DMVの走行安全性に関する研究(第2報)

遠藤	学*	柿沼	博彦	難波	寿雄		永井	昭夫
佐藤	肇	中田	昌宏	中村	大輔	(J	R北海	[道)

A study on the Running Stability of the DMV (The 2nd Report) Manabu Endo^{*}, Hirohiko Kakinuma, Toshio Namba, Akio Nagai, Hajime Sato, Masahiro Nakata, Daisuke Nakamura (Hokkaido Railway Co.)

JR Hokkaido is now developing the Dual Mode Vehicle (DMV) that can easily operate both roads and railway tracks. The rigid wheelbase of the DMV, rebuilt from a minibus, is so long that it is necessary to investigate the running stability when the DMV passes through steep curvatures and turnouts. The DMV was experimentally operated on the tracks that were unnaturally maintained under unfavorable conditions. As the first report of the experimentations, we found that the running gear of the DMV had favorable performance on the running stability. ⁽⁵⁾ In addition, we executed a severe experiment on the condition as the second report by using a prototype DMV. And, a favorable performance was confirmed again.

キーワード:固定軸距離,フランジ角度,マイクロバス,クロッシングノーズ、トングレール、フレーム剛性 (Keywords, wheelbase, flange angle, minibus, toe of crossing, tongue rail, chassis rigidity)

1. はじめに

道路と線路をシームレスに走行可能なデュアル・モー ド・ビークル(以下、DMV)は、平成19年から2年間実 施した釧網線における試験的営業運行や自社線および道外 の他社線等での走行試験結果を踏まえ、平成23年度末以降 の営業導入に向けて開発中である。しかし、DMVはマイ クロバスをベースとした構造上の制約から、固定軸距が6 m~7mで従来の鉄道車両と比較して長く、フランジ角度も 87°と大きいことから、分岐器通過や曲線通過等の走行安 全性を確認することが課題となっている。

本稿では、既に第1報として報告した分岐器通過や曲線 通過等の走行安全性に関する研究に加え、営業に供する試 作車両が完成したことから、実車両を使用した走行試験に より走行安全性を確認したので報告する。

2. DMVシステムの主要諸元

ロングホイールベース車であるDMV922号の主要諸 元(線路走行時)を表1に示す。

3. 走行試験

走行試験は、前述の固定軸距やフランジ角度における走 行安全性を確認するために、営業線での曲線通過試験、お よび苗穂工場構内で大正14年形8番片開き分岐器通過試験

表1	DMV	主要諸元
18 1	D IVI V	工女阳儿

Table 1.	S	pecification	of	DMV
Table 1.	N	Jecuication	U1	DIVIV

		DMV922号	
車両総重量 [kg]		7025	
車函寸法 [mm]	全長	8322	
	全幅	2035	
	全高	2830	
ホイール ベース [mm]	前ガイド輪ー後ガイド輪	(6817)	
	後ゴムタイヤ輪ー後カイド輪	1375	
市輪径 [mm]		502	
フランジ角度[゜]		87	
ベース車両(マイクロバス)		トヨタコースター(ロングボディタイプ)	

を実施した。また、シャシーフレームの線路平面性の狂い に対する追従性を検証する目的で、フレーム剛性の検証を 静的条件で行った。

供試車両は営業に供する標準ホイールベース車とロング ホイールベース車である。なお、走行安全性上、出来る範 囲でフランジ角度を小さくしたいことから、フランジ角度 をこれまでと同様の87°(脱線係数目安値2.33)に加えて、 標準ホイールベース車の後ガイド輪を79°(脱線係数目安 値1.59)、およびロングホイールベース車の前ガイド輪を 79°とした。

<3·1> 曲線通過試験概要

本試験は、連続曲線や単曲線の急曲線における走行安全 性の確認を目的に営業線での曲線通過試験を実施した。

(1) 測定装置 供試車両の前ガイド輪と後ガイド輪に PQ 軸を装着した。

(2) 測定項目 車上から輪重と横圧の測定を行った。(3・2) 分岐器通過試験概要

固定軸距離が長くなることで分岐器通過性能は低下す る。そこで、第1報⁽⁶⁾で実施した側線用8番片開き分岐器よ りも構造的に条件が厳しい大正14年形8番片開き分岐器で 対向19回、背向21回の反復した通過試験を実施した。

