

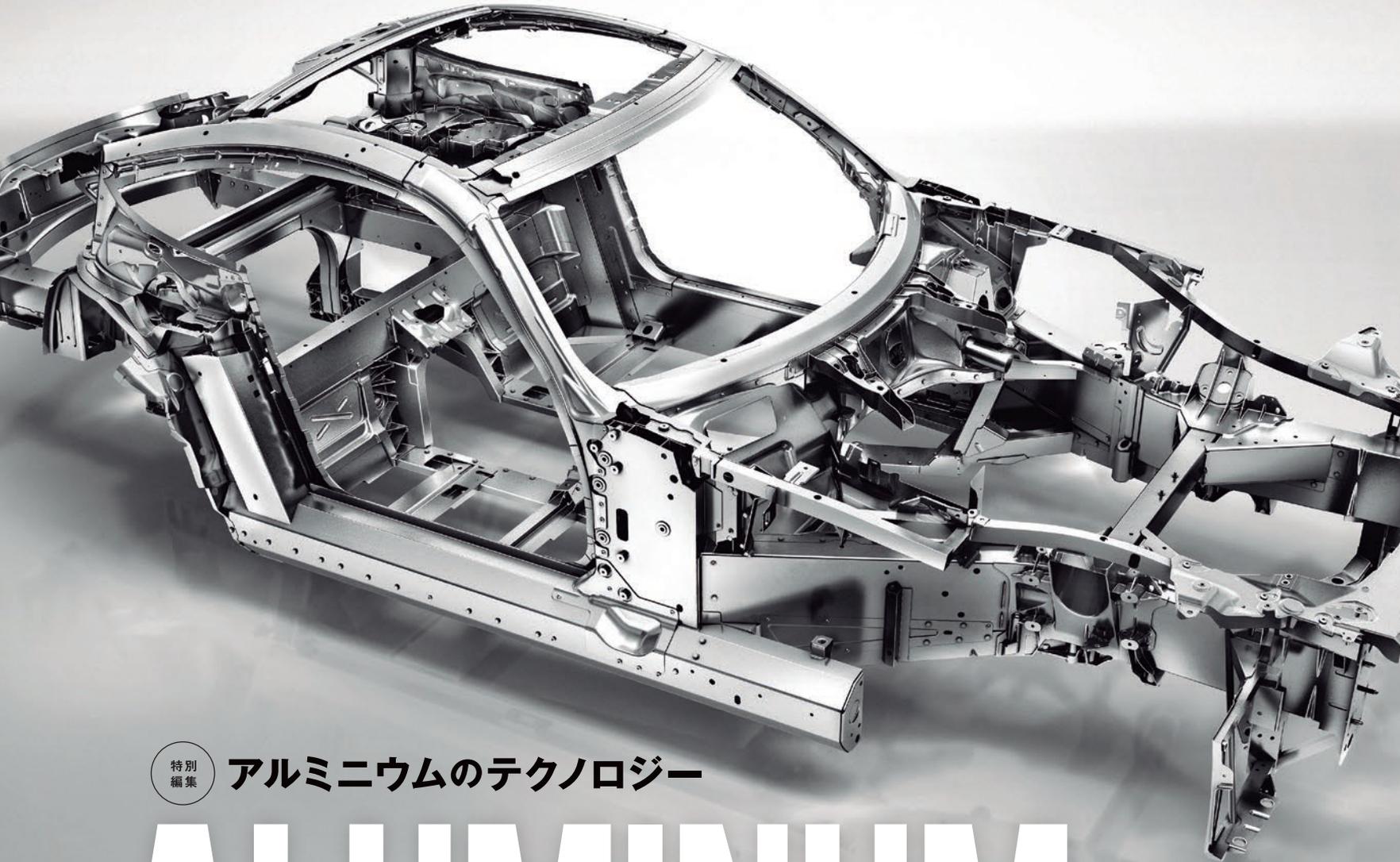
図解・自動車のテクノロジー [モーターファン・イラストレーテッド] モーターファン別冊「モーターファン・イラストレーテッド Vol.104」特別付録

Motor Fan

Special Edition

illustrated

テクノロジーがわかると、
クルマはもっと面白い



特別編集 アルミニウムのテクノロジー

ALUMINUM

AUTOMOBILE TECHNOLOGY

アルミ合金の自動車への利用 ①

BODY & CHASSIS

[ボディ・シャシー編]

地球温暖化対策として世界の燃費基準はますます厳しくなる。

欧州では2020年に新車のCO₂排出量を95g/kmとする目標を設定しており、法規化に向けての準備が始まった。自動車の誕生以来100年以上、そのボディは鉄を主原料としてきたが、今カギを握っているのは「車体の軽量化」だ。自動車のアルミ合金の採用は、エンジン部品などの鋳物から始まったが、アルミ展伸材の強度や成形性の向上によってボディへの採用が本格的に進んでいる。

AUDI A8

ホンダNSXと並び、一般市販車としては初のオールアルミボディを採用した車種。ボディ底部のフレーム部を基礎とし上部ボディを架装する、フレーム構造とモノコックの折衷方式ともいえるASF(オーディ・スペースフレーム)と呼ばれる独特の構造をとる。軽量ではあるが微振動が伝わりやすいアルミ合金の特性を踏まえ、強靱なフロア部分で振動を遮断するという観点から製作されている。そのためフロア部は強度に優れた押出材を多用している。

バルクヘッド

ファイアーウォールとも呼ばれ、エンジンルームや荷室と車室を隔てる壁。特にフロントバルクヘッドは、ブレーキペダルやステアリング機構を支持すると同時に、遮音のために複雑な構造となっており、強度以外の要素も要求される。

Bピラー

ドアのキャッチ部分となると同時に、側面衝突の際の衝撃吸収を一手に引き受ける。Aピラーとあわせてルーフを支え、運動時にかかるボディへの応力を吸収するモノコックの柱ともいえる部位。

ルーフ

外皮構造ではあるが、サイドピラーにかかった応力がある程度負担するようにしている。ボンネット同様、面積が大きいため軽量化の要求度が高い。樹脂への置換が難しい部分なので、アルミ合金の採用が進んでいる。

トランクリッド

ボンネットフード同様にアルミ合金の採用が進んでいる。複雑な形状でも成形可能な5000系超塑性アルミ合金も用いられる。

Aピラー&ルーフピラー

ルーフサイドレールとつながってボディ上部を支える部位。様々な方向の応力を同時に受ける。衝突時のクラッシュゾーンとして重要であり、また視界確保のため細く作る必要もある。

ボディサイドパネル

構造材となるモノコック本体の外側で外皮となる部分。ドアの開閉に伴う密閉性の確保に寄与し、風雨の侵入を防ぐ役割も担う。

ドア

インナー部とアウター部から構成され、インナーはドアの形状を保持し、開閉の衝撃に耐えるよう十分な強度が必要。振動や騒音の侵入を防ぎ、室内環境を良好に保つための工夫が求められる。インナーは5000系、アウターは6000系を使う例が多い。

サイドインパクトビーム

ドア部への側面衝突の衝撃をインナードアパネルと一体となって受け止める部位。Bピラーとともに非常に高い強度が求められる。

- アルミ合金鋳造材
- アルミ合金押出材
- アルミ合金板材

フロントフェンダー

構造部材として応力を受けない部分であるため、早くからアルミ合金や樹脂等への材料置換が進んだ部位。外部損傷による交換が比較的多い部位なので、軽量化と同時にコスト要件も勘案される。

ボンネットフード(アウター)

一体成形の外板としては最も面積が大きい部位であり、開閉のためにある程度の強度も必要のため、通常アウター(外皮)とインナー(構造部)の二重構成をとる。ボンネットフードは軽量化の恩恵が大きいことから、アルミ合金の採用例は多い。

フロントサイドメンバー

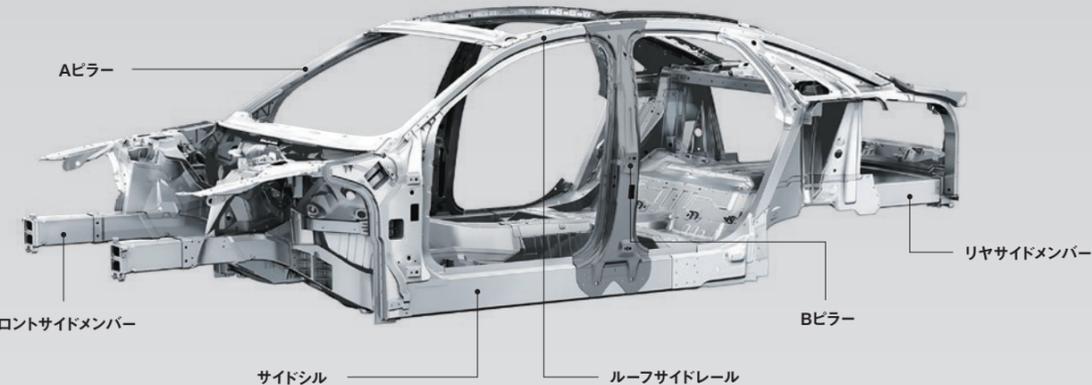
エンジン・サスペンションを支持するサブフレームと締結され、大きな荷重を受け止めるほか、衝突時には乗員にダメージが及ばないようにつぶれる必要がある。角断面の押出材と鋳造材が組み合わされる。

