

わが国の鉄道を代表する新幹線700系。随所に東洋電機製造の技術が生かされている。
写真/辻 邦彦



かつてはTDKの陽刻がおなじみだったが、現在、東洋電機製造製のパンタグラフにはステンレス製の銘板が取り付けられている。

新幹線を支える匠の技

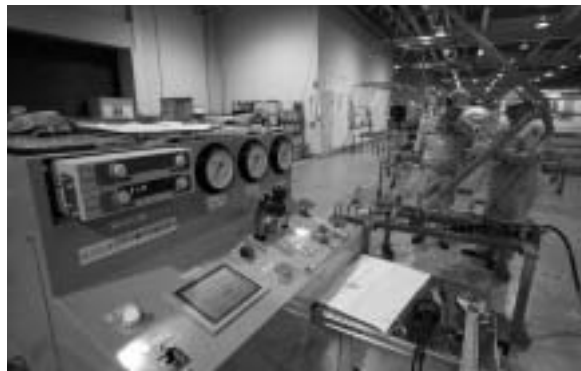
時速210キロ運転から300キロ運転、そして360キロ運転へと進化を続ける新幹線電車。速度が上がるにつれて車体とともに大きく形を変えてきたものがある。それは、電車にはなくてはならない「パンタグラフ」。今回は、そんなパンタグラフを製造しているメーカーにお話をうかがった。

文 児山 計
写真(特記以外) 編集部
取材協力 東洋電機製造株式会社

高速化にはパンタグラフの 低騒音化が必須

かつての子供は、電車の絵を描くとき、屋根にたくさんさんのひし形を並べた。電氣を取って走る電車にはなくてはならない集電装置。一般にはパンタグラフという名前が知られている。

ここ数年、パンタグラフの形状がどんどん変わっているのに気づいている人も多いだろう。0系、100系、200系あたりまでは新幹線のパンタグラフといえば、下枠交差形のひし形パンタグラフだった。しかし、E3系、500系、700系からパンタグラフの形状は大きく変わってきた。そこには、新幹線のさらなる高速化という事情があった。



上 組み立て作業が終了し、動作試験機にかけられるパンタグラフ。
左 組み立てが完了したパンタグラフは、ていねいにマスキングを施され塗装される。このようにすべての作業が手作業で進められる(写真は在来線用のパンタグラフ)。



しかしそうなる
と、大型化した
分風切り音が大
きくなり、騒音
の原因となる。
新幹線電車の速
度向上には、空
力特性に優れた
これまでの形状

降、E1系やE4系のような車両を除いては、そういった方針で新幹線電車は設計・製造されている。
新幹線電車はさまざまな努力で時速210キロ運転から現在は300キロ運転まで、進化したが、新幹線というシステムが持つ基本パッケージが動かせないがゆえに、問題となる部分が出てきた。それがパンタグラフなのだ。
新幹線の架線高さはおおむね4・9〜5・1メートルとされている。これは新幹線というシステムの中で最初に決められたものであり、車高を下げるからといって架線高さも一緒に下げるわけにはいかない性質のものだ。
実際に300系は0系より車高が400ミリ近く下がった。普通に考えると屋根が低くなった分、パンタグラフを大きくするなり、台の上に載せなくてはならない。



上 シリンダーで舟体を上下させる方式が採用された500系の翼形パンタグラフWPS204。博多総合車両所にて
左 新幹線の場合、架線と接する擦り板部の温度は、百数十度にまで達するという(写真は在来線のパンタグラフ)。

しかし、これこそが現時点で理想的ともいえるパンタグラフの形状なのだ。
イメージにとらわれず物理的に理想的な集電を目指して
シングルアームパンタグラフが登場し

使う部材そのものを少なくすれば音は小さくなるのではないか。その考え方に則って、E3系や700系には、シングルアームパンタグラフが採用された。素人目にも、ひし形パンタグラフにくらべて非常にシンプルなお外観で空力音も小さそうだ。
そんなわけで700系以降の新幹線電車はシングルアームパンタグラフが主流となり、300系のようにシングルアームパンタグラフに載せ替えた車両も出ている。

