

S1-3-7. 車端ダンパによる近郊車両乗り心地向上効果の検証

A Study of Improving on Riding Comfort of Suburban Vehicle by Damper between Cars

○山之口 学 角井 真哉 真野 辰哉 (西日本旅客鉄道株式会社)

Manabu YAMANOKUCHI, West Japan Railway Company
Shinya KAKUI, West Japan Railway Company
Tatsuya MANO, West Japan Railway Company

For the purpose of development a next-generation railway vehicle bogie and improvement of riding comfort for existing vehicle, the examinations about vehicle dynamics was carried out on various conditions. This report shows the effect of the damper between cars which is a one of the conditions to ridding comfort.

キーワード: 車端ダンパ、乗り心地、ローリング、
Keywords: Damper between Cars, Riding Comfort, rolling

1. はじめに

JR 西日本では会社発足以降京阪神都市近郊区間の輸送サービス向上を最重要課題の1つと位置付け、この区間を「アーバンネットワーク」と命名し、新型車両の投入による速達化や利便性・快適性等の向上を図り、「新快速・快速ネットワーク拡大・充実」を実現してきた。現在アーバンネットワークの将来輸送を担う次世代車両の開発について取り組みを開始しており、様々な調査をおこなっているところである。

走り装置関係では、これまでに新型台車の開発あるいは既存車両の乗り心地向上に向けた方策をたてることを目的に、アーバン地区の近郊型電車 223 系 2000 代車両を使用して台車に関する一連の調査を実施した。この中の部分要素開発の取り組みの一つである、車端ダンパによる乗り心地改善効果について検証をおこなったのでここで紹介する。

2. 車端ダンパ

車端ダンパは在来線では主に優等車両に装備されており、車体妻部の上部に取付けてあることから、一般に車体ロール運動の抑制に効果が期待される。しかしながら、これまでに車端ダンパの効果について詳しく検証をされたものは少ない。

今回、現行特急車両に使用されている標準タイプの車端ダンパと標準タイプの低速度域での減衰力を倍にした高減衰タイプの2種類で走行試験をおこなった。

3. 車両運動特性

これまでの走行試験より高速走行中は相対的に乗り心地レベルが高いことがわかっており、そのときの主な振

動モードを以下に紹介する。

〈3.1〉平面運動

1.2Hz 前後の成分と 0.7Hz 前後成分に図に示すような振動モードが見られる。

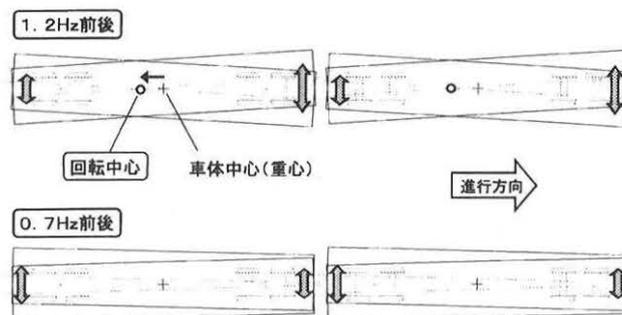


図 1 高速走行時の主な車両振動モード(平面運動)

(1)1.2Hz 前後成分

進行前位側の振幅がやや大きいヨーイングモードである(仮想的な回転中心は進行方向に対して後方側となる)。このモードは特に乗り心地レベルの高い区間で顕著であり、このため進行前位側のレベルが高くなる。

(2)0.7Hz 前後成分

主に並進性の強いモードであるが、前・後位の振幅比は後位側の方が同等かまたは数倍程度大きく、パワー平均としては後位側が大きくなる。このため、1.2Hz のヨーイング運動が顕著ではない乗り心地レベルの低い区間では、進行後位側のレベルが高くなる傾向にある。