ボンネットフード(インナー)

大面積の一体成形外板であるアウターを支える強度部品。ねじりや曲げに対する剛性が必要だが、衝突安全性や歩行者保護の観点から、一定以上の力を受けると曲がるように作られる。

クロスメンバー

サイドシルから井桁状に渡される板状部材。ボディの基本構造である床部分を支え、ねじり方向の応力に対応する。強度・剛性とも必要のため、アルミ合金では押出材を使用する。



アルミ合金スペースフレーム | AUDI R8

後席と後部ドアのないミッドシップでは、ピラーに応力分担させないバスタブ状のモノコックでボディ全体の強度・剛性を担う。サイドシルの断面積は増えるが、乗降性はセダンほど問題とならない。最も強度の必要な部位はCFRPを使うハイブリッドボディである。

オールアルミ合金モノコック | JAGUAR XE

ジャガーはフォード傘下時代の2003年にXJをオールアルミボディにシフトして以来、アルミボディ製作の造詣が深い。最新のXEはジャガー&ランドローバーの共通プラットフォーム第一弾で、フロアの井桁構造をメインとしたオールアルミ合金モノコックを採用している。

オールアルミ合金モノコック | Range Rover Sport

大型で重量も嵩みちなSUVは、アルミボディにするメリットも大きいと同時に、その設計については鋼板モノコックとは全く異なるメソッドが要求される。ジャガーXJで培ったノウハウを基に、アルミ専用ボディ設計をSUVに初めて適用。高剛性と軽量化を両立させている。

> アルミ合金鋳造材

自動車用のアルミ合金鋳造品としてはシリンダーブロック、トランスミッションケースとホイールが代表的であるが、ボディ部材にも一部鋳造材が使われる。事例として採り上げたアウディA8では、サイドシルとAピラー、バルクヘッドを結合する部分、サイドメンバーとモノコックとの結合部分、ダンパーユニット取付部等、強度が必要でかつ複雑な形状を強いられる部位に適用される。製造方法は専ら砂型(金型)精密鋳造。

> アルミ合金押出材

フロントサイドメンバー(サブフレーム)やサイドシル等、強度と剛性が特に求められる部位には、断面形状が均一で直線形状の部材を直角方向に接合して、応力を分担できる形状に配置する。軽量ではあるが断面積あたりの強度・剛性が鋼鉄より小さいアルミ合金を使う場合は、モノコック形状といえども、形状の工夫でそれらを担保できるフレーム構造をとることが多い。使用する素材は5000系・6000系が多く、さらに強度が必要な場合は7000系を使う。

> アルミ合金板材

モノコックの構造体としては、フレーム部にかかる応力を分担するために外皮の強度が求められる。フロアパネルとバルクヘッドが代表的な部位で、強度を増すための凹凸成形が必須となるため、プレス成形の容易さを求められる。ボンネットやドア、ルーフ等の外皮は、成形性に優れ、加工時には強度が低く、焼付塗装の熱によって強度が高くなるベークハード性(焼付硬化性)を示す6000系のアルミ合金板の採用が広がっている。

MERCEDES-AMG GT

メルセデスのフラッグシップスポーツ・AMG GTは前作SLS AMGから引き続きオールアルミボディを纏う。エンジンは6.2ℓ V8・NAから4.0ℓターボに変更され、500ps級のスポーツカーとしては軽量の1540kgの車重を実現。エンジンとトランスミッションを各々前後に配置するトランスアクスル方式で、アルミ製トルクチューブで結合される。



サスペンションアーム

重要保安部品として高品質と高い信頼性が要求される。軽量化を目指し、高強度のアルミ鍛造品の採用が増加している。

ハブキャリア

アップライトとも呼ばれ、サスペンションアームとブレーキ、ホイールを繋ぐ部分。複雑な応力と振動を受ける。鋳鉄製が一般的だが、スポーツカーにはアルミ合金製も存在する。



ブレーキキャリア

高温に曝されると同時に雨中では水の浸入もあるため、耐熱性と耐食性が求められる。パッドを押し付ける繰り返し力がかかるため、耐摩耗性・強度・剛性も必要。

アルミホイール

軽量化目的で比較的早い時期からアルミ合金への置換が進んだのがホイール。スチールでは得られない意匠性も特徴。鋳造品と鍛造品があるが、鍛造品の方が軽量で強度が優れる。

ターボチャージャー・コンプレッサーホイール

空気を圧縮する羽根車。羽根車は高速回転する為、軽量・高精度なアルミ精密鋳物製や切削製だ。UACJ鋳鍛が世界トップシェア。



サイレンサー&ヒートインシュレーター

エンジンからの熱が冷やされて結露する部位であり、耐熱性と耐食性が重要となる。純アルミニウムの放熱特性に強度を持たせた3000系が使われる。

シリンダーブロック

ガソリンエンジンでは100%近く、強度が必要なディーゼルでもアルミ合金ブロックへの転換が図られている。ダイカスト用のADC3 (Al-Si-Mg) が多く使われる。

サブフレーム

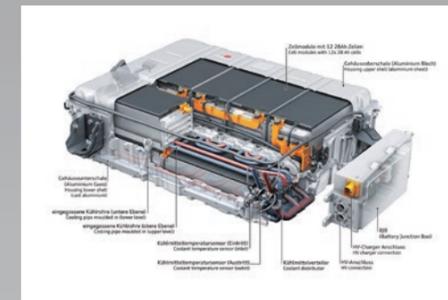
エンジンやサスペンションなどを搭載し、ボディに組み付けるための骨格。高剛性・高耐食性、衝撃吸収性が求められる。



トルクチューブ

重量配分の適正化のため、トランスミッションをリアアクスルに配置したトランスアクスル方式では、パワートレイン同士を結合し、強大なトルク発生に対応する。

EV/HEVのアルミ利用



アウディQ7 e-tron 3.0TDI quattroのバッテリー

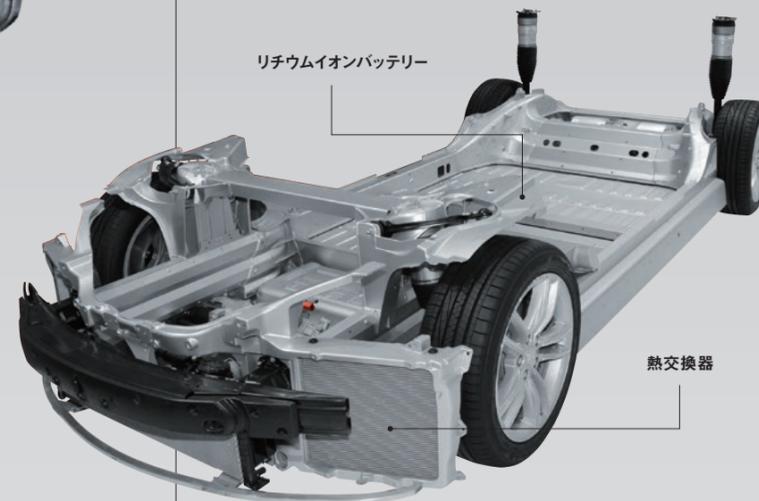
CO₂排出量規制を背景に環境性能の高いEVやHEVが普及しつつある。この動力源として利用されるのがリチウムイオンバッテリーだ。リチウムイオンバッテリーはパソコンやスマホなどの用途で普及してきたが、大容量化技術により車載可能となり、自動車への利用が急激に拡大しつつある。



日産リーフのリチウムイオンバッテリー

EVの最重要部品であるリチウムイオンバッテリーは、アルミの塊だ。ケースや封口材はもちろん、その強度と高伝導率を活かして、集電体には主に1000系(純アルミ)のブレン管や、活物質の密着性を向上させた表面改質(ASP)箔が使われている。

リチウムイオンバッテリー



熱交換器

アルミ合金の自動車への利用 ②

DRIVETRAIN & POWERTRAIN

[ドライブトレイン・パワートレイン編]

ボディ同様、数十年前までは自動車のドライブトレイン用素材は、鉄の独壇場であった。しかし現在、エンジンのシリンダーブロックはほとんどがアルミ鋳造となり、強度が必要とされるサスペンション部品にもアルミ合金の採用が進行している。

TESLA MODEL-S

スーパービューEV・テスラ・モデルSのボディは、アルミ合金の押出材とハニカム材を組み合わせたバスタイプフレーム構造。そこに航続距離500kmを実現するための大量のLi-ionバッテリーを搭載。電池とモーターを冷却するための熱交換器ももちろんアルミ合金製。まさにオールアルミカーである。

01

アルミ合金板

ALUMINUM SHEET PRODUCTS

成形性と強度に優れたアルミ合金板材。ボディには6000系が使われる。

■ 6000系ボディパネル用アルミ合金

ボンネットフードやトランクリッド、ドア、ルーフなどのボディパネルをアルミ合金にすると、軽量化・燃費向上に大きな効果がある。ここで登場したのが6000系アルミ合金と称する、AlにMg、Siを添加した中強度で成形性が良好な熱処理型の三元合金で、塗装焼付け時の加熱により強度が上がる「ベークハード性」という特性がある。成形加工の際は強度が低いため成形性に優れ、塗装後には高強度になる材料で、現在ボディパネル用合金の主流になっている。

