

# [基調講演]

## 超電導磁気浮上式鉄道の開発の現状

CURRENT STATUS OF SUPER CONDUCTING MAGLEV

正[機] ○白國 紀行 (東海旅客鉄道)

Noriyuki SHIRAKUNI, Central Japan Railway Company

The Superconducting Maglev system is an innovative transportation means in which trains can be levitated and operated at a speed up to 550 km/h. Running tests of the Superconducting Maglev have been conducted for five years for the purpose of evaluating its practicability. In March 2000 the Technical Evaluation Committee of the former Ministry of Transport(MOT) approved that the Superconducting Maglev had reached the level of practical use in technical aspect. Now, further developments for cost reduction and improvement in aerodynamic characteristics are being carried out. New-type vehicles were introduced to the Yamanashi Maglev Test Line in summer 2002. In addition, running tests of these vehicles were put in practice at speeds up to 550km/h, and the expected performance of the vehicles was confirmed. New-type sidewalls, new-type ground coils, and high efficient converters were introduced in autumn 2002, and the expected performance of each was confirmed. This paper deals with the progress in the development of the Superconducting Maglev system.

Keyword: Superconducting Maglev, innovative, transportation, vehicle, practical, 550km/h, aerodynamic, development

### 1. はじめに

1997年4月に山梨実験線において走行試験を開始した超電導磁気浮上式鉄道(以下超電導リニアと称す)は最高速度552km/hを達成するとともに、2003年には累積走行距離:30万km、累積試乗人員:6万人に達し、着実に実用化に向けた技術開発が進んでいる。ここでは、超電導リニアの開発の現状について紹介する。

### 2. 山梨実験線の概要

#### 2.1 地上設備

山梨実験線は、将来の実用化に向けた評価を行うため、トンネル、橋梁、曲線、勾配を備えている(Fig.1)とともに、その約2/3は複線であり、すれ違い走行試験の実施が可能である。地上コイルは推進コイル及び浮上・案内コイルをガイドウェイに沿って両側に配置する側壁浮上方式を採用している。実験線の全体計画は42.8kmであるが、現在、走行試験は先行区間(18.4km)において行っている。

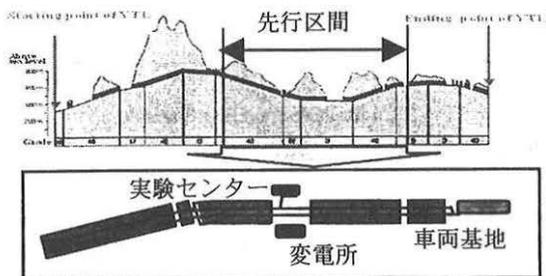


Fig.1 Yamanashi Test Line

#### 2.2 試験車両

Fig.2は試験車両MLX01である。良好な空力特性を得るため、2種類の先頭形状を開発し、また、断面積は新幹線より小さく(約80%)した。また、軽量化を図り、中間車両の車両重量は新幹線の約半分である。また、1995年に第一編成3両、1997年に第二編成4両、及び、2002年に先頭車、中間車各1両を投入している。

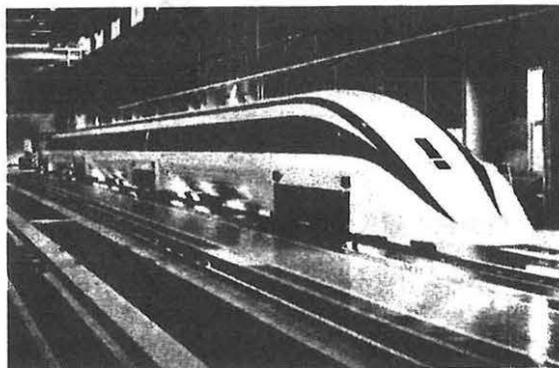


Fig.2 Maglev Train MLX01

### 3. 走行試験

走行試験は1997年4月に開始し、当初の3年の試験内容はTable1のとおりであるが、第1編成を使用した走行試験は、9ヶ月後の12月24日には無人走行ながら設計最高速度である550km/hを達成した。2年目には第2編成を投入し、2編成の制御を行う等、総合機能試験を行った。1999年4月14日には、5両編成による552km/hの有人世界最高記録を達成した。同年11月16日には2編成によるすれ違い相対速度1,003km/hを記録した。

