

## 高速車両用 次世代台車 (TS-1036)

生産本部 技術部



図1 TS-1036台車 外観

### 1 はじめに

当社では、次世代を担う新しい構想に基づく台車を開発した。その狙いは、JR在来線、民営鉄道、公営鉄道および海外輸出案件における新形式車両での幅広い用途に対応することにある。この後に述べるように、高速安定性、曲線通過性能、乗り心地等、あらゆる側面から高性能台車と呼ぶにふさわしい構造・諸元で試作台車TS-1036を製作した(図1)。最高速度は、今後の高速化を踏まえて、一部区間で既に始まっている160 km/hに設定してあるが、130 km/h以下の速度設定に対しても全体構成の簡素化により合理的な提案をすることが可能である。本台車の概念を図2に示す。

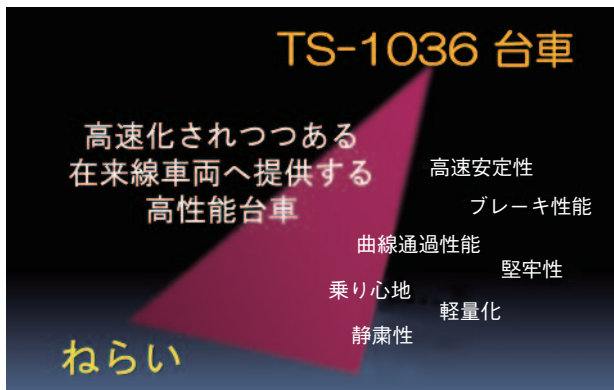


図2 開発台車のねらい

### 2 本台車の性能

本台車の基本諸元を以下に示す：

台車方式	2軸ボギー，ボルスタレス
想定車両	18～20 mの通勤・近郊・特急車両
床面高さ	レール面から1100 mm程度
最高速度	160 km/h
ブレーキ性能	最高速度から1000 m以内停止 130 km/hから540 m以内停止
軌間	1067 mm (設計変更で1372/1435mmへ対応可能)
全長	2914 mm
全幅	2680 mm
全高	915 mm (960 mm程度まで対応可能)
軸距	2050 mm
質量	4700 kg
輪軸	防音体付きφ810 mm車輪，中実車軸
軸受	120密封複式円筒ころ または120密封複式円錐ころ
軸箱	鋼板溶接組立構造 (量産時に鋳鋼製へ切り替える)

軸箱支持装置	SY式 (コイル/ゴム複合)
台車枠	銅板溶接組立構造, 補助空気室付き
車体支持装置	パンク時柔特性付き異方性空気ばね 1本リンク牽引装置, ヨーダンパ付き
ブレーキ装置	1軸2ディスクのディスクブレーキ方式 踏面清掃装置付き

### 2. 1 高速安定性

軸箱支持剛性の最適化を中心に高速安定性の向上を図った。シミュレーションによる設計検証段階ではね系の適値を決定した後、実物台車を用いた台上回転試験により高速安定性の妥当性を確認してある (図3)。その結果、台上試験では、台車の設計諸元の条件で300 km/h以上の高速安定性があることが証明された。さらに、最も過酷な条件として車輪踏面と車軸軸受の摩耗状態およびヨーダンパ故障状態 (1本フェイル) を同時に模擬した台上試験でさえ300 km/hまで安定性が損なわれないことを確認してある。



図3 台上回転試験

### 2. 2 ブレーキ性能

ブレーキ装置は、1軸2ディスクの構成である。これにより、想定される最も重い付随車でも160 km/hからの繰り返し停止に耐える十分なブレーキ容量が確保されている。停止距離は、初速160 km/hから1000 m以内 (勾配-5%)、初速130 km/hから540 m以内 (勾配-5%) を達成 (両立) している。

ブレーキ装置は、このように厳しい車両条件を想定して設計してあるので、個々の車両の仕様によっては1軸1ディスクの構成も可能である。さらに、駐車ブレーキ付きへの変更およびてこ比やシリンダ径の変更も可能である。

### 2. 3 曲線通過性能

軸箱支持装置の構造ならびに適度な支持剛性により、現在の主流である軸梁式台車と比較して輪重横圧特性を改善している (図5)。

軸箱支持装置は、コイルばねとゴムばねの複合構造を有しており、SY式と称する (特許出願中, 図4)。この構造により、従来の軸梁式が持っていた上下ばね撓みにもなう軸距変化を大幅に軽減することができる。軸距変化の低減は、低速での曲線通過時に逆舵を切る量が少なくなることを意味しており、軸箱支持剛性に依存した自然操舵機能を活用する台車では重要な特性を得たことになる。