自動車ボディに要求される性能

- ベークハード性
- 成形性
- ヘム加工性
- 耐ドント性
- 耐食性
- 塗装鮮映性

自動車用ボディ材に要求される性能は、多様だ。成形性と耐食性は当然。塗装焼付硬化性(BH性)のほかにも外観で使われるため塗装鮮映性も重要だ。同じ6000系でも種類によって性質はさまざまだ。耐ドント性とは凹みにくきこと。



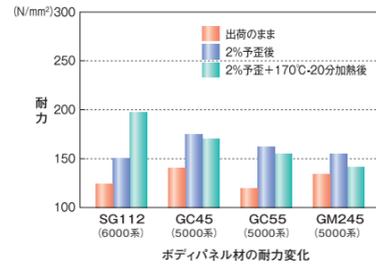
トヨタ・プリウスのボンネットフード

トヨタ・プリウスのボンネットフードは、アウター(下)、インナー(上)ともに6000系アルミ合金板で作られている。微妙なカーブとエンブレムが入る部分のエッジなど見事な成形だ。



メルセデス・ベンツSクラスもアルミ合金を多用している。

フォードのフルサイズピックアップトラックF-150は、新型へのモデルチェンジでボディパネルをアルミ化。前モデル比で約320kgの軽量化と5~20%の燃費改善と効果は顕著だ。



アルミ合金板の耐力の変化

左のグラフは、成形加工時と、塗装後の強度変化のグラフ。5000系に比べ6000系は強度が明らかに向上している。



一般ボディ材

高ヘム材

ヘム加工

プリウスのアルミ合金製ボンネットフードのインナーとアウターの接合は、右の写真のように、曲げ加工(ヘム加工)されている。ヘム加工(ヘミング加工)とは、アウターパネルとインナーパネルを接合するために行なわれる曲げ加工だ。アルミ合金の伸びは鋼鉄に比べると低いため、ヘム加工をすると割れやすく、180度曲げるフラットヘム加工は難しいとされてきた。UACJではフラットヘムより厳しい密着曲げが可能な6000系ボディパネル用アルミ合金を実用化している(断面写真は密着曲げ加工の比較)。

■ 5000系ボディパネル用アルミ合金

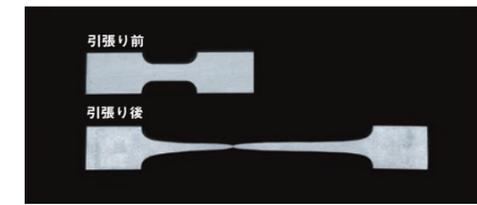
5000系アルミ合金は、非熱処理合金のなかでもっとも高強度で、プレス成形性も優れるためボディパネル用合金として幅広く利用されている。元々アルミ合金の成形性は鋼鉄に比べると劣るが、Mgの添加量や微細な金属組織制御によって鋼板に近い成形性が実現された。トヨタ86のボンネットフードは、5000系ボディパネル用アルミ合金で作られている。



トヨタ86のボンネットフード

■ 超塑性アルミ合金板

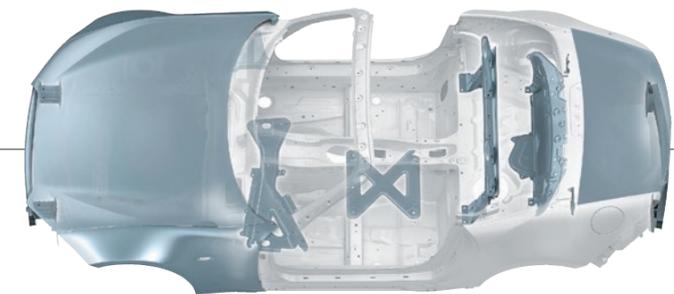
超塑性アルミ合金とは、400-500℃の高温で数百%以上の高い伸びが得られる合金のことである。この性質を生かして、ブロー成形(加熱したアルミ合金板を高圧空気中で金型に押しつける方法)でプラスチック成形のように自由なデザインを実現するのが特徴だ。従来、複数のプレス部品を溶接して作っていたものを、超塑性アルミ合金をブロー成形すれば一体成形ができるのがメリット。Al-Mg系合金がベースだから耐食性も高く、溶接性も良い。UACJの超塑性アルミ合金板は「アルノービ」という名前前で商品化されて広く使われている。



ホンダ・レジェンド(先代)のトランクリッドや、ホンダS2000のハードトップは、高温ブロー成形用材により複雑な形状を一体成形で作ることができた。デザインの自由度を高められるのも長所である。

■ 高強度構造用アルミ合金板

高強度構造用アルミ合金板とは、自動車の骨格構造部に適した強度と耐久性があるアルミ合金で、求められる性能に応じて2000系、5000系、6000系、7000系など多くの種類がある。このなかで、もっとも引張強度と耐力、せん断強さ、疲れ強さが高いのが7075合金。いわゆる超々ジュラルミンである。高い強度が求められるシャシーやサブフレームに使われる。軽くて強いアルミの良さが発揮できる素材だ。マツダ・ロードスターのパワープラントフレームには、6061合金の高強度構造用アルミ合金が使われている。



マツダ・ロードスター

1tを切る軽量ボディが話題のマツダ・ロードスター。ボンネットフードやトランクリッドは、アルミ合金を大幅に使って軽量化された。上のイラストの銀色の部分がアルミ合金。フロアのブレースやリヤのバルクヘッドもアルミ合金製だ。

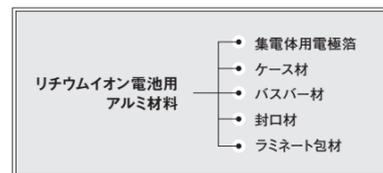


パワープラントフレーム

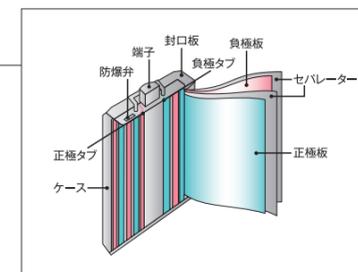
ロードスターで採用されているマツダ独自のフレーム構造。トランスミッションケースとデフケースを強固に結合し、駆動系の剛性を高める高強度アルミ合金製フレーム。

■ EV&HEV向けリチウムイオン電池材料

電動化は、大量のバッテリーを自動車に積むことを意味する。バッテリーの主流は、ニッケル水素電池からリチウムイオン電池へと移り変わってきている。そのリチウムイオン電池材料にもアルミ合金は使われている。バッテリーのケースはもちろん、バスバー、端子タブリード材などの周辺部品、集電体用電極箔など、リチウムイオン電池でアルミ合金は不可欠な存在だ。集電体用電極箔に求められるのは、高強度、高誘電率、表面粗面化で、ここで使われるアルミ合金の性能が電池の特性に影響するのだ。

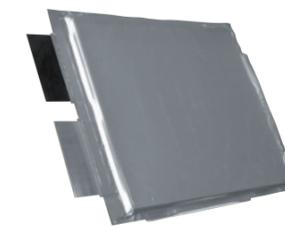


アルミ合金バスバー



リチウムイオン電池用関連材料

リチウムイオン電池では正極・負極、セパレーターの素材に注目が集まるが、じつはアルミ合金が非常に多く使われている部品なのである。封口材には成形性やレーザー溶接性に優れた合金が使われる。



リチウムイオン電池セル



リチウムイオン電池モジュール(セルが4枚入っている)

02

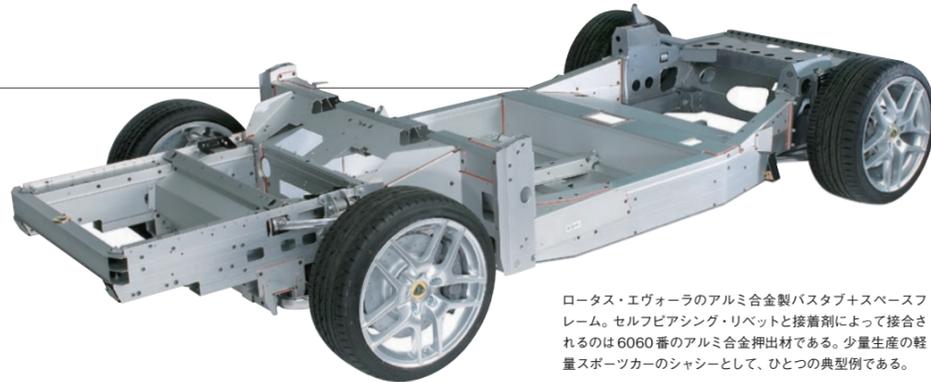
アルミ合金押出材

ALUMINUM EXTRUDED SHAPES

複雑な断面形状が作れるので、用途は幅広い。

■ アルミ合金押出材

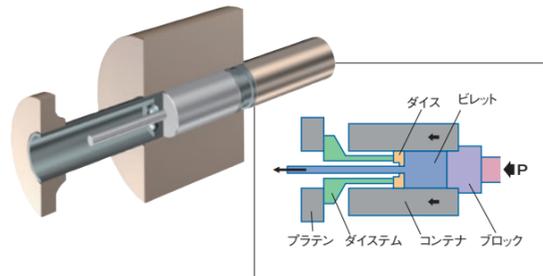
押出加工は、他の加工法では難しい複雑な形状の製品を高精度で造ることができる。押出加工は、400-500℃に熱したアルミ合金を押し出機で強い圧力を加えてさまざまな形状をもつダイス穴から押し出して求める形状を造る。中空や複雑な断面形状の部品も一回の押出工程で造れる。自動車のサブフレームやバンパービームなどに用いられることが多いが、右のロータス・エヴォーラのようにアルミ合金押出材を使ってスペースフレームを構成することもできる。