Table 1 Schedule of the first three-year period

1997年度	1998年度	1999年度
基本走行試験		
	総合機能試験	
	信頼性確認試験・その他試験	

#### 4. 技術評価

走行試験の開始に先立ち、運輸省（当時）は、実用技術評価委員会を設置した。2000年3月には、実用技術評価委員会は超電導リニアについて、「超高速大量輸送シス

テムとして、実用化に向けた技術上のめどは立ったものと考えられる」との評価を行うとともに、以下の項目を今後の課題とし、更なる走行試験と開発の継続の必要性を示した。

- (1) 信頼性確認試験を引き続き実施し、長期耐久性の検証をより深める。
- (2) コスト低減に関わる技術について、走行試験等を通じて検証する。
- (3) 車両の空力的特性の改善に関わる技術開発について、走行試験等を通じて検証する。

上記の指摘事項に基づき、引き続き5年間の走行試験（第2期）を行うことが決定され、現在、山梨での走行試験を継続して実施している。（Table2）

Table 2 Another five-year test plan

年度	2000	2001	2002	2003	2004
信頼性・耐久性の検証					
コスト低減技術	地上コイル			特性確認試験・開発	
	高電力変換器開発			特性確認試験・開発	
	位置検知システム開発			特性確認試験・開発	
	ソフトウェィ構造の開発			特性確認試験・開発	
車両の空力的特性の改善技術	頭車・中間車改良			特性確認試験・開発	
	風洞データ取得				

#### 5. 現在の状況

##### 5.1 信頼性と耐久性の検証

現在、超電導リニアは第2期の4年目にあり、年間約150日の走行試験を実施している。累積走行距離は、2003年7月26日に30万kmに達した。Fig.3及びTable3は走行試験開始以来の走行距離についてのデータであり、これらのデータから超電導リニアが高い信頼性を備えていることがわかる。また、1日の最大走行距離は1,200kmを越えている。

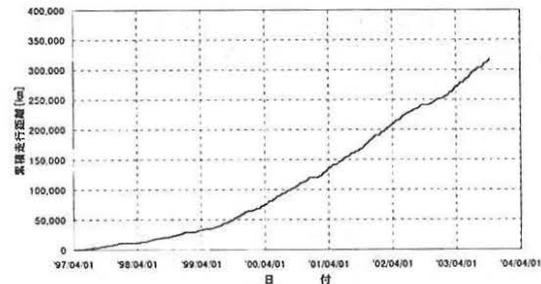


Fig.3 Cumulative traveling distance

Table 3 Traveled distance

	距離	記事
累積走行距離	317,781 km	2003.10.10現在
年間最長走行距離	72,689 km	2001.4~2002.3
1日最長走行距離	1,219 km	2003.3.25

##### 5.2 試乗会

試乗会は1998年5月に開始したが、これまで1度も運休することなく1000回以上の試乗会を開催し、試乗者数は6万人を超えている。また、当初は最高速度が450km/hであったが、2003年4月以降、最高速度を500km/hとしている。Fig.4及びTable4に試乗者のデータを示す。

