

## [鉄道車両]

### (1) アルミ車両の歴史

日本で最初に、鉄道車両にアルミ合金が採用されたのは、内装材や窓枠などの艱装品からでした。1962年には、山陽電鉄が日本で最初にアルミ合金を車両構体に採用しました。その後、200系新幹線を始めとする多くのアルミ車両が生産され、次世代の高速車両には欠かせない存在となっています。1992年以降、新幹線の「のぞみ」を始め、地下鉄を主体とする一般車両も大幅に増産されています。2008年には、累計生産が実に16,747両を越えました。

### (2) アルミ車両の特徴

#### ●軽量化

軽量化は、鉄道車両構体にアルミニウムを採用する一番の理由です。車両の高性能化、乗り心地の向上のために、積載する部品などが増え、構体の軽量化が必要となります。また軽量化によるメリットとして、①電力節減効果、②加減速性能の向上によるスピードアップ、③騒音・振動の低減、④保線作業ならびにその費用の軽減、などが挙げられます。

#### ●表面特性

住宅地での塗装車両のメンテナンスは周囲への環境面から困難な場合もあり、最近都心部では無塗装の電車が増えています。アルミ車両は無塗装でも塗装でも、どちらでも問題がありません。

#### ●リサイクル性

車両廃車時に発生する多くの廃棄物を、ゴミではなく資源として再使用することが求められます。今後は廃車時の処理を考えた設計が求められるようになり、たとえば廃車時に有害となる材料は使用しない、リサイクルできる材料を多く使う、などの工夫が必要となります。アルミニウムは、再びアルミ車両として蘇ることができ、この面からも車両構体の素材としてベストだといえます。

図1 日本におけるアルミ車両の生産累計

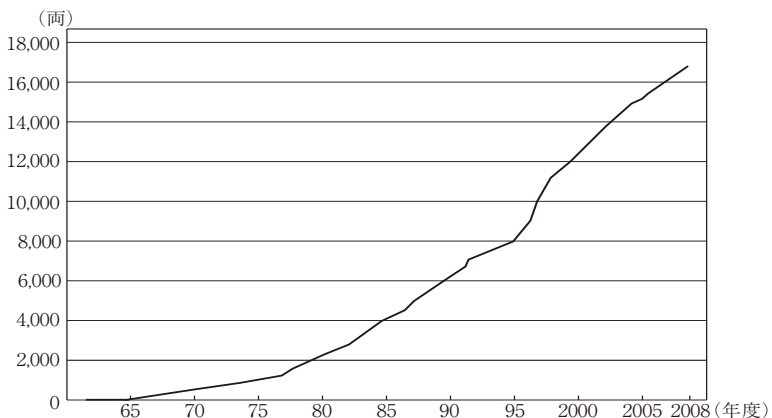


表1 鉄道車両構体用素材の特性比較

	アルミニウム	ステンレス	鋼
強度	○	○	○
耐食性	◎	◎	△
溶接性	○	◎	◎
工作性	◎	△	○
保守性	○	◎	△

表2 鉄道車両構体用素材の経済性比較

	アルミニウム	ステンレス	鋼
材料費	△	○	◎
工作費	◎	○	○
保全費	◎	◎	○
動力費	◎	○	△
寿命	◎	◎	○
リサイクル性	◎	△	△

### (3) 東海道新幹線 300系のアルミ車両

#### 1) 300系車両の特徴

東海道新幹線の輸送力増強の切り札として、1992年3月に「のぞみ」300系車両（営業最高速度 270km/h、東京～新大阪間 2時間30分）が登場しました。300系車両を高速化するため、加減速性能の向上による高速運転の実現、高速になるにつれ飛躍的に大きくなる走行時の地盤振動の抑制、ハイグレードな輸送機関にふさわしいサービス実施のための設備搭載分の総重量軽減などを目指して開発が行われました。

#### 2) 車両構体に使用されたアルミ合金の特徴

300系車両の構体には、1編成あたり約100トンのアルミニウムが使われています。採用されたアルミ合金の特徴は以下のとおりです。

##### ●A6N01合金

日本で独自に開発したA6N01合金は、押出加工性にすぐれるため大型薄肉形材の成形に適しており、車体製造の生産性向上に寄与する。新幹線では初めて300系車両に採用された。

