

# —500系新幹線—

高 1 横溝 真沙樹



2010年2月28日をもって、500系新幹線電車(以後500系)は定期「のぞみ」の運用から撤退した。これを踏まえ、500系の構造的な研究を行ってみた。

#### ◆山陽新幹線の高速化を目指す

山陽新幹線は東海道新幹線ほど鉄道のシェアが高くなく、航空路線と対抗するためには、高速化が必須条件となっていた。そこで JR 西日本は 1990 年に新幹線の高速化プロジェクトを立ち上げる。目標速度を 350km/h とし、試験車 500 系 900 番台を制作した。350km/h という速度は、新大阪～博多を 2 時間で結ぶという目標によるものである。

#### ◆500 系 900 番台 ～WIN350～

500 系 900 番台には「WIN350」という愛称があり、これは「West Japan Railway's Innovation for the operation at 350km/h」（350km/h 運転のための JR 西日本の革新的な技術開発）の略だ。この車両は、高速試験車両として 1992 年に開発された。編成番号は「W0」を名乗る。WIN350 は 6 両編成で 500 系量産車とはカラーリングが大きく異なる上、車体断面も量産車が丸っこいのに対して箱型だ。また、営業用には使用しないことなどから、車体高が 3300mm と 300 系に比べ 350mm も低く、最大幅は 3380mm と車体高よりも長いので平たく見えるのが特徴。なお、新幹線の試験車として「900 番台」が付番された車両は本形式のみである（通常は「9XX 形」となる）。

WIN350 は落成した 1992 年 4 月から順次性能試験を実施し、同年の 8 月 8 日には新山口～新下関間で国内最高速の 350.4 km/h を達成した。なお、この記録は 1993 年 12 月 21 日に上越新幹線で行われた高速試験で JR 東日本所有の 952・953 形（愛称：STAR21）が達成した 425 km/h によって塗り替えられている。その後、各種試験を 1995 年に全て終え、1996 年 5 月 31 日付で廃車となり両先頭車を除いて解体された。博多側 500-901 は米原の鉄道総合技術研究所風洞技術センターに、新大阪側 500-906 が博多総合車両センターに保存されている。

#### ◆500 系量産車落成

1996 年 1 月。ついに 500 系量産先行車(W1 編成)が落成された。1997 年 3 月 22 日のダイヤ改正から営業運転を開始し、山陽新幹線(姫路以西)で営業最高速度である 300 km/h 運転を実施。当初は、新大阪～博多間の「のぞみ」に投入され、最短 2 時間 17 分で同区間を結んだ。その後、1997 年 7 月～1998 年 10 月にかけて 8 編成が製造され、総勢 9 本体制となる。製造を担当したのは「川崎重工業」(1～6 号車)、「近畿車輛」(7・8 号車)、「日立製作所」(9・10・13～16 号車)、「日本車輛製造」(11・12 号車)の各社で、3 次に分けて製造された(W1 編成:1 次車、W2～W6 編成:2 次車、W7～W9 編成:3 次車)。

### ◆車体・車内

トンネル微気圧波（トンネルに進入した際、豆鉄砲の原理で空気が圧縮され、出口で爆発音がする現象。トンネルドンと呼ばれる。）対策のため、先頭車はジェット戦闘機のように鋭い形状となり、車体は筒状に丸い。これは車体断面積を少なくするべく、車体上部のスペースを削ったもの。従って、網棚や窓側席の一部空間が犠牲になってしまっている。また、15mにも及ぶロングノーズ（E5系量産先行車も同様）は客室にまで伸びているので、先頭車の運転台後部の席は天井が低い。このため、網棚スペースが狭くなってしまい、大きな荷物を置くことができなくなった。対策としてC席（中央の座席）を撤去して荷物置き場を設置している。荷物置き場は2段で、上下段に座席番号が振られている。

これらの影響を抑えるため運転台側の乗降用ドアを廃止したが、先頭車の定員は12名減少。これを補うためシートピッチを300系よりも20mm詰めたほか、洗面所を減少させ編成全体の定員を他形式より1名多い1324名とした。そのため、一部車両の定員が他形式と異なることから、互換性に乏しい。なお、グリーン車の定員は同数である。



車内の様子(先頭車)