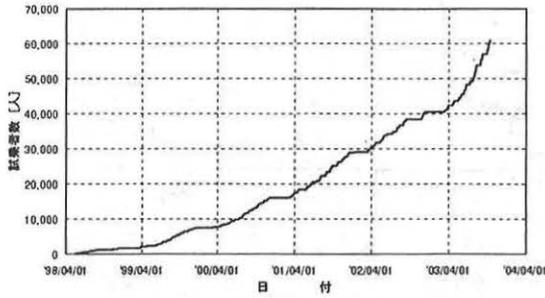


Fig.4 Cumulative number of passenger

Table 4 Trial ride passenger

	試乗者	記事
総試乗者数	60,924	2003.10.10現在

## 6. 新しい技術

第3章で述べた実用技術評価委員会の報告に基づいて、超電導リニアの営業線実現に向けて様々な技術開発を実施してきた。技術開発の結果、新しい技術を山梨実験線に導入し、現在、システムの完成度を更に高めるために、データ取得が行っている。この章ではその技術の一部を紹介する。

### 6.1 車両

2002年夏、山梨実験線に先頭車1両、中間車1両、計2両の新しい車両を投入した。先頭車の写真をFig.5に示す。車両の先頭部は空力特性の改良効果を確認するためにできる限り長い形状としている。また低周波の空気振動を低減するためにFig.6に示すように、従来の丸型断面とは異なる下部を角型とした断面を採用している。

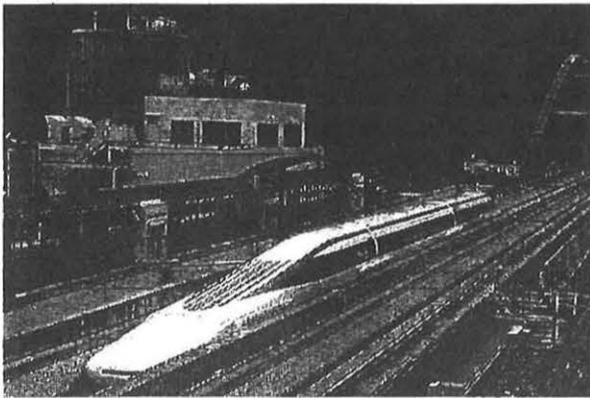


Fig.5 New type leading car(MLX01-901)

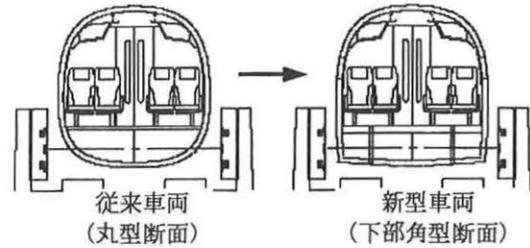


Fig.6 Variation of cross section of vehicles

### 6.2 ガイドウェイ

山梨実験線においては、これまで3つのタイプのガイドウェイを採用しているが、それぞれ構造及び地上コイルの取付方法が異なるとともに、得失がある。2002年の秋に山梨実験線に導入した新型ガイドウェイは、Fig.7に示すように断面形状が逆Tの字となっている。このガイドウェイは重量、コスト、設置の容易さ、メンテナンス等の面で従来形状より優れている。

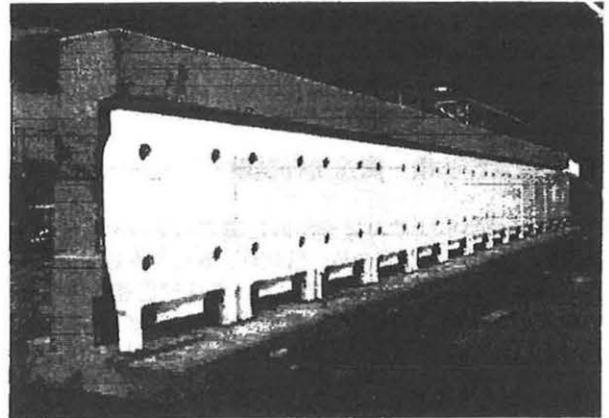


Fig.7 New type of sidewall

### 6.3 地上コイル

現在の地上コイルは二層推進方式としているが、構造・構成を簡略化するために、単層推進方式を開発した。単層推進方式では、コイルの数を削減するとともに、コイル自身の大きさも小さくし、製造時及び設置時におけるコストを削減することができた。また、これらのコイルは新型ガイドウェイに取り付けている (Fig8, 9)。