〈3.2〉ロール運動

高速走行時の動的なロールについても車体床面と天井の左右加速度の関係より、以下の図に示すように上心ロー

ル、下心ロールを確認している。

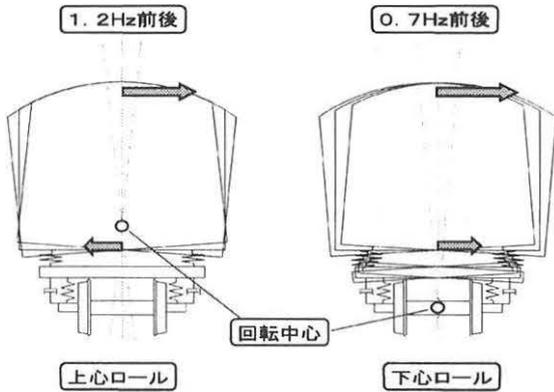


図 2 高速走行時の主なロールモード

4. 走行試験概要

走行試験は標準タイプの車端ダンパと高減衰タイプの車端ダンパを 223 系 2000 代の同じ編成に搭載し、以下のように試験をおこなった。

表 1 走行試験概要

	1	2
車端ダンパ	標準タイプ	高減衰タイプ
試験車両	223系2000代(8両編成) 下り方4両の各車間に車端ダンパ装備	
試験区間	東海道・山陽本線 大阪～姫路	山陽本線 大久保～姫路
最高速度	130 km/h	
積載条件	空車	
測定項目	<ul style="list-style-type: none"> 車体左右振動加速度(台車直上、車体中央) ロール角・角速度、ヨー角速度(車体中央床面) 	<ul style="list-style-type: none"> 車体左右振動加速度(台車直上、車体中央) ロール角・角速度、ヨー角速度(車体中央床面) ダンパ実働状態(ストローク)

5. 試験結果

(5.1) 乗り心地レベル

図 1 に車端ダンパなしの状態(以下、標準状態)と標準タイプの車端ダンパを搭載した状態での乗り心地レベルを示す。評価区間は標準状態で乗り心地レベルの高かった上り下り 1 区間ずつとした。

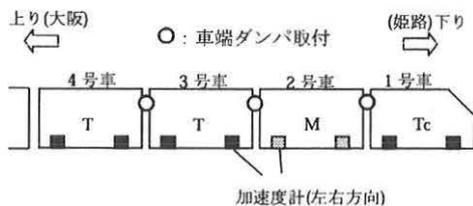


図 1 仮設概要

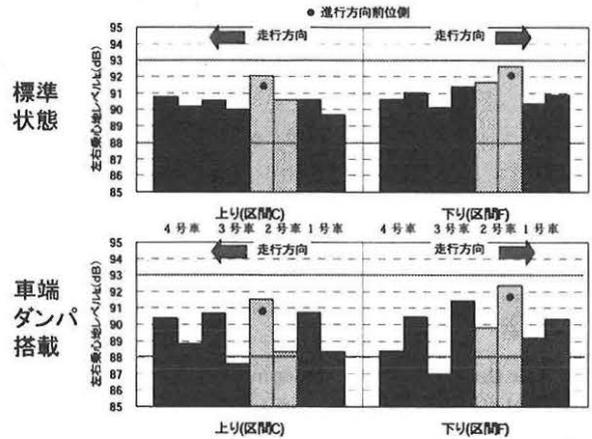


図 2 車端ダンパ(標準タイプ)搭載による乗り心地レベル変化

このグラフから車端ダンパ搭載によって、上り下りとも進行前位側のレベルは変わらないのに対し、後位側のレベルは 1~3dB 程度の改善効果が見られ、その改善効果が後位の方に偏っていることがわかる。

高減衰タイプを搭載しても特急タイプより後位側の改善効果が 1dB 程度向上したが、前位側については有意な改善効果は無かった。

(5.2) 周波数分析

上記の結果から、どの周波数域で後位側の改善効果が大きいのかを確認するため、車端ダンパの有無による周波数分析結果を図 3 に示す。(M 車、F 区間、標準タイプ)