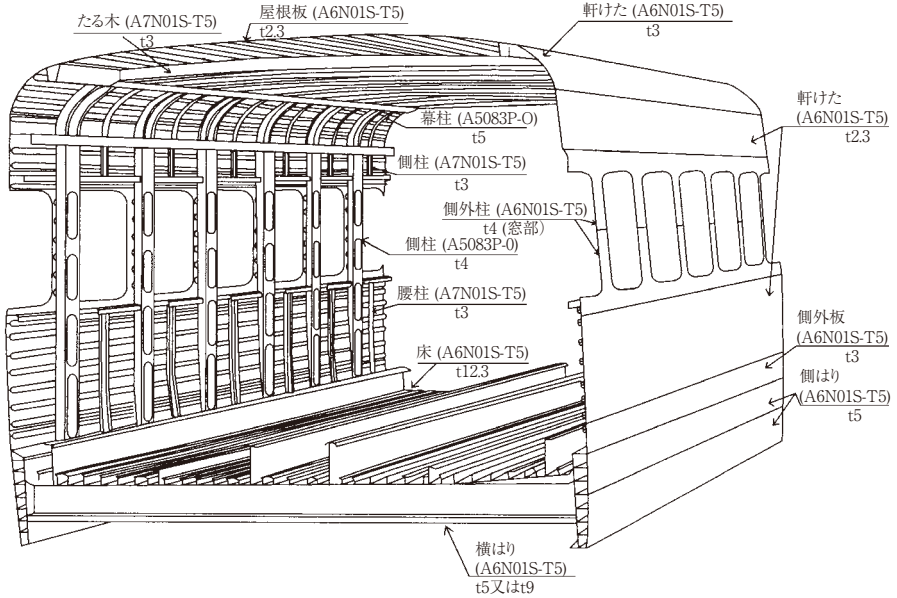
##### ●A7N01合金

大きな力がかかり高強度が必要な側柱、横はり、たる木にA7N01合金が採用された。A7N01合金は、押出加工性はA6N01合金に劣るが、焼なましによる強度低下がなく溶接強度が高い特徴を持つ。

●A5083合金

A5083合金は、強度、耐食性、溶接強度のバランスがよく、曲げ加工性にすぐれる特徴を持つ。300系車両では板材を曲げて使用された。

図2 300系車両の構体構造



A6N01:加工性が特に優れた日本独自の合金 (Al-Mg-Si系)  
 A7N01:溶接強度が高い合金 (Al-Zn-Mg系)  
 A5083:曲げ加工しやすい合金 (Al-Mg系)

3) その他のアルミ製品の特徴

アルミニウムは構体以外にも、内装部品、骨組みなどに使われ「走るアルミ」といっても過言ではありません。たとえば内装品には1編成あたり約70トンのアルミニウムが使われています。おこな製品は以下のとおりです。

●窓枠

リサイクルを考慮して、初めてアルミニウムを採用。アルミニウムには表面にさまざまな化粧シートを貼ることができ、デザインの自由度も高まった。

●座席

これまでの鋼板構造から、ほとんどの部品にアルミ鋳鍛造品を採用する構造としたことにより、1座席あたりの重量は 100系車両の28kgから12kg (グリーン車では42kgから20kg) と半分以下に軽量化した。300系車両の定員 1,323人分では、1編成あたり約22トンの軽量化となる。

### ●台車(軸箱、歯車箱)

新幹線の足腰に相当する台車にアルミ鋳造品を採用して軽量化し、周囲への騒音や振動を軽減した。軸箱にアルミ鍛造品、歯車箱にアルミ鋳造品を用いて、一両あたり約500kg軽量化した。その他の軽量化設計を含め、台車重量全体では約30%の軽量化となった。

### ●アルミ電解コンデンサ

1編成あたり2,300個(700kg)のアルミ電解コンデンサを使用。発車時のエネルギー確保に必要な大型電源用コンデンサは約1,500個あり、従来のオイルコンデンサに比べ大容量化、軽量化を実現している。

