

# MATERIALS and PROCESSING



Materials and Processing  
Division Newsletter November 2014

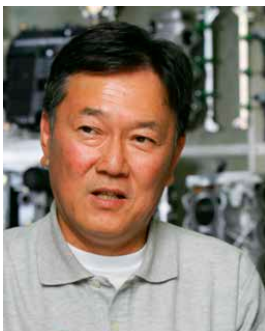
NO.48



日本機械学会  
機械材料・材料加工部門ニュースレター

## 巻頭言

### 「自動車軽量化材料の現状と展開」



日産自動車株式会社  
神戸 洋史

10月になってから日本列島は大型の台風にも2回も襲われた。最低気圧が900hPaまで発達した猛烈な台風である。10月になってここまで台風が発達するのは、太平洋の海水温度が高いことによるようである。今年は、日本近海でも海水温度が30℃以上あり、そのために例年になく台風が発達している。このような地球温暖化は年々進んできているようであり、人類にも大きな影響を及ぼしてきつつある。

地球温暖化が大きく取り上げられるようになったのは、1980年代後半からである。気候変動枠組条約締結国会議が定期的に開催されるようになり、温室効果ガスの排出量削減が検討されるようになった。1997年に削減の数値目標を定めた京都議定書が決議され、2005年に発効した。参加各国は削減目標達成のための努力をしているが、すべての国が参加しているわけでもなく、地球温暖化は進行している。現在は、ポスト京都議定書の検討が行われている。

自動車においても、温室効果ガスのCO<sub>2</sub>削減は大きな課題となっている。ガソリンや軽油などの化石燃料を燃焼させて動力を得ている自動車にとっては、排出ガスであるCO<sub>2</sub>削減は燃費を向上させることに他ならない。このため、1980年代後半からアメリカでのCAFE規制強化をはじめ、日米欧で自動車の燃費向上の要求が強まってきた。各国が燃費規制を強化し、また燃費の良い車には税金の優遇措置

などをとることにより、燃費向上を推進させてきている。

自動車会社においては、燃費向上のためにいろいろな分野で技術開発を行ってきた。内燃機関であるエンジンの効率向上、内燃機関だけではなくモーターなどの電動機を用いた新しい動力機構の開発、また、それに伴うバッテリーや燃料電池の開発などの技術開発に加え、ITを用いた交通システムやエコ運転を支援するためのシステム開発などのソフト面での開発も行ってきた。1997年にはトヨタ自動車からエンジンとモーターを組み合わせたハイブリッド車が発売され、各社がこれに続いた。また、2010年には日産自動車から電気自動車が発売された。さらに、燃料電池車も量産、発売されようとしている。このように、燃費向上のために新しい動力源が開発され、実用化されてきている。

自動車の燃費向上のための方策は、エンジンの効率向上やモーターの適用だけではない。重量物を動かすのであるから、動かすものは軽いものであればあるほどエネルギーは少なくて済む。内燃機関においては、車両重量を100kg軽量化することにより、約1km/Lの燃費の向上を図ることができる。従って、車両重量を低減することも燃費向上のための重要な方策の一つといえる。一方で、自動車に対するいろいろな要求が増加し、重量が増加する傾向もある。安全性や快適性、利便性向上のために種々の機能が付加されてくる。このような状況の中で、車両重量の低減はますます重要な課題となってきている。

車両重量を低減するためには、車両を構成する材料が重要となる。従来から用いられている材料の改良や新しい材料の開発が期待されている。また、それらの材料をうまく適用するための構造の開発や生産技術の開発も重要となってくる。

車体の軽量化は欧州を中心に進展してきた。1984年にはドイツのアウディ社がオールアルミニウム合金の車体のコンセプトカーを開発、発表した。1994年にはオールアルミニウム車体構造を持つ最初の量産車であるアウディA8が発売された。この車の車体は、アルミニウム合金の板材、

押出材を高真空ダイカスト製の継手部品を用いて組み立てたものであった。アウディ社では、その後のモデルチェンジのたびに車体構造を進化させてきた。高真空ダイカスト部品の大型化や接合技術の開発などを行い、構造の合理化とコスト削減を図ってきている。最近では、A8にもスチール部品を使い始めた。

欧州の他のメーカーもドイツを中心にアルミニウム合金を用いた車体を開発してきた。ダイムラーやBMWも車体材料としてアルミニウム合金を用いている。アウディA8のようなオールアルミニウムということはあまりなく、スチールとアルミニウム合金を組み合わせたマルチマテリアル車体となっている。アメリカも同様の傾向となってきた。今後は、必要に応じて材料を使い分ける車体構造が主流となると考えられる。

2013年にBMWはCFRPを用いた車両を発表、発売した。CFRPも車体材料として実用化の域に入ってきている。このように、最も新しい自動車の車体はいろいろな材料を組み合わせた構造となっており、今後はさらにこの傾向が広がっていくと考えられる。

日本では、ホンダNSX等の車体がオールアルミニウム車体であったが、一般的には従来のスチールのモノコックの

車体構造が中心である。高張力鋼板を適用しながら車体の軽量化を図ってきている。一部のスポーツカーや高級車では、アルミニウム合金も適用されてきており、ボンネットフード、トランク、ドア等のアルミニウム化が進んできている。しかし、ドイツの車体のように、アルミニウム合金のダイカスト部品や押出材を大量に使った車体構造はほとんど提案されていない。技術的には問題はないが、軽量材料を使うことによるコストアップをいかに解決していくかが大きな課題となっていると思われる。

しかし、そろそろ従来材料だけでは軽量化の限界が見えてきつつあるのも事実である。日本においても今後は、いろいろな材料をうまく組み合わせた合理的な構造を採用していく必要があると思う。これは、車体構造だけの話ではなく、エンジンやトランスミッション、サスペンションなども含めて、適用材料を考え直さなければならなくなってきていると考えられる。

本特集では、従来から用いられている鋼板からはじまり、アルミニウム合金展伸材、アルミニウム合金鋳造材、マグネシウム合金について、その最新の動向を集めた。これらの材料が抱える課題を解決しつつ、うまく活用して自動車の軽量化を達成していくことが望まれている。

## ■特集：自動車軽量化材料の現状と展開

### □ 特集1 車体構造部材用薄鋼板 □

JFE スチール株式会社

瀬戸 一洋

#### 1. はじめに

ドアやフードなどのいわゆる蓋物はずした車体骨格（ホワイトボディと称される）の構成材料はマルチマテリアル化が進んだとはいえ現在も薄鋼板が主体であり、主に板厚0.8～2.3mm程度の冷延鋼板もしくはこれにめっきを施した合金化溶融亜鉛めっき（GA）鋼板が用いられる。昨今、車の「燃費」と「安全性」はデザインや乗り心地などと並んで商品価値を左右する重要なファクターとなっているが、燃費は車両重量が軽いほど向上するので鋼板を高強度（ハイテン）化＝薄肉化して車体を軽量化することは燃費向上に有効である。また、車が衝突した際の吸収エネルギーや抗折力も車体を構成する鋼板の強度に比例するため、構成部品のハイテン化は燃費と安全性の向上に寄与する重要な技術開発分野と言える。

図1に示されるように、一般に鋼板の強度が上がると伸び（EI：張り出し加工に対応、引張試験で測定）や穴広げ率（λ：伸びフランジ加工に対応、穴広げ試験で測定）といった加工性指標は低下することが知られている。すなわち、車体骨格部材をハイテン化する際最も問題となるのは