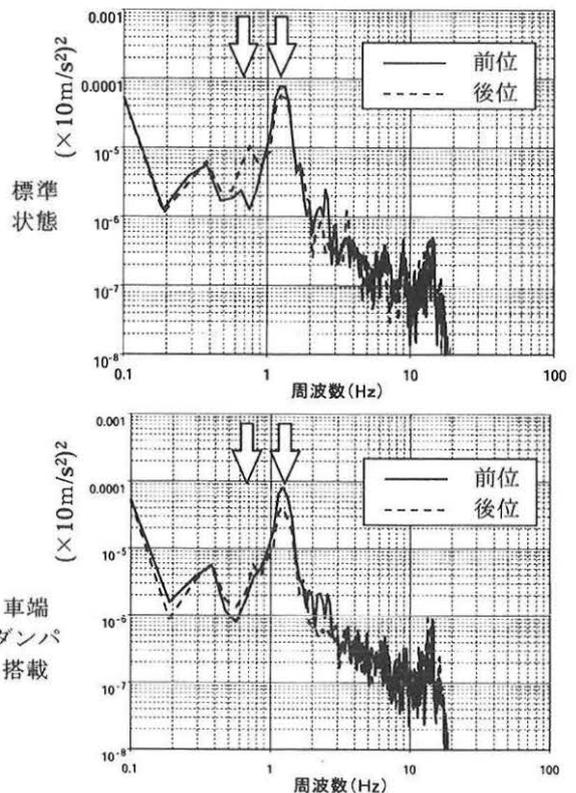


図 3 車端ダンパ搭載による左右振動の変化

車端ダンパを搭載することにより以下の変化が認められた。

(1)0.7Hz 前後

○後位側の 0.7Hz 前後成分が前位側と同等のパワーまで下がっている。

(2)1.2Hz 前後

○後位側のパワーが下がっているが、前位側には変化は見られない。

以上のことから主な卓越周波数である 0.7Hz 前後および 1.2Hz 前後がともに後位側のみパワーが低下していることがわかる。

次に車体の動揺角の観点から同区間での M 車のロール角、ロール角速度、ヨー角速度について周波数分析をおこなった結果を図 4 に示す。

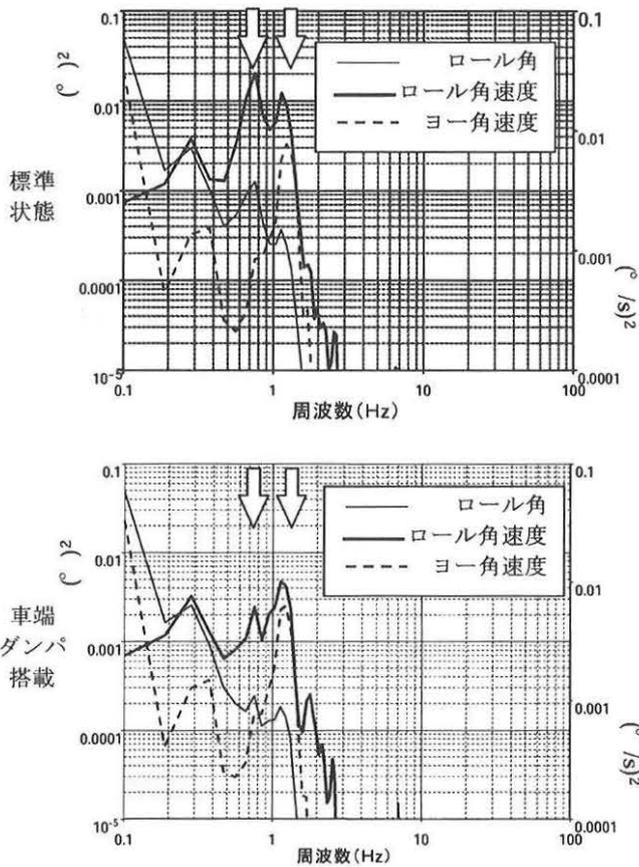


図 4 車体角関係周波数分析

車端ダンパを搭載することにより以下の変化が認められる。

(1)0.7Hz 前後

○ロール角、ロール角速度のピーク部分のパワーが約 10 分の 1 に下がっている。

(2)1.2Hz 前後

○ロール角、ロール角速度のピーク部分のパワーが約 2 分の 1 に下がっている。なおヨー角速度のピークについてもパワーに若干の低下が見られるがその差は小さい。

以上のことから、ロール角、ロール角速度は 0.7Hz 前

後および 1.2Hz 前後の両成分で明瞭な低減効果見られ、特に 0.7Hz 前後成分での低減効果が大きいことがわかる。

〈5.3〉車端の相対運動について

車端ダンパは車体同士をつなぎ、車体を拘束している。その結果、車端ダンパが車両運動に対して何らかの影響を及ぼしていると考えられるので、車端ダンパが取り付く両車端の相対運動に着目し解析をおこなった。