(1) 測定装置 供試車両の先頭軸となる前ガイド輪 に PQ 軸を装着し、地上では、分岐器のノーズ先端部とトン グレール先端部に CCD カメラを設置した。

(2) 測定項目 車上から輪重と横圧を測定し、地上で は、対向進入時のノーズ先端部と車輪の接触、および背向 進入時のリード部における車輪の乗り上がりを検証した。

(3) 測定条件 車両は、車体バランスを出来る範囲で の最悪条件とし、車輪のバックゲージは 991 mmで基準値の 上限であった。分岐器はバックゲージが 1025 mmと基準値の 上限に近く、軌道狂いが最大・4 mm(ヒール部の水準狂い) など全てが基準値の範囲で管理されているが、車両・地上 ともに厳しい条件であった。

また、反復した複数回の通過試験やレール面に付着する ポイントの潤滑油等を脱脂したことより車輪とレールの摩 擦係数が増大する条件であった。

〈3·3〉 フレーム変位量の測定概要

DMVはマイクロバスをベースとしていることから従来 の鉄道車両よりも剛性が低いと考えられる。また、第1報 で標準ホイールベース車の方がロングホイールベース車に 比べて車体剛性が高くなっているとした推測⁽⁶⁾を踏まえ、静 的条件でフレーム変位量を測定した。

(1) 測定装置 図1に測定装置を示す。供試車両の前 ガイド輪左(2位)とレール頭頂面の間に最大で36 mmとな るスペーサを挿入し、車輪を上昇させた。

(2) 測定項目 レール頭頂面から各位のフレーム高 さを測定した。



図2 脱線係数(曲線通過)

Fig. 2. Derailment quotient (Curve).

表 2 車両試験条件(分岐器通過) Table 2. Test Condition of DMV (Crossing).

		標準ホイールベース車	ロングホイールペース市
前後ガイド輪固定軸距[mm]		6092	6817
総重量[kg]		6460 車両5280+乗員 330 +計測機器250+分銅	6460 車両5420+乗員385 +計測機器135+分銅
前ガイド輪軸重[kg]		2219	2280
静止轮重比	前ガイド輪	内軌侧+7.6%	内軌側+19.4%
	後ガイド輪	内軌側+13.1%	内軌侧+36.7%
バックゲージ[mm]		991(前後ともに)	991(前後ともに)



図 1 かさ上げ状況(前ガイド輪左) Fig. 1. Test picture of the Chassis frame.

4. 測定結果と考察

〈4·1〉 曲線通過試験結果

測定結果を図2、図3に示す。図の横軸は速度、縦軸は 脱線係数と輪重抜け割合である。

脱線係数(図2参照)は標準ホイールベース車、ロング ホイールベース車で大きな差異はない。輪重抜け割合(図 3参照)はロングホイールベース車が高い速度域で上昇す る傾向にあるが、重量バランスによるもので内軌側が重い 場合、外軌側が抜け易い。いずれも目安値の範囲内である。

〈4·2〉 分岐器通過試験結果

測定結果を図6~図10に示す。図の横軸は速度、縦軸 は脱線係数や輪重抜け割合、最大横圧である。

脱線係数、輪重抜け割合、最大横圧はリード部、トング レール先端部ともに標準ホイールベース車、ロングホイー





ルベース車で大きな差異はなく、いずれも十分に目安値の 範囲内である。地上では CCD カメラの映像(図4参照)か ら対向進入時のノーズ先端部側面と車輪が軽く接触するこ とを確認した。また、車輪が著大なアタック角で接するト ングレール先端部において、従来の鉄道車両に見受けられ るような金属摩耗粉⁽¹⁾ (図5参照)は見受けられず、背向進 入時のリード部においても反復した複数回の通過試験全て で車輪の浮き上がりは認められなかった。

