

[特別企画(ミニ講演+ポスター講演)(5)]

フリーゲージトレインの開発

—軌間の異なる新幹線と在来線の直通運転を目指して—

正 [機] 高尾 喜久雄 (FGT 組合)

Development of the Gauge Changing Train System

Kikuo TAKAO, FGT Association. D&F Ochanomizu Bldg.3F 1-1-15, Kanda-ogawamachi, Chiyoda-ku, Tokyo

The Gauge Changing Train system is aimed at through-operation between Shinkansen lines (standard gauge) and conventional lines (narrow gauge). The 1st Gauge Change Train set (GCT) was completed in 1998 to confirm the basic ability of systems. The 2nd GCT was accomplished in 2007 to examine for practical use operation. Both are the experimental 3-motor-car EMU. They are designed to be able to run at a speed of over 270 km/h on Shinkansen line, and 130 km/h on conventional line. We have done a running test on conventional line, and are now taking a high-speed performance test on Shinkansen line.

Keywords: vehicle, gauge changing train, gauge changing system, Shinkansen-conventional line though-operation

1. はじめに

フリーゲージトレインとは、鉄道の線路の幅が異なる新幹線（標準軌 1,435 mm）と在来線（狭軌 1,067 mm）とを乗り換えなしで直通運転できる「軌間可変電車」のことです。この電車には、左右の車輪の幅を標準軌と狭軌の両方の軌間（線路の幅）に変換できる特殊な機構の台車が付いています。日本語では通称 Free Gauge Train（略して FGT）とありますが、英語では Gauge Change Train（略して GCT）といます。

フリーゲージトレインの開発研究は、国土交通省の指導のもとに（独）鉄道建設・運輸施設整備支援機構の委託を受けて、川崎重工、住友金属、鉄道機器、東芝、東鉄工業、ナブテスコ、日本車輛、日立、JR 四国、JR 西日本、JR 九州、鉄道総研の 12 組員で構成するフリーゲージトレイン技術研究組合が行っています。

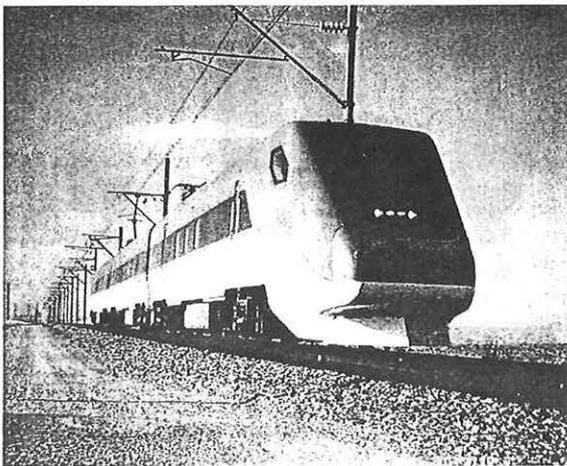


図1 米国プエブロ実験線で高速試験中の軌間可変電車

た。試験電車は、3両編成でも速度 200km/h 以上の高速で連続して走れ、更に自力で走行して新幹線から在来線への軌間変換ができるように、全車両にモータが付いています。

電車の大きさは新幹線と在来線の両方の線路を直通運転できるように、新幹線より小さい在来線の大きさ（車両限界といいますが）に合わせました。車体の長さは、新幹線では 25m ありますがフリーゲージトレインは 20m です。車体の幅も新幹線の 3.4m より狭い 2.9m です。新幹線では交流 25kV、在来線では交流 20kV（東日本地区は 50Hz、西日本地区は 60Hz）または直流 1500V の電源を使うので、これら 5 種類の電源にも対応できるように、交流と直流を切り換える交直切換システムを車上に装備しています。パンタグラフ（架線から電源を取り込む屋根上にある集電装置）は新幹線用と在来線交直流用を 1 台ずつ取り付けてあり、走る区間に応じて使い分けます。（図 1、表 1）

表1 主要諸元表(最初の軌間可変電車)

項目	諸元		
	Mc1	M1	Mc2
形式	Mc1	M1	Mc2
自重	49.4t	42.8t	48.5t
電気方式	交流: 25kV (50/60Hz) / 20kV (50/60Hz)、直流: 1.5kV		
目標最高速度	新幹線区間 270km/h以上、在来線区間 130km/h		
車両全長	23,075mm	20,500mm	23,075mm
車体幅	2,945mm		
車体高さ	3,650mm		
構体構造	アルミニウム合金製 気密構造		
台車方式	操舵機能付DDM駆動 (A台車)	平行カルダン駆動 (B台車)	操舵機能付DDM駆動 (A台車)
力行	VVVFインバータ制御		
ブレーキ	電力回生ブレーキ併用電気指令式空気ブレーキ(応荷重付き)		