加工性の低下により従来加工できていた部品を同じ形状に加工するのが難しくなることである。このような課題を解決するため、鉄鋼各社は加工性のよいハイテンとその加工技術の開発に鎊を削っており、近年では980MPa級を超えるような高強度のハイテンも使用されつつある。

本稿では車体構造部材に用いられる最大引張強度（TS）が780MPaを超えるいわゆる高加工性の冷延・GA超ハイテンおよびその加工方法について最近の状況を概観する。

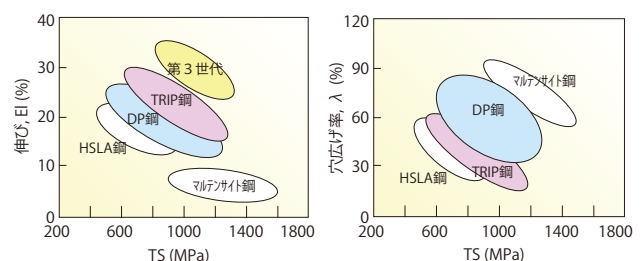


図1 冷延ハイテンのTSと伸び(EI)、穴広げ率(λ)の関係

## 2. 高加工性冷延・GA 超ハイテンの種類と特徴

現在国内で流通している高加工性超ハイテンは、①鉄中に固溶した元素の格子歪による強化（固溶強化）と TiC、NbC などの炭化物の界面歪による強化（析出強化）を主体とする HSLA (High Strength Low Alloy) 鋼板、②軟質なフェライトと硬質な低温変態相であるマルテンサイトからなる DP (Dual Phase) 鋼板、③ DP 鋼板をベースに室温では準安定なオーステナイトを残留させた TRIP (Transformation Induced Plasticity) 鋼板に大別される。図 1 にこれらの鋼板の特性を併せて示す。

HSLA 鋼板は C, Si, Mn などを利用することで比較的安価にハイテン化することができるが、980MPa 以上の強度を得るのは難しく、また一般に EI も低い。DP 鋼は軟質なフェライトが変形を担うため、HSLA 鋼に比べて EI が高いのが特長である。また TRIP 鋼は大きな変形を受けた部分から残留オーステナイトが硬質なマルテンサイトに変態し、くびれの進行を抑制する（変態誘起塑性：TRIP）ことから、DP 鋼よりもさらに高い EI が得られる。一方、DP 鋼ではフェライトとマルテンサイトの強度 = 変形能が大きく異なるため、打ち抜き時に相境界でボイドを発生しやすく、打ち抜き穴を広げて評価される  $\lambda$  は低くなる傾向にある。ただし、DP 鋼では同じ強度でもフェライトとマルテンサイトの分率（すなわち硬度差）をある程度調整できる。980MPa 級は上記分率を比較的広い範囲にわたって制御できるので、EI と  $\lambda$  のバランスを大きく変えることが可能である。すなわち、部品の形状、プレス加工の工法に応じて適切な鋼種を選ぶことにより、プレス加工できる可能性がより高まる。

現在、冷延・GA 超ハイテンは DP 鋼が主流で、590 ~ 1180MPa 級が各社から供給されている。冷延鋼板の場合、圧延後に連続焼鈍と呼ばれる設備で加熱し、材質調整が行われる。通常はガスジェットやミストで冷却されるが、加熱後インラインで水槽に浸漬して冷却する WQ (Water Quench) プロセスも開発されている<sup>1)</sup>。WQ プロセスでは通常の冷却に比べて均一・急速に鋼板を冷却することができ、材質ばらつきの低減や図 2 に示すような材質の作り分けに有利となる。特に 780MPa 級のように比較的添加合金量が少ない場合、マルテンサイトを 100% としたいいわゆるフルマルテンサイト鋼を得るのには通常冷却では冷却速度

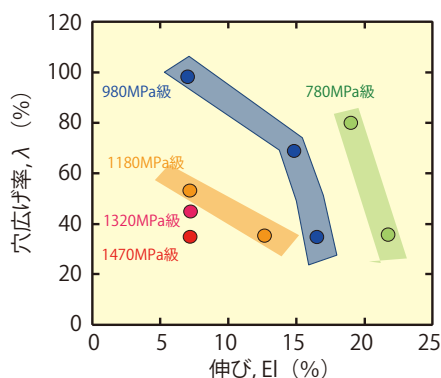


図2 冷延DPおよびフルマルテンサイト超ハイテンの伸び(EI),穴広げ率( $\lambda$ )バランス

が不足する場合が多く、WQ プロセスが有利である。WQ プロセスを利用したフルマルテンサイト鋼は現在 1470MPa 級まで量産されている。

DP 鋼に続き、近年では 980 ~ 1180MPa 級を中心にさらに伸びの高い冷延 TRIP 鋼のニーズが強まっている。また冷延鋼板をベースとした GA 鋼板のニーズも高いが、GA の場合は焼鈍加熱後の冷却途中にめっきの合金化を行う必要があり、高温に保持される間に残留オーステナイトが分解してしまうため TRIP 鋼を得るのが難しくなる。

## 3. 超ハイテン適用上の課題と対策

1180MPa 超級はこれまでロール成形などの曲げ加工が主体であったが、加工技術の進歩もあって最近では通常のプレス加工の適用が検討されるようになった。このような超ハイテンの加工では高降伏強度 (YS) に起因するスプリングバックの増大 (寸法精度の低下)、金型・切り刃の損傷、金型の変形による CAE 予測精度の低下、などの課題がある。

これらの課題を解決するひとつの方法は熱間プレス (ホットスタンプ、ダイクエンチなども称される) を用いることである。この方法では 900℃ 以上に加熱された B 添加鋼 (焼入れ性に優れる) を水冷された金型で成形しながら焼入れることで成形後 1500MPa 程度の強度が得られる。加工中は材料が高温であるため変形応力は 270MPa 級の軟鋼と同等となり、スプリングバックはほとんど生じない。最近では国内外で適用例も増えているが、①専用の加工設備が必要、②焼入れのためプレスの下死点で数十秒保持が必要、③加熱で発生する酸化スケールを後工程で除去するか、酸化防止のためめっき材を用いる必要がある、などの制約があり、超ハイテンの冷間プレスと適材適所で使い分けられている。酸化防止のためのめっき種には Al 系、Zn 系などがある。

高強度化・高合金化に伴う課題としては、前述した加工のほか、抵抗スポット溶接性、遅れ破壊などがある。抵抗スポット溶接性はせん断引張 (TSS) や十字引張 (CTS) の継手強度や破断形態で評価される。一般に TSS は材料の TS に比例するが、CTS は必ずしも比例せず、破断形態がナゲット内破断となった場合にはむしろ低下することもある。これは高合金化に伴って溶接部の強度が上がり脆化することに起因するものと考えられ、超ハイテンを使用する場合には CTS における破断形態がナゲット内破断にならないよう慎重に溶接条件を選定する必要がある。遅れ破壊は加工後あるいは部品として組み付け後、時間が経過してから突然破壊が生じる現象で、強度が 1.2GPa を超える高力ボルトで報告されている。この現象には水素が関与していることが知られており、車体骨格部材の場合、①材料の微視組織、②加工による歪量、③組み付け時に発生する残留応力、④環境水素量の 4 つの要因が影響するものと考えられている。図 3 は曲げ試験片の塩酸浸漬による評価の一例で、1180MPa 級冷延鋼板について、曲げ半径で②の加工歪を、ボルトの締め込み量で③の残留応力を、塩酸の濃度で④の