ロータス・エヴォーラのアルミ合金製バスタブ+スペースフレーム。セルフピアシング・リベットと接着剤によって接合されるのは6060番のアルミ合金押出材である。少量生産の軽量スポーツカーのシャシーとして、ひとつの典型例である。



使われているのは6060番のアルミ合金押出材で、使われる部分により断面形状を変えているのがよくわかる。こういう形状を実現できるのが押出加工の特徴だ。写真で赤く見えるのは接着剤。ロータスはアルミ合金シャシーで接着剤を多用する。



ソリッド形状



ホロー形状



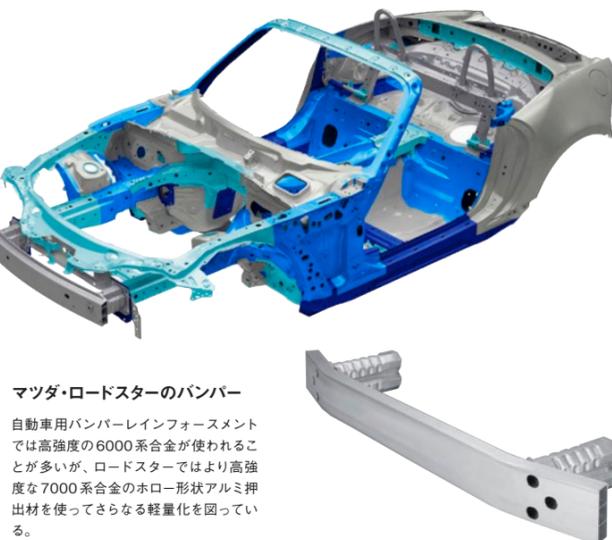
二輪車のフレームやフロントフォークはアルミ合金押出材が使われる。とくにフロントフォークの OUTERチューブには、7050番のアルミ合金が使われる。UACJはここで世界一のシェアを持っている。

■ 鍛造用アルミ合金

素材を油圧や機械プレス、またはハンマーなどで鍛錬し、粘りと強さを与えながら必要な形にしていく方法を鍛造という。鍛造で造られたアルミ合金は強度が高く、繰り返し応力にもよく耐えられ信頼性も高いことから、鍛造アルミホイールやサスペンションアームなどに使われる。ひと口に鍛造用アルミ合金と言っても、熱間鍛造、冷間鍛造、自由鍛造や型打ち鍛造などの工法も異なり、用途や部品の要求特性に合わせて2000系、4000系、6000系などさまざまなアルミ合金が用いられる。



鍛造用アルミ合金は、サスペンションアームやブレーキ部品など高い信頼性を求められる箇所に使われることが多い。



マツダ・ロードスターのバンパー

自動車用バンパーレインフォースメントでは高強度の6000系合金が使われることが多いが、ロードスターではより高強度な7000系合金のホロー形状アルミ押出材を使ってさらなる軽量化を図っている。

03

アルミ合金の表面処理

SURFACE TREATMENT

表面処理で表情を変えるアルミは美しい！

■ 意匠性アルミ合金板

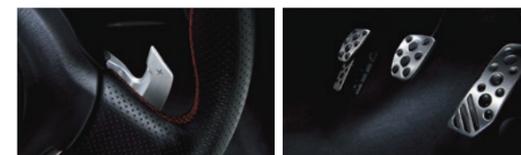
アルミニウムの大きな特長にデザイン性に優れることが挙げられる。モール、装飾部材、照明用反射板などは、電解研磨、化学研磨によってすぐれた光沢性が得られる光輝アルミ合金が用いられる。アルミニウムの表面は、酸化皮膜で保護されていて無処理でも耐食性に優れるが、様々な使用環境に適合するように表面処理により各種特性を高めて利用される。アルミの美しさを際立たせる表面処理の技術がある。

意匠性アルミ合金板を使ったインテリアの例

ヘアライン処理したアルミ合金パネルはインテリアによく使われるが、日産スカイラインのインテリアは、さらにアルミの美しさを前面に押し出している。「本アルミフィニッシャー」では、センターコンソールやドアトリムなどに非常に繊細で美しい表面処理を施したアルミ合金パネルが使われている。



スカッフプレートは、デザインと傷つき防止の機能性を併せもった意匠性アルミ合金製。



(左) ギヤシフト用のバルドでアルミ合金を使った例。見栄え、実際に指で触れる質感の高さから樹脂ではなくアルミ合金が使われることが多い。(右) スポーティな演出で欠かせないアルミ合金製のペダル類。軽さよりも、やはりその美しい輝きが樹脂ではなくアルミを選ばせる大きな要因だろう。

意匠性
表面処理

アルマイト処理(陽極酸化皮膜処理)

電気めっきはめっきするモノを陰極にして電解液中の金属イオンを還元析出させるが、アルマイトはアルミニウムを陽極にして電解し、酸化アルミニウムの強固な皮膜を形成する処理。ブラック、レッド、ブルー、シルバーなど彩りも選ぶことができる。右のキャリパーは、無電解ニッケルめっき品。



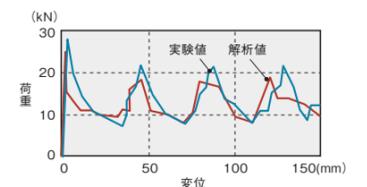
評価・分析・解析技術がアルミを進化させる

アルミ合金の開発は、評価分析技術とCAEによるシミュレーション技術の進化が欠かせない。実際にアルミ合金を電子顕微鏡で見たり各種の解析装置で分析することの重要性は変わらないが、CAEによって衝突解析、流体解析、熱解析などがシミュレーションできるのはアルミ合金の自動車への展開では大きく役立っている。とくに衝突安全性に関する材料特性、形状の検討にはCAEは欠かせない。

クラッシュボックスのシミュレーション



衝突時にクラッシュボックスに付加される圧縮荷重により、クラッシュボックスが圧壊する過程を実験とCAEによる解析で比較したグラフ。実験値と解析値が一致していることがわかる。



溶接、接合、接着。新しい技術も登場して異種素材・適材適所の接合が可能になった。

アルミ合金の接合で主流を占めるのは、熔融溶接法である。なかでもTIG(タングステン-不活性ガス)、MIG(メタル-不活性ガス)溶接の2種類があるアーク溶接が一般的だ。

軽量化のためにアルミ合金が使われるようになってきて、自動車でのアルミの接合技術は飛躍的に進んできた。欧州ではレーザー溶接を使

う例が多く、日本ではFSW(摩擦攪拌接合)が使われるようになってきた。新しい技術ゆえに進化のスピードも速い。

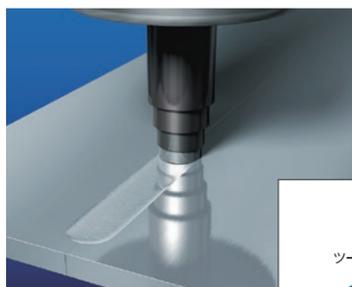
機械的接合と言われるリベットやボルト、ねじ留めの技術も、セルフピアシング・リベットなど進化を遂げている。これまではあまり自動車では使われなかった接着剤の利用も今後は進

んでいくだろう。

接合技術を生かした成形技術であるテーラードブランクもこれからどんどん採用されていくようになるだろう。アルミと鉄、アルミと樹脂などのような異種素材の接合技術にも注目が集まっている。接合は、アルミの今後拡大に大きく影響を与える技術なのである。

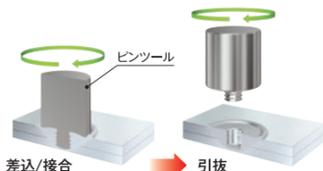
FSW・FSSW

摩擦攪拌接合=FSW(Friction Stir Welding)は、従来の溶接に代わる画期的な接合方法だ。高回転するツールとアルミの間に発生する摩擦熱を利用するが、アルミの融点よりもはるかに低い温度で接合が行なわれるため、歪みや残留応力が少ない、スパッタなどによる汚れない、熱影響による強度低下が少ないなどメリットが多い。FSSWは、FSWによる点接合で、UACJが開発した複動式FSSWでは穴やバリが残らない。

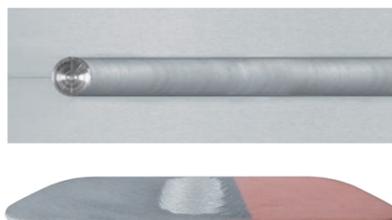
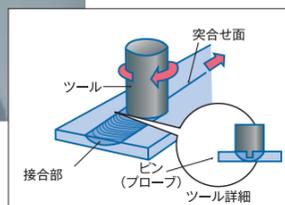