2. 世界で最初の軌間可変電車

2.1 最初の試験電車（一次試験車）の概要

最初の軌間可変試験電車は 1998 年 10 月に完成しまし

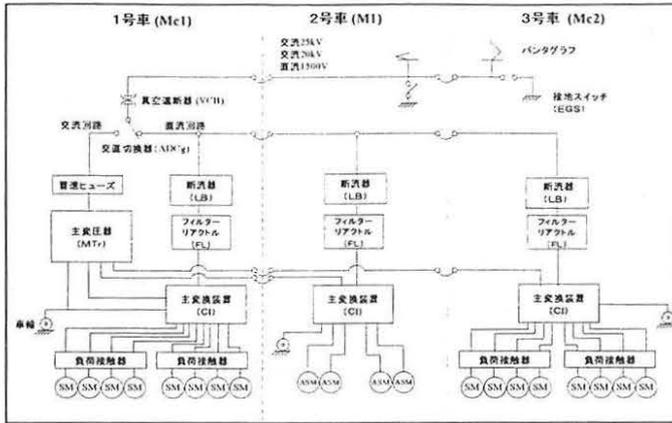


図2 主回路システム構成ブロック図

2.2 車体・艙装および主回路機器

車体はアルミニウム合金でできています。高速でトンネルを通過する際に耳つん（車内の気圧が変動して耳がツーンとなる現象）が起きないように、一般の新幹線電車と同じ気密構造（飛行機のように外からの空気を遮断した構造）としています。車内には腰掛、荷物棚、トイレなどの接客設備はなく、試験用計測器を載せる棚があるだけです。

車両艙装品は一般の車両では床下に取り付けますが、新幹線のパワーを持った交直流電車のため多くの電機装置が必要ですが床下に設置するスペースがなく、主電動機用電動送風機（モータに冷却風を送る装置）、ブレーキ制御装置（空気ブレーキをコントロールする装置）、補助整流装置、充電整流器（交流を直流にする装置）、真空遮断器、交直切替器など一部の機器を車内に設置しています。信号保安装置は、新幹線用の ATC 装置（自動列車制御装置）と在来線用の ATS 装置（自動列車停止装置）を搭載しています。

主回路システムは、交流 25kV と 20kV（共に 50Hz と 60Hz）および直流 1500V の 5 種類の電源に対応できるような車上交直切替システムを採用しています。走行用モータ（主電動機といいます）に電源を供給する電力変換装置は主電動機一つずつを個別に制御する VVVF 制御インバータ（VVVF は Valuable Voltage: 可変電圧、Valuable Frequency: 可変周波数の略）と交流区間用のコンバータを内蔵し、素子は IGBT を使用した 3 レベルの回路で構成されています。（図 2）

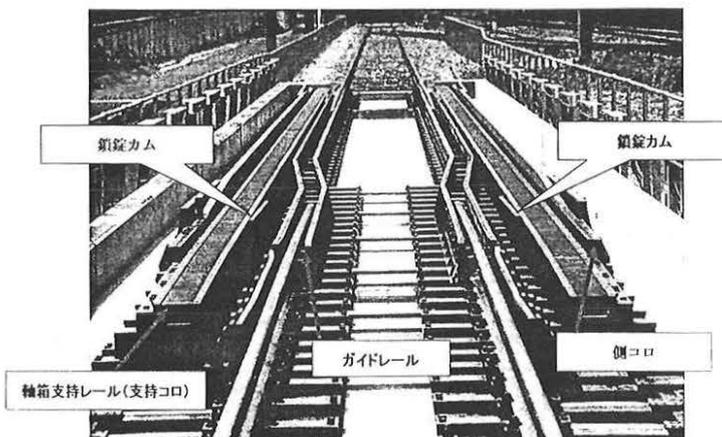


図3 軌間変換装置

2.3 軌間可変台車

台車は独立回転車輪構造の「A 方式台車 RT-X9,X10 形式」と平行カルダン構造の「B 方式台車 RT-X11 形式」の 2 種類を製作しました。（図 4,5,6）

