

# アルミニウム

## サッカースタジアムぞくぞく登場！

No.152

2001.7

日本アルミニウム協会

2002年のワールドカップ開催を控え、いま日本各地でサッカースタジアムの整備が急ピッチで進められています。アルミニウムはこれまでいろいろな建築物に使われてきましたが、各地のスタジアムでも存在感のある使われ方を見ることができます。今回はスタジアムなど最近話題の建築物に使われたアルミニウムをご紹介します、アルミニウムの今後の可能性を考えます。

青く広がる空にアルミニウムの輝きが美しく映える(札幌ドーム) ①

# 話題のサッカースタジアムをレポート！

## 2002年ワールドカップの舞台は個性派ぞろい

世界中が注目するFIFAワールドカップ™サッカー大会が、2002年5月末から6月にかけて日本と韓国で開催され、日本国内では10スタジアムで試合が行われます。地元自治体を中心となって建設されたこれらのスタジアムではいずれも、印象的なデザインやユニークなシステムを採用。大会後も魅力的な施設として活用できるような工夫が随所に盛り込まれています。2001年秋までにはすべてのスタジアムが竣工され、披露される予定となっていますが、その中から最近話題を集めている3つのスタジアムとそこに使われているアルミニウムをご紹介します。

## 国内最大の屋根を持つ雪国初のドーム 札幌ドーム

札幌市の南東、緑の広がる羊ヶ丘に向かうと、とつぜん銀色のドームが目飛び込んできます。これがさきごろ竣工した札幌ドームです。サッカーの試合に使用されるだけでなく、札幌市民に愛される野球場、イベントスポットを目指した設計がされています。

札幌ドームは全天候型ドームで、屋根の表面積は約52,000㎡と国内最大。冬の積雪対策のため、北西風が屋根の雪を吹き飛ばしてくれるように、ドーム形状は独特なシェル(貝)型をしています。

銀色に光るドームは、上部が膜、下部がアルミカーテンウォール(約

5,000㎡)の構成で、アルマイト仕上げのアルミパネルが使われ、アルミニウム本来の色、光沢を生かしたデザインを作り上げるとともに、高い寸法精度で新しいドームを支える重要な役割を担っています。

札幌ドームには、スタジアムとしての施設の充実を図るとともに、人々が集うスペースとしての魅力を持たせようという意気込みが感じられます。アルミニウムはメタリックな光沢を生かしたデザインによって、明るさ、はなやかさの演出に貢献しています。

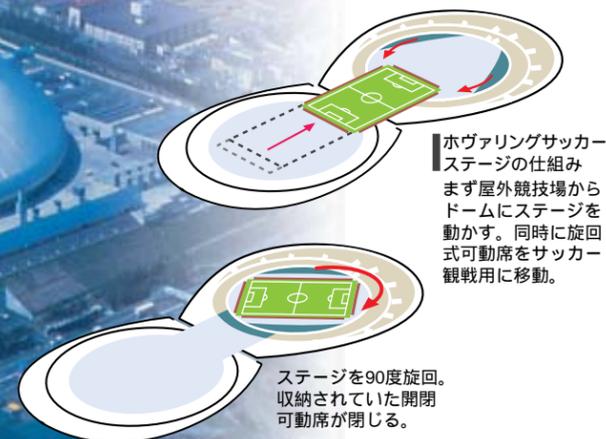


② スタジアムの東側のムービングウォールが開くと、外に見えるサッカーステージの緑がまぶしい。

## 世界初のホヴァリングサッカーステージを採用

このスタジアムの最大の特徴は、天然芝のサッカーフィールドが一体となって移動するモバイルシステムを世界で初めて採用したことです。ホヴァリング(浮上する)サッカーステージは縦120m、横85m、重さ8,300t(ジャンボジェット約30機分に相当)と巨大なもので、通常は屋外で日光にあてて芝を養生し、サッカーの試合の時には空気圧によって地面から7.5cm浮上させたうえで、車輪を使って屋内アリーナに移動させます。サッカーフィールドだけでなく観客席の一部も移動でき、使用する目的に合わせて、ドーム