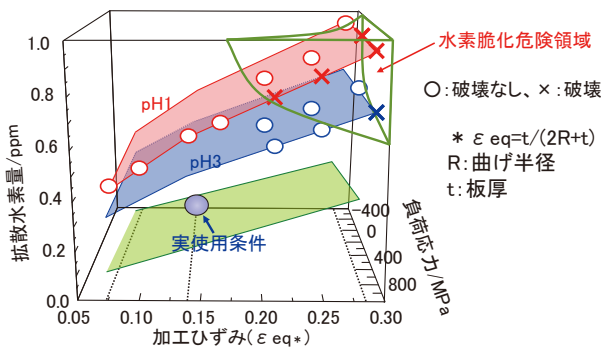


図3 冷延1180MPa級DPハイテンの遅れ破壊マップ  
(曲げ試験片+塩酸浸漬による評価)

環境水素量を変化させこれを3軸にとって示したものである<sup>2)</sup>。実部品の歪量，残留応力，環境水素量がわかっているならば安全領域かどうかを判断することができる。

#### 4. 今後の展望

海外ではMnを18%以上添加したTWIP (Twin Induced Plasticity) 鋼が第2世代ハイテンとして一時期盛んに開発された。980MPa級でEI=50%以上の特性が報告されているが，コストや製造性の観点からこれまでほとんど普及していない。最近では図1に示したように合金添加量を削減し，980MPa級でEI=30%程度を狙った第3世代ハイテンが次世代のハイテンとして期待されている。

#### 《参考文献》

- 1) 長谷川浩平ほか：CAMP-ISIJ, Vol.14, p.1090 (2001) .
- 2) 田路勇樹ほか：自動車技術会論文集, Vol.39, No.5, p.133 (2008) .

### □ 特集2 アルミニウム板合金 □

株式会社神戸製鋼所  
櫻井 健夫

#### 1. はじめに

近年，自動車は，地球温暖化防止を目的に欧州ではCO<sub>2</sub>排出量の削減，北米では燃費の低減のため，それぞれの規制を強化するとともに，基準に到達しないメーカーに対して，罰則が課せられるという厳しい状況になっている。例えば，欧州のCO<sub>2</sub>排出量は，2015年において130g/km以下，2020年には95g/km以下とすることを制定している。また，北米におけるCAFE規制（燃費規制：企業平均燃費）は，2008年では27.5MPG（11.7km/L）であったのに対し，2020年には38.0MPG（16.6km/L）という厳しい規制値を制定した<sup>1)</sup>。

一方，自動車は，自動制動装置などの安全性確保，快適装備の充実化，操縦安定性の向上など市場のニーズに対応するためモデルチェンジ毎に大型化され，さらには自動運転化などの技術開発も進みつつあり，車両重量が増加する傾向にある。車両重量の増加は，燃費の悪化につながるとともにCO<sub>2</sub>の排出量を増大させ，2020年には厳しくなる規制に対処することがかなり難しい状況にある。そこで，自動車メーカーでは，自動車の燃費向上の研究が進められている。パワートレインの研究開発では，アイドリングストップ装置が主流となりつつあり，さらに世界各国でハイブリッド化，プラグインハイブリッド化を含めたEV化，また水素燃料電池自動車（FCV）は各自動車メーカーで開発が進められ，国内では2015年には市販化される計画である。しかし，これら燃費に優れたパワートレインは，モーターや電池，さらには多くの電子制御装置など部品重量が重たいことから，車両総重量をさらに増加させる傾向にある。そこで，重量増への対策として，車体構造の改良や高強度・軽量化素材の適用等による軽量化技術の開発が検討されている。最近

自動車に適用されるようになった軽量化素材は，高張力鋼板（ハイテン），アルミニウム合金（以下，アルミ合金），マグネシウム合金や炭素繊維強化樹脂（CFRP）などがある<sup>2)~5)</sup>。アルミ合金は，従来の鋼板に比べ比重が約1/3であり，かつ，リサイクルに優れる点から注目され，様々な部位に使われている。特に，2000年以降自動車のフードやドア，トランクなど蓋ものの部品に使用されるようになり，実用化されるようになった<sup>6)~9)</sup>。

そこで，本論文は，最近の自動車軽量化に対するアルミ合金板材を中心に適用事例と開発状況について解説する。

#### 2. 自動車ボディパネルのアルミ化動向

表1は，日本の自動車ボディパネルへのアルミ化適用事例を示す。日本の各自動車メーカーともにボディの一部にアルミ合金板が使用され，従来高級車やスポーティ車のフードを中心とした採用から，最近ではハイブリッド車やEVなど次世代車や量産車に使われるようになり，適用部位もフードのみでなくドアやトランクにも使用されるようになった。

表1 日本国内のアルミパネルの採用状況

アルミ採用車種	採用部位	アルミ採用車種	採用部位
<b>トヨタ自動車</b>		<b>日産自動車</b>	
プリウス	フード, バックドア	フーガ	フード, ドア
86 (ハチロク)	フード	シマ	フード, ドア
レクサスLS	フード	スカイライン	フード
レクサスGS	フード	スカイラインクーペ	フード
レクサスSC	フード, ルーフ, トランク	GTR-R	フード, ドア, トランク
レクサスIS	フード	フェアレディZ	フード, ドア, バックドア
レクサスHS	フード	リーフ	フード, ドア
レクサスCT	フード, バックドア	<b>三菱自動車</b>	
<b>富士重工</b>		ランサー・エボX	フード, フェンダ, ルーフ
BRZ	フード	アウトランダー	ルーフ
フォレスタ	フード	<b>本田技研工業</b>	
<b>マツダ</b>		レジェンド	フード, トランクリッド
ロードスター	フード, トランク	アコード (HEV, PHV)	フード



図2に示すようにメルセデスベンツCクラス（年産約20万台）では2014年の新型モデルにおいてボディ面積比の48%がアルミ化されている<sup>11)</sup>。また、オールアルミ車も実用化され、自動車のアルミ化が最も進んでいる。



図2 メルセデスベンツ新型Cクラスのアルミ適用

### 3. 自動車パネル用アルミ合金板材の開発状況

表4は、代表的な自動車パネル用アルミ合金板材の化学成分と機械的性質を示す。自動車パネル用アルミ合金板材は、5000系合金と6000系合金がある。自動車パネル用として要求される特性は、強度、成形性（絞り性、張出性）、へム曲げ性、溶接性など多岐にわたる。

5000系合金は、アルミにマグネシウム（以下マグネ）を添加した合金である。図3は、アルミの材料特性に及ぼすマグネ添加量の影響を示す。マグネの添加量の増加とともに引張強度、耐力、伸びともに増加する傾向があり、成形性を必要とする部位にはマグネの添加量が多い合金（例えば、5182、5022、5023など）が使用される。一方、

