すとアルカリ洗浄などの工程でエッチングされ、ストレッチャーストレインマークが消失する傾向がみられる。表4によりH31でも問題なかったが、成形の余裕度も含め降伏点伸びが0.50%以下のO材を用いることとした。一方、デルタ・ボックスと一体となるヘッド・パイプトリヤ・ブラケット(図12網かけ部)は図11にみるように、鍛造品や押出形材の溶接構造であったのをコスト・ダウンとGrain-Growthの解消と一挙両得を狙いとして鋳造化に踏み切った。アルマイ特色調が展伸材と同一という制約から、各社ともAl-Mg、

Al-Mg-Zn, Al-Zn-Mg等の鍛造合金を、砂型、金型重力鋳造法、傾斜(回転)鋳造法、低圧鋳造法などの鋳造法と適宜組み合わせて採用している^{8)~12)}。いずれにせよ健全な溶接を行うには鋳造品のガス量を1cc/100g以下に押さえる必要があり、従来より高度な鋳造技術が要求される。が、今や鋳造品をアルミ溶接構造物の結節点、複雑部品に用いることは、モーターサイクルにおいては汎用的技術になりつつある。

同時に溶接技術においても進歩がみられる。第一にはコスト上から溶接長の徹底的削減が、構造設計上と鋳造品の導入によって計られた。図14に示すようにアルミ・フレームの溶接長は同一排気量の鉄フレームの実に45~62%程度である。さらにその溶接法もTIGからMIGに変更し、MIG化率は約80%を超えるに至っている。したがってロボットによる自動化はもちろんのこと、従来困難であった薄肉、かつ全長240mmという長い距離を安定して溶接するためローパルス溶接も開発されてきた。これは同時に溶接ビードの外観、形状までが商品性となるモーターサイクルにおいてMIGでありながらTIGに似たビードを持つ利点も併せ持つ。

以上みてきたようにアルミ・フレームの開発は材料が構造設計の概念の変更を余儀なくさせ、逆に構造設計が加工および材料へ制約条件を課すと同時に開発を促す契機を提供するという、設計-材料-加工の三位一体となったサイクルによって完成してきた所産といえる。おそらく業界全体で、2000~3000t/年のアルミニウムの新規需要が創出されたと思われる。

4. モーターサイクル用アルミニウム材料の動向

4.1 ダイカスト

製造方法およびダイカスト材料のここ数年の動きを図15に図示化してみた。製造方法は高品質化、材料は高靱性化の方向に動いてきた結果ダイカス

ト材は鉄鋼あるいはアルミニウム鍛造品を浸蝕し始めた。たとえばG・F法が主流になりつつあるが、クランク・ケースを薄肉化できたほかにA2017鍛造品を形状変更しながらダイカスト材に変更しコスト・ダウンの効果を出した。この変換はADC3を用いたが、さらに延性を改良した合金によって加速された、すなわちS35Cの溶接構造体やA2017の一体鍛造でできていたフート・レストを共通化によって、一気にダイカスト材までもっていった。さらにダイカストより高品質、高強度という利点をもつスクイーズ・キャストの展開がここにきて急となってきて、また材料側も今回発表されたAl-Mg-Ni-Mn系等も開発されつつあるところ¹³⁾から高品質なダイカストの時代が到来すると期待される。

4.2 合金鋳物

既述したように合金鋳物における最大の課題は溶接構造用鋳造合金の開発であり、その要求機能は(1)アルマイド色調が展伸材と同一、(2)溶接性良好、(3)鋳造性がよいこと、(4)強度が中程度、(5)耐応力腐食割れに優れる、の5条件であり、その評価基準、重要度は各メーカーによって異なる。すでに生産に用いられた合金の流れを図16にまとめてみた。上段に合金名、中段に平均組成、下段に機械的性質を示す。AC7AをベースとしてCuおよび微量元素を添加して熱処理性を付与し、型充填性、耐力を向上したAC7W¹⁴⁾、Zn添加量を増やし鋳造性を改良しつつ、溶接性も確保しようとするM76⁹⁾、CX2A¹⁰⁾、さらに展伸材A7003とほぼ同等の組成AA712で鋳造性より溶接性を重視したAl-Zn-Mg合金¹¹⁾等が用いられてきたが、真に満足すべき結果は得られていない。特に鋳造性に大きな欠点を有し自由なデザインができないためAC4Cをベースに低Siにもっていき、アルマイド時は化学研磨処理で、または、塗装仕様への変更まで現れ始めた¹¹⁾。