A 方式台車はモータのケーシング（外側の枠）が回転するアウターロータ型の永久磁石同期電動機を車輪に直結させて「車輪ユニット」とした直接駆動式（DDM: ダイレクト・ドライブ・モータ）であり、車軸は回転しません。この構造は左右の車輪が独立なため自己操舵性がないので、曲線通過時の横圧やフランジ摩擦を改善できる操舵装置が付いています。軌間変換機構は軸箱体の中にあるロッキングブロックの“ダボ”という凸型の出っ張りがあり、台車軸箱体にある穴に嵌って車輪の左右間隔を固定する構造で自重によりロックする。軌間変換時は軌間変換地上装置の軸箱支持レールにより車体荷重を支えることで、輪軸が落下してロックを解除し、地上装置で車輪をスライドさせます。（図 7,8）

B 方式台車は誘導電動機と歯車装置を用いた平行カルダン構造のボルスタレス台車で、車軸と車輪間のクロスブラインによりトルク伝達を行う構造の左右車輪一体回転方式です。変換機構は軸箱体と“山の字型のロッキングブロック”の溝にスライドストップが勘合して車輪の位置を固定します。軌間変換時は軸箱支持レールにより車体荷重を支え、ロッキングブロックを車輪とともにスライドさせます。ロック解除はてこリンク式の機構でスライドストップを上下させます。（図 9,10）

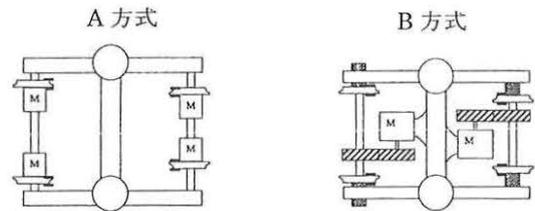


図4 A方式台車とB方式台車の構造比較

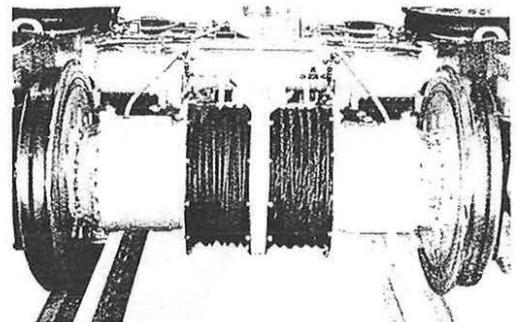


図5 A方式台車 RT-X9,X10(標準軌の状態)

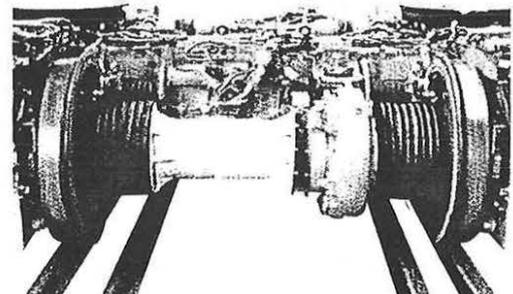


図6 B方式台車 RT-X11(標準軌の状態)

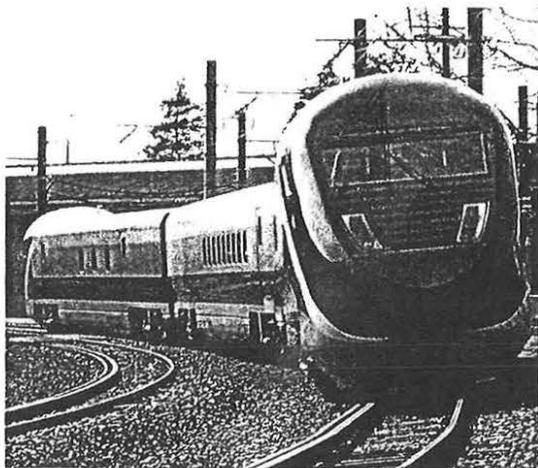


図11 新しい軌間可変試験電車



図12 中間車の客室

4. 走行試験

4.1 在来線走行試験

完成した試験電車は、鉄道総研で確認走行試験を行った後、JR九州小倉工場へ搬入し、2007年4月から2009年4月まで構内走行試験をはじめ日豊本線西小倉～城野～苅田間での本線走行試験を実施し、最高速度 130km/h を達成しました。

4.2 軌間変換試験・新在直通試験

2009年4月に新下関試験基地にて軌間変換試験を行い、台車の変換機構および車両の軌間変換制御機能を確認した後、新八代にある在来線と新幹線とを結ぶ GCT 試験線を用いて新在直通試験を行いました。(図 15)