③ 札幌ドーム(札幌市、53,845人収容)  
設計 原 広司、アトリエ・ファイ建築研究所、アトリエブク特定共同企業体  
施工 札幌ドーム新設工事特定共同企業体



ホヴァリングサッカーステージの仕組み  
まず屋外競技場からドームにステージを動かす。同時に旋回式可動席をサッカー観戦用に移動。

④ ステージを90度旋回。収納されていた開閉可動席が閉じる。

内のレイアウトを変えられるようになっています。

またドーム展望台も、国内初の施設です。空中エスカレーターで地上53mまで上がると、ドームの壁面を突き抜けたように円筒状の展望台が設けられています。ここからは、ドーム外側に札幌市街が一望でき、内側ではゲームのようすを真上からのぞき込むことができます。アルミニウムは展望台外装の一部やサッシなどに用いられています。

スタジアムの中に入ると、黒を基調とした観客席が一層のすり鉢状に並んでおり、どの席に座ってもスタンド全体を見渡すことができます。この観客席の脚部分にはアルミダイカスト材が使用されています。この札幌ドームがどんなドラマの舞台となるのか、人々の期待は大きく高まっています。



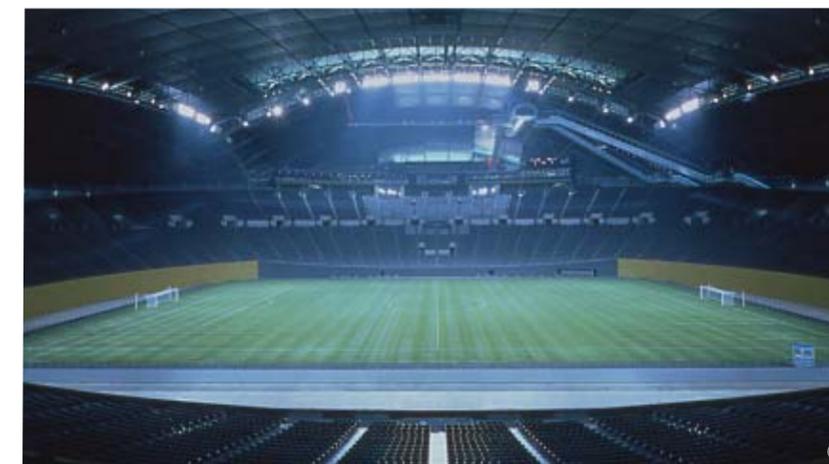
⑥ スタンドの観客席では支持部材としてアルミダイカストが使用されている



④ 地上53mの展望台からは札幌市街が一望に見渡せる。サッシなどにアルミニウムが使用されている



⑤ ドーム外周の下部にはアルマイト仕上げのアルミカーテンウォールが使われた



## アジア最大級のサッカー専用スタジアム 埼玉スタジアム2002

ワールドカップ開催に合わせ、アジア最大級のサッカー専用スタジアム「埼玉スタジアム2002」がさきごろ竣工しました。収容人員は63,700人と、日本を代表するビッグなスタジアムの一つだといえるでしょう。遠くから見たスタジアムは、向かい合った2枚の大屋根が印象的です。この屋根はメインスタンドとバックスタンドをそれぞれ覆い、観客席全体の3分の2を覆っています。

スタジアムの玄関であるグランドエントリはメインスタンド側にあり、エントランス上部にはガラスとアルミデザインパネルを組み合わせたカーテンウォールが設けられています。このアルミデザインパネルは鋳造品で、表面に粗い凹凸が均一に付けられ、外観はまるで石のように見えます。石やコンクリートなど周辺の素材とうまく調和し、重厚感のある仕上がりとなっています。