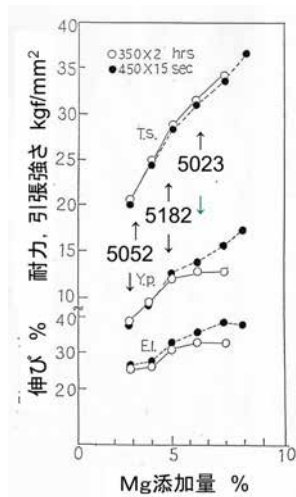


図3 アルミの材料特性に及ぼすMg量の影響

5000系合金は、図4に示すように歪導入とともにストレッチャ・ストレインマーク（以下SSマーク）が発生するという欠点もある。よって、SSマークを抑制した開発材もあるが、アウター材に適用する際は、プレス時の歪導入量を検討する必要がある。

6000系合金は、熱処理型合金で自動車製造工程にある塗装焼付時の熱処理を利用することで、強度（耐力）を向上させることができることから、ベークハード型パネル材として日本、欧州、北米で主流となっている。自動車パネル用アルミ合金板材の代表である6022および6016は、過剰Si型6000系合金で、前者は北米、後者は欧州で実用化されている。また、北米では、6111のように過剰Si型6000系にCuを添加した合金も実用化されている。日本でも同様CuレスおよびCu添加した過剰Si型6000系合金が実用化されており、グローバル材として対応可能な合金が開発されている。6016アルミ合金は、規格成分範囲内でベークハード性（以下BH性）、成形性、へム曲げ性それぞれに優れたタイプのものを各種揃えメニュー化している。たとえば、フードのような成形がそれほど厳しくなく、耐デント性を必要とする部位にはBH性に優れたもの、また、ドアなどのアウトパネルとインナパネルをへム曲げ加工で接合する部位には、へム曲げ性に優れた材料というように適材適所の材料選定ができるようにしている。日本でも同様の開発が進められている。BH性向上の研究は盛んに行われて

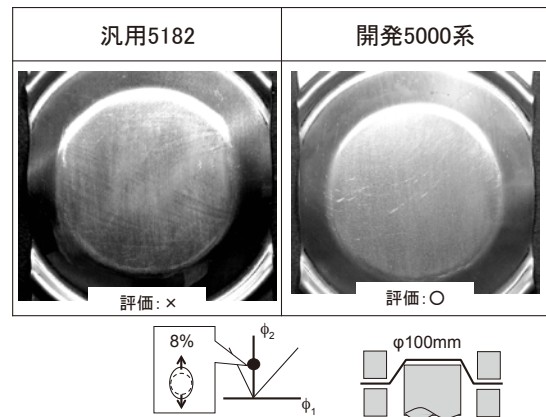


図4 5000系合金の加工によるSSマーク発生と開発材の比較

表4 自動車パネル用アルミ合金の種類と機械的性質

合金名 (調質)	合金	機械的材質			主使用国				備考
		代表組成 %	引張強度 N/mm²	耐力 N/mm²	伸び	日本	米国	欧州	
5022(O)	Al-4.5Mg-0.3Cu	280	125	28	○				以前は日本国内で採用された主流合金AAに合金登録された
5023(O)	Al-5.5Mg-0.3Cu	285	130	33	○				
5182(O)	Al-4.5Mg-Mn	280	130	26	○	○	○	○	国内外で内板に使用
5754(O)	Al-3.1Mg-Mn-Cr	200	105	25		○	○	○	主に欧州、米国で内板に使用
6111(T4)	Al-0.8Mg-0.9Si-0.7Cu	280	165	25		○			米国の主要合金
6016(T4)	Al-0.4Mg-1.2Si	235	125	28			○	○	アルスイスの開発合金 欧州の主要合金
6022(T4)	Al-0.6Mg-1.2Si	280	160	32	○	○			米国アルコアの開発合金 日本国内でも採用



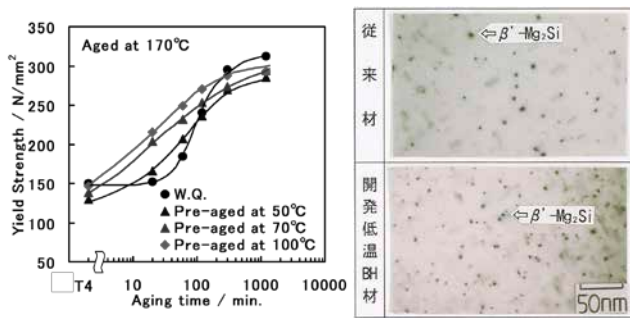


図5 6000系低温バークハード性合金の開発

おり、復元処理<sup>12),13)</sup> や予備時効処理<sup>14),15)</sup> が効果的であることが知られている。図5は、BH性におよぼす直接予備時効の影響を示す。50～100℃の温度に直接予備時効することで自動車の塗装焼付時に付与される低温短時間の熱処理でも耐力が向上することが報告されている<sup>15)</sup>。一方、低温短時間でBH性に優れる6000系合金は、温度に敏感なため、室温放置により強度（耐力）が増加する経時変化の傾向がある。これにより、曲げ性が低下する等の問題が発生する可能性もあり、使用期限を設けた材料があるが、現在では、経時変化抑制材の開発も進められている。

#### 4. 自動車軽量化とパネルアルミ化の今後の展望

環境対応のための燃費改善や安全基準の適合・快適装備の装着などによる車両重量の増加により、自動車ボディの軽量化ニーズはますます高くなることが予想され、自動車ボディのアルミ化は、今後さらに継続、進展するといわれている。2020年には、世界的に環境のための規制が厳しくなることから、2020年以降のアルミ合金板材の年間使用量は、全世界で200万トンともいわれている<sup>16)</sup>。アルミ合金板材の課題は、低コスト化である。現在、日本における自動車パネル用アルミ合金板材は、新地金を使用して製造されている。新地金の価格は、LMEで決められており、新地金を使用するかわり、地金の価格にパネル用板材の製造工程を経たロールマージンの価格が付与される。欧州では、積極的にリサイクル材の適用に向けた開発が進められている。日本でも同様にリサイクル性を考慮した研究が進められており、材料開発、製造技術開発等が検討されている。

#### 5. まとめ

アルミ産業は、変化の激しい自動車の取り巻く環境に対し、自動車メーカーと情報を共有化し迅速な対応をとることが必要になる。今後、アルミ合金板材は、適材適所化が進む中で、適用可能な部位を拡大していく可能性が高いと考えられる。次世代自動車への適用はもとより、今後、国内外で量産車への適用が進むと考えられ、そのためには、材料、成形技術の開発とともに異種材料接合技術の発展、さらには、リサイクル性や低コスト化を考慮した技術開発が必須となる。アルミ合金板材は、自動車軽量化への貢献とともに、地球環境にやさしい素材として将来のアルミ需要量拡大につながることに期待したい。

#### 参考文献

- 1) 環境省 HP 大気環境・自動車対策  
<https://www.env.go.jp/air/report/h21-01>
- 2) 奥田修司:アルミニウム, 68 (2007), 50-53.
- 3) 三浦隆宏:アルトピア, 1 (2008), 17-24.
- 4) 勝倉誠人, 高橋淳:アルミニウム, 66 (2006), 125-129.
- 5) 千葉晃司:アルミニウム, 61 (2005), 75-79.
- 6) 自動車アルミ化委員会:アルミニウム, 79 (2010), 13-17.
- 7) 自動車アルミ化委員会:アルミニウム, 82 (2011), 17-22.
- 8) 自動車アルミ化委員会:アルミニウム, 85 (2012), 20-25.
- 9) 自動車アルミ化委員会:アルミニウム, 88 (2013), 29-35
- 10) FORD HP : <http://www.ford.com/trucks/f150/2015>
- 11) 日本アルミニウム協会 HP 自動車の部屋  
<http://www.aluminum.or.jp/jidosya/japanese>
- 12) 内田秀俊, 吉田秀雄:軽金属, 46 (1996), 427-431.
- 13) 櫻井健夫, 大家正二郎:軽金属学会第91回秋期大会講演概要, (1996) 175-176.
- 14) 佐賀誠, 佐々木行雄, 菊池正夫, 日比野旭, 松尾守:軽金属, 53 (2003), 516-522.
- 15) 櫻井健夫, 大家正二郎:軽金属学会第87回秋期大会講演概要, (1994), 185-186.
- 16) Novelis HP  
<http://www.novelis.com/en-us/SiteAssets/Erwin>

