解説

冷間鍛造用アルミニウム合金

辻 美紘*・嶋田 誠*

Cold-forging aluminum alloys

Yoshihiro TSUJI*, Makoto SHIMADA*

1. はじめに

冷間鍛造は、最終製品に近づけた形状に仕上げることでできるので冷間鍛造後の切削を省くこともできて極めて材料歩留りのよい加工法である。

また熱間鍛造に比べても①生産性が高い②工数および工程の節減ができる③省エネルギーになるほど大きなコスト低減効果をもつとともに、もともと信頼性の高い内部品質のものが得られる。寸法精度、表面品質にすぐれることから冷間鍛造加工が現在盛んに行われている。

特にアルミニウムの冷間鍛造は最近の世の中の軽薄短小の動きとともに VTR、OA 機器、自動車、オートバイ、自転車、機械部品のほかスポーツ、レジャーから日用品にいたるまで小物部品の加工方法として急速に伸びている。

アルミニウムの冷間鍛造業界は中小のメーカーが多く生産の実態がつかみにくいここ数年 VTR 部品を中心に需要が大きく拡大し (図 1¹⁾)、12,000 トン/年程度の生産規模であると推定される。

本稿では、最近の冷間鍛造用アルミニウム合金について述べる。

2. 冷間鍛造

冷間鍛造は素材の変形を工具で拘束しながら素材の再結晶温度より低い温度の冷間で圧縮力を加えて成形する塑性加工方法である。冷間鍛造工程を図 2 に示す。

冷間鍛造が我が国に本格的に導入されたのは昭和30年代に入ってからであり、鉄系材料による自動車部品、自転車部品などが多かった。アルミニウムの冷間鍛造についてはもつと歴史が浅く、昭和40年代に入ってから盛んに行われるようになりカメラ部品を中心に行われた。しかしこの分野の需要が成熟し、樹脂化の動きが出てくる

とともに衰退し、現在の中心は VTR 部品 (シリンダー) へと変つていった。時代の変遷とともに冷間鍛造で成形される製品が目まぐるしく変つている。今後もしろいろな用途に小物部品の冷間鍛造が盛んに行われていくと考えられる。

2.1 特 徴

冷間鍛造の特徴について同じく量産型の成形加工技術であるダイキャストおよび熱間鍛造と比較するとダイキ

図1 VTRの生産台数の推移¹⁾

* (株)神戸製鋼所 ((下関市)。Kobe Steel Ltd. (Shimonoseki)。

受理日: 昭和60年8月。

図2 冷間鍛造工程

キャストは製品形状の自由度、生産性、コストの面ですぐれているが、巣、割れなどの内部欠陥、健全性、信頼性の点で劣る。

一方熱間鍛造は冷間鍛造と同様、内部組織、健全性、信頼性の点ですぐれているが生産性、寸法精度、表面品質などの点で冷間鍛造に比べて劣る。

冷間鍛造は軸対称物を中心とするため形状的な制約があるものの歩留りと生産性のよい量産型塑性加工技術である。

2.2 技術の進歩

このように冷間鍛造が盛んに行われるようになったのは加工方法そのものが時代の要請にマッチしたことのほか、プレス機械、金型および潤滑技術の進歩をあげることができる。

プレスはナックルジョイントプレスが多く用いられるが、これはスライドの速度が死点付近で非常に遅くなるという特徴をもっており、剛性、精度、耐久性、高速成形性が向上した。また自動化が大きく進展しプレスの大型化が進行しつつある。

金型はそれぞれのメーカーの技術的なノウハウが最も盛られる点であるが、冷間鍛造が他の成形加工方法に比べて加工圧力が著しく高い点から最近の金型材質および金型設計、施行技術の向上に伴って耐工具摩耗、耐破壊の点で著しく改善され、金型の精度、寿命が伸びている。またコンピューターを利用して高精度の金型が短納期でできるようになっている。

潤滑については種々のものが試みられている。一般的に多く用いられるのは「ボンデライト処理」と呼ばれるリン酸塩被膜処理であり高圧下と加工熱に耐える潤滑処理として焼付きをおこすことなくアルミニウムの良好な塑性流動と製品の表面品質を得ることができる。