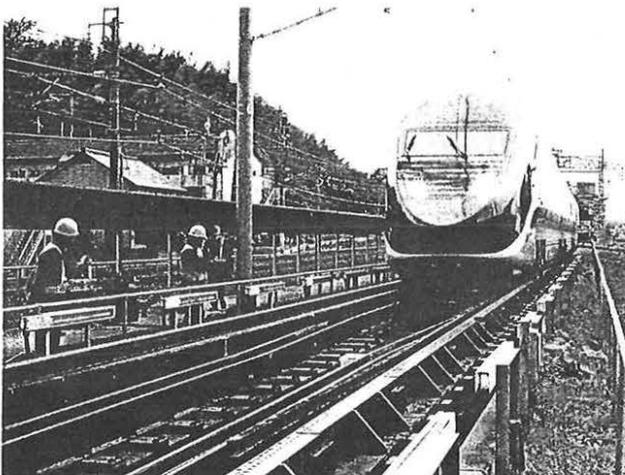


図15 軌間変換試験(新下関試験基地)

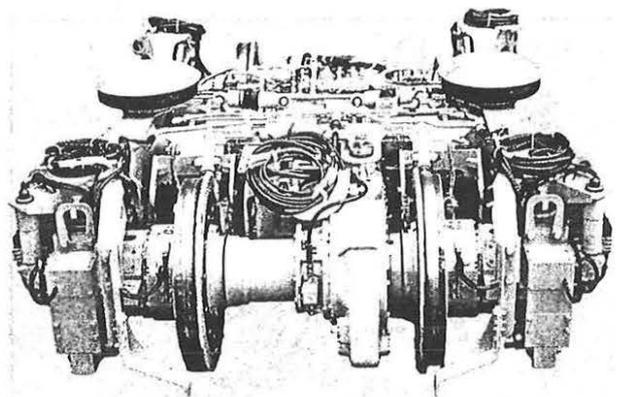


図13 新しい軌間可変台車(狭軌の状態)

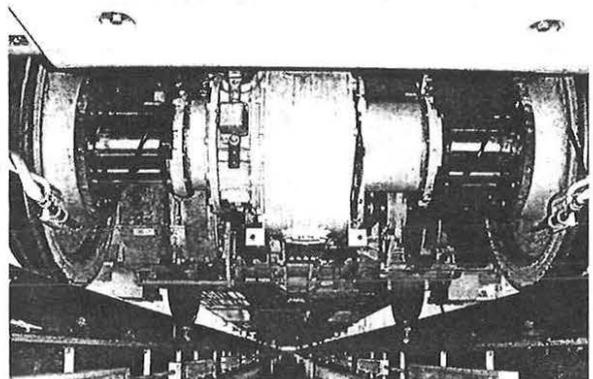


図14 新しい軌間可変台車(標準軌の状態)

4.3 新幹線走行試験

2009年7月より12月末までの予定で、現在、九州新幹線川内～新水俣間で最高速度 270km/h を目指した速度向上試験を実施しています。

5. おわりに

フリーゲージトレインの開発を始めてから約10年間、各種試験装置によるベンチ実験、プエプロ実験線での耐久試験、在来線および新幹線での本線走行試験を行い、軌間可変電車、特に台車の開発に資する貴重なフィールドデータを取得することができました。

今後、わが国の鉄道技術の粋を集め、一日も早くフリーゲージトレイン実用化を目指して開発研究を推進していく予定です。

参考文献

- 1) 高尾喜久雄, 潤賀健一; 軌間可変電車の概要, 総研報告 第14巻 第10号, pp.13-18, 2000.10
- 2) 高尾喜久雄, 徳田憲暁, 潤賀健一, 秦広; 軌間可変電車の概要, RRR, pp.12-21, 2003.5
- 3) 高尾喜久雄; 軌間可変電車の開発, 鉄道車両工業, 第433号, pp.23-28, 2005.1
- 4) 高尾喜久雄; 軌間可変電車の開発, JR ガゼット, vol.215, pp.40-44, 2005.2
- 5) 高尾喜久雄, 潤賀健一; 軌間可変電車の概要, OHM, 第32巻 第3号, pp.40-49, 2005.3
- 6) 高尾喜久雄; フリーゲージトレインの開発, JREA, VOL.49, pp.31373-31379, 2006.1
- 7) 徳田憲暁; 軌間可変台車, R&m, VOL.15, pp.49-53, 2007.7