軽量で耐久性にすぐれるアルミニウムの特性を生かしながら、重厚な雰囲気になじむ意匠性を発揮し、世界の人々を迎えるスタジアムにふさわしい演出が実現しました。



⑧ エントランスロビーの内装には落ち着いた色調のアルミパネルを使用



⑨ 世界のVIPを迎えるグランドエントリーのカーテンウォールには、丹念に仕上げたアルミデザインパネルが使われている



## エキサイティングなプレーを間近に観戦

サッカー専用スタジアムである埼玉スタジアム2002では、サッカーを存分に楽しめるような工夫が随所に施されています。たとえば、天然芝のピッチには地温コントロールシステムを導入し、地中を走る配管の水温を管理することにより、芝生はつねに最高のコンディションを維持できるようになっています。

スタジアムの観客席は二層式で、観客席最前列からピッチまでの距離は他スタジアムの約半分の14m、ピッチとの高低差も最小限に抑えられており、選手たちのプレーを間近で見ることができます。またカメラマンが撮影するためのメディアピットは、観客の視線をさえぎらないようフィールド端の一部を掘り下げて設置されており、ピットカバーには軽量のアルミニウムが使われています。さらに、専用の車いすスペースを設けるなどバリアフリー化を図り、だれでも快適で安全に楽しめるようになっていますが、このような箇所でもアルミニウムが使われています。このほか、エントランス内装、メディアブース外壁、階段手すり部分など、さまざまな箇所にアルミニウムが使用されています。



埼玉スタジアム2002 (さいたま市、63,700人収容)  
設計 梓設計 施工 鹿島建設



メディアピットのカバーは軽くて作業しやすいアルミ製(工事中)



選手たちがメインスタンドに渡るピクトリロードはアルミ製



バックスタンドの階段手すりに使われたアルミパンチングメタル



車いす席のガード部に使われたアルミパネル



観客席の最前列からピッチまでの距離は14mと近く、試合の醍醐味が味わえる

## 未来にはばたく大型アルミ屋根を持つ 神戸ウイングスタジアム

2001年10月、日本で初めてアルミ屋根を採用したサッカースタジアム「神戸ウイングスタジアム」が完成します。スタジアムの形状が翼に似ており、また「震災からの復興に向けて羽ばたく」、「来るべき21世紀に向け羽ばたく」などの明るいイメージを込めて、この名前が付けられました。

スタジアムの屋根は、メインスタンド側とバックスタンド側に分かれており、屋根面積は約15,000㎡、鉄骨構造にアルミ折板屋根材約85tが使われています。アルミ屋根が採用された理由は、軽量で耐震性向上が図れる、海岸部でもすぐれた耐食性を発揮する、などアルミ屋根材の持つ特徴が評価されたからです。

また住宅街に隣接していることに配慮し、アルミ屋根材は素材の色調を生かしながら、表面に、太陽光を乱反射させる低光沢処理を施しています。さらに屋根材の裏貼りに制振材を付けて一体化し、スタジアム内部の騒音をさえぎり、雨音も抑え、騒音規制値以下に抑えることができました。



ドームを覆うアルミ屋根。第二期工事も含めると約29,000㎡と日本最大のアルミドーム屋根が完成する

神戸ウイングスタジアム (神戸市、ワールドカップ時約42,000人収容)  
設計 大林・神鋼設計業務共同企業体  
施工 大林・神鋼建設事業共同企業体

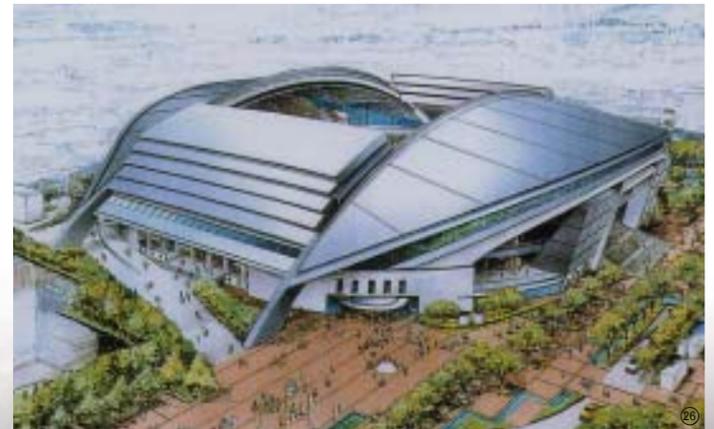
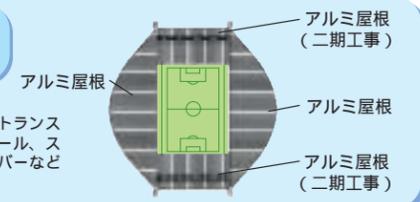
このほか、カーテンウォール、ルーバー、スパンドレル、軒天、サッシなど、随所にアルミニウムを使用し、アルミの素材感があふれた仕上がりとなっています。

