

## DB AG/JR共同開発台車の開発

浅野 浩二\* 白石 仁史\* 佐々木 浩一\*

当社とドイツ鉄道（DB AG）は、鉄道に関する技術交流の一環として、高速車両用台車の共同開発を行ってきた。共通の仕様書にもとづいて、両社がそれぞれ独自の設計手法により、日本のE2系用及びドイツのICE2用の台車を製作し、車両試験台による定置試験や現車走行試験を通じて開発台車の性能確認を実施した。本報告では、開発台車の概要および台車の各種定置試験、走行試験の概要を紹介する。

キーワード：乗り心地、新幹線車両、左右振動加速度、車体弾性振動

### 1 はじめに

鉄道技術の向上を目的として、1992年にドイツ鉄道とJR東日本は、鉄道の技術開発に関する基本合意を締結した。そして、情報の交換及びドイツのMAN社が製造した台車のSTAR21による走行試験等を通して鉄道技術の交流を行ってきた。

この技術交流の中で、1995年に次世代高速車両への適用を目指した台車を共同で開発することに合意した。

この合意にもとづいて、ドイツ鉄道とJR東日本は、台車重量、寸法、最大軸重等を定めた、高速台車の共通仕様書を作成し、その仕様書に従ってそれぞれが独自の設計手法を用いて台車を開発した。

対象車両は、日本のE2系新幹線（図1）、ドイツのICE2（図2）であり、双方がE2用とICE2用の2種類の台車を開発し、走行安定性を検証するための車両試験台試験や、輪軸、台車枠およびブレーキ装置などの強度を検証するための定置試験、ならびに本線走行試験による最終的な評価検証試験を実施した。

当社は、この開発プロジェクトを進める過程で、より優れた高速走行台車の開発を行うということに加えて、日独の台車開発プロセス、台車設計の考え方、性能試験及び評価方法などの相違点なども把握し、今後の開発のあり方を改善する一助とするとともに、国内にとどまらず海外でも通用する技術開発能力を高めていくことも目的と考えた。

以下に、本共同開発に関する一連の試験概要を紹介する。

### 2 開発スケジュール

表1に、性能確認試験のスケジュールを示す。この表に示すように、JR東日本とドイツ鉄道は、E2系用及びICE2用の2種類ずつ、全部で4種類の台車を製作した。我々は、それぞれの台車の定置試験及び走行試験を行った。



図1：E2系新幹線車両



図2：ICE2高速車両

表 1 : 試験スケジュール

		定置試験	走行試験
JR東日本	E2用	1997.11	1998.5
	ICE2用	1998.10(日) 1999.11(独)	2000.2
ドイツ鉄道	E2用	1999.3	1999.10
	ICE2用	2000.9	2001.5



図 3 : JR東日本開発E2系用台車

### 3 開発台車の概要

#### 3.1 JR東日本開発E2系用台車

JR東日本が開発したE2系新幹線用台車を図3に示す。主な特徴は以下の通りである。

##### (1) 軽量化

台車枠への高張力鋼の使用や板厚の最適化、アルミ合金製ブレーキディスクの採用、拡大中ぐり中空車軸の採用、高強度軸ばねの採用、軸箱、ブレーキキャリア等のアルミ化等の軽量化対策を行った結果、開発台車の重量は5.5tと、E2系の現行台車の重量6.5tに対して1tもの軽量化を達成した。

##### (2) 乗り心地向上

高速走行時の乗り心地を向上させるために、空気式アクチュエータを用いたアクティブ制御による車体の左右動揺防止装置を採用した。また、曲線通過時の乗り心地向上のために、車体左右動ストッパ当りを抑制する、非線形空気ばねを採用した。

##### (3) 低騒音化

車輪の転動音やきしり音の防止対策として、鉄製リングにゴムを巻いた防音リングを車輪に取付けた防音車輪を採用した。

##### (4) メンテナンス性の向上

輪軸のメンテナンス性の向上のため、台車から輪軸の

みを容易に取り外すことが出来る、上下2分割式軸箱を採用した。

#### 3.2 ドイツ鉄道開発E2系用台車

ドイツ鉄道が開発したE2系新幹線用台車を図4に示す。

主な特徴は以下の通りである。

##### (1) インサイドベアリング方式

日本の新幹線の台車は、軸箱が車輪の外側にあるが、ドイツ鉄道開発台車は、軸箱(軸受)が車輪の内側にあるインサイドベアリング方式の台車である。インサイドベアリング方式は台車枠が小型化できるため、軽量化のメリットがある。

