

高速化に向けた 車両開発(車体)



菅野 悟*



藤野 謙司*



橋本 克史*

新幹線高速試験電車FASTECH360は、360km/hでの高速走行を行うため、安全性や信頼性を確保するとともに快適性の向上や環境との調和が必要となる。FASTECH360では、高速走行に対応できる集電システムや駆動システム、制御システムなどのさまざまな技術開発を行っている。車体構造にも新しい技術を採用し、走行試験による検証を行い高速走行に十分に耐えること、トンネル微気圧波の低減や車内騒音の低減に効果があることを確認した。

●キーワード：新幹線、FASTECH360、車体断面、走行抵抗、遮音構造

1. はじめに

最高速度 360km/h 営業運転を行うためには、集電システムや駆動システム、制御システムなどと同様に、車体構造も高速化に対応した開発を行う必要がある。高速走行では、車体に加わる圧力変動や車内騒音の増加が見込まれることから、車体構体や車体遮音構造の開発を行い、走行試験において検証を行った。

2. 車体断面形状

FASTECH360 の車体断面は、車体傾斜に対応するとともに、トンネル微気圧波を低減するため、車体断面積を縮小しながら室内の快適性を確保する形状とした。新幹線専用試験車「FASTECH360S」では、現行新幹線車両「E2系」と比較して96%、新在直通試験車「FASTECH360Z」では、現行新幹線車両「E3系」と比較して91%の車体断面積とした。

車体構体(図1)は、中空トラス断面の大型形材構造を基本とし、気密荷重により応力がかかりやすい屋根上部の構体を厚くし側部を薄くした形材と、屋根部と側部がほぼ同じ厚さの形材の2種類を採用した。

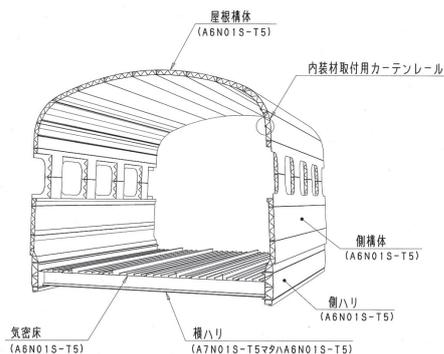


図1 FASTECH360Sの車体断面

また、FASTECH360Zでは、パンタグラフから発生する騒音を遮音するため、可動式パンタグラフ遮音板装置を搭載し、加えて室内配線や配管スペースなどを確保するために、室内有効幅を狭めた構体断面とした。

3. 構体気密強度

新幹線がトンネル内ですれ違う際には、トンネル内に大きな圧力変動が生じる。この圧力変動は、360km/hの列車同士がすれ違う場合には、275km/hでのすれ違いに比べて約1.7倍となり、高速走行を行う新幹線車両はこの圧力変動に耐える構体強度(構体気密強度)が必要となる。

FASTECH360では、360km/hの高速新幹線同士および現行新幹線車両が360km/hの高速新幹線とトンネル内ですれ違う時に構体に受ける圧力変動をシミュレーションして構体気密強度を決定した。

3.1 走行試験結果

FASTECH360SとFASTECH360Zとのすれ違い試験およびFASTECH360SとFASTECH360Zの併結編成と現行新幹線車両E2系とE3系の併結編成でのすれ違い試験を実施した。

FASTECH360SとFASTECH360Zの355km/hでのすれ違い試験では、車外圧変動は、FASTECH360S、FASTECH360Zともにシミュレーション結果を下回った。

FASTECH360の併結編成320km/hと現行新幹線車両の併結編成275km/hによるすれ違い試験では、現行新幹線車両にかかる車外圧変動は現行新幹線車両の仕様値を下回り、新幹線高速試験電車が360km/hで走行した場合に換算してもその仕様値より小さい値となった。

4. 走行抵抗

新幹線が高速で走行するためには主回路出力を大きくする必要はあるが、できる限り出力を抑えて小型化するためには、走行抵抗はできるだけ小さいことが望ましい。走行抵抗は、高速になればなるほど空気抵抗の占める比率が高くなることから、できるだけ車両の空気抵抗を減らすことが走行抵抗の低減に有効である。

