

(解説)

二輪車(オートバイ)用アルミニウム押出材の技術動向と 当社の取組み

Technological Trends in Aluminum Extrusion for Motorcycles



岡 貴志*
Takashi Oka



吉原伸二*
Shinji Yoshihara



森田啓二*
Keiji Morita

Aluminum extrusion for motorcycles mostly involves the use of 7000 series alloys. Many characteristics—strength, weldability, anodizing, etc.—are involved in the production of 7000 series alloys for motorcycles. Kobe Steel has a large share of this market, and it has developed many alloys for motorcycles. In this paper, the characteristics of newer, better steel alloys currently being developed by Kobe Steel for motorcycles are introduced.

まえがき = アルミニウム合金押出材は、軽量なことに加えて、鉄では困難な任意の肉厚配分をもつ複雑な断面形状を得ることができる。二輪車(オートバイ)向けにはこの利点を利用し、7000系合金を中心としたアルミニウム合金押出材が早くから採用されている。二輪車用7000系合金には強度、溶接性、アルマイト性など多くの特性が求められるが、当社は、二輪車用アルミニウム合金押出材の分野で大きなシェアを占めており、それに伴い多くの開発合金を有している。本稿では、二輪車用アルミニウム合金押出材に求められる特性を、当社の合金開発の考え方とともに説明する。

1. 二輪車用アルミニウム合金押出材

二輪車では、早くからアルミニウム合金押出材の採用が進められてきた。その理由として、良好な耐食性、軽量といったアルミニウム合金の特性に加え、任意の中空断面を成型できる押出加工の利点が挙げられる。

写真1に、二輪車に採用されている代表的なアルミニウム押出材を示す。アームなどのフレーム部材から車輪のリム材にいたる多くの部品に適用されている。

合金の種類としては7000系アルミニウム合金の採用が多く見られる。これは7000系合金が、アルミニウム合金中で最も強度の高い合金系の一つであることによる。この強度の高い7000系合金を採用することで、より一層の軽量化が可能となる。表1に当社の押出加工用7000系合金の一部を示す。当社では各部品に求められる特性を考慮し、多様な合金をラインアップしている。

2. 二輪車用アルミニウム合金押出材に求められる特性

上述のように、アルミニウム合金押出材は二輪車の様々な部品に採用されており、素材に求められる特性も



写真1 二輪車に採用されている代表的なアルミニウム押出材
Photo 1 Typical aluminum extrusion parts adopted in motorcycle

部品ごとに様々である。以下に、二輪車用アルミニウム合金押出材に求められる代表的な特性、および要求特性を満たすための合金技術について述べる。

2.1 耐応力腐食割れ(SCC)性

応力腐食割れ(Stress Corrosion Cracking, 以下 SCC)は、素材に作用する引張応力と環境による局部腐食との相乗作用により、それぞれが単独で作用する場合に比べ短時間で割れに至る現象である。一般に強度の高いアルミニウム合金ほどSCCが発生しやすく、7000系合金は比較的SCCが発生しやすい合金系である。そのため、構造部材に7000系合金を採用する際には、注意が必要である。実用7000系合金においては、マンガン(以下 Mn)、クロニウム(以下 Cr)、ジルコニウム(以下 Zr)などの遷移元素の添加および熱処理条件による金属組織の調整により、耐SCC性の向上を行い、実用上支障のないレベルの合金が開発されている。

図1にJIS 7N01合金に各種微量添加元素を加えた場合のSCC発生時間の変化について示す¹⁾。前述したように、Mn, Cr, Zrなどの遷移元素の添加は耐SCC寿命を

*アルミ・銅カンパニー 長府製造所 アルミ押出研究室

表 1 当社の押出用 7000 系アルミニウム合金

Table 1 7000 series aluminum alloys for extrusions by Kobe Steel

Alloy	TS (MPa)	YS (MPa)	El. (%)	Main application	Extrudability		Control of surface recrystallization	Surface roughness after extrusion
					Min. thickness (mm)	Hollow shape*		
Z6RM-T62	440	390	10	Rim for motorcycle	2.5	C	B	B
Z6W-T5	420	390	10	Door beam for automobile	2	B	C	C
Z35B-T5	390	345	10	Bumper for automobile	1.6	A	C	B
CZ5D-T5 (JIS 7N01)	325	245	10	Rail train	2	A	A	D
Z5X-T5 (JIS 7N01)	325	245	10	Frame for motorcycle	2	A	B	A
Z5M-T5 (JIS 7N01)					2	A	A	A
Z5H-T5 (JIS 7003)	285	245	10	Frame for motorcycle	1.6	A	C	A

*A : Possible , B : Possible (without inner rib) , C : Possible but shape is limited
Excellent A D poor