##### (2) アンチローリング装置

この台車は、台車枠と輪軸間のローリングを抑える1次アンチローリング装置と、車体と台車枠間のローリングを抑える2次アンチローリング装置を採用している。

##### (3) 上下動ダンパ

この台車には、台車の左右動を抑える左右動ダンパの他に、枕ばねの横に、車体と台車枠間の上下動ダンパを装備している。

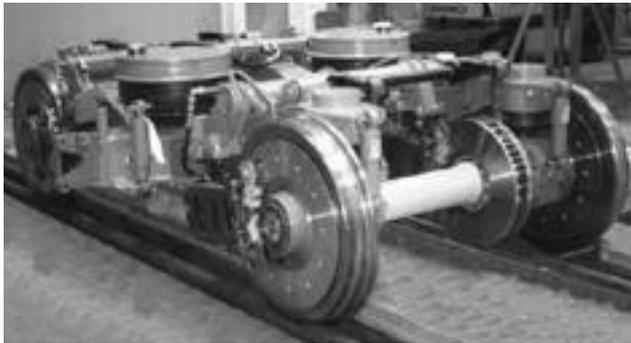


図4：DBAG開発E2系用台車



図6：DBAG開発ICE2用台車

### 3.3 JR東日本開発ICE2用台車

JR東日本が開発したICE2用台車を図5に示す。

基本的には、E2系用開発台車と同様の構造となっているが、ドイツのICE2に適合させるために、以下の点の変更を行った。

- アンチローリング装置の採用
- 電磁吸着レールブレーキの採用
- 1台車当りヨーダンパ4本取付



図5：JR東日本開発ICE2用台車

### 3.4 ドイツ鉄道開発ICE2用台車

ドイツ鉄道が開発したICE2用台車を図6に示す。

基本的には、E2系用開発台車と同様の構造となっているが、車体と台車間にセミアクティブ制御の上下動ダンパを装備している。

## 4 車両試験台試験

台車の基本性能を確認するために、日本では鉄道総研の台車回転試験台、ドイツではミュンヘン研究所の車両走行試験台で定置試験を実施した。ドイツ鉄道の試験台は、レールの代わりにする軌条輪が軌道狂いに合わせて左右別々に動くが、鉄道総研の試験台は左右同時に動く点が主な相違点である。

定置試験では、主に高速走行安定性の確認を行った。E2系用台車は1台車半車体、ICE2用台車は2台車1車体で定置試験を行った。

JR東日本及びドイツ鉄道開発のE2系用台車の定置試験風景を図7に、JR東日本開発のICE2用台車の定置試験風景を図8に示す。

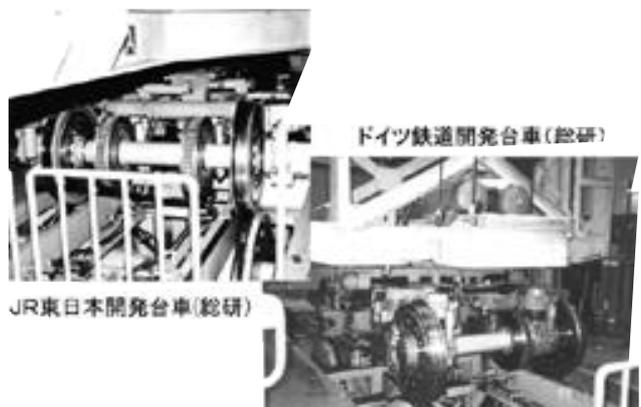


図7：E2系用台車定置試験

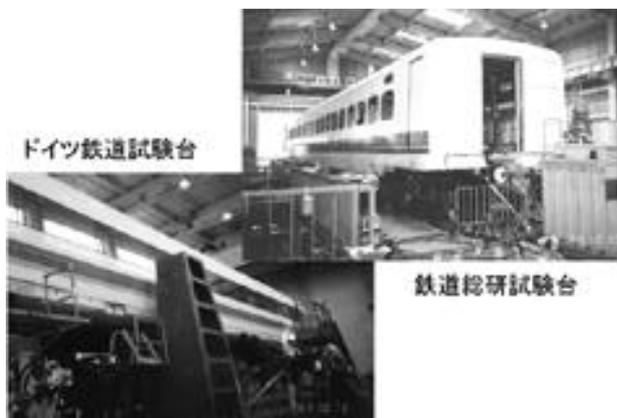


図8：JR東日本開発ICE2用台車定置試験

## 5 走行試験

### 5.1 E2系用台車の走行試験

定置試験における基本性能の確認後、JR開発台車及びドイツ鉄道開発台車をE2系車両に取付けて走行試験を行った。概要を以下に記す。

#### 試験期間

JR開発台車：1998年5月～7月

ドイツ鉄道開発台車：1999年10月～11月

試験区間：東北新幹線仙台～北上間（図9）

試験車両：E2系新幹線（8両編成）

試験最高速度：320km/h

走行試験の主な試験項目は、速度向上試験、ヨーダンパ及び空気ばね特性試験、アクティブ制御試験、ブレーキ性能試験等であり、輪重、横圧等の走行安全性、乗心地、ブレーキ性能等の測定を行った。