## □ 特集3 鋳造用アルミニウム合金—板材としての使用の可能性について □

大阪工業大学

羽賀 俊雄

## 1. はじめに

鋳造用アルミニウム合金は、展伸用アルミニウム合金と比較して一般的に Si 量が多く良好な鋳造性を示す。鋳造用アルミニウム合金は、これまでエンジンブロックやホイールなどのバルク材の製造に使用されてきた。近年、自動車では外板のように表面状態に対する基準が厳しい部分以外に使用する板材に対し、鋳造用アルミニウム合金の使用が検討されている。これは、鋳造用アルミニウム合金は展伸用アルミニウム合金と比較して安価であるので、コスト低減の効果があるためである。視野を広くすれば、鋳造用合金と展伸用合金の統一によりリサイクル時の分別を無くし、リサイクル材を積極的に使用することで持続型循環型社会の構築に向けた試みである、と考えることもできる。先に述べたように、鋳造用アルミニウム合金は展伸用アルミニウム合金と比較して Si 量が多く不純物としての Fe 量も多い。これは延性の低下を意味する。鋳造用合金を板材と使用するためには、延性の改善が可能であるプロセスが必要である。また、このプロセスが実際に採用されるためには、稼働費用が安価であることと導入費用も安価であることが必要である。これらを兼ね備えたプロセスとして双ロールキャストが注目されている。ここでは冷却能と生産性を改善した双ロールキャストと双ロールキャストにより作製した鋳造用アルミニウム合金板の特徴について紹介する。

## 2. 高速・高冷却双ロールキャスト

従来のアルミニウム合金用双ロールキャストと高速・高冷却型双ロールキャスト<sup>1)</sup>の概要を図1に示す。仕様の比較を表1に示す。従来型は横型であるが、高速・高冷却型は縦型を採用している。鉄鋼用の双ロールキャストも縦型であるが、図1の高速・高冷却型のようにノズルを装着していない。縦型でノズルを装着している理由は、溶湯のヘッド圧により溶湯とロールが接触を開始する部分のメニスカスの振動を押えてリップルマークの発生を軽減するためである。ロール周速が速くなるほどヘッド圧を高くする必要がある。高速化を達成することは、板の冷却速度を向上させることである。高速・高冷却を実現するため熱伝導率が高い銅合金ロールを使用した。従来型では、板が鋼製ロールへ固着するのを防ぐため離型剤を使用する。銅合金ロールは固着が発生する温度まで上昇しないため、ロールと溶湯間の熱抵抗になる離型剤は、冷却速度の向上のため、高速・高冷却型では使用しない。これらの効果により高速・高冷却型のロール周速と冷却速度は従来型の双ロールキャストと比較して各段に向上した。

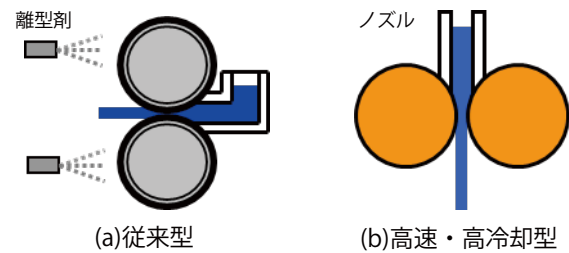


図1 双ロールキャスト

表1 双ロールキャストの比較

項目	従来型	高速・高冷却型
ロール材質	鋼	銅合金
離型剤	使用する	使用しない
ロール荷重	1～10kN/mm	0.1～1kN/mm
注湯温度	一般的な温度	低温鋳造
板厚	4～7mm	2～4mm
ロール周速	0.5～10m/min	30～150m/min
冷却速度	700℃/s	1000～3000℃/s

## 3. 鋳造用アルミニウム合金のロールキャスト板の特性

表2に代表的なボディシート用アルミニウム合金である6022と鋳造用アルミに無合金のAC4CとAC3AのSi, Fe, Mg量を示す。6022のSi量は約1%であり、Fe量はヘム加工性を考慮して0.2%未満に制限されている。これに対し、AC4CとAC3AのSi量は約7%と11%と多く、Feは0.35%と0.44と6022の規格上限の0.2%を大きく超えている。Si量やFe量から判断するとAC4CやAC3Aの板成形は不可能と考えられる。成形以前に圧延による板の作製も問題を伴うことが予測される。

表2 6022, AC4C, AC3Aの主な添加元素量(mass%)

合金種	Si	Fe	Mg
6022	1.05	0.14	0.48
AC4C	7.09	0.35	0.37
AC3A	11.24	0.44	0.14

高速・高冷却型双ロールキャストによりAC4C合金とAC3A合金を30-90m/minの高ロール周速で板に鋳造することができた。冷間圧延を行ってもワニ口割れやエッジ割れを起こさなかった。

引張試験の結果を表3に示す。AC4Cはロールキャスト後冷間圧延で1mmにした後T4処理を行った。AC3Aには圧延後に焼なましを行った。鋳造用アルミニウム合金でありながらロールキャスト材は展伸材に匹敵する20%以上の伸びを示した。これは双ロールキャストの高冷却速度によ



り共晶 Si が微細粒状化したためと考えられる。AC3A の深絞りの結果を図 2 に示した。AC4C と AC3A および AC3A にリサイクル模擬して Fe を添加したものの深絞りの限界絞り比を表 4 に示した。深絞りの結果は、鋳造用アルミニウム合金であっても板成形が可能であること示す。AC3A に 0.6% の Fe を添加した場合、Fe 量は 1% に達するが深絞りは可能であり限界絞り比は 1.7 であった。

表3 引張試験の結果

機械的性質	AC4C-T4	AC3A-O	6022-T4 <sup>2)</sup>
引張強さ (MPa)	252	192	250
伸び (%)	21.0	23.8	30



図2 AC3Aの深絞り試験の結果(LDR:1.9)

表4 深絞りの限界絞り比LDR

AC4C	AC3A	AC3A+0.2%Fe	AC3A+0.6%Fe
1.8	1.9	1.9	1.7

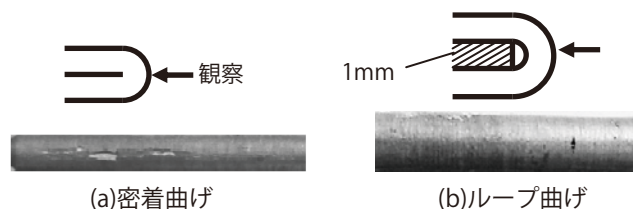


図3 AC3Aの180度曲げ試験

AC3A の 180 度曲げ試験の結果を図 3 に示す。密着曲げでは表面にクラックが発生したが、厚さ 1mm の板を挟んだループ曲げは可能であった。深絞り試験と曲げ試験の結果は、ロールキャストした鋳造用アルミニウム合金が板成形に使用できる可能性を有していることを示す。

#### 4. 今後の展望

鋳造用合金には、Si や Mg の他に強度の向上のために Cu が添加されている場合がある。Si, Mg, Cu, Fe などの添加元素の組合せやその量と板材の成形性との関係を明らかにする必要がある。

#### 参考文献

- 1) 羽賀俊雄, 鋳造工学, Vol.86 (2014), 47-53.
- 2) 稲葉隆, 神戸製鋼技法, No.152 (2002), 79-82.