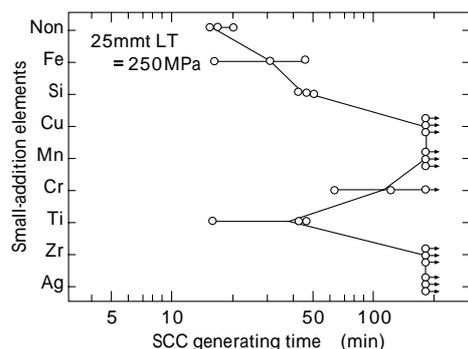


図 1 JIS 7N01 板材の LT 方向における SCC 寿命に及ぼす微量添加元素の影響¹⁾
Fig. 1 Effects of additional elements on SCC sensitivity in LT direction of JIS7N01 sheet

向上させる。また、銅(以下 Cu)、銀(以下 Ag)といった添加元素も耐 SCC 性に効果があることがわかる。Mn, Cr, Zr などの遷移元素の添加は、マイクロ組織を微細な繊維状組織とすることで耐 SCC 性を向上させている。一方、Cu, Ag などは金属組織中の粒界と粒内の電位差を緩和することで、耐 SCC 性を向上させていると考えられている。

当社 7000 系合金は、遷移元素による組織の微細化手法、および Cu 添加による耐 SCC 性の向上効果を合わせて量産している。

2.2 表面組織制御

二輪車に採用されるアルミニウム合金押出材の多くは、完成品の状態で外面に露出されるものが多く、構造部材であるとともに、外観上の美観が求められる。表面仕上げには塗装、めっきなどの方法があるが、アルミニウム合金の場合はアルマイト(陽極酸化皮膜)処理が使用されることが多い。アルマイト処理は、アルミニウム合金をアノードとして、電解によりその表面に酸化皮膜を成長させることで、耐食性と外観を向上させるものである。このとき、アルミニウム合金表面の金属組織の状態、特に表面再結晶の状態が、アルマイトの仕上がり状態に大きく影響を及ぼす。

アルミニウム合金押出材には、押出加工の原理上押出金型と接する表面部に再結晶が発生しやすい。写真 2 に押出材表面に発生した再結晶層の断面マイクロ組織を示す。再結晶の発生部は、アルマイトにより光沢が強調さ

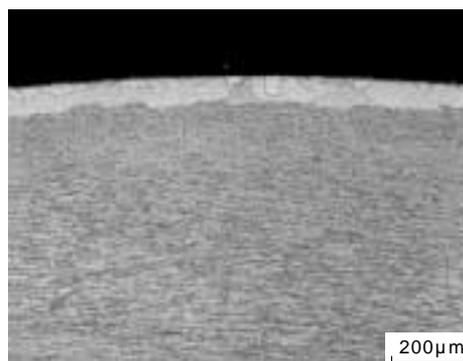


写真 2 押出材表面に発生した再結晶
Photo 2 Recrystallization on surface of extrusion

れるのに対し、再結晶の発生していない部位はくすんだ色調となる。素材表面に均一に再結晶層が存在していないと、アルマイト処理後に光沢の濃淡によるむらが発生し、外観上好ましくない場合がある。また、表面再結晶が厚くなりすぎると、曲げ加工やプレス加工といった塑性加工後、表面部にオレンジピールと呼ばれる欠陥が発生する。そのため当社では、微量な遷移元素の添加量の調整と製造条件の最適化により、表面に 100 ~ 200 μm の薄く均一な再結晶層を持った押出材を開発し、二輪車用に製造している。

しかし、一般ユーザの嗜好が多様になり、むしろくすんだ色調が要求される場合もある。その場合、押出材表面には極薄い再結晶層さえ許容されない。そこで、遷移元素の添加量を更に検討し、表面再結晶層の発生しない新合金の検討を行った。図 2 に従来合金と新合金の押出

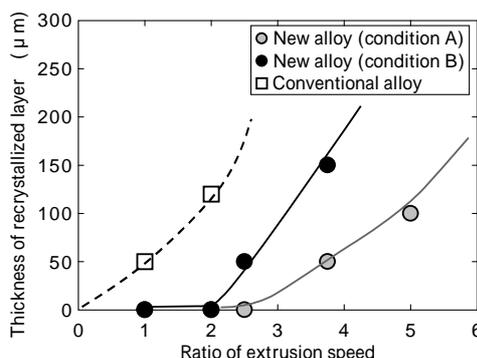


図 2 表面再結晶に及ぼす押出速度の影響
Fig. 2 Effect of extrusion speed on surface recrystallization