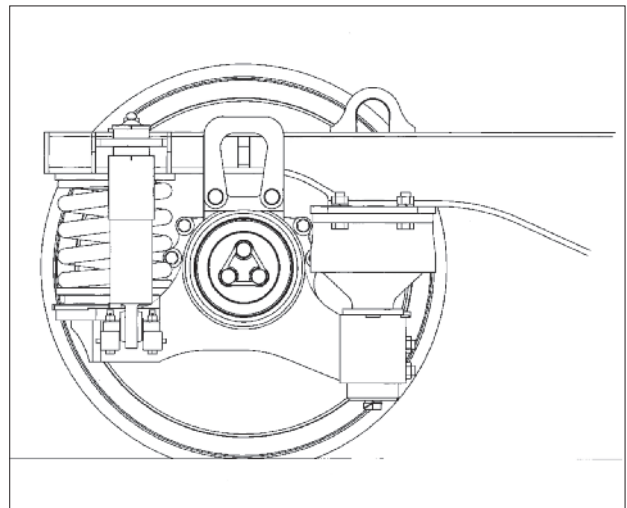


図4 SY式軸箱支持装置

空気ばね横剛性は、前後・左右で異方性とすることで曲線通過性能の向上に貢献している。さらに、パンク時においてもテフロン摺動板を内蔵しているので台車の回転抵抗を増大させることはない。

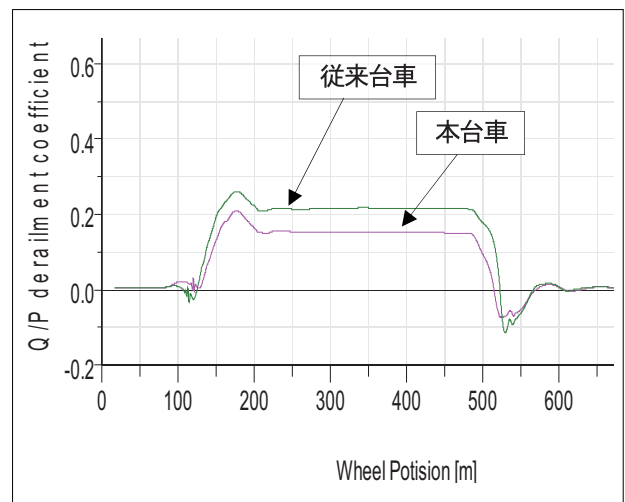


図5 輪重横圧性能

## 2. 4 乗り心地

軸箱支持装置は、上記の通りSY式である。ゴムばねはコイルばねの無減衰を補う役目を有しており、乗り心地のさらなる向上を図るべくコイルばね側へオフセットさせた軸ダンパを装備している（図6）。ただし、速度130km/h程度までならば軸ダンパ無しでも十分な乗り心地が期待できる。コイルばねはゴムばねのへたり特性を補う役目を有しており、今回開発のゴムばねでの低へたりゴム材料の採用とあいまって、軸箱支持装置としてゴムが持っているへたりの欠点が大きくなるような全体構成としている。

空気ばねは車体直結ボルスタレス台車用で、横剛性を前後・左右で異方性とすることで乗り心地と曲線通過性能の双方を高い次元で満足している。さらに、万一のパンク時の上下ばね定数については画期的な柔支持化（従来剛性の1/3以下）を実現しており、パンク直後の安全性と乗り心地の確保に大きく貢献している。

左右方向の乗り心地のさらなる向上策として、アクティブ・アクチュエータを取り付けることもできる。

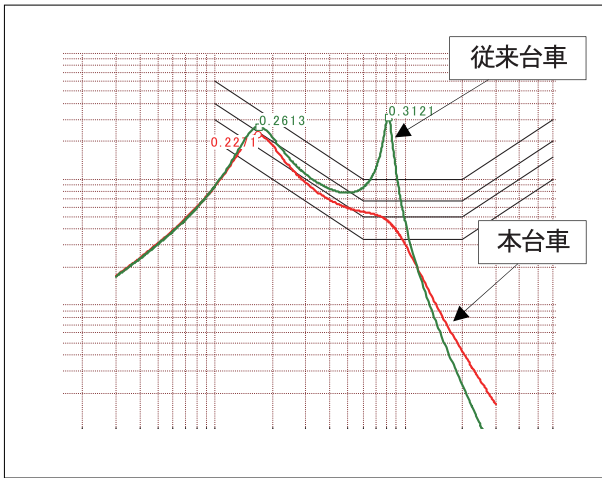


図6 乗り心地（上下）

## 2. 5 低騒音化

車輪は防音車輪で、車輪板部に防音体を取り付けており、転動音およびきしり音の低減に寄与している。車輪単体での打音試験（図7）では、従来車輪に比べて20 dB (A)以上、丸リング付き車輪に比べても5 dB (A)以上の低減効果が確認された。実車装着状態での車輪メーカー報告では、転動音で5 dB (A)、きしり音で30 dB (A)の低減が確認されている。また、台車各部は無摺動化を図っているので、がたつき音とも無縁である。