3. 冷間鍛造性

材料の冷間鍛造性は一般に変形抵抗と変形能の2つのファクターで評価することができる。

変形抵抗は材料を変形させるのに必要な応力であり、変形能は材料に割れを発生させずに成形できる限界の加工率のことである。変形抵抗が小さく変形能が大きいもののほど冷間鍛造性がすぐれていることになる。

冷間鍛造は素材の再結晶温度より低い温度で行われるので、熱間鍛造に比べて素材の変形抵抗が高く変形能が低い。生産性を重視する冷間鍛造では1ショットででき

図3 冷間鍛造の基本的な成形様式

るだけ大きな変形を得ることが必要であり、できるだけ加工しやすい材料即ち冷間鍛造性のよい素材が求められる。

冷間鍛造性のよい材料は加工工数、工程を少なくすることができ、機械設備および金型費用が安くなる。しかし一般に冷間鍛造性のよい材料は素材の強度が低いものであり、用途、要求特性との兼合いで材料が選択される。

素材の変形抵抗および変形能を測定する方法としては冷間据込み性試験方法²⁾があるが、簡便な方法として円柱状試験片による冷間落槌試験が用いられる。

平均変形抵抗 K_m (kgf/mm²) は次式で求められる。

$$K_m = \frac{M \cdot H}{V \ln \frac{h_0}{h_1}}$$

K_m : 平均変形抵抗 (kgf/mm²)

M : ハンマー重量 (kg)

H : ハンマー高さ (mm)

V : 試験片の体積 (mm³)

h_0 : 圧縮前の試験片高さ (mm)

h_1 : 圧縮後の試験片高さ (mm)

また変形能 ϵ (%) は次式で求められる。

$$\epsilon = \frac{h_0 - h_1}{h_0} \times 100$$

変形抵抗は材料の引張強さあるいは硬さとの相関が強い。これらの数値が高いものが一般に変形抵抗が高い。変形抵抗の高い材料は工具摩耗が多くなり、変形抵抗があまりに高いと工具の破壊につながる。

一般にアルミニウム合金の場合は鉄系材料に比べて変形抵抗は1/2以下と小さく、問題になることは少ないと考えられるが、金型寿命および所要動力の点からでもできるだけ変形抵抗の小さい材料が好ましいことは言うまでもない。

変形能は引張試験の絞り値(断面収縮率)とよい相関をもっている。絞り値の高いものは変形能にすぐれている。鉄系材料に比べてアルミニウム合金の場合は一般に変形能が小さいため特に高強度アルミニウム合金の場合に問題となりやすい。冷間鋳造の基本的な成形様式を図3に示す。材料を金型で拘束して圧縮加工する前方押出および後方押出の場合は問題が少ないが、金型による拘束を行わない自由表面による圧縮加工である据込みの場合は特に変形能が問題となりやすいので注意を必要とする。アルミニウム合金の据込み加工はできるだけ避ける方向で考えた方がよい。

4. 冷間鍛造性に影響を及ぼす因子

冷間鍛造性は潤滑や金型にも大きく影響されるがここでは材料面について触れることとする。

4.1 化学成分

アルミニウム合金には材料特性の面からいろいろな元素が添加されるが、一般にこれらの合金元素を添加することは大なり小なり冷間鍛造性を悪くする方向になる。合金元素の固溶、析出状態により硬化の程度が異なり、固溶状態は加工硬化を大きくし冷間鍛造性特に変形抵抗を悪くする傾向にある。晶出物などの金属間化合物をつくるものや不溶性元素はその種類、サイズ、分布、量などにもよるが、やはり冷間鍛造性特に変形能を悪くする傾向にある。これらの分布を微細均一化するとじやつかん軽減される傾向にはある。

4.2 組織

冷間鍛造用素材の組織としては一般の成形加工用素材と同様にガス、酸化物、非金属介在物、巻込みがない健全なものがよいことは言うまでもないが、成分の偏析がなく、結晶粒度が小さく均一なものが好ましい。