〈4・3〉 フレーム変位量の測定結果

測定結果を図11に示す。図は最大かさ上げ時のフレー ム高さ変位量である。

2 位の上昇に伴い 1 位のフレーム高さの変位量は標準ホ イールベース車が 7.5 mm、ロングホイールベース車が 7.0 mm で同等なのに対し、3 位のフレーム高さの変位量はロングホ イールベース車が・16.0 mmで標準ホイールベース車の・10.0 mmよりも大きい。これはロングホイールベース車が標準ホ イールベース車よりも長いフレームの拡張分に相当する。

また、4位については、ロングホイールベース車が5.0 mm で標準ホイールベース車の0.5 mmより大きく、フレームの長 手方向ではロングホイールベース車が標準ホイールベース 車よりも剛性が高いことを確認した。これはロングホイー ルベース車のフレーム補強が強固であったためと考えられ るが、2位の上昇に伴う各位の変位量が同値にならないこと から、DMVは線路平面性の狂いに対し十分追従できる剛 性であると考える。



ノーズには白色塗料を塗布し、塗料の剥離により車輪の接触を確認した。

図 4 車輪接触状況(クロッシングノーズ先端) Fig. 4. Contact of Toe of Crossing and wheel.



図 5 金属摩耗粉飛散状況(トングレール先端部) Fig. 5. Test picture of Toe of tongue rail.











図 8 ノーズ先端部(対向進入時) Fig. 8. Toe of Crossing (Facing).



図11 フレーム高さ変位量(最大かさ上げ時) Fig. 11. The twist of the Chassis frame.

6. まとめ

〈6·1〉 曲線通過試験

(1) 脱線係数 標準ホイールベース車とロングホイ ールベース車で差異はなく、いずれもナダール限界(目安値) 以下であることを確認した。

(2) 輪重抜け割合 車両重量バランスが同等という 条件下で、標準ホイールベース車とロングホイールベース 車で差異はなく、日安値以下であることを確認した。

〈6·2〉 分岐器通過試験

(1) 脱線係数 標準ホイールベース車とロングホイ ールベース車で差異はなく、いずれもナダール限界(目安値) を大きく下回ることを確認した。

(2) 輪重抜け割合 標準ホイールベース車とロング ホイールベース車で差異はなく、目安値以下であった。



Fig. 10. Read (Trailing).

(3) ノーズ先端部と車輪の接触 第1報⁽⁵⁾と同様に 車輪がノーズ先端部側面に軽く接触することを確認した。

(4) トングレール・リード部での乗り上がり カメラ による監視において、乗り上がるような事象や金属摩耗粉 は確認できなかった。

〈6・3〉 フレーム変位量の測定

標準ホイールベース車と比較してロングホイールベース 車はシャシーフレーム補強が強固な分、ねじれにくい傾向 であったが、カント逓減 1/100 のねじれに追従できる結果 で、通常、ローカル線が 1/300、本線は 1/700 ということを 踏まえると問題がないことを確認した。

これらの事実を踏まえると、DMVは従来の鉄道車両と 比較して固定軸距やフランジ角度が特異だが、走行安全性 に大きな問題はないことを確認した。また、分岐器通過試 験においては、第1報⁽⁵⁾に加えて分岐器が通常通り整備され ている条件下で問題がないことを確認した。

謝辞

DMVの技術評価に際して、多大なるご教示をいただき ましたDMV技術評価委員会の永瀬委員長、委員のみなさ ま、JR東日本研究開発センター 安全研究所のみなさまに 心より感謝いたします。

文 献

- (1)「東日本旅客鉄道株式会社東北線尾久駅構内列車脱線事故」、鉄道事 故調查報告書 運輸安全委員会、RA2008·02、pp.13·24 (2008)
- (2) 柿沼・永井・荒川:「DMVの本格的な実用化に向けて」、鉄道車両 工業 社団法人日本鉄道車輌工業会,448 号 pp.19-22 (2008)
- (3) 荒川: ROLLING STOCK & MACHINERY 社団法人 日本鉄道車両 機械技術協会、pp.4.8 (2005)
- (4) 荒川·中田·伊藤: RRR (財) 鉄道総合技術研究所, pp.22·27 (2007)
- (5) 中田・柿沼・難波・永井他:「DMVの走行安全性に関する研究(第 1報)」, 社団法人日本機械学会 第16回鉄道技術連合シンポジウム 講演論文集数, No.09-65 pp.671 (2009)