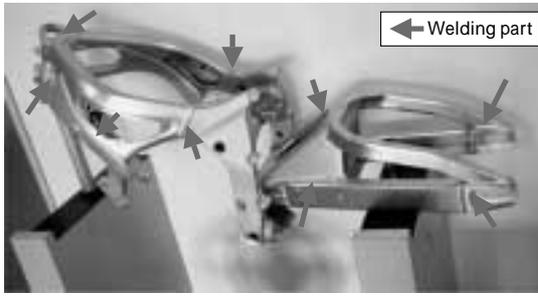


写真3 二輪車のフレーム構造
Photo 3 Frame construction of motorcycle

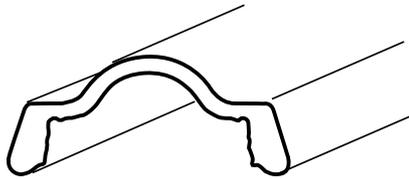


図3 リム材の代表的な断面形状
Fig. 3 Representative cross-sectional shape of rim

テストの結果を示す。Y軸に再結晶層厚さ，X軸に従来合金の量産条件を1とした加工速度（以下，押出速度）比を示す。押出材では，一般に押出時の押出速度を上げるほど再結晶層が厚くなる傾向にあるが，新合金では遷移元素の調整により，従来材と同じ押出速度では再結晶が発生しないことが分かる。

2.3 溶接性

写真3に二輪車のフレーム構造を示すが，多くの部品を溶接により接合している。二輪車にとって溶接は必要不可欠な接合方法と考えられる。アルミニウム合金は鉄に比べて熱伝導度，線膨張係数が大きいため溶接が困難との認識があるが，適切な溶接条件を選定すれば十分に健全な溶接部が得られる。実用上はMIG溶接，TIG溶接といった不活性ガスアーク溶接が用いられている。一方で，アルミニウム合金の溶接上の長所としては，凝固速度が速いため，全姿勢溶接が容易であることや非磁性のため磁気吹きのないことが挙げられる。

また，溶接時の入熱によって母材部に熱影響部（Heat Affected Zone，以下HAZ）と呼ばれる軟化部が発生する。7000系合金の場合はHAZ部は溶体化された状態となり，その後の室温で自然時効が進行する。自然時効は1～2週間程度で回復し，他のアルミニウム合金に比べHAZ部の軟化程度は軽いものとなる。通常，母材の80～90%程度のHAZ部強度が得られる。

3. アルミニウム合金押出材が採用された二輪車部品

3.1 フレーム材

上述のように，写真3にフレーム構造の例を示している。オールアルミニウムフレームであるが，アルミニウム板材，鋳物材および押出材を適材適所に使用している。

強度，加工性，外観など要求特性の厳しい部品であるため，JIS 7N01合金をベースとした開発合金にて量産を行っている。

3.2 リム材

悪路走行，高速走行による過酷な使用条件にさらされ

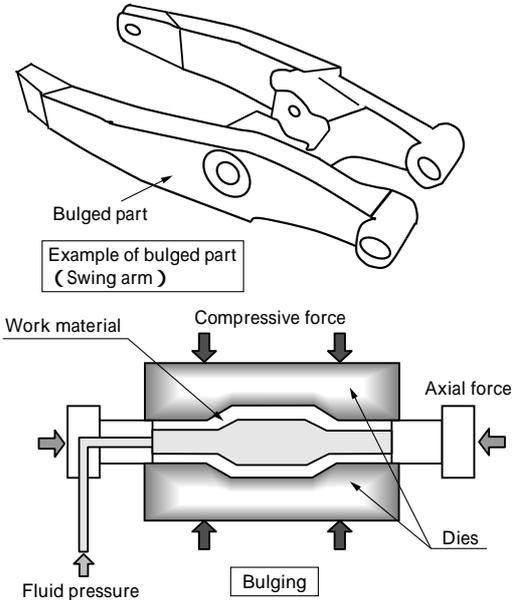


図4 バルジ成形の概略図と採用部品の例
Fig. 4 Schematic drawing of bulging and an example of bulged part

る部品である。図3にリム材の代表的断面形状を示す。押出材の状態では直線状の素材であるため，ユーザにおいて曲げ加工を行い，その後溶接によって接合される。溶接にはフラッシュバット溶接などが使用されている。合金は表1に示す最も強度の高いZ6RMなどが使用されている。アルミニウム合金への要求としてより高強度な合金が求められている。

3.3 バルジ成形

フレーム材の一部に部品点数削減のため，バルジ成形技術が採用されはじめている。バルジ成形の概略図と採用部品の例を図4に示す。本加工法は，中空の押出材の内部に液体を充填し，その液圧により金型に沿った形状に成形するものである。高強度な7000系合金を加工するため，押込み量の調整，金型との潤滑など加工技術の開発とともに，バルジ成形性の優れたアルミニウム合金が求められている。二輪車への採用は比較的新しい加工法であるが，今後増加していくものと予想される。

むすび= 以上説明したように，二輪車には7000系アルミニウム合金押出材が早くから採用されてきた。しかし，その要求特性は新規アイテムの発生，加工方法の進歩などにより，より高度なものへ変化してきている。これからも二輪車へのアルミニウム合金押出材の採用を進めるためには，その要求特性に適合した素材を迅速に開発することが必要である。

参考文献

- 1) 平松剛毅ほか：軽金属，Vol.23, No.5 (1973) p.210.