特に結晶粒が小さいと変形抵抗がじやつかん上昇するものの、変形能のすぐれたものを得ることができる。素材表面の結晶粒粗大化層は加工の際この部分から割れが入りやすく、変形能が著しく低下する³⁾。肌あれや表面処理後のしま模様の問題もおこしやすいので特に注意が必要である。結晶粒粗大化の問題については結晶粒微細化のための化学成分および熱処理の調整によるものだけでなく焼きなまし処理前の冷間加工量を多くとることが必要である。冷間鍛造後の焼入れ焼なましの場合も同様である。晶出物等についてもできるだけ少なく微細均一な分布が好ましい。

鋳造材は一般に展伸材に比較して組織的な均一性、健全性の点で劣り冷間鍛造性特に変形能の点で劣る。しかし最近は安価な素材として鋳造棒がかなり用いられるようになっている⁴⁾。細径のため凝固速度が大きく組織が微細になつているため変形能が向上している。

押出した棒材を使用する場合は素材製造の際の押出方向と鍛造加工方向が一致するため方向性の問題はないが、板材から打抜いて使用する場合は方向性に注意しなければならない。

4.3 表面状態

素材の表面キズ、割れ、腐食孔などは冷間鍛造性特に変形能を悪くするのでこれらのないものが求められる。

冷間鍛造用素材の切断に際しては通常鋸●切断が採用される。この場合、鋸の歯の厚みに相当する切断屑がでて歩留りが低下するが、切断面がきれいに仕上がるため冷間鍛造の加工トラブルが少なく表面仕上りがよい。しかし小径の棒などでは剪断方式が採用される場合がある。この場合は切屑を出さず歩留りがよく、また能率もよいが切口が加工硬化し冷間鍛造性が悪くなるとともに切口の形状によつては仕上り製品の表面の良否に影響することになるので注意を要する。板材の打抜きの場合も同様である。

鋳造棒の場合は表面層の湯境、偏析層、組織的なムラを除去するため通常、表面の皮ムキ(ピーリング)を行ったものが用いられる。皮ムキしないで用いると表面割れ、皮カブリ、ストリーク模様、メタル流れ不良などの製品不良の原因となる。

5. 冷間鍛造用アルミニウム合金

冷間鍛造用素材は寸法精度(直径、真円度、曲り)、表面品質、内部品質などの点から多くの場合、展伸材で押出後抽伸加工した引抜き棒(あるいは管)材が用いられる。しかし許容される場合はコストの点から押出棒(あるいは管)材が用いられる。最近さらに安価な素材として鋳造棒が表面を皮ムキして用いられる。鋳造棒はあまりに細いと生産性の点から押出方式のものよりコスト高になる。

調質は冷間鍛造性の点から焼きなまし(O)材が用いられるが素材コストを安くするため押出のままで用いる場合もある。

冷間鍛造用合金としては冷間鍛造性に差があるもののほとんどすべての実用アルミニウム合金が冷間鍛造可能である。

非熱処理系および熱処理系のアルミニウム合金がそれぞれの用途、要求特性に応じて冷間鍛造性との兼合いで選択される。代表的な冷間鍛造用アルミニウム合金の化学成分を表1に、冷間鍛造性、機械的性質および用途を

表1 代表的冷間鍛造用アルミニウム合金の化学成分 (wt%)