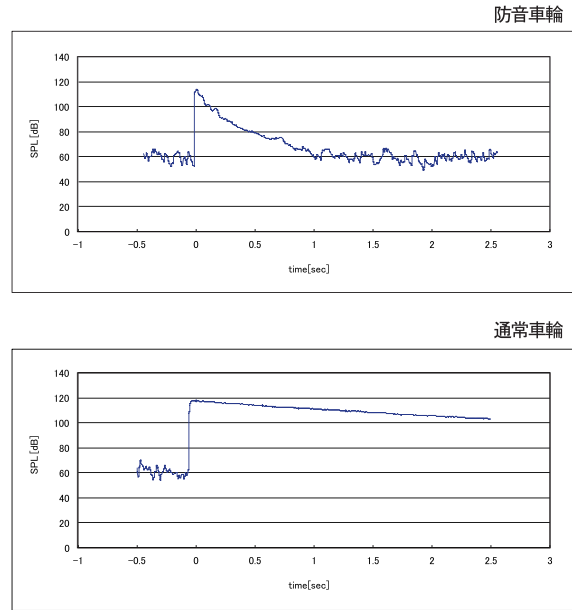


図7 打撃後の減音効果

## 2. 6 軽量化

台車は各部を軽量化している。最高速度160 km/hに対応するフル装備でも1台車の総質量は、4700 kgにすぎない。最高速度を130 km/hの仕様（1軸1ディスク、軸ダンパ無し、ヨーダンパ無し）にした場合には約4000 kgの台車質量になる。

軸箱体は今回の製作では溶接組立品としているが、今後の鋳鋼一体化に伴いさらなる軽量化が可能である。台車枠は有限要素法（FEM）による詳細解析に基づき軽量化を進めてある。一方で、静荷重試験による強度確認も万全である。

## 2. 7 安全性

台車の全体構成は、分解/組立のしやすさを追求した。

ブレーキディスクは、初期（新製時）は一体形を装着している。摩耗交換の際は、分割形に取り替えることができるので、車輪が付いたまま交換できる。

車軸軸受は、円筒ころタイプでも円錐ころタイプでも選択可能である。円筒ころタイプは内輪残しの状態で治具無しで抜き取ることができる。円錐ころタイプの抜き取りには従来どおり専用治具を用いることになる。

軸箱支持装置は、部品を積み上げた後に台車枠を被せることで組み立てることができる。輪重もしくは高さ調整の際は、軸ばね下から油圧ジャッキ操作により調整板の出し入れを行なう。ゴムばねは前述のとおり低へたり配合ゴムとし、さらにコイルばねとのハイブリッド構成とすることで、従来のゴムばねが持っていたへたり性の

扱い難さについても大きく改善されている。

車体支持装置（1本リンク、ボルスタレス空気ばね、など）の検修作業は、従来方式と大差無く行なえる。

ブレーキ装置の台車枠への取り付けは、主電動機取り付けと同様な上部キー方式としている。これによりブレーキユニット全体を台車枠の上から降ろしてすることで、位置決めおよび結合作業をすることができる。ディスクとライニングの間隙は自動調整されるので、摩耗交換時期まで調整不要である。ブレーキライニングの交換は、ブレーキメーカーの標準構造により極めて簡単に脱着することができる。さらに、ブレーキライニングはディスク摩耗が均一になるように形状を最適化しており、偏摩耗によるライニングおよびブレーキディスクの早期交換が少なくなっている。

## 2. 8 信頼性

主要な機能部品（車軸軸受、オイルダンパ、ディスクブレーキ装置、踏面清掃装置）には、従来同様の高い信頼性が確保されている。

新規開発のゴムばねおよび空気ばねでは、試作品による特性試験および耐久試験を実施しており、実用上問題無い特性ならびに耐久性を確保していることを確認している。

## 2. 9 バリエーション

開発台車の基本仕様を基に、最高速度、荷重条件、軌間、電動台車などの変化に対応し、具体的な顧客仕様に最も適した台車仕様を提案することができる。すなわち、支給品として顧客側で仕様が決まる駆動装置やブレーキ装置の仕様に応じて台車仕様を変更できる。車輪直径860 mmの場合でも対応可能である。電動台車のブレーキ装置は、使用条件によっては踏面ブレーキの装備が可能である。より厳しいブレーキ条件になる場合は、車輪にブレーキディスクを取り付けたディスクブレーキ装置の構成が必要である。

## 3 おわりに

本開発台車が安全・快適な社会生活における縁の下の力持ちとして使命を果たしていくことを願ってやまない。

(立石 雅昭 記)