それぞれの台車をE2系車両に取り付けた状態を図10に示す。



図9：E2系用台車走行試験区間



図10：開発台車のE2系車両取付け

### 5.2 ICE2用台車の走行試験

JR開発台車及びドイツ鉄道開発台車をICE2車両に取付けて行った走行試験の概要を以下に記す。

#### 試験期間：

JR開発台車：2000年2月～3月

ドイツ鉄道開発台車：2001年5月～7月

試験区間：（図11）

ハノーバー～ゲッチンゲン

ヴォルフスブルク～ベルリン

トリア周辺

ウルム周辺

試験車両：（4両編成）

ICE-S試験車両（次世代ICEの構成部品を試験するための試験車両）

台車はICE 2客車に2台車装着

試験最高速度：

J R開発台車385km/h

ドイツ鉄道開発台車393km/h

主な試験項目は、区間では、ヨーダンパ及び空気ばね特性、アクティブ性能試験、区間では、速度向上試験、区間では、曲線通過性能試験である。

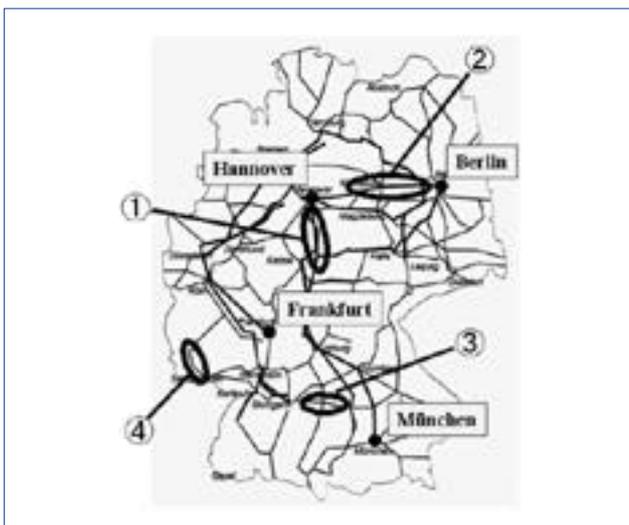


図11：ICE2用台車走行試験区間

## 6 主な試験結果

以上の定置試験、および本線走行試験において得られた主な結果を以下に記す。

- ・台車枠、輪軸、ブレーキ装置の強度は、J R台車、ドイツ鉄道台車の2方式の台車とも動的荷重試験も含めて満足できるものであった。
- ・E 2系用のJ R開発台車とドイツ鉄道開発台車の走行試験では、試験最高速度320km/hまでの速度向上を行った結果、台車特性の違いによる走行特性の差により、高速走行時、曲線通過時の横圧及び輪重変動等に違いが確認されたが、両台車共に走行安全性、乗り心地等に関して良好な結果を得ることができた。
- ・ICE 2用のJ R開発台車は、鉄道総研の車両回転試験台における定置試験を実施した後、ドイツ鉄道のフ

ライマン試験台における実軌道波形を入力した定置試験を行ったが、日独の車輪 - レール間等価踏面勾配の考え方の相違によって、蛇行動限界速度等の試験結果に違いが生じた。そこで、台車のばね特性等を変更した追加試験を行うことにより、走行安定性と乗り心地の改善を行った。

- ・ドイツ高速新線におけるICE 2を用いた走行試験では、走行安定性、左右乗り心地に関して良好な結果を得た。

## 7 おわりに

今回のプロジェクトにおいて、当社はドイツ鉄道と共同で台車の開発から性能試験までを実施した結果、日本とドイツの台車開発プロセス、台車設計の考え方、試験および評価方法の相違点などを把握し、とくにドイツ鉄道における車両試験台を中心とした試験・評価方法について学ぶべき点が多くあった。

ドイツ鉄道としては、このプロジェクトで作成した共通仕様書は今後の車両で台車に要求されるスペックの基礎として利用することとしている。また、350km/hで走行可能な台車の性能、左右アクティブ制御、踏面清掃子などが、既存車の乗り心地改善に有用であることを確認した。

今後は、これらの試験結果及び今までの共同開発の成果を生かして、高速台車の諸元設計方法や、合理的な台車性能確認試験・評価方法の検討を行っていきたいと考えている。