合金	成分	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	そ の 他
1050		≤0.25	≤0.40	≤0.05	≤0.05	≤0.05	—	≤0.05	≤0.03	Al≥99.50
2011		≤0.40	≤0.7	5.0~6.0	—	—	—	≤0.30	—	Pb0.20~0.6, Bi0.20~0.6
2014		0.50~1.2	"	3.9~5.0	0.40~1.2	0.20~0.8	≤0.10	≤0.25	≤0.15	Zr+Ti≤0.20
2017		0.20~0.8	"	3.5~4.5	"	0.40~0.8	"	"	"	"
2218		≤0.9	≤1.0	"	≤0.20	1.2~1.8	"	"	—	Ni1.7~2.3
3003		≤0.6	≤0.7	0.05~0.20	1.0~1.5	—	—	≤0.10	—	
5052		≤0.25	≤0.40	≤0.10	≤0.10	2.2~2.8	0.15~0.35	"	—	
5056		≤0.30	"	"	0.05~0.20	4.5~5.6	0.05~0.20	"	—	
6061		0.40~0.8	≤0.7	0.15~0.40	≤0.15	0.8~1.2	0.04~0.35	≤0.25	≤0.15	
6063		0.20~0.6	≤0.35	≤0.10	≤0.10	0.45~0.9	≤0.10	≤0.10	≤0.10	
6151		0.6~1.2	≤1.0	≤0.35	≤0.20	0.45~0.8	0.15~0.35	≤0.25	≤0.15	
6262		0.40~0.8	≤0.7	0.15~0.40	≤0.15	0.8~1.2	0.04~0.14	"	"	Pb0.40~0.7, Bi0.40~0.7
7N01		≤0.30	≤0.35	≤0.20	0.20~0.7	1.0~2.0	≤0.30	4.0~5.0	≤0.20	V≤0.10, Zr≤0.25
7075		≤0.40	≤0.50	1.2~2.0	≤0.30	2.1~2.9	0.18~0.28	5.1~6.1	"	Zr+Ti≤0.25

表2 代表的冷間鍛造用アルミニウム合金の冷間鍛造性、機械的性質および用途

特性 合金	焼なまし (0)素材					冷間鍛造製品				用 途
	機械的性質			冷間鍛造性		調 質	機械的性質			
	引張強さ kgf/mm ²	耐 力 kgf/mm ²	伸び %	変形抵抗 kgf/mm ²	変形能 %		引張強さ kgf/mm ²	耐 力 kgf/mm ²	伸び %	
1050	8.0	3.0	47	11.7	>95	H16	11.4	10.8	10	インパクトケース ヒートシンクなど
2011	18.6	9.5	27	24.6	80	T6	32.5	26.2	17	カークーラー部品など
2014	20.2	12.0	17	29.6	85	T6	49.1	44.0	12	機械部品 自動車部品など
2017	19.0	7.8	21	27.2	85	T4	43.5	27.7	25	リベット 自動車部品など
2218	17.8	8.0	22	25.3	79	T6	33.5	26.0	11	VTR シリンダー フロッピーディスク スピンドルなど
3003	11.0	4.2	37	15.4	95	H16	18.5	17.5	14	消火器部品 配管材など
5052	20.1	9.4	30	26.2	88	H34	26.5	22.0	14	カメラ部品、複写機 ローラー部品など
5056	29.2	14.8	29	32.3	84	H32	32.8	23.4	20	カメラ部品 消防金具部品など
6061	12.5	5.0	37	20.6	86	T6	32.0	28.0	17	カークーラー部品 オートバイ 部品など
6063	8.8	4.7	47	13.8	87	T6	24.5	22.0	12	釣り具 スポーツ用品など
6151	11.3	4.5	38	19.9	83	T6	30.6	25.7	15	自転車部品など
6262	13.0	6.8	28	17.0	83	T6	30.7	25.6	18	光学部品 オートバイ 部品など
7N01	23.0	12.0	18	30.4	83	T6	37.0	30.0	16	カークーラー部品など
7075	24.1	12.5	16	30.8	82	T73	53.0	45.3	12	マシン部品など

表2に示す。

<非熱処理系合金>

1000系……強度は低いものの冷間鍛造性、成形性にすぐれ、耐食性、熱および電氣的性質もすぐれる。後方押出の一種であるインパクト成形のチューブや容器、ヒートシンクなどの複雑形状品などとして多く用いられる。1050, 1070, 1100などが用いられる。

3000系……1000系よりじやつかん強度が高いが耐食性、冷間鍛造性ともによい。3003が消火器部品、配管材などに用いられる。

5000系……非熱処理系の中では最高の強度を有するが冷間鍛造性はよくない。陽極酸化処理性、耐食性がよく、焼きなまし材の強度が高いことから加工後の寸法精度が要求される精密機器部品、特にカメラ部品用として5056がかつて盛んに用いられた。最近では5052, 5056が複写機ローラー、消防金具部品用などとしても用いられている。