表3 300系車両のアルミ内装品

床板*	フック	仕切パネル
室内化粧板	荷物棚受	出入天井パネル
ユニット窓外枠	荷物棚	配電盤扉
内妻引戸	仕切テーブル	点検ふた類
個室・便所引戸・開戸	広告枠	個室引戸下レール・上レール
引戸ルーバ	客室灯具カバー	ごみ箱、消火器箱
側引戸	押え面	風道類
個室・便所引戸・開戸錠・取手	客室巾木	電線管

\*床板にはハニカムを採用

## (4) 山陽新幹線 500系のアルミ車両

### 1) 500系車両の特徴

JR西日本が開発した500系車両は日本初の300km/h営業運転を行うもので、1997年3月より新大阪～博多間で「のぞみ」として登場しました。これによりこの区間の所要時間は従来より15分短縮の2時間17分、平均速度は世界最高の242.5km/hとなりました。

開発のテーマは「人と環境に優しい車両」で、高速性だけでなく、社会との調和、安全性、環境への配慮などが重視されています。具体的な改良点には、パンタグラフや床下機器へのカバー設置、車体平面の平滑化による低騒音化、トンネル内微気圧波を防ぐ先頭形状の超ロングノーズ化(15m)、車体断面形状の縮小などが挙げられます。

## 2) 使用されたアルミニウムの特徴

500系車両には、これまでにはなかった新しいアルミニウムの採用が見られます。おもなものは以下のとおりです。

### ●ろう付けアルミハニカムパネル材

日本で初めて量産車両にろう付けアルミハニカムパネル材が採用された。軽量化と防音性能の向上のために車体の側面と台枠の一部に使われたもので、その量は1編成あたり2,000m<sup>2</sup>にのぼる。

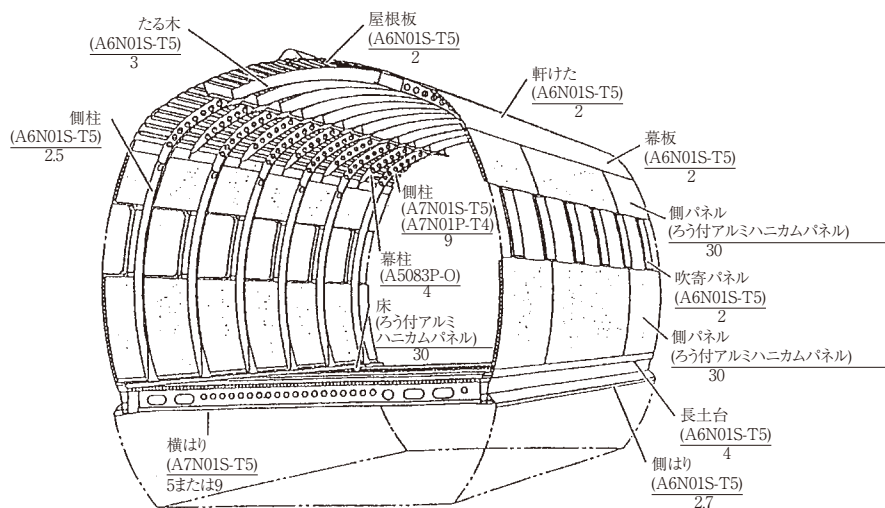
### ●台車(歯車箱、軸箱)

台車では歯車箱(鋳造品)、軸箱(鍛造品)等の大型部品にアルミニウムが採用された。

### ●その他

制振材付きアルミ押出型材、その他の吸音材、遮蔽板を用いて、従来に比べ1割以上の騒音低減を実現した。また軽量化などの理由から、翼型パンタグラフ部のアルミ製カバー、主変圧器の1次、2次巻線にアルミコイルを採用した。

図3 500系車両の構体構造



( )はアルミ合金の種類、数字は材料の厚さ

## (5) 東海道・山陽新幹線700系およびN700系のアルミ車両

### 1) 700系車両の特徴

JR東海とJR西日本が共同開発した700系車両は、最高運転速度は285km/h(山陽新幹線区間)で、東京-博多間では300系車両に比べ7分短縮しました。この車両は「快適性」「環境への適合」を進めたことが大きな特徴です。たとえば客室内の天井高、通路幅を大きく取ることによって空内空間を広くしたこと、走行時の振動や騒音を低く抑えていることをはじめ、高効率の新型空調システム、車体の揺れを感知し最適制御を行うセミアクティブ制御システムや、隣接車両間の振動を吸収する車体間ダンパを搭載したことが挙げられます。