神戸ウイングスタジアムでは、ワールドカップ終了後に第二期工事として可動屋根約10,000㎡(約50t)が取り付けられる予定です。可動屋根も軽量で駆動装置への負荷が少ないことからアルミ屋根を使用し、2003年の完成時には開閉ドームとなります。アルミ大屋根が輝きながらゆっくりと開閉する、そんな美しい光景があつた2年で現実となりそうです。

[取材協力:(株)札幌ドーム、埼玉県、神戸市、時事通信]

### おもなアルミ使用箇所

\*このほか西側エントランス部にカーテンウォール、スパンドレル、ルーバーなどを使用



大分総合競技場「ビッグアイ」(大分市、約43,000人収容)  
外周スパンドレル、カーテンウォール、軒天井、スパンドレルなどにアルミニウムを使用



長居陸上競技場(大阪市、50,000人収容)  
テフロン膜で観客席の3分の2が覆われている



静岡スタジアム エコパ(袋井市、51,349人収容)  
カーテンウォール、サッシ、観客席などにアルミニウムを使用



横浜国際総合競技場(横浜市、72,370人収容)  
アルミ繊維による天井吸音材やカーテンウォール、観客席、ナンバープレートなどにアルミニウムを使用



新潟スタジアム ビッグスワン(新潟市、約42,300人収容)  
白鳥のデザインモチーフを取り入れており、カーテンウォール、サッシ、サインなどにアルミニウムを使用



カシマサッカースタジアム(鹿嶋市、41,800人収容)  
改修工事を行い、収容能力を向上



宮城スタジアム(宮城県利府町、49,133人収容)  
サッシ、エキスパンドメタルなどにアルミニウムを使用



21世紀では、アルミニウムはどのように進化し、その活躍のフィールドはどこまで広がるのでしょうか。これからの時代を担う若い世代の方に、アルミニウムとともに未来への夢を語っていただきました。

## アルミニウムからふくらむ 未来建築への夢

日本大学大学院理工学研究科  
齋藤公男研究室のみなさん



山口きらら博制作作品「虹のアーチ」「雲のシザーズ」「波のシザーズ」の模型を囲んで

- 研究室の皆さんは、山口きらら博会場で作品を制作されたそうですね。

「アルミや間伐材を用いて、スペースアートワークを5作品制作しました。そのうち2作品は、あらかじめアルミを組合せ、閉じた状態で運搬し、現場で広げる展開構造のものです。大きいものは広げると縦10m、横7.5mくらいですが、閉じると1.3m x 1.0mになり、重さも300kgと軽量で運びやすかった。このシステムはアルミでないと難しかったと思います」

「アルミの押出材は、自分たちで切断したり穴をあけたりしました。加工性がよく、作りやすいというメリットを感じましたね」

「アルミはアルマイト仕上げをして素材の色を生かしました。機械的で未来的な感じのするアルミの光、そこに周囲の色が美しく反射して、まさに「虹のアーチ」ができた(笑い)」