## □ 特集 4 マグネシウム合金 □

長岡技術科学大学

鎌土 重晴

### 1. はじめに

マグネシウムの比重は、1.74 と鉄の約 1/4.5、アルミニウムの約 2/3 で、実用金属材料中では、最も小さい。その軽量性に起因して生じる高比強度、高比剛性や、放熱性、振動減衰能、切削性、耐くぼみ性、寸法安定性など優れた特性を有し、最近ではさらに高純度合金の製造や SF6 代替ガス雰囲気による溶解技術の確立から、マグネシウム合金のもつ腐食に弱いという問題が解決され、デジタルビデオカメラ、ノートパソコン、ミニディスクプレーヤー、携帯電話など電子機器、携帯機器などの筐体などの生活分野に用途が広がっている。さらに、マグネシウム合金は、地球環境保全の立場から、プラスチックあるいは鉄鋼、アルミニウム合金に代わる軽量、かつリサイクル性に優れた、環境に優しい材料として注目され、欧米では自動車部品への利用が活発化し、国内でも輸送機器への展開に向けた国プロも始まり、その成果に期待が寄せられている。本稿では、マグネシウム合金の自動車部品としての使用例と今後期待されている自動車部品への応用例を紹介する。

### 2. これまでの応用例

図 1 にこれまでにマグネシウム合金が自動車部品として使用された例をまとめて示す。いずれもマグネシウム合金ダイカスト材が使用されている。実用化されたマグネシウム合金製部品を応用部位と要求特別に分けると、(1) 内装品および (2) パワートレイン系部品に大別される。

#### (1) 内装品

具体的な応用例として、ハンドルの芯金、インストルメントパネル、シートフレーム等があげられる。いずれの部品にも靱性が要求されることもあり、アルミニウムを 6% まで低下させ、延性を改善した Mg-6%Al-0.2%Mn (AM60B) 合金ダイカスト材が使用されている。これらの部品には従来鉄鋼材料の展伸材が使用されてきたが、マグネシウム合金のダイカストにより、エアーバッグ装着部分を含めた複雑形状部品を一体成形し、部品点数を大幅に減少させることが可能となり、プロセスコストの低減につながっている。その結果、マグネシウム合金の素材コストの高さを、プロセスコストの低下によりコスト的にも競争力のある部品展開を可能としている。その最大の成功例がハンドルの芯金

であり、世界中で大量に使用されるに至っている。さらに、大型部品への適用によりマグネシウム合金の特徴である減衰能の効果が発現し、快適性が改善されるとの報告もある。

## (2) パワートレイン系部品

耐熱マグネシウム合金の開発を目指した研究成果として、自動車のトランスミッションケース、オイルパン等の耐熱性を必要とするパワートレイン系部品に適用された例もある。基本的にはMg-Al-Mn系合金にSi, Ca, 軽希土類元素(Ce)を主体としたミッシュメタル, RE)を添加したダイカスト用合金で、粒界を熱的に安定な金属間化合物で被覆し、耐熱性を改善している。最近では粒内にAl, Ca, REが濃化した規則GPゾーンが析出し、粒内強化の役割を果たしているとの報告もある。

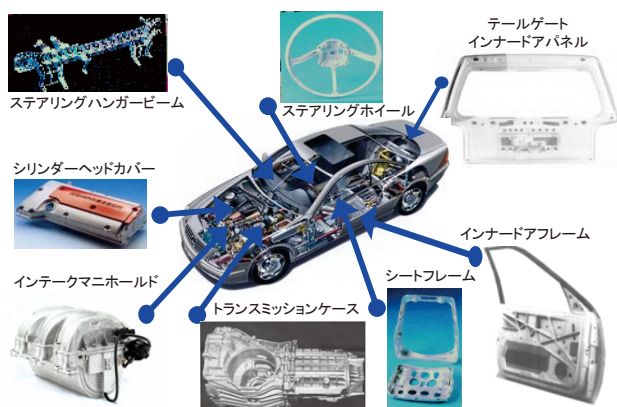


図1 Mg合金の自動車部品への適用例

## 3. 今後期待される自動車部品例

図2に今後の応用が期待されているマグネシウム合金の自動車部品への応用例を示す。これらの適用に際しての問題点は以下ようになる。

### (1) パワートレイン系部品

既に使用されている上述のダイカスト用耐熱マグネシウム合金では、耐熱性とダイカスト性が両立されているとは言い難い。耐熱性を維持しつつ、熱間割れを回避でき、製品歩留まりを改善できれば、必要とされる耐熱性が比較的緩やかなトランスミッションケースやオイルパン等の部品への適用は格段に増加するものと予測されている。一方では、更なる耐熱性の改善が可能になれば、シリンダーブロックや過給機のインペラー、ピストン等への応用展開も可能になるものと期待されている。

### (2) 骨格構造部品

自動車の重量の約1/3を占める骨格構造部品やボディパネル材へのマグネシウム合金の展伸材(圧延材, 押し出し材)やダイカスト材の適用も期待されている。そのための研究開発が国内でも活発に進められている。最近、米国のGMや韓国のルノー・サムスン等の自動車会社が双ロール鋳造した圧延板材を用いた熱間プレス成形品をトランクリッドのインナーパネルや後部座席とトランクの間のパネル材(図3)として使用し、注目されている。前者は50枚の限定品であるが、後者は今後量産すると報告されている。欧

米や国内では、熱間プレス成形ではコスト高になることから、量産に至ることはありえない。今後、室温プレス成形が可能なMg板材が提供される時に初めて量産の可能性がある。今後の材料開発や成形技術の進展に期待したい。

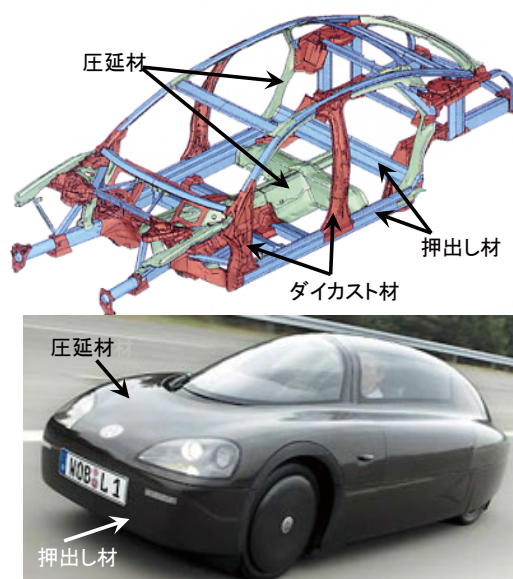


図2 今後期待されるMg合金の自動車部品への応用例



図3 ルノー・サムスン自動車が開発し、量産するMg合金製大型熱間プレス成型品。素材はPOSCOが提供。重量1.4kgで、従来品より2.2kg(61%)の軽量化に成功。