### 2) 使用されたアルミニウムの特徴

700系車両に使われたアルミニウムのおもなものは以下のとおりです。

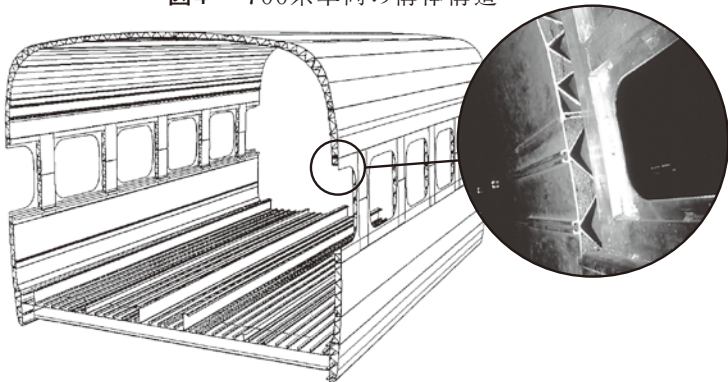
#### ●制振材付きアルミ中空型材

車体には、制振材付きのアルミ大型中空型材が採用された。型材断面は、2枚の板の間に斜めにリブが入ったような形で、中空部に制振材が付けられている。また押出型材の薄い部分は1.7mm厚ときわめて薄肉化が図られている。形状的に遮音特性にすぐれる、制振材により客室内騒音をきわめて低く抑えることができる、型材の剛性が高く車体のたわみが少ない、柱が不要で溶接工数が削減できるなどの特徴がある。

#### ●その他

床下の機器を覆うふさぎ板にアルミ展開型材が採用された。パンタグラフカバーも、アルミ製である。また客室内では、壁面、床パネル材、荷物棚、座席フレーム、デッキ握り棒などにアルミニウムが採用された。

図4 700系車両の構体構造



### 3) N700系車両の特徴

2007年には、N700系車両の営業運転が開始された。N700系車両は、「東海道・山陽新幹線として最新・最速・最良・省エネルギーの車両」をキーワードとして、700系車両をベースにあらゆる点を進化させた車両である。構体構造は、700系車両に対し、中空型材の適用範囲を車端部の側溝体や妻構体、台車上部の気密床にまで拡大し、車両の製作性向上が図られ、さらには構体構造の大部分を透過損失の大きいダブルスキン構造とすることで、車内静粛性の向上を図っている。

## (6) その他のアルミ車両

JR各社は新しい新幹線車両の開発を進め、これらはすべてアルミ車両となっています。

表4 その他の新幹線の概要

JR	名称	概要
東日本	E2系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・長野新幹線の連続した急勾配、50、60Hzの周波対応及び高速による車内、車外騒音、微気圧等の環境に十分対応した構造。</li> <li>・構体は、初期は300系と同じ大型押出形材方式であったが、最新の車両は700系と同じ大型中空形材が採用されている。</li> </ul>
	E3系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・秋田新幹線区間（盛岡-秋田間）は単独で走行（400系と同じ狭軌）。</li> <li>・分割併合装置やステップ装置等、新在直通車両としての機能を備えるとともに、新幹線区間をより高速で走行するため、アルミ車両とする等種々の対策を取っている。</li> <li>・構体は、300系と同じ大型押出形材方式。</li> </ul>
	E4系 (2階建「MAX」アルミ車両)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2階建新幹線「MAX」（鋼製）のアルミ化をメインに改良を図ったもの。</li> <li>・E2系、E3系で実績のある分割併合システムを導入したオール2階建て、8両編成を2本連結する座席定員1634人となり、1本の高速列車としては世界最大。</li> <li>・構体は大型押出形材方式（ソリッド形材）。</li> </ul>
西日本	700系 (ひかり Rail Star)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新型「ひかり Rail Star」としてJR東海・JR西日本700系をベースに開発された。</li> <li>・基本性能、構体構造、使用形材等は700系と同じ。一方、装備、内装は大幅に変更された。</li> </ul>
九州	800系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・構体構造は700系と同じ。</li> <li>・九州新幹線の急勾配（最大35%）走行と全区間の70%のトンネル内走行に対し、性能と居住性を配慮。</li> </ul>