摩擦攪拌接合の原理

FSSW



穴とバリが残らず塗装等の問題がなく継手強度にもすぐれる。



FSWによるアルミ/銅の接合体。

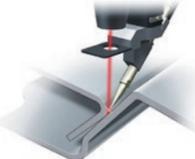
さまざまな接合技術

パンチ・リベット



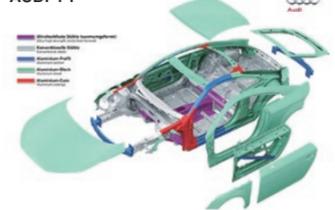
穴の開いていない2枚の板材に対してくさび状の円柱部材を強制的に押し込み締結する。加工面がフラットになるため、ルーフやピラー周りで用いられる。

レーザー溶接



発信器から出たレーザー光を集束光学系にて高エネルギー密度の微小スポット熱源として接合部に照射し熔解して溶接する。

AUDI TT



アウディTTでは、緑・青・赤の部位でアルミ合金が使われている。押出材、鋳造、板材など適材適所でアルミ合金が使われていて、その接合方法も左のように多彩である。

フロー・ドリル・スクリュー



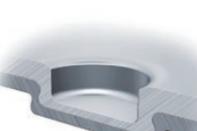
いわゆるねじ留め的一种。母材には穴を開けておく必要があるが、ねじ留めのため、締結部分を再び外すことができるのも利点である。

セルフピアシング・リベット



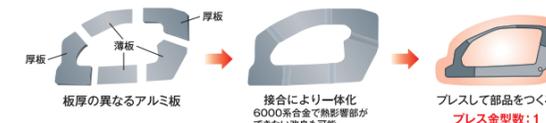
2枚以上の板材を締結させる手段で、リベットの脚部を母材に食い込ませ、変形させることで抜けにくい構造とする。あらかじめ穴を開ける必要がないため強度低下しない。

メカニカル・クリンチング



リベット等を使わずに接合箇所を上下からダイスで絞って機械的に接合する方法。リベット接合より簡単で低コスト。補修時の取り外しは裏側の突起部を削り落とす。

テーラードブランク



テーラードブランクを最初に市販車に採用したのがアウディR8(初代)。フロアパネルのセンタートンネル部分だ。

テーラードブランクとは、板厚や材質の異なる複数の素材を接合してからプレス成形する技術である。板厚を最適配置できるので、軽量化に効果がある。また製品形状に近いブランクで歩留まりも向上するし、部品点数を減らせるため、金型の数も削減できる。テーラードブランクで重要になるのは、接合技術だ。熱影響部が少なく継手形状が滑らかでプレス成形に影響が少ない接合方法が適している。その意味でFSWやYAGレーザーが適していると言える。

自動車用ボディパネルにおける各種接合方法の比較

工法	接合能率(速度 m/min)		引張特性	接合品質		接合コストイメージ	
	1mm同厚	1mm/2mm差厚		成形性	成形性	接合装置	シールドガス
FSW	○	○	母材破断(5000系) 熱影響部破断(6000系)	母材部破断	母材部破断	中程度	○
	2.0~4.0	2.5~3.5					
YAGレーザー	○	○	母材破断(5000系) 熱影響部破断(6000系)	母材部破断	母材部破断	高価	△
	2.0~4.0	2.0~4.0					
アーク溶接	△	△	母材破断(5000系) 熱影響部破断(6000系)	溶接金属部破断	母材部破断	安価	要
	~1.2	~1.2					

○優 ○良 △可 ×要検討

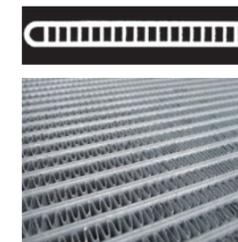
ろう付け

ラジエーター、ヒーターコア、コンデンサー、エバポレーターといった自動車用の熱交換器は1960年代にアルミ合金製が登場してから、軽量化・小型化が推進され、現在でもアルミ製が主流だ。自動車用の熱交換器は、アルミ押出材の多孔チューブとコルゲート状のブレイジングシートを組み立て、ろう付けで一体化している。これらの製品の軽量化や性能向上には材料の薄肉化が寄与するため、防食が重要なキー技術となっている。



日産GT-Rのインタークーラー

インタークーラーのコア部はアルミ合金製で、フィンとチューブは一体ろう付けされる。



接着



軽量化のために異種素材を組み合わせているステアリング・ハンガーの例。アルミ合金と樹脂、マグネシウム合金が使われている。

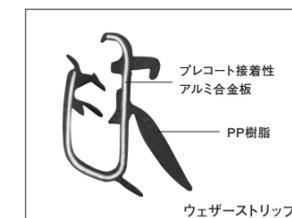
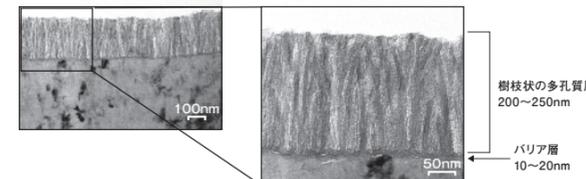
プレコート接着性アルミ合金板

ウェザーストリップを支えるのは、塗膜密着性のための下地処理を行ない、樹脂との接着性の高い塗装を施したアルミ合金板。



高接着性表面処理アルミ板「KO処理」

アルミ板をアルカリ性の電解液中で交流電解処理することで、多孔質で樹枝状の複雑な形状の酸化皮膜を形成する処理。通常の陽極酸化皮膜の厚みは2~10μm。KO処理の厚みは200~250nm。(KO処理は陽極酸化処理の1/10~1/40と非常に薄い)



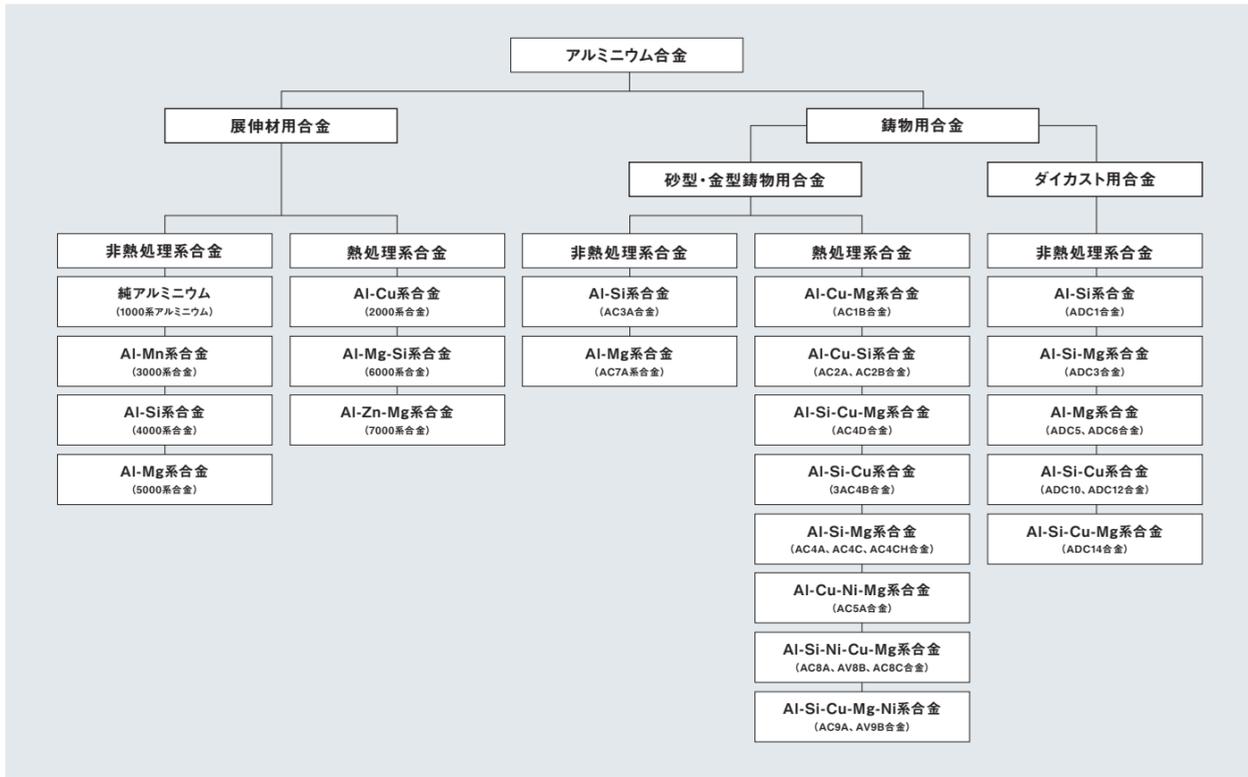
アルミニウム合金の基礎知識

軽くて強いというアルミニウムの基本的な性質に、マグネシウムやマンガン、銅、ケイ素、亜鉛などを添加することで合金にすると、さまざまな特徴を持ったアルミ合金が生まれる。耐食性、成形性にすぐれて見栄えも美しいアルミ合金は、自動車用素材としても数多くのバリエーションを持っている。