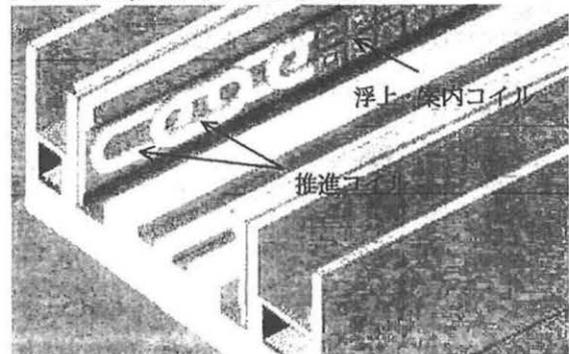


Fig.8 Double-layered arrangement (Present)



Fig.9 Single-layered arrangement (New)



Fig.10 Chuo Shinkansen Plan

## 6.4 高効率変換器

車両を駆動するための電力変換器にはこれまでGTOサイリスタを使用していたが、変換器の効率は運営コストに直結するため、効率の向上は重要な課題である。そのため、一部の交換器に新しい素子 (IEGT) を採用した。IEGTを使用することにより、スナバ回路や冷却装置といった周辺機器を簡略化することが可能となったため、製造コストを抑え、小型化、省電力化することができた。

## 7. 連続走行試験・高速走行試験

将来の営業線設備の最適設計に資するデータを取得するため、より高度な安全性、信頼性、耐久性を確認するための試験を今年末に計画している。具体的には従来の1日の最長走行距離の約2倍とする「連続走行試験」及び従来の最高速度を上回る「高速走行試験」を予定している。

## 8. 中央新幹線計画

全国新幹線整備法に基づく計画路線の1つに中央新幹線がある。Fig.10に東海道新幹線及び中央新幹線予定ルートを示す。JR東海は中央新幹線に超電導リニアの技術を適用し21世紀の日本経済社会を支えるインフラとして整備されるべきと考えている。中央新幹線は東海道新幹線と並び、東京、名古屋、大阪の三大都市圏を結ぶ新しい交通動脈となることが期待されている。

中央新幹線が実現されれば、リニアによりこれらの3つの地域は1時間以内で結ばれることとなる。

## 9. まとめ

将来、超高速輸送機関として中央新幹線に適用すべく、超電導リニアの走行試験は、大きな問題もなく順調に推移している。2000年3月、実用技術評価委員会は超電導リニアシステムに対し、実用化に向けた技術上のめどは立ったとの評価を示した。以来、現在まで、システム全体の改良に向けて更なる技術開発を行ってきたが、新しい技術を2002年に山梨実験線に導入し、走行試験を通じて検証しているところである。これらの改良技術は将来の営業線に反映していく予定である。

なお、これらの技術開発は、国庫補助を受けて行われたものである。

## 10. 参考文献

- [1] Osada, Y., Gotou, H., Sawada, K.: Outline of Yamanashi Maglev Test Line and Test Schedule, *MAGLEV'98*, April 1998
- [2] Nakashima, H., Isoura, K.: The test results and plan of Maglev development in Japan, *MAGLEV 2000*, June 2000
- [3] Kaninishi, K., Takahashi, K., Seki, A., Osada, Y., Tanaka, T.: Main Test Results on the Yamanashi Maglev Test Line, *MAGLEV 2000*, June 2000
- [4] Miyamoto, M., Fufuki, T.: The Status of the running tests of JR-Maglev, *6th ISMST*, October 2001
- [5] Seki, A., Tsuruga, H., Inoue, A., Kaminishi, K., Mizutani, T., Furuki, T.: The Status of the development and the running tests of the JR-Maglev, *MAGLEV 2002*, September 2002
- [6] Seki, A.: Remarkable Progress of the JR-Maglev System, *Eurail Speed 2002*, October 2002