

新幹線の高速化 —FASTECH360 による技術開発—

Speed up of Shinkansen
—Technical Development by FASTECH360—

執筆者プロフィール



堀川 重成

Shigenari HORIKAWA

■1996年埼玉大学工学部機械工学科卒業, 1998年埼玉大学大学院理工学研究科修士課程修了

■主として行っている業務・研究
・高速新幹線車両に関する研究開発

■所属学会および主な活動
日本機械学会, 日本非破壊検査協会

■勤務先

正員, 東日本旅客鉄道株式会社 JR 東日本研究開発センター 先端鉄道システム開発センター

(〒331-8513 さいたま市北区日進町 2-479 / E-mail: s-horikawa@jreast.co.jp)

1. はじめに

東日本旅客鉄道(株)(以下, 当社)では, お客さまサービスの向上を目的として, 2002年から新幹線高速化の技術開発に本格的に着手した。技術開発上の目標は「360km/hの営業運転」と掲げ, 将来にわたり魅力的で競争優位な高速輸送機関をめざした。これまでの研究開発成果を全体のシステムとしてまとめ, 実環境・実負荷のもとで総合的に検証するために, 新たに専用の高速試験電車 FASTECH360S(新幹線専用タイプ)(図1)および FASTECH360Z(新在直通タイプ)の2編成を製作し, 2005年から2009年の間に各種試験を実施した。なお, 愛称名の FASTECH は FAST TECHNOlogy

を短縮した造語, 360は技術開発上の目標速度, S/Zはそれぞれの新幹線/在来線の頭文字を表す。

2. FASTECH360における技術開発内容⁽¹⁾

新幹線が長距離輸送での競争力を確保していくためには到着時分の短縮が効果的であり, 走行速度の向上が必要であるが, そのためには, 安全性・信頼性, 環境適合性, 快適性等のあらゆる面における技術水準の向上が必要となる(図2)。

2.1 走行速度の向上

高速走行により発生する沿線騒音のうち, 集電系の寄与度が高い。このため, 従来1編成2基のパンタグラフで集電していたが, 1基で集電する開発に取り組んだ。すり板を細かく分割した構造とし, それぞれをばねで支え可動質量を小さくすることで, 振動する架線へ柔軟に追従することを可能にした。

また, 車輪の駆動力・ブレーキ力を有効にレールへ伝えるために, 空転・滑走が発生した場合には, 編成内の軸位に応じた最適なトルク・ブレーキ配分を行って, 編成全体の加速力やブ

レーキ力を確保できるようにした。また, 冷却方式の異なる複数種類の高出力・軽量の主回路システムを開発した。

2.2 安全性・信頼性の確保

走行速度向上に伴い台車・台車部品の負荷は非常に増大する。基礎ブレーキ装置には, 従来品より摩擦係数, 温度特性に優れている中央締結ブレーキディスクや, 材質・形状等の変更によりディスクのヒートスポット発生を抑える分割型ブレーキライニングを採用した。また, 車軸軸受に関しても新方式のものを開発し, 耐久試験により信頼性を検証した。

地震発生時の安全確保のため, 非常ブレーキ指令の迅速化(架線停電検知時間の短縮), 編成ブレーキ制御や滑走空転時のブレーキ制御方法の改良に加え, 従来のブレーキシステムに抛らない空気抵抗増加装置を開発した。これらの結果, 360km/hからの非常ブレーキ停止距離を, 従来の車両の275km/hからと同等の4000mとする技術的な見通しを得た。また万が一脱線しても車両が軌道から大きく逸脱することを防止する車両逸脱防止L型ガイドを開発した。

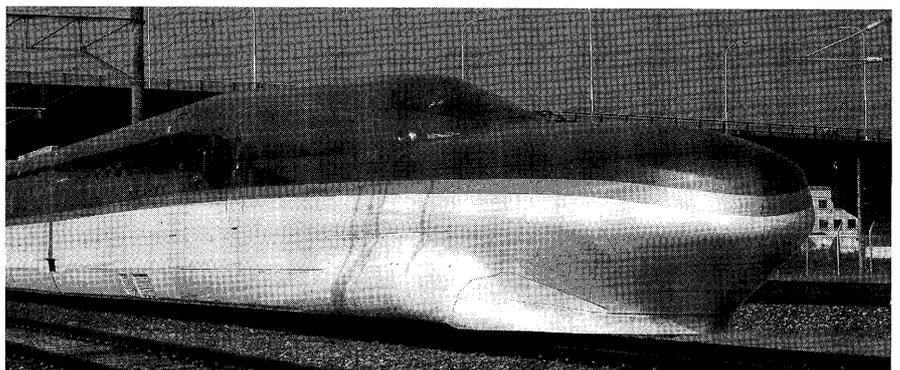


図1 FASTECH360Sの外観



図2 FASTECH360による技術開発例

2.3 環境への適合

沿線騒音の抑制は、高速化における重要な課題である。このため、従来のパンタグラフで最も強い音源となっていた主棒の付け根付近の形状を改良した新型の低騒音パンタグラフの開発を行った。その他、パンタグラフ遮音板、車両間全周ホク、車体外面平滑化、車体下部吸音構造等を開発し、走行試験にて検証を行った。この結果、従来の車両と比較し大幅な騒音低減を達成した。

また高速化に伴って増大するトンネル微気圧波（高速で車両が突入したときに発生する圧縮波が音速でトンネル伝播して出口で放出、発破音を出す）については、車両対策と地上設備改良を合わせることで現状レベル以下に抑えることとした。車両対策としては、先頭形状の延伸、先頭部分の断面積変化率を最適化したロングノーズ形状を新たに開発した。

2.4 快適性の向上

高速走行による左右・上下振動はお客様の乗り心地に大きく影響する。台車の諸元を基本から見直すとともに、走行試験を通じて最適なチューニングを実施した。さらに左右振動低減対策として、動揺防止装置のアクチュエータを空気式から電磁直動式・回転ローラねじ式に変更し、応答性と制御力を高めた。

また曲線通過時に増大する遠心加速度も大きく乗り心地を損ねる。そこで、構造がシンプルな空気ばねストローク片上げ方式の車体傾斜制御装置を導入することで、乗り心地を向上させるとともに、遠心加速度を抑制しながら曲線通過速度を向上させることを可能とした。

車内静粛性の向上に向けた各種対策、内装デザインや腰掛についても複数種類のを搭載し、評価・検証を行った。

3. おわりに—320km/h 営業運転へ—

当初の目標である360km/hには達しないものの、当社では2010年度から段階的な高速化を行い、2012年度末から320km/hの営業運転を開始する。これは、FASTECH360による技術的課題の達成度、環境対策における費用対効果の面から判断した結果である。今後の新型車両には、FASTECH360で検証したさまざまな開発品が搭載されることとなった。今回の経験をもとに、基礎技術から固め直すことも含めて、次の速度向上に向けた技術開発を継続していく。

文献

- (1) 特集：新幹線高速化 FASTECH360 総集編。JR EAST Technical Review, No.31 (2010)。