- アルミニウムと相性がいいのは、どのような建築だと思いますか。

「住宅がいいと思います。すでに50年以上前、バックミンスター・フラーという思想家がアルミを用いたユニット住宅の構想を残しています」

「鉄のように赤さびが出ないのでメンテナンスが楽だし、リサイクルもしやすい」

「アルミは軽快な感じがするので、私は好きですね。仕上材でも構造材でも使えるし。全部アルミでできた住宅にも住んでみたい」

「でも私は、住宅なら木造が好き。個人の好みや流行もあるでしょうが、やっぱりアルミはシステムトラスなどの方が似合うと思います」

「耐火性能や遮音性能を高める工夫がいりますね」

「アルミには溶接して使うと強度が低下するものもありますよね。逆に、溶接せずにアルミの特性を生かす方法を考えたらどうか。山口



## 構造材への広がりを見せるアルミ建材

アルミニウムはすでに多くの建築に使われていますが、カーテンウォールなどの外装材だけでなく、構造材への適用も進んでいます。平成10年6月の建築基準法改正を受け、アルミニウム建築構造の本格的な普及への期待が高まっています。

アルミニウム建築構造協議会では、これまで設計規準、耐火設計規準、製作施工要領書などの策定、関連データベースの整備、デザインマニュアルの製作などを行ってきました。さらに、建築家、設計、施工などにに向けた広報の強化や、部材の製作管理技術者および製作工場の資格審査・認定事業を本格化させていく予定です。このほかにも、住宅の耐震性を高めるアルミ製耐震枠の研究開発、アルミエコハウス( NEDO受託事業「エコ素材住宅の技術開発」)の普及版の仕様検討、アルミフレーム・ブレース構造の耐震性能に関する実大実験などの成果を生かし、今後、関連業界の協力ののもとに、アルミ建築構造のメリットのPR、使いやすい環境の整備を進めていきます。

トラス構造物や住宅など、アルミ構造の採用は徐々に増加していますが、今回ご紹介したスタジアムのような大型構造物にも、活躍のフィールドをさらに広げていくことが期待されます。

### 耐震枠の施工実験

アルミ製耐震枠は、地震の揺れを支える耐力壁が設けられない木造建築物に広く適用できるため期待されている



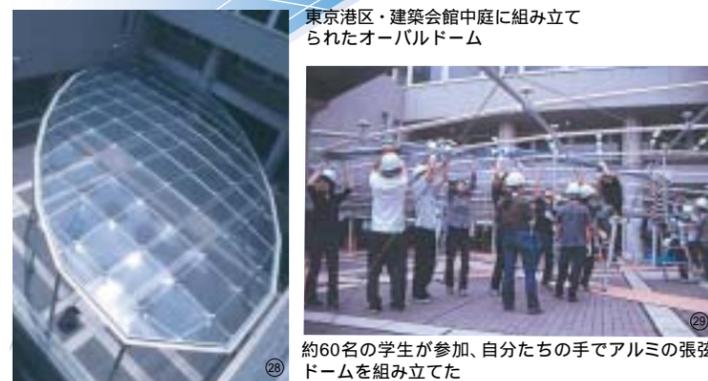
木造住宅の前面開口部を耐震枠で補強した実験

### information

アルミニウム建築構造協議会では、アルミエコハウスを現在の研究終了後(平成14年4月以降)に有効活用するアイデアを広く募集しています。バリアフリー型住宅、公共施設、商業施設など、エコハウスの特徴を生かせるユニークなアイデアをお寄せください。

問合せ先 アルミニウム建築構造協議会 03-3538-0231

## アルミトラス構造を手にし、実感する オーバルドーム



東京港区・建築会館中庭に組み立てられたオーバルドーム



約60名の学生が参加、自分たちの手でアルミの張弦ドームを組み立てた



屋根部分はアルミシステムトラスの部材を使用し、ドームの短平方向に、平行なスチールケーブルが張られている

上から見ると、宇宙から大きな宝石が舞い降りたよう? これは日本大学理工学部建築学科の齋藤公男教授の研究室を中心とした学生たち、総勢約60名が建設した「オーバルドーム」です。オーバル(楕円)の形の屋根は縦20m、横10m、アルミ製張弦梁によって構成され、全体は透明なビニール膜で覆われています。