## 4. おわりに

Mg合金の自動車部品への適用事例と今後期待される応用部品への課題に述べた。マルチマテリアル化が進む自動車部品では、さらに接合や表面処理の関する技術の構築も必要になる。まだ材料の研究開発段階ではあるが、次のステップとしてプロセス技術や最適設計に関する研究開発が必要になる。自動車の軽量化による燃費改善は地球環境維持には欠かせない課題であり、Mg合金はそのキーマテリアルでもある。一方では、Mg合金はその結晶構造に起因して鉄鋼やアルミニウムとは異なる変形挙動や機械的性質を有する。今後、材料特性を生かしたプロセス技術の構築や最適設計を材料技術者と機械設計技術者が連携して推進することを切に望む。

## 機械材料・材料加工部門「部門賞・一般表彰」公募のお知らせ

機械材料・材料加工部門では、第92期部門賞および部門一般表彰候補を下記の要領で公募します。自薦他薦を問わず奮ってご応募下さい。

\*公募締切：2014年12月1日(月) 厳守

\*推薦書類：推薦・申請用紙を部門ホームページよりダウンロードしてお使い下さい。

\*被推薦者資格：各賞とも日本機械学会会員であることが受賞資格となります。

\*書類提出先：日本機械学会 機械材料・材料加工部門(担当者 石澤 章弘)  
〒160-0016 東京都新宿区信濃町35 信濃町煉瓦館5階  
電話(03)5360-3502, E-mail: ishizawa@jsme.or.jp

推薦された候補者は第3技術委員会で審査され、部門運営委員会で受賞者を決定します。結果は今年度中に本人に連絡し、次期(2015年度)のニュースレターに掲載するとともに、受賞者を2015年度年次大会開催時に表彰する予定です。なお、本件に関するご質問・お問合せ等は、第3技術委員会委員長(大竹尚登, E-mail: ohtaken@mech.titech.ac.jp)までお願いします。

### 各賞の概要

- (1) 功績賞：機械材料・材料加工分野に関する学術、教育、出版、内外の交流など諸般の活動において、本部門の発展と進歩に積極的な貢献または顕著な業績のあった者に授与する。
- (2) 業績賞：機械材料・材料加工分野に関する研究または技術開発において、顕著な業績のあった者に授与する。
- (3) 国際賞：機械材料・材料加工分野における学術、教育、出版などに関する国際的な活動を通し、本部門の発展と進歩に積極的な貢献または顕著な業績のあった者に授与する。

- (4) 部門表彰(優秀講演論文部門)：当該年度に開催された本部門企画、担当、主催または共催の講演会において発表された機械材料・材料加工分野の講演論文中、学術・技術の進歩発展に寄与したと認められる論文の著者を対象とする。
- (5) 部門表彰(奨励講演論文部門)：当該年度に開催された本部門企画、担当、主催または共催の講演会において発表された機械材料・材料加工分野の講演論文中、将来当分野の学術・技術の進歩発展に寄与すると期待される若手講演登壇者(2015年4月1日現在において32歳以下の者)を対象とする。
- (6) 部門表彰(新技術開発部門)：機械材料・材料加工分野において本部門企画、担当、主催または共催の集会、出版物等において発表された新技術、新製品の開発者中、工業技術の進歩発展に特に貢献した者を対象とする。
- (7) 部門表彰(国際貢献部門)：本部門の国際会議や国際交流に関し、特に優れた貢献のあった者を対象とする。

## 2014年度年次大会「持続可能な日本の技術を支える産官学の連携」in 東京のご報告

第91期第1技術委員会(年次大会)

中尾 航(横浜国立大学)

2014年度の年次大会が、2014年9月7日(日)～10日(水)の日程で東京電機大学東京千住キャンパスにおいて開催されました。機械材料・材料加工部門でも多数の講演セッションの他に基調講演や先端技術フォーラム、ワークショップが企画され、活発な発表・討論が行われました。また、恒例の部門同好会は8日の夕刻に開催され楽しく交流が行われました。オーガナイズドセッションや特別企画の募集から大会実施まで、ご尽力下さいました皆様に感謝申し上げます。

### 基調講演

[K041] 超音波センシングの進展とM&Pへの応用

先端技術フォーラム

[F041] 次世代3Dプリンティングと関連技術(5件)

[F042] M&P最前線2014(4件)

[S041] 粉末成形とその評価(9件)

[S042] セラミックス及びセラミックス系複合材料(9件)

[S043] 減災・サステナブル工学(4件)

[S044] 次世代3Dプリンティング(6件)

[G041] 機械材料・材料加工部門一般セッション(21件)

[J041] 工業材料の変形特性・強度およびそのモデル化(23件)

[J042] 超音波計測・解析法の新展開(24件)

[J043] 厚膜成形技術と厚膜の機械的特性評価(10件)

[J044] ソフトマター・イノベーション(14件)

[J045] 知的材料・構造システム(20件)

[J046] 高分子基複合材料の加工と評価(3件)

[J047] 自己治癒・材料システム(11件)

ワークショップ

[W41] 減災・サステナブル工学の今後の展望(4件)

[W42] 締結・接合のプロセスと接合部・界面の信頼性評価(8件)

(標準事業委員会, 機素潤滑設計部門等との共同企画, 6件)

注) G: 一般講演, S: 当部門単独, J: 他部門と共同企画



## 第 5 回 JSME/ASME 機械材料・材料加工技術国際会議 (ICM&P2014) 報告

大会実行委員長

京極 秀樹 (近畿大学)

第 5 回 JSME/ASME 機械材料・材料加工技術国際会議 (ICM&P2014 The 5th JSME/ASME 2014 International Conference on Materials and Processing) は、2014 年 6 月 9 日 (月) から 13 日 (金) まで、アメリカ合衆国ミシガン州デトロイト市の Cobo Center において、米国機械学会 (ASME) 製造工学部門国際会議 (MSEC 2014: International Manufacturing Science and Engineering Conference) および製造技術協会 (SME) と北米製造技術会議 (NAMRC) 主催の北米製造技術会議 (NAMRAC 42: 42nd North American Manufacturing Research Conference) と合同で開催されました。全体の講演論文数は 340 件を超え、参加登録者も 500 名以上と、材料・加工分野の研究者・技術者間の国際的交流の場として世界最大スケールの国際会議になりました。同時に、SME 主催の RAPID, BigM の 2 つの展示会も併設され、アメリカが強力に押し進めている 3D プリンタ, Additive Manufacturing に関するエネルギーな企業展示がなされました。

ICM&P2014 の日本からの発表例数はテクニカルペーパー 102 件、ポスター発表 9 件の合計 111 件でした。また、スポンサーとして (株) 松浦機械製作所, ヤマハ発動機 (株), 古河電工 (株) からのご援助を賜りました。10 日にはキーノート講演として、九州大学 三浦秀士教授より “Advanced

Powder Processing Techniques – MIM & DLF – of Titanium Alloy Powders” と題した最新の Ti 粉末成形技術についてご講演頂き、日米はじめ各国の研究者から大変興味深く聴講されました。