アルミニウムのうち、純度99%以上のものを純アルミニウムと呼ぶ。さまざまな元素を添加して強度を高めるなど性質を改善したものをアルミニウム合金（アルミ合金）と呼ぶ。アルミ合金は展伸材用合金と鋳物用合金に大別され、それぞれに非熱処理型合金と熱処理型合金に分けられる。

展伸材用アルミ合金は、圧延加工や押出加工によって板、箔、型材、管、棒などいろいろな形状に加工される合金で、鍛造品もこれに含まれる。鋳物用アルミ合金は砂型・金型鋳物用合金とダイカスト用合金の2系統がある。ダイカストは普通、熱処理を行われないで使用するため、熱処理の有無による合金の区分をしないの

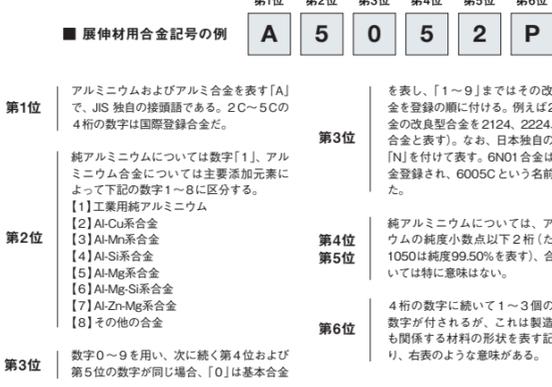
が一般的だ。アルミ合金の性質は、添加元素の種類と添加量によって変わる。下図を見ると、鋳物用合金の方が展伸材用合金より種類が多いように思えるが、実際は展伸材用合金の種類は、P14-15の表のように非常に多く、使用目的によって分けられている。



展伸材用合金記号の例

JIS規格では、個々のアルミ合金に番号を付けてその種類を区分している。圧延用アルミ合金については、22カ国・24団体の協定によって国際合金記号化制度がとられており、日本からは、日本アルミニウム協会がこの制度に参加している。この合金記号は4桁の数字方式によって表され、合金を構成する添加元素の種類とその添加量および不純物元素の種類と、その許容限界値の違いによって細かく区分されており、現在四百数十種類のアルミニウムおよびアルミ合金が登録・管理されている。したがって、たとえばJIS規格のA5052合金とヨーロッパ規格のENAW-5052合金の4桁の数字部分(5052)が同じであれば、合金の化学成分はまったく同じであることを表している。このようにアルミニウムの展伸材用合金は、他の金属材料では見られない国際性を備えた材料といえる。

一方、鋳物用アルミ合金については、まだ展伸材用合金のような国際合金登録制度がとられていないため、その合金記号は各国それぞれである。



記号	意味
P (PS)	板、条、円板 (同左特殊形状)
PC	合せ板
BE (BES)	押出棒 (同左特殊形状)
BD (BDS)	引抜棒 (同左特殊形状)
W (WS)	引抜線 (同左特殊形状)
TE (TES)	押出継目無管 (同左特殊形状)
TD (TDS)	引抜継目無管 (同左特殊形状)
TW (TWS)	溶接管 (同左特殊形状)
TWA	アーク溶接管
S (SS)	押出型材 (同左特殊形状)
FD	型打鍛造品
FH	自由鍛造品
H	箔
BY	追加棒
WY	溶接ワイヤー

アルミニウム合金の質別記号

アルミ合金は冷間加工、溶体化処理、時効硬化処理、焼きなましなどによって強度、成形性その他の性質を調整することができる。この調整のことを調質といい、調質の種類を質別という。アルミ合金の性質は質別によって大きく変わるので、材料の使用目的、加工方法で最適なものを選ぶことが重要だ。

記号	説明
F	製造のままのもの。加工硬化又は熱処理の特別なコントロールをしない製造工程から得られる製品について適用する。通常、展伸材については機械的性質の制限をしない。(現行JISでは、抽伸棒に適用されている)
T1	高温加工から冷却したのち、十分な安定状態にする為に自然時効硬化したのち。従来押出材でF材と称していたもの。JISでは、6063に適用されている。UACJの場合6063以外の熱処理合金についても、従来のF材をT1としている。
O	焼きなまししたもの(最も軟かい質別に適用する)
H112	展伸材においては積極的な加工硬化を加えずに、製造されたままの状態での機械的性質の保証されたものを示す。
HXY	H: 加工硬化したもの(適当な軟かきにするための追加焼きなましの有無を問わず、加工硬化によって強度を増加した製品に適用する。Hのあとには、2つ又はそれ以上の数字がつけられる。"H"の後に続くXおよびYの数字は、次のような基本的作業の特別な組合せを表す。 H1Y: 加工硬化のみ(所定の機械的性質を得る為に追加焼きなましで加工硬化した製品に適用する。この数字の後の数字は、強度の程度を表す)。 H2Y: 加工硬化後適度の焼きなましをしたもの(所定の値以上に加工硬化した後に適度の焼きなましによって、所定の機械的性質まで低下させた製品に適用する。常温で時効硬化する合金については、H3n質別とはほぼ同じ強度を持つ。その他の合金については、H1n質別とはほぼ同じ強度を持ち、やや高い伸びを持つ。この記号の後の数字は、強度の程度を表す)。 H3Y: 加工硬化後、安定化処理したもの(常温で時効硬化するMgを含んだ合金は、製造後の経日変化を生ぜぬように低温加熱により加工硬化後安定化処理するが、その製品に適用する。この記号の後の数字は安定化処理後、製品に残された強度の程度を表す)。 H4Y: 加工硬化後塗装したもの(加工硬化した製品が塗装の加熱によって部分焼きなましされたもの)。 HX8: 通常の加工で得られる最大引張強さのもの(断面減少率がほぼ75%の時得られるのに相当する最終加工硬化の程度を持つ質別を表す)。 HX4: O=焼きなましとHX8=硬質のほぼ中間の引張強さを持つ材料。 HX2: OとHX4の中間。 HX6: HX4とHX8の中間。 HX1, HX3, HX5, HX7: OとHX2, HX2とHX4, HX4とHX6, HX6とHX8の中間。 HX9: 引張強さの最小規格値がHX8より10N/mm ² 以上超えるもの。
T3	溶体化処理後冷間加工を行ない、残留応力を除去し、さらに自然時効させたもの。(溶体化処理後強さを増加させるため冷間加工を行ない、永久ひずみを与える引張加工によって残留応力を除去した後、さらに自然時効したもの)

T351 T3511	溶体化処理後冷間加工を行ない、残留応力を除去し、さらに自然時効させたもの。(溶体化処理後強さを増加させるため冷間加工を行ない、永久ひずみを与える引張加工によって残留応力を除去した後、さらに自然時効したもの)
T361	T3の断面減少率を6%としたもの。
T4	溶体化処理後、自然時効させたもの(溶体化処理後冷間加工を行わず、十分に安定な状態まで自然時効させたもの。したがって、矯正してもその冷間加工の効果が小さいもの)。
T42	T4の処理を使用者が行なったもの。
T451 T4511	溶体化処理後残留応力を除去し、さらに自然時効させたもの(溶体化処理後、永久ひずみを与える引張加工によって残留応力を除去し、さらに自然時効させたもの)。
T5	高温加工から冷却後人工時効硬化処理したもの(鋳物または押出材のように高温の製造工程から冷却後積極的に冷間加工を行わず、人工時効硬化処理したもの。したがって、矯正してもその冷間加工の硬化が小さいもの)。
T5E	T5処理の人工時効の時間を短く、温度を低くして重時効硬化したもの。曲げ加工をするので、T1では強度不足のものに適用する(当事者間の協定による調質)。
T6	溶体化処理後人工時効硬化処理したもの(溶体化処理後積極的に冷間加工を行わず、人工時効硬化処理したもの。したがって、矯正してもその冷間加工の効果が小さいもの)。
T62	T6の処理を使用者が行なったもの。
T651 T6511	溶体化処理後残留応力を除去し、さらに人工時効硬化処理したもの(溶体化処理後、永久ひずみを与える引張加工によって残留応力を除去し、さらに人工時効硬化処理したもの)。
T7	溶体化処理後安定化処理したもの(溶体化処理後特別な性質に調整するため、最大強さを得る人工時効硬化処理条件を超えて過剰時効硬化したもの)。
T73	溶体化処理後過時効硬化したもの(溶体化処理後耐力腐食割れ性を最大にするため過時効硬化したもの)。
T74	溶体化処理後過時効硬化したもの(溶体化処理後耐力腐食割れ性を調整するためT73とT76の中間の過時効硬化したもの)。
T76	溶体化処理後過時効硬化したもの(溶体化処理後耐腐食性をよくするために過時効硬化したもの)。
T8	溶体化処理後冷間加工を行ない、さらに人工時効硬化処理したもの(溶体化処理後強さを増加させるため冷間加工を行ない、さらに人工時効硬化処理したもの)。
T83	T8の断面減少率をほぼ3%としたもの。
T851	溶体化処理後冷間加工を行ない、残留応力を除去し、さらに人工時効硬化処理したもの(溶体化処理後、永久ひずみを与える引張加工によって残留応力を除去し、さらに人工時効硬化処理したもの)。
T861	T361を人工時効硬化処理したもの。
T9	溶体化処理後人工時効硬化処理を行ない、さらに冷間加工したもの(溶体化処理後人工時効硬化処理を行ない、強さを増加させるため、さらに冷間加工したもの)。