700系に比べ、丸い車体の500系



運転台へと通じるドアの注意書き



荷物置き場



運転台寄りの狭い網棚

ところで、先頭車の乗務員室すぐ後ろの席では運転台から操作音が聞こえてくる。これは、ATC の確認音やマスコン及びブレーキの段を刻む「ガタ、ガタ、ガタ」という音であり、300 系や 700 系などでは客室から聞き取るのはまず不可能である。構造的にはあまり関係ないが、乗車中に気づいたので記載しておく。

500 系は車体断面が丸いことにより、様々な影響が出ている。特にカーブしているホームでは、広い隙間発生してしまい、転落の危険性が高くなる。対策として全編成にフィンと呼ばれる出っ張りが設置されている。なお、このフィンは製造当初は取り付けられていない。また、ドアは上へ行くほど内側に反ってくるので、閉まる際ドア付近に立っていると頭などを挟まれる恐れがあるため、ドアの上部にシールを張り付けて注意を促している。なお、500 系では乗降用の全てのドアにプラグドアを採用している。



乗務員室ドアから奥に伸びているのがフィン



ホームとの隙間に注目

このプラグドアは車体との段差を平滑化することが可能であり、新幹線では 500 系や 300 系初期車、E2 系初期車、N700 系や E5 系量産先行車の運転室後部ドア、在来線では、JR 北海道のキハ 281 系、JR 東日本の 251 系(愛称:SV0)、東武鉄道の 100 系(愛称:スペース)、小田急電鉄の 50000 系(愛称:VSE)などで採用された。プラグドアの利点として、ボディー外壁と面一になるため美観に優れている他、空気抵抗や風切り音などの軽減や着雪防止に効果がある。

だが、引き戸に比べて構造が複雑で破損・動作不良などのトラブルが多く、部品も増大して製造・維持費が高つく。経費に対してさほど大きな効果が期待できないとして、初期車で採用されても後期車では不採用という事例が多い。雪国で採用されたのは着雪防止という観点からであり、暖地を走行する車両に搭載されているのは外観重視であろう。記載した車両はいずれも特急型車両だが、JR東日本のキハ100系及びキハ110系グループのように一般車両にも使用されているケースもあるが、後期車は引き戸に変更されている。なお、500系の乗務員室ドアは従来車と同じく内側に開くタイプだが、ドアが湾曲しているので開けた際、根元側に大きな隙間が発生してしまう。



開いた状態

閉めた状態

#### ◆パンタグラフ

新幹線の騒音源として代表的なものに挙げられるのが、パンタグラフの風切り音だ。軽減するためには、パンタグラフへの風を少なくするパンタグラフカバーや、騒音を減らすパンタグラフ防音壁を大型化すればよいのだが、風切り音が減少する代わりに、車体断面積が増加してトンネル微気圧波に悪影響を与えることが発覚。さらに、高速になればなるほどパンタグラフの集電舟が揚力で上に押し上げられて、架線に悪影響を与えることがわかったのだ。これらの対策として断面積を小さくしつつ、揚力と風切り音を低減できるT型パンタグラフが考案された。

集電舟(架線と接する部分)を支えるのは、マストと呼ばれる支柱だ。マストを上から見ると翼断面形状となっており、風切り音を軽減させることできる。集電舟も真横から見ると、同じく翼断面形状(翼型舟体という)となっていて、こちらは揚力を軽減させている。

なお、500系には「翼型パンタグラフ」を装備すると記述されていることがあるが、これは間違い。「翼型舟体」と「T型パンタグラフ」は、正式には別物である。

マスト中央に見える小突起はボルテックスジェネレーターだ。これはパンタグラフ付近で乱気流を発生させ、小さい渦を作ることにより騒音を軽減するためのもので、フクロウの羽根をヒントにしている。パンタグラフはスペースの関係で、斜めに倒れたマストをシリンダーによって起立させてから、マスト上部を空気圧で上昇させる。

試験の結果、パンタグラフ本体部分だけで騒音は十分低減させることが可能となり、防音カバーはパンタグラフ台の碍子を覆う程度まで小型化された。そのため、500系ではパンタグラフカバーとは呼ばずに、碍子カバーと呼んでいる。この碍子カバーによって車体断面積を小さくすることも可能になった。なお、パンタグラフを装備する号車については後述する。