バンケットは、ミシガン大学に付随する全米最大のアメリカンフットボールスタジアムであるミシガンスタジアム内の Jack Roth Stadium Club にて盛大に行われました。バンケット前には、スタジアムのフィールドでスポンサーや実行委員会メンバーが電光掲示板で紹介される中、参加者全員での写真撮影や、フットボールに興じました。バンケットでは、部門表彰として国際貢献部門 4 件 (Prof. Albert Shih, Prof. Kira Barton, Prof. Chinedum Okwudire, Prof. Seiichi Hata) が行われ、が行われ、翌日のランチミーティングにて、同じく部門表彰として優秀ポスター発表部門 2 件も行われました。表彰者・内容等についてはニュースレターにて第 3 技術委員会 (表彰担当) より報告されます。最後になりますが、本会議の準備・実行を中心となって担当していただきました秦 誠一副実行委員長、論文委員会の板橋正章委員長、プログラム委員会の岸本 哲委員長はじめ各委員会委員長・委員の皆様、さらにはシンポジウムオーガナイザー等、全ての方々に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。



バンケット会場のミシガンスタジアム(11万人収容可能)での集合写真

## ASMP2015 開催案内

### The 4th Asian Symposium on Materials and Processing (ASMP2015)

(主催：本会機械材料・材料加工部門，共催：本会材料力学部門)

**開催日：**2015年8月10日(月) - 13日(木)

**会場：**ロンボク・ラヤホテル  
(インドネシア，ロンボク島)

本部門主催の国際シンポジウム(ASMP2015)がインドネシアのロンボク島において開催されます。これはタイのバンコク(2006年)，マレーシアのペナン(2009年)，インドのチェンナイ(2012年)に続く4回目のシンポジウムで，The 14th International Conference on QiR (Quality in Research) や Asian Federation of Biotechnology (AFOB)，International Conference in Saving Energy in Refrigeration and Air Conditioning (ICSERA) との共催となります。今回はインドネシアのロンボク島のラヤホテルを会場として，機械材料・加工・評価などの各分野の研究者や技術者に国際交流の場を提供するものです。ロンボク島はインドネシアのバリ島に続く新しいリゾート地です。皆様のご参加をお待ち致しております。詳しい情報は部門HP (<http://www.jsme.or.jp/mpd/>) にて随時掲載致します。

#### 主要なトピックス

- Advanced Materials
- Metals, Ceramics, Polymers and Composites
- Smart Materials and Structures, Functional Materials
- Materials Processing, Forming, Casting and Machining
- Powder Metallurgy, Adhesion and Interface, Welding and Bonding
- Nanofabrication and Nano / Micro / Meso Manufacturing Processes
- Advanced Manufacturing
- Micro and Nano Technology in Materials and Processing
- Mechanical Properties, Fracture and Reliability
- Dynamic Behavior of Materials and Structures

- Materials Characterization and Measurement Techniques
- Non-Destructive Testing and Evaluations, Monitoring and Sensing Technology
- Modeling, Analysis and Simulation in Materials and Processing

#### 重要な日程

- 講演概要締切： 2015年1月31日
- 講演採択通知： 2015年2月14日
- 講演原稿(Extended abstract) 締切：2015年3月31日
- 参加登録締切： 2015年6月30日
- ASMP2015 開催： 2015年8月10-13日

#### 参加登録費(予定)

- |         |          |                |
|---------|----------|----------------|
| JSME 会員 | 45,000 円 | (早期申込 4月30日まで) |
| JSME 会員 | 47,500 円 | (通常申込 5月31日まで) |
| JSME 会員 | 52,500 円 | (最終申込 6月30日まで) |
| 学生      | 37,500 円 | (早期申込 4月30日まで) |
| 学生      | 40,000 円 | (通常申込 5月31日まで) |
| 学生      | 45,000 円 | (最終申込 6月30日まで) |

Symposium Chair：三浦秀士(九州大学)，General Chair：大津雅亮(福井大学)，Co-General Chair：楊明(首都大学東京)，Scientific & Program Committee Chair：宮下幸雄(長岡技術科学大学)

#### 問合せ先

大津雅亮(福井大学)  
Tel: 0776-27-8529, E-mail: [otsu@u-fukui.ac.jp](mailto:otsu@u-fukui.ac.jp)



ギリ・トラワンガンビーチ



## 2015 年度年次大会開催のご案内と特別企画のご提案のお願い

## 第1 技術委員会

羽賀 俊雄 (大阪工業大学)

2015年9月13日(日)～17日(木)(但し13日(日)は市民開放行事, 17日(木)は見学会の予定)に標記大会が北海道大学(札幌市北区北13条西8)にて開催されます。言うまでもありませんが、一足早い北の大地の秋の訪れと食欲の秋、そしておいしいビールを満喫してください。

2015年度年次大会は「Be Ambitious! ～機械工学の新たな挑戦～」をキャッチフレーズとしてテーマは「グローバルイノベーション」、「減災・災害防止」、「健康・医療・バイオ」です。当部門ではすでに以下の15件(仮の題目, 他部門との共催含む)がオーガナイズドセッションとして予定されています。

- ①粉末成形とその評価
- ②セラミックスおよびセラミックス系複合材料
- ③減災・サステイナブル工学
- ④次世代3Dプリンティング
- ⑤伝統産業工学
- ⑥工業材料の変形特性・強度およびそのモデル化
- ⑦超音波計測・解析法の新展開
- ⑧厚膜形成技術と厚膜の機械特性評価

- ⑨知的材料・構造システム
- ⑩高分子基複合材料の加工と評価
- ⑪自己治癒材料・システム
- ⑫異種材料の接合プロセスと界面強度評価
- ⑬マイクロ・ナノ材料創成とそのデバイス応用
- ⑭水素社会を支える材料強度学
- ⑮ポリマー・セラミックス・メタル多孔質材料の開発と応用

さて、今回のご案内は、特別企画の募集です。例年どおり下記の①～⑥の特別行事の企画を募集しております。できれば複数部門にまたがる部門横断企画をご検討頂ければ幸いです。

- ①基調講演
- ②先端技術フォーラム
- ③ワークショップ
- ④部門同好会
- ⑤新技術開発レポート
- ⑥新企画行事

特別行事企画申込み・問合せ先：第1 技術委員会

委員長 羽賀 俊雄 (toshio.haga@oit.ac.jp)

幹事 松本 良 (ryo@mat.eng.osaka-u.ac.jp)



イチョウ並木



クラーク像

\*北大写真アルバム(<http://www.math.sci.hokudai.ac.jp/album/>)より

## 編集後記

機械材料・材料加工部門ニュースレター No.48 をお届けいたします。ご多忙の中、また限られた時間にも関わらず、貴重な内容の記事をご執筆くださいました方々に、心より御礼申し上げます。また、編集にあたっては、佐々木広報委員長をはじめ広報委員会の皆様の多大なるご支援とご協力を頂きました。ここに記して厚く御礼申し上げます。今号のニュースレターは、現在のものづくりの基盤を支えている材料の中でも、車体に用いられる軽量化材料に注目し、その現状と展開についての話題を集めました。本掲載記事が、会員の皆様にとって役立つ情報提供になるとともに、さらなる研究・開発の発展につながれば幸いです。

(広報委員会幹事 岸本 喜直, ykishimo@tcu.ac.jp)

## 発行

発行日 2014年11月30日

〒160-0016 東京都新宿区信濃町35 信濃町煉瓦館

一般社団法人 日本機械学会 機械材料・材料加工部門

第92期部門長 品川 一成

広報委員会委員長 佐々木 元

Tel. 03-5360-3500 Fax. 03-5360-3508