そのほか、6000系の6063は通常、熱処理系合金として用いられるが、押出性、耐食性がよく素材が安価で手軽に得られ、また非熱処理合金として用いると比較的高い強度が得られるためケース状部品などとしても用いられる。

<熱処理系合金>

2000系……熱処理により高い強度が得られるが耐食性、陽極酸化処理性、溶接性はあまりよくない。2011は快削合金としてカークーラー部材などに、2014は強度の高い機械部品、自動車部品用途に、2017はリベット、自転車部品などに用いられる。2218は耐摩耗合金としてVTR シリンダー部品やパソコンのフロッピーディスクスピンドル部品などの用途に大量に用いられている。

4000系……高 Si 系のものが耐摩耗性、耐熱性があり熱膨張係数が小さいため4032がピストン用途などに用いられる。冷間鍛造性、切削性はよくない。

6000系……中強度を有しながら冷間鍛造性、成形性にすぐれ耐食性、溶接性もよい。6151が自転車部品に、6061がオートバイのレシーバータンク材などに広く用いられているほか6351は圧力容器などに用いられている。6262系合金は快削合金としてオートバイ部品、光学部品などに用いられる。また6063は釣り具などの用途に用いられている。

7000系……最高の強度が得られるが、耐食性、表面処

理性はよくない。耐 SCC 性には注意を要する。7N01はカークーラー部品などに、7075は強度部材としてミシン部品などに用いられる。

6. 冷間鍛造用アルミニウム合金の開発動向

最近の動きとしては最大の需要分野であるVTR シリンダー用アルミニウム合金における新合金開発の動きが著しい。耐摩耗合金として、現在、VHS 方式に対しては主に2218系合金が用いられておりさらに高い耐摩耗性が要求される β 方式に対しては4032系鋳物あるいはダイキャスト製品が用いられている。2218系合金は第2相粒子 $Al_3(Ni, Cu)$ の均一微細分散による耐摩耗性、冷間鍛造性、切削性を向上させることが行われている⁵⁾。また4032(Al-12%Si)は耐摩耗性はすぐれるが冷間鍛造性、切削性(特に工具摩耗)が劣るため4032並みの耐摩耗性を維持しながら冷間鍛造性、切削性を改善しようという試みがなされ、Si量を下げたAl-8%Si系にCu, Mgなどを添加した新しい合金が β 方式のほか最近の8ミリVTR向けに開発されている⁵⁾。2218代替としてはさらに低Si系の合金でよい。

次に冷間鍛造後の切削性に重点をおいた合金開発が行われている。従来の快削合金は熱処理系の2011および6262系合金があるが焼きなまし材を冷間鍛造後焼入れ焼きもどした硬質状態のものしか快削性は得られなかった。最近では素材コストが安くしかも焼入れによる残留歪の心配がない非熱処理系合金が開発され冷間鍛造性のほか冷間鍛造後の切削性がよい合金が開発されている⁶⁾。この合金は焼きなまし状態でも切削性がよい。

そのほか2017などのAl-Cu系合金の冷間鍛造性改善のため組成的改善や表面再結晶層の改善³⁾が試みられている。インパクト向け合金では加工軟化性をもつ新しい合金を開発しようという試みもある。

なお、鋳造棒は押出棒に比べて組織が不均一で冷間鍛造性が劣る傾向にあり、この改善のための新しい鋳造法の開発が行われている。

7. 冷間鍛造用の新しいアルミニウム合金

以上現在用いられている主な冷間鍛造用アルミニウム合金および最近の合金開発の動向について述べたが、次に著者らが最近冷間鍛造用として開発した高強度アルミニウム合金⁷⁾について紹介したい。