標準状態と車端ダンパ搭載状態の各車間の左右振動を 0.7Hz 前後と 1.2Hz 前後の各成分を波形で確認をした。解析区間は同じ F 区間の一部分を抽出した。

0.7Hz 前後成分の車間に着目した波形例を図 6 に示す。

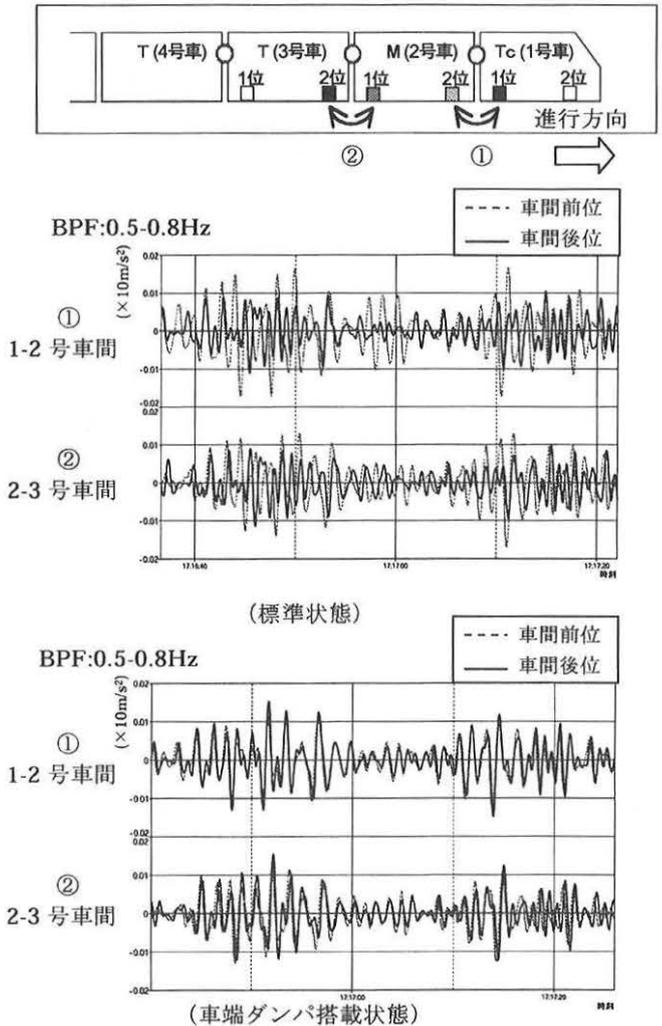


図 6 向き合う車端の左右振動波形の重ね合わせ (0.7Hz 前後成分)

0.7Hz 前後成分の場合、標準状態では車間の進行前位側 (1 車両では後位側) の振幅が大きく、また位相の差もあることが確認できる。

しかし車端ダンパ搭載状態では各車間の振幅は車間前位側が標準状態に比べ小さくなり、それとは逆に車間後位側は標準状態に比べ大きくなって、車間前位と後位の振幅は同程度になっている。また位相も同相に近づいていることが確認できる。