アルミニウム合金の表面程度と特性

表面程度	表面光沢度 (%)			平均表面粗さ (μRa)	特 性
	横正反射率	縦正反射率	拡散反射率		
XL	83	85		0.02	超高光沢。鏡面を有する。鏡面をそのまま生かして反射板、ネームプレートに使用。(クリアー塗装はよいが、陽極酸化処理は不適)
SL	83	85	4以下	0.02	元板の光沢は最高で、アルマイト後の光沢低下が極めて少ない。電解(化学)研磨処理なして、光沢を必要とする場合に適する。
LF	74	79	6以下	0.03	電解(化学)研磨処理をほどこす場合、および元板の光沢を残す場合に適する。
HB	67	74		0.05	ネームプレート用アルミニウム板として、標準的の表面であり最も適用範囲が広い。
BF	55	65		0.1	全面印刷、一般的アルマイト処理に適する。エッチング処理をする場合に適する。
PF	15	40		0.3	光沢のない機械的前処理(水ヘアーライン加工など)を施す場合に適する。エッチング処理をする場合に適する。
MF	15	40		0.3~0.8	光沢のない機械的前処理(水ヘアーライン加工など)を施す場合に適する。エッチング処理をする場合に適する。

※代表値。表面光沢度は、材質、質別、板厚により異なるが、およそ代表値の±5～10% (正反射率)。



アルミニウム合金の用途指針

アルミ合金は、1000番台の工業用純アルミニウム、銅を添加した2000番台、マンガンを添加した3000番台、ケイ素を添加した4000番台、マグネシウムを添加した5000番台、マグネシウムとケイ素を添加した6000番台、そして亜鉛とマグネシウムを添加材とした7000番台まで、多種多様だ。

軽量化のためにスチールからアルミ合金への材料置換が進んでいる。新型車が登場するたびに、自動車メーカーは「〇〇のパーツをアルミ合金化して軽量化を図った」という説明をするが、アルミ合金の種類は、目的と成形性などさまざまな性質を考慮して選択されるのだ。5000番台のアルミ合金パネル材とか6000番台のアルミ合金押出材7075の高強度アルミ合金……というようなフレーズは本誌でも目にするだろう。このページでは、合金の特徴と自動車でのどの部品に適用されているのか、そしてその特徴はなにかをひと目でわかるように表にまとめた。表中の合金呼称“AA”とは、The Aluminum Association (全米アルミニウム協会)の呼称である。

アルミ合金の一般的性質

1000系アルミニウム

1000番台の表示は工業用純アルミニウムを示し、1100、1200が代表的で、いずれも99.00%以上の純アルミニウム系材料である。1100は陽極酸化処理(アルマイト)後光沢を良好にするCuが微量添加されている。1050、1070、1085はそれぞれ純度99.50、99.70、99.85%以上の純アルミニウム材料であることを示す。この系の材料は加工性、耐食性、溶接性などに優れるが、強度が低いので構造材には適さない。しかし、強度を要しない家庭用品、日用品、電気器具に多く用いられる。

純アルミニウムに含まれる主な不純物はFe、Siであるが、不純物が少なくなるにしたがって耐食性が向上し、陽極酸化処理後の表面光沢が改善される。このため、化学、食品、工業用タンク、装飾品、ネームプレート、反射板などに使われる。また、Fe、Siの量によってプレス成形性が影響されるため、その量、比を合金元素と同じように制御することも行なわれる。

なお電気伝導性、熱伝導性にも優れるため、1060、1070は送配電用材料、放熱材として多く用いられている。

2000系合金

ジュラルミン、超ジュラルミンの名称で知られる2017、2024が代表的なもので、鋼材に匹敵する強度をもつ。しかし比較的多くの銅を含むため耐食性に劣り、腐食環境にさらされる場合には十分な防食処理を必要とする。航空機用材料として表面に防食を目的に純アルミニウムを合わせ圧延したクラッド材が使用されている。2014は高強度鍛造材として広い用途をもっている。

溶融溶接性は他のアルミ合金に比べて劣るため結合には主にリベット、ボルト接合、抵抗スポット溶接が行なわれる。切削性は良好で、特にPb、Biを添加した2011は優れた快削性合金として機械部品に多く用いられている。



3000系合金

3003はこの系の代表的合金で、Mnの添加により純アルミニウムの加工性、耐食性を低下させることなく、強度を少し増加させたものである。器物、建材、容器などに広い用途をもつ。

	合金呼称			特長	自動車への適用
	AA呼称	JIS呼称	UACJ呼称		
1000 Al	1050	1050	A50	加工性、表面処理性が優れ、耐食性はアルミ合金中最良	ヒートインシュレーター
	1100	1100	A30	アルミ純度が99.0%以上の一般用途のアルミ陽極酸化処理後の外観がやや白っぽくなる以外はA50と同一	ヒートインシュレーター、ナンバープレート
	1200	1200	A0		ヒートインシュレーター
2000 Al-Cu	2014	2014	14S		2輪車ハンドル、ABS
	2017	2017	17S	Cuを多く含むため、耐食性は高くないが強度が高く構造材として利用	ショックアブソーバー、ハンドル、スポーク、コンロッド
	2024	2024	24S		
	2219	2219	B19S	強度が高く、低温および高温特性、溶接性も優れるが、耐食性は劣る	ローター
			CG29	2618合金の高強度を改良した合金	コンロッド、ピストン
			CB156 CB256 KS26	鉛フリー快削合金	ATバルブ
3000 Al-Mn	3003	3003	303S D3S	1100より強度が約10%高く、加工性、耐食性も良好	配管類
	3004	3004	304S 4S	3003より強度が高く、深絞り性に優れ、耐食性も良好	カウルグリル、ヒートインシュレーター
4000 Al-Si	4032	4032	32S	耐熱性、耐摩耗性に優れ、熱膨張係数が小さい	ピストン
			SC100	耐摩耗性、鍛造性に優れた4032より高強度の合金	
			SC300	SC100を強度アップした合金	
			TF06B TF08 TF10B	耐摩耗性、鍛造性に優れた4032より高強度の合金	パワーステアリングハウジング、コンプレッサークラック、バルブリフター
			SC150 TF12B	過共晶合金で、鍛造性を向上させた合金	コンプレッサーローター
5000 Al-Mg	5052	5052	52S	中程度の強度を持った合金で、耐食性、加工性が良好 疲労強度も高い	メーター表示板、ATドラム、エアバッグインレーター、各種カバー類
	5454	5454	D54S	5052に比べ、強度が20%高い 耐食性が良好	ホイールリム、サスペンション部材
	5083	5083	183S	溶接構造用合金 非熱処理合金のなかでもっとも強度が高い	タンク類、ボンベ
			383S	183Sの成形性を向上させた合金 超塑性特性も優れる	
			483S	183Sの押出用合金	
	5182	5182	NP5/6		ラッシングレール
			A82S	5083に近い強度を持ち、加工性、耐食性が良い合金	ダストカバー、シートフレーム、エアクリナーケース、スプリングシート
	5154	5154	GM14S	成形性、耐応力腐食割れ性が良好	ボディパネル(インナー)
			A154S	5052合金に対し、20%高強度化した合金 成形性良好	ホイール、足回り、駆動関係、サスペンション部材
			A254S	5052合金に対し、20%高強度化した合金 成形性良好 耐応力腐食割れ性を考慮した合金	
GC32			成形性、耐応力腐食割れ性が良好		