空間構造建築を研究してきた齋藤教授は、張弦構造の特徴である「力のバランス」や緊張感、部材の重量感などについて、机の上やコンピュータの中だけではなく、学生たちが実感できるようにデザインコンペなどの試みを行ってきました。そして平成10年、自分たちが作り、組み立てる「オーバルドーム」を初めて建設、その後オーバルドーム建設は研究室が毎年1回行うイベントとなっています。

このドームにアルミトラスの部材を採用した理由は、「アルミニウムが美しく光り、エキサイティングな構造体ができる点に魅力を感じた」(齋藤教授)ことに加え、錆びない、軽い、いつまでも美しい、などの材料の特性があったことが挙げられます。使用されたアルミグリッドは、アルミ押出パイプと押出ジョイントの組合せによるもので、このシステムでは最大径200mのドームも建設可能だということです。

きらら博の作品はアルミとケーブルを組み合わせた一種のハイブリッド構造ですが、これは各々の材料の役割を明確にして、利点を生かせるよい方法だと思いました」

「でも、サッシや構造物にアルミを使うのなら、いっそのこと透明なアルミを発明して、ガラスの代わりに使えばいい。これなら全部アルミだから、分別しなくてもそのままリサイクルできるでしょう」

- それでは、アルミニウムは将来どのような建築に使われていくのでしょうか。

「アルミを使ったユニット住宅というのはどうですか。家族が増えたから一部屋増やす、という時代がくるかもしれない」

「阪神淡路大震災では中低層住宅やマンションで被害が多かったようですが、地震対策として建物をアルミで軽くしたらいい」

「災害時の避難施設がアルミ製ならヘリコプターで簡単に運べますね」

「建設工事で、コンクリートは現場で固めますよ。アルミも液体のような状態で運搬して、現場で流し込んで部材にできると便利でしょうね」

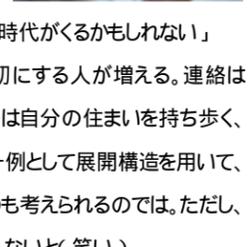
「たとえば、アルミの反射を生かして、地下室に光を取り入れるような使い方もおもしろい」

「展開構造ですが、これは人工衛星などですでに使われている。アルミには軽量、反射性など宇宙空間に適した特性がある。ひょっとしたら、他の惑星でアルミを製造して利用する時代がくるかもしれない」

「核家族化が進み、自分ひとりの時間を大切に人が増える。連絡はインターネットや携帯電話、という時代。将来は自分の住まいを持ち歩く、いわば携帯住宅ができるのではないか。その一例として展開構造を用いて、

たたんで持ち歩き、必要ときに大きくするのも考えられるのでは。ただし、これにアルミを使えるかどうかは、これから考えないと(笑い)」

「フラーの本の中に、直径2.4km以上のアルミを用いたジオデシック球を空に浮かせてその中に人が住む、というのがありますが。大きな気球のようなものですが、さっき意見にあったような透明アルミで作ればきれいだし、実際にそこに住めたら楽しいでしょうね」



# ニュース トピックス

# S S C U P I O T

## 軽量、安全で人気集中 アルミ製伸縮スロープ

高齢化社会を迎え、バリアフリーへの要求が高まっているなか、アルミ合金製伸縮スロープが全国的に売上げを伸ばしています。このスロープは、幅広なので車いすと介護者が同時に歩くことができるのが大きな特長。軽量構造ながら耐荷重は350kgで、電動カートも使用できます。コンパクトな安全設計のため、どこにでも設置が簡単で、気軽に取り扱いできます(Gマーク受賞)。すでに全国の選挙投票所として使われてきた実績がありますが、介護保険スタートにともない最近では介護施設などで採用が伸びています。