中央に見える柱が「マスト」。マストの中央に見える突起が「ボルテックスジェネレーター」、マスト上部で架線と接触している部分が、「集電舟：翼型舟体」。



パンタグラフ及び、碍子カバーの全景

#### ◆編成

500系には「W」編成と「V」編成があり、博多寄先頭車が1号車である。「W」編成は16両編成で、8～10号車はグリーン車、その他の車両は普通車で他形式とは共通仕様だ。パンタグラフ搭載車は5・13号車。3号車博多寄、7号車東京寄、11号車博多寄、15号車博多寄には車販準備室があるが、7・11号車では2003年10月ダイヤ改正までサービスコーナーを兼任していた。営業最高速度は300km/h、設計最高速度は320km/hである。

一方の「V」編成はN700系増備による「のぞみ」運用からの撤退により、0系（全て）と100系（一部）の置き換えのため、改造された8両編成。主な改造点としては、16両→8両化、パンタグラフの撤去（新5号車）及び新設（新2・7号車にシングルアームパンタグラフ）、喫煙ルーム新設（新3・7号車の博多寄）、デッキ照明の白色LED化、ドアチャイム装備（N700系や700系と同じ）や車内リフレッシュなどで、組成されない8両は廃車された。8両化にあたってW編成の1～4号車はそのまま、5号車は元13号車から、6号車は元10号車、7号車は元11号車、8号車は元16号車のものである。

このように複雑になるのは、搭載する機器関係や車掌室の有無などでの改造費圧縮を狙ったものだ。気付いた方もいらっしゃるかと思うが、新6号車は元10号車。つまり、グリーン車の転用である。2列+2列の座席配置は変わらないが、フットレストなどグリーン車設備は撤去されている。なお、6号車は指定席に充当されるため、利用には指定席券が必要。

また、営業最高速度は300km/h→285km/hへ落とされている。これはパンタグラフを従来のT型からシングルアームパンタグラフに変更した（経費削減によるものだが、翼型舟体は継続して採用されている。）ことや、短編成に重量機器が集中したためとされている。

なお、W1編成においては8両化の改造は予定されていない。今後どうなるかは不明。



シングルアームパンタグラフ



「こだま 博多行」



V9編成の表示

◆その他

500系は先述した通りロングノーズなので、運転台の位置も他形式に比べ微妙に異なる。そのため、停止位置目標も500系専用のものが使用される。また、車掌が確認すると思われる線があり、これも500系はかなり場所が異なる(具体的には、他形式と比べてホーム中央寄にある)。この線上に乗務員室ドアが停まれば開扉可能ということだろう。なお、似たような線は泉岳寺駅にもある。



手前にある「W」が500系の停止位置目標



8両編成は「V」



こちらは東京駅 やや雰囲気異なる 車掌用と思われる線 上のドアは運転台

W1、2編成の「JR500 WEST JAPAN」のロゴ付近に黒い窓があるが、これは離合試験用のセンサー窓。W2編成はV2編成に改造されたあともそのままとなっている。このロゴ、W1編成が落成された当初は施されていない。

またV編成の内、一部の編成には8号車新大阪寄に座席を撤去したうえで、子供用(正確には大人でも可)擬似運転台が設置されている。マスコンやブレーキの他、速度計や各スイッチ類も装備されかなり本格的だ。





ロゴ付近にある黒いセンサー窓 車両はW1編成

500系は先頭車の運転台寄りに乗降用ドアがない。これにより、駅では電光表示板やステッカーなどで注意を呼び掛けている。また、車内放送においても、降り口がないとの情報が最後の方で説明されるが、もちろん500系でしか聞くことはできない。

このほか、300km/h 運転時には車内案内表示器に「ただいまの速度は 300km/h です。We are now travelling at 300km/h」の表示が流れる。営業運転開始当初は運転士による実況アナウンスがあったが、現在は廃止されてしまった。



品川駅のホーム柵 一部の電車=500系



駅の案内板

#### ◆テールライト

この度は最後までお付き合いいただき、ありがとうございます。今回の研究では、主として一般に利用する際に見られる部分の説明としました。今後の500系は山陽新幹線のための運転となりますが、これからも300km/hの先駆者として、活躍を期待したいものです。

◆参考文献 ウィキペディア フリー百科事典 <http://ja.wikipedia.org/wiki/>

鉄道のテクノロジーvol.5 新幹線 2010 三栄書房

鉄道ファン No. 584 2009年12月号 交友社

鉄道ジャーナル No. 499 2008年8月号 鉄道ジャーナル社



東京駅にて  
*JR500 WEST JAPAN*