

# 電力供給のキーテクノロジー



網干 光雄  
Mitsuho Aboshi  
研究開発推進室  
主管研究員  
[専門分野] 集電工学, 電力

## 高速運転のための電力供給方式

新幹線車両の動力用電源や照明・空調などのサービス電源は、地上の電鉄用変電所に接続された電車線に車両屋根上のパンタグラフが接触して集電することにより供給されます。16両編成で10~20MWもの大電力を必要とする新幹線には、このような電力供給方式が適しています。

約50年前の新幹線の研究開発において重要な課題は、き電方式、高速走行用の電車線とパンタグラフ、トロリー線とすり板の摩耗対策などでした。当時の鉄道技研では、250km/h運転という未経験の領域において、しかも限られた時間の中でこれらの研究開発が行われました<sup>1)</sup>。

## き電方式

### ・交流25kV BTき電方式

新幹線車両に大電力を供給するため、パンタグラフの集電電流を小さくでき、変電所間隔を長くできる交流25kVが当初より採用され、以降の新幹線でも引き継がれています。き電方式は、通信誘導対策として当時の在来線で実績のあったBTき電方式(BT:吸上変圧器)が採用されました(図1上)。

しかし、BTが設置されるセクション箇所をパンタグラフが通過する際のアークが問題となり、その対策としてセクション内を区分して抵抗器を挿入する対応をとりました。これに伴い、この箇所の電車線も、電線をひねって相互に絶縁するなど非常に複雑な構造

にせざるを得ませんでした。

### ・ATき電方式

新幹線開業後における課題の一つとして、上記の複雑なセクション構造の解消が挙げられ、山陽新幹線からはAT(単巻変圧器)を用いたき電方式が採用されました(図1下)。この方式は、より大容量の電力供給に適しており、後

で述べる電車線の改良とあいまって、安定した輸送に貢献し、その後の新幹線の標準となりました。このき電方式は米国で開発されたものですが、商用周波数による実用化は日本が初めてで、現在では世界の高速鉄道で広く使われています。なお、東海道新幹線もその後この方式に変更されています。

## 高速用電車線

### ・合成コンパウンド架線の開発

新幹線用電車線を開発するに際して、当時最も重要視したのは、支持点間での弾性を均一化してパンタグラフによる押上量を一定にすることでした。架線とパンタグラフの相互作用を解析するモデルが提唱され、これに基づきいくつかの電車線が考案されました。在来線での走行試験などの結果、3本の電線に合成素子(ばね・減衰要素)を取り付ける合成コンパウンド架線が採用されました(図2上)。

### ・ヘビーコンパウンド架線

開業後、上述のBT箇所での複雑な構造や、パンタグラフによる押上量が大きいことなどが課題となり、山陽新幹線からはAT(単巻変圧器)を用いたき電方式が採用されました。この架線は安定した性能を発揮し、その後、東北・上越新幹線にも引き継がれました。