【資料提供：ディ・エス大進工業(株)  
古河電気工業(株)】



35

## 通風、採光、目隠し、緑化の機能 住宅外壁パネル

小さな庭でも植物をうまく取り入れ、おしゃれに飾る家庭が増えています。このパネルは、通風、採光、目隠し、緑化の4つの機能によって、省エネルギーや周辺環境との調和を図ることができる製品です。一戸建て住宅の1階から2階の開開口部周辺の外壁に取り付け、1階のメッシュフェンス部にはプランターをハンギングしたりツタ類をからませたりすることができます。2階は半透明の固定ルーバーで、通風を確保しながら目隠しもできます。パネル枠にはアルミ枠を使用しており、いつまでも丈夫で、美しさを保ちます。

【資料提供：新日軽(株)】



36

## 話題のロボットにも採用 アルミ外装品

前号でもご紹介したとおり、最近さまざまなロボットが話題となっていますが、このような分野でもアルミニウムが活躍しています。このSONY・AIBO「ERS-210」では、胴体部にアルミ外装品が使用されています。このロボットの胴体外側はプラスチック製ですが、アルミニウムはこの内側の筐体部分に使用されています。従来は樹脂などで作られていましたが、より高級感を出すためにアルミ化が図られました。筐体の表面にはアルマイト処理が施され、すぐれた表面品質の製品となっています。

【資料提供：(株)アルテック  
三菱アルミニウム(株)】



37

## 地球環境に調和する機能とフォルム

### 太陽電池一体化金属屋根材

地球環境を考えたクリーンなエネルギーのニーズは、ますます高まっています。この屋根材は、そんなニーズにこたえる製品として誕生しました。屋根材と太陽電池を一体化させたシンプルで格調高い横葺きフォルム、そして換気構造を持つ断熱材などが評価を受け、通商産業省選定グッドデザインに選ばれました。また、独自開発したジョイント方法の採用により施工も簡単で、短い工期で済むため、新築工事のみならずリフォーム工事にも最適と注目されています。

【資料提供：スカイアルミニウム(株)  
(株)アルミセンター21】



38

## 自動車部品の軽量化を図る新技術

### 摩擦攪拌接合技術

摩擦攪拌接合(FSW)は、材料を溶かさずに固相状態で接合でき、溶接のように強度低下が小さいことから、鉄道車両や自動車部品への適用が期待されている新技術です。これは、自動車サスペンション部品の直線状アームの例で、従来の鍛造アームに比べ軽量化が測れるとともに、コストダウンに貢献することができます。この例では、世界で初めて小径のアルミ押出パイプへの適用に成功しています。このほか、アルミ展伸材と鋳造材など、従来難しかった接合が可能となることから、新技術を適用した新しい軽量化部品への期待も高まっています。

【資料提供：昭和電工(株)】



39

## 集合住宅に表情を与える

### アルミ合金製建築手すり

アーキテクチャの主眼が強度や機能のみを追求する時代から、アメニティや街で生活する人の快適性へと移行してきています。なかでも手すりは、人を直接保護するという機能ばかりでなく、建物の景観を左右する大切なエレメントです。このマンションでは、手すり面外にパンチングパネルを採用してメタルビルの表情を与え、さらにアルミ型材を縦横に走らせることで建物の表情を引き締めています。アルミ手すりは、機能とデザイン性を兼ね備えたプランニングおよび加工技術により生み出されています。(写真はパークアヴェニュー神南)

【資料提供：岩井金属工業(株)  
住友軽金属工業(株)】



40

## 合金メニューの充実と最適断面設計

### 自動車バンパー用アルミ補強材

自動車の前面衝突の法規制や低燃費指向により、軽量化を目的としたバンパー補強材のアルミ化が進んでいます。アルミメーカーでは、ニーズの多様化に応え、車種ごとの要求特性を満足させるため、すぐれた成形加工性と高い強度を有する合金の開発を進めています。さらに、構造解析技術を駆使し、車種条件に合わせた高剛性断面形状設計を行うことにより、高性能バンパーの設計が可能です。また、最終製品加工設備、実使用条件で評価できる大型試験装置などを備え、製品の実用性評価までを一貫して行うことが可能な開発体制を整えています。

【資料提供：(株)神戸製鋼所】



41