FASTECH360では、台車側面カバーや車両間全周ホロの取付け、側引戸や客室窓ガラスの平滑化を行った結果、空気抵抗が低減されている。

4.1 走行抵抗測定結果

走行抵抗の測定は、車両をだ行させた時の減速度を測定するだけ法により行った。FASTECH360Sの360km/hにおけるトンあたりの走行抵抗は、現行新幹線車両「E2系1000番代」と比較し、明かり区間で4～11%、トンネル区間で4%低い値となった。FASTECH360Zでは、現行新幹線車両「E3系」と比較して明かり区間で9～14%、トンネル区間で15～23%低い値となった。

5. 車体遮音構造

世界一快適な新幹線を実現するためには、高速で走行している時でもお客さまが普通に会話できる客室内の静粛性が必要となる。このためFASTECH360では、車体構体による遮音・吸音性能の向上と音源の低騒音化を行った。

5.1 床構造

FASTECH360Sの気密床板は、中央部に軽量化のためシングルスキン構造、車端部に遮音性向上のためダブルスキン構造とした。上部床板はアルミハニカムパネルを基本として、台車部などの騒音源に近いところは遮音性に優れているゴム入りハニカム床板や、発泡樹脂を芯材としたアルミ板を使用した(図2)。また、床板の取付け部は2種類のゴム支持による浮き床構造とし、固体伝播音を低減させるため、床板受金の一部に切欠を設け、気密床と床板受金の接合を弱くした構造を採用した。FASTECH360Zの気密床板は、大型型材を使用したシングルスキン構造とした。

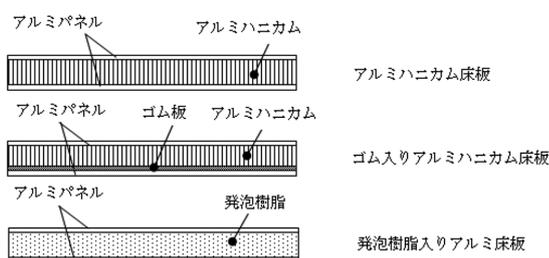


図2 上部床板構造

5.2 窓ガラス構造

客室窓ガラスは、静粛性向上のため、車外側ガラスと室内側ガラスの間に空気層を設けた構成とした。外側ガラスは複層ガラス（空気層あり、空気層なし）またはポリカーボネイト単体の3種類を採用して、車外騒音低減のため車体との平滑化を行った(図3)。

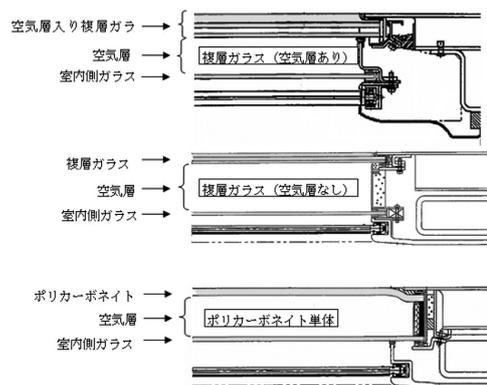


図3 窓ガラス構造

5.3 天井構造

客室天井の構造は、アルミ化粧板を直接構体に固定させた方式に断熱材を兼ねた遮音材として構体内面全体に樹脂発泡材を貼り付けた構造と、ゴムを介して内装を構体に取付けた内装弾性支持方式(図4)に断熱材を兼ねた吸音材として客室部全体に軽量断熱材を貼り付けた構造を採用した。

また、客室側部にも同様に、断熱材を兼ねた遮音材を貼り付けた構造としている。



図4 弾性支持による天井構造

6. まとめ

先頭形状や車体断面の縮小により現行新幹線車両よりトンネル微気圧波が抑制されたが、360km/h速度域でのトンネル微気圧波低減には地上設備改良との併用が必要である。床構造、窓構造、天井構造などに遮音性能を向上させる要素を取り入れたことにより、客室内の静粛性が確保できることが確認された。その結果、新幹線専用試験車「FASTECH360S」は、360km/h走行時に、現行新幹線車両「E2系」の275km/h走行時と同等以下の騒音レベルを確保した。