本合金は焼入後の常温時効硬化を長時間抑えることにより焼入直後の軟質状態を長時間保つことができ、この状態で冷間鍛造できるようにしたものである。素材メーカーで焼入処理を施し、従来の焼きなまし(O)材にかわって焼入(W)材として市場に供給される。

本合金はAl-Cu系の“D20A”とAl-Mg-Si系の

図4 ユーザーでの加工工程

写真1 新合金を使用した冷間鍛造製品

図5 常温時効性
(Al-Cu系) 図6 常温時効性
(Al-Mg-Si系) 図7 高温時効性
(焼きもどし温度：175°C)

“D60A”の2種類があり“D20A”は高強度の2014, 2017の代替として, “D60A”は中強度の6061, 6151の代替として使用される。

本合金を用いた場合のユーザーでの加工工程を図4に示す。本合金は次のような特徴をもっている。

- (1) 厳密なコントロールを必要とする焼入処理を素材メーカーが実施するためユーザー側の加工工程が大幅に短縮できるとともにユーザー側に焼入炉が不要とな

る。また焼入温度の過昇による材料の局部溶融（バーニング）や焼入温度が低いことによる強度不足の問題がなくなる。

- (2) 冷間鍛造後の焼入処理が不要のため焼入歪を生じない。（特に薄肉冷間鍛造品の場合、このような焼入歪による切削後の製品不良の問題がなくなり材料歩留りが向上する）また焼入れにより組織が粗大化して美観

図8 常温時効性
(50%冷間加工材)

図9 冷間鍛造性
(焼入れ状態での比較)

を損なうなどの欠点なくなる。

- (3) 焼入後の冷間鍛造性にすぐれ従来合金の焼きなまし材に匹敵する。
- (4) 強度、疲労特性などその他の特性は従来材と同等である。

参考までに本合金を使用した冷間鍛造製品を写真1に示す。

7.1 常温時効性

従来合金は焼入後常温に放置しておく急速に硬化するのに対し本合金は長時間ほとんど硬化しない。焼入後

表3 冷間鍛造性

合金	調質特性	焼入れ6ヵ月後(W)		焼きなまし(O)	
		変形抵抗 kgf/mm ²	変形能 %	変形抵抗 kgf/mm ²	変形能 %
Al-Cu系	D20A	32	83	25	85
	2014	63	65	30	85
	2017	60	41	27	85
Al-Mg-Si系	D60A	27	85	24	86
	6061	35	76	21	86
	6151	40	45	20	83

の常温時効性を図5、図6に示す。本合金は微量元素を含む成分調整などにより焼入後常温で6ヵ月程度放置しても時効硬化しないようにしたものである。

7.2 高温時効性

本合金を冷間鍛造後焼きもどし処理すれば従来合金と同じく高い強度が得られる。本合金の高温時効性を図7に、本合金を焼入後50%冷間加工したもの的高温時効性を図8に示す。本合金は従来合金よりむしろ硬化速度、最高硬さともに大きくなる傾向にあるので焼きもどし時間も短縮される。

7.3 冷間鍛造性

10mmφ×10mmHの円柱状試験片を用いて落槌試験により冷間鍛造性を求めた。図9は焼入状態での冷間鍛造性を比較したものですすぐれた冷間鍛造性を示している。表3で本合金の焼入状態(W)と従来合金の焼きなまし状態(O)のものを比較しても本合金は十分な冷間鍛造性を有している。

7.4 機械的性質、疲労強度

図10は本合金の焼入材を冷間鍛造後焼きもどした場合(T8)と従来合金の焼入れ焼きもどし材(T6)の機械的性質を比較したものである。本合金は従来合金と同程度の機械的性質をもっている。なお表4に機械的性質の数値を示すが疲労強度についても従来合金と同等である。

7.5 耐食性ほか

裸材の塩水噴霧20時間後の耐食性および陽極酸化処理(10μm)材の塩水噴霧100時間後の耐食性は従来材と差がなく良好な耐食性を有している。

15% H_2SO_4 液における陽極酸化皮膜の生成率についても従来合金とほぼ同程度の性質を有している。

7.6 本合金の用途

本合金はユーザーでの焼入処理が不要で冷間鍛造後焼きもどし処理するだけでよいため加工工程および納期の短縮、焼入歪の解消、材料歩留向上など多くのメリットをもっている。特に焼入れ設備をもたないユーザー、焼入