新幹線用パンタグラフならではの工夫

とわかるのだが、新幹線用のシングルアームパンタグラフは、バランスロッドや釣り合い棒と呼ばれるパーツがない。
「これは、正確にいうとパンタグラフの支柱内に組み込んでしまっているのです。少しでも空気に当たる部分を減らすための工夫なのです。E2系1000番代用のパンタグラフでは台枠全体を流線型のFRPカバーで覆っています。このカバーも、前後どちらに進んでも空力的に有利な形を模索して、風洞実験を繰り返しているんです」と新井氏。
E2系1000番代のパンタグラフの台枠は、流線型のカバーで覆っているのが外から見てもわかる。もうとにかく隠せるものはすべて隠した感のあるシンプルな形状に「こんなパンタグラフで高速集電できるのだろうか?」と思うかもしれない。

た頃は、形状が左右非対称なため、逆方向(レギュゲルやポール)でいうと、向きと反対向きに走るイメージで走ると特性が変わるんじゃないか? なんて聞かれたりもしました。空力的影響を除けば、枠組みはリンク機構であり方向性はほとんどありません。このため、在来線では、どちらに走っても性能は変わりませんが、見た目でどのように取られたようです。ただし、新幹線のような高速では空力的影響が非常に大きくなり、この方向性をなくすことが重要なポイントとなります。
新井氏は取材中にそのように話してくれた。
300系以降、パンタグラフの形状は形式ごとに異なるといっても過言ではないほど、新幹線のパンタグラフはバラエティに富んでいる。JR西日本が開発した500系の集電装置などはシリンダーで舟体を上下させて架線に追従させる方式で、リンク機構を使って集電舟を上下に動かすというパンタグラフの定義からも外れた、これまでの常識を打ち破った画期的なものだった。この集電装置は、JR西日本がパンタメーカーやシヨックアップソーパーメーカーの協力を仰ぎ開発したもので、従来の考えにとらわれず、理想を追求した集電装置といえるだろう。
新井氏も、論文の中でこう記している。
『このような一本支柱式の集電装置は、イメージとしては昔からあるが、構造が具体的に設計されて実用化されたのはおそらく世界で

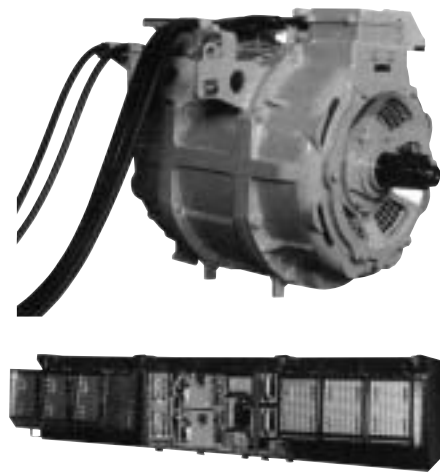
パンタグラフだけではない！東洋電機製造の事業内容

東洋電機製造は今回紹介したパンタグラフの研究開発だけでなく、メインモーターや主制御器、駆動装置に至るまで鉄道車両用の機器を製造し、高いシェアを持っている。特に制御器に関してはつねにリーダーシップ的な存在であり、古い歴史がある。1932年には複巻電動機を用いた再生ブレーキを製造し、阪和電鉄ED32に納品、VVVFインバータ制御装置も1988年に東京急行電鉄に納品している。

また、継手の分野では、国鉄をはじめとする狭軌鉄道線には中空軸平行カルダン駆動を開発し、カルダン駆動車の普及に一役買ったばかりでなく、よりシンプルで軽量小型な継手を目指し、撓み板撓み手を2つ組み合わせたTD(TwinDisk)継手を開発した。ここ最近では交流誘導モーターの小型化により狭軌鉄道でもスペースに余裕ができたことで、中空軸平行カルダン駆動から構造が簡単で軽量のTD平行カルダンに移行する事業者が増えている。

このように、東洋電機製造は鉄道車両の「走る」部分に関してさまざまな機器を製造しているのだ。機

会があったら床下機器や運転台をのぞいてみよう。「TOYO DENKI」のロゴが貼ってある電車に出会う確率はけっこう高い。



小型・軽量でありながら、大出力を誇る誘導電動機(上)とVVVFインバータ装置。どちらも東洋電機製造の主力商品であり、得意とする分野だ。

初めて(少なくとも)高速車両としてはじめてであり、大いに誇るべきであるものと思う(『トライポロジスト』第45巻 第7号より)
新幹線は今も、時速360キロ営業運転に向けて試験が続けられている。もちろん試験車両E954系に装備されたパンタグラフ(2種類)は、高速運転に対応した新し