	合金呼称			特長	自動車への適用
	AA呼称	JIS呼称	UACJ呼称		
5000 Al-Mg	5022		GC45 TG19	高強度、高成形性のボディパネル用合金で、焼付塗装による耐力低下が少ない	ボンネット、サンルーフ、ドア、センターピラー、オイルパン、フロア、オイルハウス、リヤファンダー、クロスメンバー、エアクリナーケース
			GC150	GC45よりもやや強度の高い合金	ボディパネル(インナー)
	5023		GC55	GC45の成形性をさらに改良したボディパネル用合金	ボンネット、ルーフ、トランクリッド、インストゥルメントパネル、シートバケット、ニープロテクター
			TG25		
	5110A	5N01	257S	強度は3003と同等の高光輝合金 深絞り性、耐食性良好	モール、トリム、反射板、ヘッドランプバルブシェード
5056	5056	356S	耐海水性に優れた非熱処理系溶接構造用合金	ブレーキピストン、フューエルデリバリーパイプ、エアバッグインフレーター	
6000 Al-Mg-Si			SG112 SG212 TM30 TM55	ベークハード型ボディパネル合金	ボンネット、リヤファンダー、フロントフェンダー、センターピラー、ホイールハウス、サンルーフ、ドア、クロスメンバー
			SG312 TM66 TM67	ベークハード型ボディパネル合金 耐力および強度がSG112よりも高く、成形性が良好	
			61S 161S	熱処理型の耐食性アルミ合金	
	6061	6061	561S		ABS、クロスメンバー、防振ゴム用金具、ホイール、プロペラシャフト、アーム類、リンク、エアバッグ、根太、レシーバータンク
	6013		SG210	高強度鍛造用アルミ合金	パワーブラントフレーム
	6063	6063	63S 163S Y63	代表的押出用合金 6061より強度は低いが押出性に優れ、複雑な形状が可能	モール、シートフレーム、トラックアオリ、サンルーフレール、各種配管パイプ
	6005C	6N01	465S L55	6061と6063の中間の強度を有し、耐食性と溶接性が良好	バンパーレインフォースメント、サイドシル、スペースフレーム、エンジンマウントブラケット、シートフレーム、ABS、ショックアブソーバー外筒
			SG109	高強度合金、曲げ加工性、耐食性が良好 ホロー押出可能	バンパーレインフォースメント、スペースフレーム
			SG310	6000系アルミ合金でもっとも高強度な合金	ホイール、プロペラシャフト、アーム類、リンク
			GT209 KS69S	鉛フリー快削合金	ATバルブ
7000 Al-Zn-Mg	7075	7075	75S	高強度合金 航空機用の代表的合金	シートベルトヒンジ、リンク、ボビン、リトラクター
	7178	7178	A78S	アルミ合金中最高の強度を有する合金	キー
	7003	7003	ZK60 K73	溶接構造用押出合金7N01より押出性良好	バンパーレインフォースメント、シートスライダ、オートバイフレーム、ドアインパクトビーム、2輪車リム
	7204	7N01	ZK141 K70	溶接構造用合金 溶接部の強度が常温時効により母材強度近くまで回復	ジャッキ、ステアリング、クロスメンバー、ブレーキペダル、ハンドル芯金、バンパーフェイチャー
			ZK147 K70Y		ジャッキ
			ZK55	7N01よりも高強度な合金 ホロー押出可能	バンパーレインフォースメント、インパクトビーム、オートバイフレーム&リム
	7046		ZK170		
	7050	7050	ZG62		
			ZC88	高強度アルミ合金	フロントフォーク

3003に相当する合金にMgを1%程度添加した3004、3104は、さらに強度を増加させることができるのでカラーアルミ、アルミ缶ボディ、屋根板、ドアパネル材などの材料として需要が多い。

4000系合金

4032はSiの添加により熱膨張率を抑え、耐摩耗性の改善を行ったもので、さらにCu、Ni、Mgなどの微量添加により耐熱性を向上させ、鍛造ピストン材料として用いられる。

4043は溶融温度が低く、溶接ワイヤー、ブレイジングろう材として使用される。また、この合金はSi粒子の分散により陽極酸化処理皮膜が灰色を呈するためビル建築の外装パネルにも使用されている。

5000系合金

Mg添加量の比較的小さいものは裝飾用材や器物用材に、多いものは構造材として使用される。したがって合金の種類が多い。

Mg添加量の少ない合金としては裝飾用材、高級器物として用いられる5N01、車両内装天井板、建材、器物材として用いられる5005が代表的なものである。中程度のMgを含有するものとしては5052が代表的で中程度の強度をもつ材料としてもっとも一般的なものである。5083はMg含有量の多い合金で非熱処理合金としてはもっとも優れた強度をもち、溶接性も良好である。このため、溶接構造材として船舶、車両、化学プラントなどに使用されている。

この系の合金は冷間加工のままでは強さがやや低下し、伸びが増加するという経年変化を示すので安定化処理が行なわれる。海水や工業地帯の汚染雰囲気強く、外観を問題にしなければ防食処理を施す必要は比較的小さい。また、5083のようにMgを多く含むものは過度の冷間加工を与えたまま、高温で使用すると応力腐食割れを生じることがあるので、通常、構造材としては軟質材が使用される。

6000系合金

この系の合金は強度、耐食性とも良好で、代表的な構造用材として挙げられる。ただ、溶接のままでは継手効率が低く、ビス、リベット、ボルト接合による構造組立が行なわれることが多い。

6061-T6は耐力245N/mm²以上でSS400鋼に相当し、設計上、たわみを問題としなければ、同等の許容応力がとれるという利点がある。鉄塔、クレーンなどに用いられる。6063は優れた押出性を備え、建築用サッシを中心に、6061ほど強度を必要としない構造材として使用される。

6N01は6063と6061の中間の強度を有する合金で1982年にJISに登録された。

7000系合金

アルミ合金のなかでもっとも高い強度をもつAl-Zn-Mg-Cu系合金と、Cuを含まない溶接構造用Al-Zn-Mg合金に分類できる。後者はわが国では、いわゆる三元合金として親しまれている。

Al-Zn-Mg-Cu系合金の代表的なものは7075で、航空機、スポーツ用品類に使用されている。Al-Zn-Mg合金は比較的高い強さをもち、溶接後の熱影響部も自然時効により母材に近い強さに回復するため、優れた継手効率が得られる。7N01がその代表的合金で溶接構造用材料として鉄道車両などに用いられている。

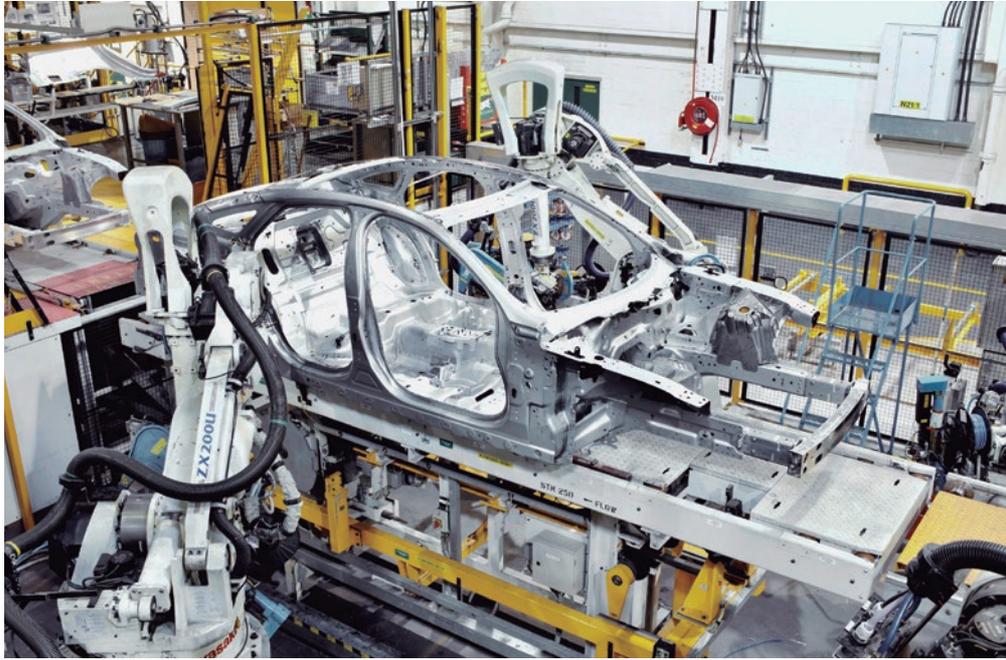
なお、この系の合金は熱処理が適切でない場合には応力腐食割れを生ずることがあるので注意する必要がある。このためにJISに示された標準熱処理条件よりは過時効となる条件で焼きもどしが行なわれることもある。



その他の合金

アルミニウムにLiを添加すると、密度が小さくなり、ヤング率が増大するため、理想的な低密度・高剛性材として航空機その他大型構造用などとして注目され、Al-Li系、Al-Li系、Al-Li-Mg系、Al-Li-Cu系、Al-Li-Cu-Mg系などが開発されている。

ほかに8000系合金として国際登録されている急冷凝固粉末冶金合金やその他の新技術の研究開発とともに新合金が数多く開発されている。



epilogue

Aluminum Material for Automobiles

次世代のクルマ創りを支える環境金属アルミニウム

現代の自動車開発の最大の課題はCO₂削減＝燃費改善であるのは周知の技術だ。
そのために、自動車メーカーはエンジン、トランスミッションの効率改善に余念がない。

しかし、CO₂削減にもっとも効くのは「軽量化」だ。

そこで注目を集めるのが、アルミニウムである。比重が7.8の鉄に対してアルミは2.7。アルミは「軽い」のだ。

比強度(単位重量当たりの強度)が大きいアルミニウムは軽いだけでなく「強い」素材でもある。

耐食性や熱伝導率の高さ、加工性、接合のしやすさなど、アルミニウムが持つ基本的な性質も、自動車にとって魅力的だ。エンジンブロックなど鑄造部品から始まったアルミニウムの自動車部品への展開は、いま構造用部材やボディパネルなどさまざまな部位へ広がっている。

とはいえ、アルミニウムの元素が発見されたのは1807年とわずか200年あまり前。アルミニウムは若い素材とも言える。

アルミニウムにほかの金属元素を添加することで、さまざまな性能をもつアルミ合金を作り出すことができる。

加えて、アルミニウムは循環的なりサイクルができる環境金属だ。

いまアルミニウムは、素材、成形方法、接合方法などが大きく進歩を遂げている。

自動車へのアルミ合金の適用は、まだ始まったばかり。これからのクルマ造りに欠かせない素材になっていくだろう。