図10 機械的性質

{ 新合金を冷間鍛造後焼もどした場合 (T8) と
 { 従来合金を焼入れ焼きもどした場合 (T6) の比較 }

表4 機械的性質, 疲労強度

特性 合金		焼入れ6ヵ月後 (W) の引張性質			熱 処 理 後 の 引 張 性 質						疲労強度 (10 ⁷ ・kgf /mm ²)	
					T 8			T 6				
		引張強さ kgf/mm ²	耐 力 kgf/mm ²	伸び %	引張強さ kgf/mm ²	耐 力 kgf/mm ²	伸び %	引張強さ kgf/mm ²	耐 力 kgf/mm ²	伸び %	T 8	T 6
Al-Cu 系	D20A	27	10	33	47	38	14	—	—	—	16	—
	2014	48	34	20	—	—	—	48	43	14	—	17
	2017	43	30	21	—	—	—	43	36	16	—	16
Al-Mg-Si 系	D60A	19	9	25	35	33	16	—	—	—	13	—
	6061	24	11	32	—	—	—	33	28	19	—	13
	6151	24	12	29	—	—	—	31	26	15	—	13

れ歪に困っているユーザー、さらにはじめて熱処理系のアルミニウム合金を冷間鍛造に使用するユーザーなどには好適である。

用途としては自動車、オートバイ、自転車部材、VTR、OA 機器部品、コンロッド、ピストンなどに、“D20A”は2014、2017 代替として、“D60A”は6061、6151代替として、冷間鍛造の合理化、コストダウンに大いに寄与する材料として幅広い用途と需要が期待される。

なお本合金は冷間鍛造用のほか高強度熱処理合金の管、形の曲げ加工など従来成形が難しかつた用途に対しても本合金の焼入れ材を成形した後焼きもどし処理をすることにより成形が極めて容易になるなど冷間鍛造以外の成形用途への適用もできる。

8. 今後の冷間鍛造および冷間鍛造用アルミニウム合金の展望

アルミニウムの冷間鍛造は VTR、OA 機器、自動車

分野など今後の成長需要分野と強い結びつきをもちながら従来のダイキャストや熱間鍛造に代って伸びていくと考えられる。しかしながら今後も素材、冷間鍛造、切削など一連の工程のトータルコストダウンを求めながら他の成形加工方法との比較にたつて品質およびコストの面できびしい選択が行われるであろう。

冷間鍛造用アルミニウム合金としては冷間鍛造性にすぐれたコストの安いものが求められている。上に紹介した冷間鍛造用の新しい合金は冷間鍛造の一連の工程そのものの合理化、コストダウンをねらったものの一例であり、素材から最終製品にいたる加工工程を勘案した新しい材料のあり方が今後さらに追求されていくであろう。

最近ではオービタル鍛造など新しい加工法とともに難加工材を温間鍛造化しようという動きや軸対称でないものを冷間鍛造化しようという動き、さらに密閉鍛造に近い無切削化の動きなどがある。合金開発とともに素材の切断から金型、潤滑、プレス、切削など冷間鍛造に関する一連の技術開発が今後飛躍的に進展することが予想され

る。

参 考 文 献

- 1) 浅野和彦, 宮上晃, 有井泰隆: 軽金属, **35** (1985), 50.
- 2) 日本塑性加工学会冷間鍛造分科会材料試験班: 塑性与加工, **22** (1981-2), 139.
- 3) 新井浩三, 潮田俊夫, 佃市三: A1-ある, 1980年6月号, 36.
- 4) 浜田有宣, 福田伸二, 関口常久: A1-ある, 1981年9月号, 33.
- 5) 宇野照生, 馬場義雄: 住友軽金属技報, **26** (1985), 31.
- 6) 辻美紘: アルトピア1984年1月号, 63.
- 7) 同上: プレス技術, **23** (1985), 92.