い形状のパンタグラフである。鉄道車両が進化し、高速化が続く限り、パンタグラフの形状はこれからもどんどん変わっていくことだろう。未来の子供たちは、屋根にどんな形のパンタグラフを描くだろうか。今、技術者たちはそんな、未来の形をつくるべく、風洞や工場での研究を続けている。

鉄道車両製造に欠かせない専門メーカー 東洋電機製造株式会社



1985年6月より操業を開始した横浜製作所。ここで鉄道車両用のパンタグラフ、主制御装置、主電動機などが生み出されている。

本社所在地

東京都中央区京橋二丁目9番2号

事業内容

列車情報システム、モニタ装置、主幹制御器(マスコン)、速度計装置、戸閉装置、電動スロープ、パンタグラフ、主電動機、駆動装置、TD継手、主制御装置、補助電源装置など、鉄道車両におけるシステムおよび制御装置全般の製造および販売。

沿革

- 1918年 英デッカー社と技術提携し資本金300万円で創立
- 1919年 横浜工場操業開始
- 1921年 日本初の国産パンタグラフ製造
- 1932年 日本初の複巻電動機使用の再生発電ブレーキ付制御装置製造
- 1935年 日本初の電気式気動車(相模鉄道キハ1000)製造
- 1952年 日本初のカルダン駆動装置製造
- 1954年 技術研究所設置
- 1960年 新幹線試作車用主電動機、駆動装置製造
- 1964年 新幹線用パンタグラフを国鉄へ納入
- 1972年 世界初の完全ブラシレス電動発電機(BLMG)製造
- 1977年 日本初の複巻電動機使用の主回路チョッパ制御装置製造
- 1988年 世界初のヒートパイプ冷却式の8個電動機一括制御VVVFインバータ製造
- 1995年 シングルアームパンタグラフ製造
- 2001年 「超低床エルアールブイ台車技術研究組合」に加入し、LRVの共同開発に着手
- 2002年 JR東日本研究開発センター(大宮)に速度400km/h対応の台車試験装置納入

とは異なる、新しい考え方のパンタグラフがどうしても必要になってきたのだ。
シングルアームパンタグラフの登場

東洋電機製造は、制御器や主電動機をはじめとする、鉄道車両のさまざまな機器を製造するメーカーだ。パンタグラフにおいても高いシェアを持ち、新幹線用のパンタグラフも各旅客会社や鉄道総研などと共同で研究・開発を続けている。
「新幹線が高速で走るためには、高速で走るときの騒音が大きな問題となるのです」
東洋電機製造の新井博之氏はそう語る。新幹線電車のように高速で走行するパンタグラフとなると、いかに優れた空力特性を持たせるかが重要になってくる。そのため風洞試験で性能を確認することが必須となる。鉄道総研風洞技術センター(米原)の大型低騒音風洞での試験が何度も行われた。
空力音を低減するには、いくつかのやり方がある。

まずはパンタグラフに空気を当てないという考え方。E2系のようにパンタグラフの周りを大きなカバーで覆っているのがそれだ。カバーの勾配で空気を跳ね上げ、パンタグラフに直接空気を当てなければ、空力音が減らせるという理屈だ。
しかし、この方式だと速度が上がるにつれてパンタカバー自体が騒音源になってしまいます。ですからE2系1000番代では、パンタカバーをやめ、パンタグラフや碍子そのものを低騒音化する方向で開発

を進めました」
細かい話は抜きにして、パンタグラフの風切り音を小さくするには、パンタグラフに風が当たる面積を減らせばいい。であれば、パンタカバーで覆わずとも、パンタグラフに



新幹線用シングルアームパンタグラフ(上)と在来線用シングルアームパンタグラフ。どちらも集電性能はもとより、小型軽量化、保守低減、空力騒音低減など、さまざまな工夫が施されている。新幹線用は空力特性を考慮し、バランスロッドや釣り合い棒が見えない、シンプルな外観。写真提供/東洋電機製造株式会社



パンタグラフは少量・多品種生産のため、組み立ては人の手に頼るところが大きい。