溶接構造体に鋳物を大量に用い始めたのは、お

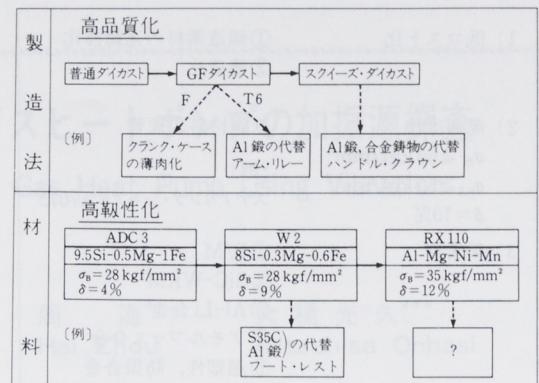


図15 ダイカストの動向

溶接構造用鋳造合金の開発

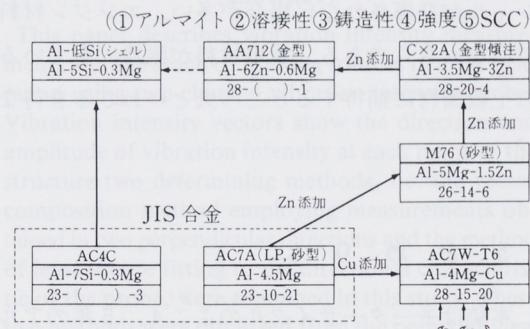


図16 合金鋳物の動向

そらくモーターサイクルが初めてと思われる。これを契機に少なくとも鋳造、溶接、強度を総合的にとらえた合金開発を切に希望したい。

4.3 展伸材

アルミ・フレームの出現により業界全体の展伸材の使用量は急速に拡大し、現在は展伸材需要も飽和状態といえる。この中にあって今後の動き、または課題を図17に示す。第一は低コスト化で、材質や工法、部品製造法も含めた見直しである。第二は差別化に基づき高強度アルミ材であるA7075、A7050等を使用しつつある。第三はエンジン材料をターゲットに新素材を適用することである。現状コストを度外視したとしても得られるべき機能が不十分な状態と思われる。単に材料だけの問題ではなく、既述したように材料-加工-設計の

1) 低コスト化	①鍛造素材の連鉄棒化 ②鋳造化
2) 高強度化	鉄鋼材料の代替 〔例〕 $\sigma_B \geq 60 \text{ kgf/mm}^2$ $\sigma_{0.2} \geq 50 \text{ kgf/mm}^2$ $\delta = 10\%$
3) 新素材	①P/M ②SiC-WRM ③Al-Li合金 ④アモルファス合金 ⑤超塑性、防振合金

図17 展伸材の動向

サイクルがうまく循環しないと材料の持つポテンシャルが発揮されない場合が多い。エンジン材料ではなおさらである。現用材料が限界にきている以上新素材に期待するところ大といわざるを得ない。

5. おわりに

本稿はモーターサイクルのここ4、5年のアルミニウム材料の使用状況および動向について述べた。いくらかでも理解と興味を持っていただければ幸いである。既述したようにアルミ化率からいっても量的には飽和しつつある中で、質的にはダイカスト、合金鋳物、展伸材の多種多様な使い方を材料と工法の進歩を果敢に取り入れながらより高機能に、より低コストにする流れに動いていくと思われる。その動きは商品開発サイクルが他の輸送機器に比較して決定的に短いことと相まって、きわめてドラマティックとなる場合が多い。逆にそのために新材料をトライしながら改善していく“材料実験場”的機能も一部果たしていることも事実である。アルミ・フレーム用合金鋳物はその好例といえよう。

モーターサイクルにおける技術開発競争は高機能がセールス・ポイントの一つだけに、今後も続くことは疑いない。その中で現用材料が限界に近付きつつあるため、構造設計—材料—加工の三位

一体となった開発が重要な位置を占めてくると考えている。

〔参考文献〕

- 1) 日本自動車工業会:1988, 日本の自動車工業。
- 2) 豊田: 特殊鋼, 29, 11.
- 3) 小松: 軽金属, 35 (1985), 534.
- 4) 特公昭59-43539.
- 5) たとえば、石森他: 自動車技術, 32, No.9, (1978), 82.
- 6) 水谷、木下: ヤマハ技術会報, No.3, (1987), p.1.
- 7) 村瀬、宮部: 日本機械学会東海学生会, 第19回学生員卒業研究発表講演会前刷集, 1988. 3.14.
- 8) 日経メカニカル: 1987年4月20日, p.40.
- 9) 上原、鈴木: 軽金属溶接, 24, No.8, (1986), 387.
- 10) 渡辺、倉増: 金属, 1987, No.2, 34.
- 11) 藤崎他: 軽金属, 38 (1988), 287.
- 12) 山田: Boundary, 2, No.12 (1986), 40.
- 13) 日本ダイカスト会議, 論文集, 1988, 29.
- 14) 特開昭62-240740, 特開昭63-63-42345.

■著者■



山田 徹