このことから、0.7Hz 前後成分の振動は車端ダンパの拘束により、各車間が一体となって振動していると考えられる事が出来る。

次に 1.2Hz 前後成分を同様にしたものを図 7 に示す。

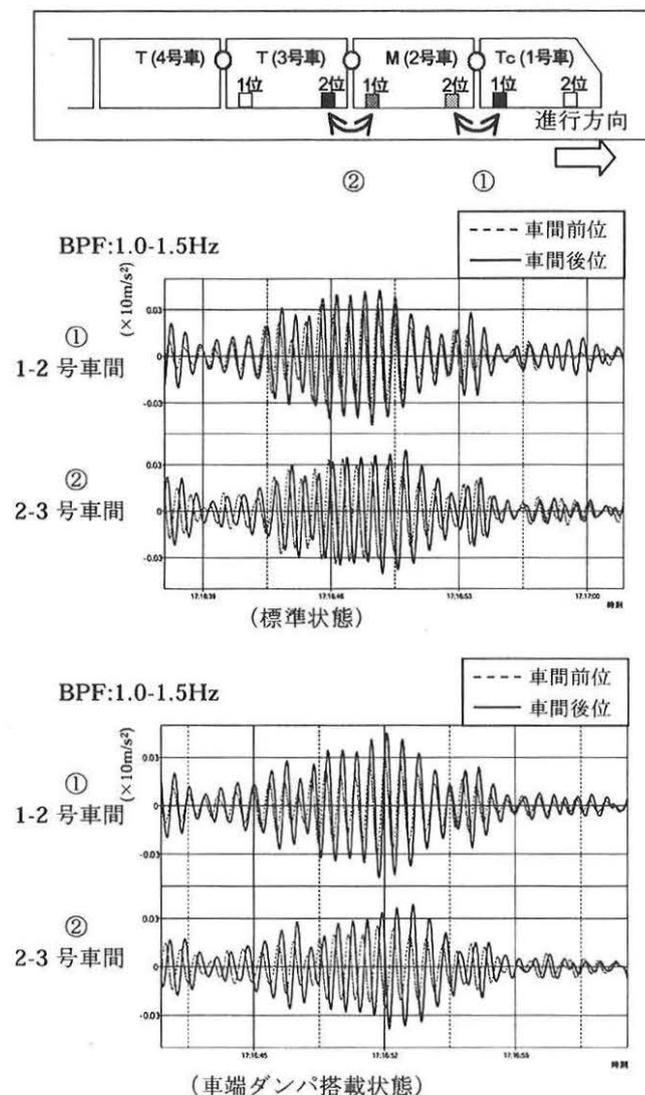


図 7 向き合う車端の左右振動波形の重ね合わせ (1.2Hz 前後成分)

1.2Hz 前後成分では、車端ダンパを搭載する事により、車間前位側 (1 車両では後位側) の振幅が 1 割程度小さくなっているのがわかる。しかし、0.7Hz 前後成分で見られた位相の変化は見られない。

6. まとめ

(6.1) 走行試験まとめ

車端ダンパを搭載した走行試験の結果を乗り心地レベルの比較的高いところについて解析をおこなった結果、以下のことがわかった。

- (1) 乗り心地レベルは標準状態に比べ、進行後位側のみ 1~3 dB 程度改善し、乗り心地改善効果に偏り

が見られる。

- (2) 後位側左右振動の 0.7Hz 前後成分のパワーが一番下がっており、車端ダンパはこの周波数成分の振動を低減していることがわかる。
- (3) 0.7Hz 前後の各車間の左右振動の振幅・位相がほぼ同等・同相となることから、その周波数域では車間が一体で運動していると考えられる。
- (4) 車体角関係の周波数分析より、ロール運動(上心・下心)の低減効果があり、特に下心ロール運動への低減効果が高い。

(6.2) 考察

- (1) 図 6 の波形からの解析により、今回試験した車両の 0.7Hz 前後の運動特性は車両後位側がよく揺れるモードであったので、車端ダンパを搭載したことにより、次の車両の前位側がその揺れに抵抗して振動を抑えたことにより、車両後位側の乗り心地レベルが改善した一因と推測できる。
- (2) 図 4 の結果より 0.7Hz 前後成分が大きく低減しているのは、車端ダンパの取り付け位置とのロール運動の回転中心との位置関係により、回転中心との距離が長い下心ロール(固有振動数 0.7Hz)に対して車端ダンパの効果が大きいといえる。

車端ダンパは乗り心地レベルで視点からは、乗り心地改善効果が後位側に偏ることになった。今後営業車に搭載するには、乗り心地レベルと違う面からも検討し効果を確認して議論をする必要がある。

7. 今後の展開

車体拘束によるもう一つの乗り心地改善策として、新幹線で採用されている車体間ヨーダンパがある。レール方向に取付けるため主に車体ヨーイング運動の抑制の効果があるといわれている。来年度技術試験車(U@Tech)で車体間ヨーダンパの走行試験を計画中である。その中で車端ダンパとの組み合わせ試験も行い、車体間拘束方による乗り心地改善の見極めをする予定である。

(参考文献)

「鉄道車輛と技術 96,97 号」

- 1) 角井ほか：在来線走り装置開発に向けた車両運動調査結果の概要