### ・300km/h走行への改良

JRになる前後から新幹線の速度

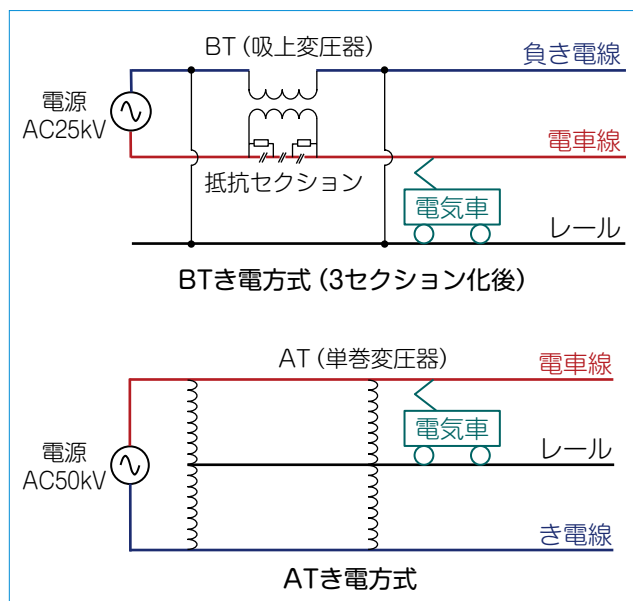


図1 新幹線のき電方式

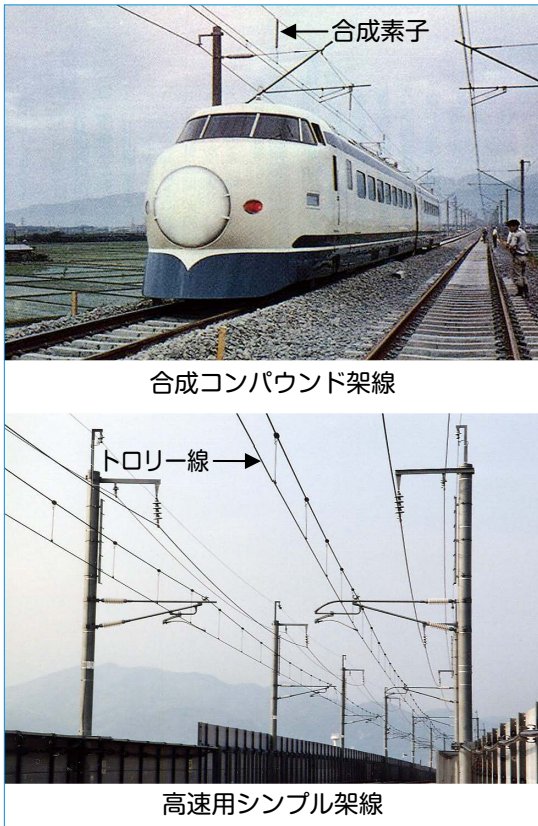


図2 新幹線の電車線例

向上が進められ、1990年代に270～300km/h運転が実現します。当時の課題は、パンタグラフ離線の原因であったトロリー線の波状摩耗と波動伝ば速度の壁でした。そこで波動理論などにに基づき、パンタグラフの構造を変更して波状摩耗が形成されにくい工夫を施すとともに、鋼芯のある軽量高強度トロリー線を高張力で架設して波動伝ば速度を高める方策が採られました。

・高速用シンプル架線

長野新幹線以降のいわゆる整備新幹線では、輸送需要に見合った経済的な架線が求められ、2本の電線で構成する新幹線高速用シンプル架線が開発されました(図2下)。トロリー線には軽量高強度トロリー線を使用して、波動伝ば速度をさらに向上させています。

高速用パンタグラフ

・新幹線用パンタグラフの開発

パンタグラフには、電車線への高い

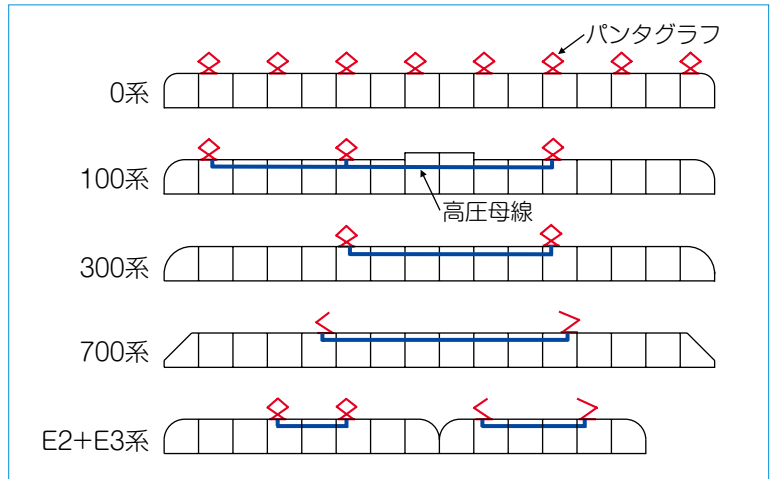


図3 新幹線のパンタグラフ配置例

追随性能と高速気流中での安定した空力特性が求められました。そのため、可動部分をできるだけ軽量にし、上下動の共振を抑制するダンパーが取り付けられました。また、風洞実験を繰り返し行って、風の向きにか

かわらず揚力変化の小さい形状が選ばれました。

すり板は、当初鉄系焼結合金で試作され使用されましたが、その後銅系焼結合金すり板と混用されました。

・1編成2台パンタグラフ

0系では1編成にパンタグラフが多数装備されていましたが、ATき電方式(上下線同位相)になると、パンタグラフを減らしてその間を高圧母線でつなぐことができるようになりました。離線アークと騒音の抑制に効果があり、その後、日本の新幹線では、1編成で2台のパンタグラフを高圧母線で接続するというスタイルが定着しました(図3)。

・低騒音パンタグラフ

新幹線の高速化に際しては、沿線環境への対応が重要な課題の一つとなっています。開業当初は、パンタグラフから発生する騒音のほとんどを離線時のスパーク音が占めていましたが、パ

ンタグラフ間を高圧母線で接続することにより大幅に低減しました。その結果、高速気流により発生する空力音が相対的に顕著となり、パンタグラフカバーを設けたり、気流にさらされる部品を減らして形状も流線形にするなどした低騒音パンタグラフが各新幹線で開発されました。

最近では、すり板を小片に分割して電車線への追随性能をさらに高めたパンタグラフが登場し、1編成1台で320km/h走行を可能としています。

今後の展望

東海道新幹線の開業で誕生した新幹線の電力供給技術は、山陽新幹線で安定期を迎え、その後の速度向上に対応して性能向上が図られてきました。さらなる高速化をも視野に入れると、パンタグラフの空力音低減と空力安定性の両立、電車線の波動伝ば速度向上と架設精度向上などの課題が挙げられます。また、さらなる省エネルギー化やセンシング・モニタリング技術などによるメンテナンス性の向上などが求められています。[RRR]

文献

- 1) 鉄道技術研究所監修：高速鉄道の研究，研友社，1967