

「リニア新幹線」：限界技術のリスク

武蔵野大学 工学部 阿部修治

2019/02/08

0. はじめに

- ・「限界技術」 --- 限界を迫及するチャレンジ

成功して素晴らしい社会的価値が得られる可能性もあるが、失敗はつきもの。

失敗を認めず突き進めば、限界まで無理を重ねる技術となり、社会的に大きな損失（場合によっては災害）につながる。

- ・成功と失敗の差はどこから生じるか

開発段階では紙一重 → 見極めを誤ると大きな差に

成功する技術：センスが良い→協力が広がる→柔軟に発展する→普及していく

失敗する技術：センスが悪い→単独で無理をする→硬直していく→衰退していく

- ・「JR リニア」はどちら？

1. マグレブ技術の評価

- ・マグレブ（磁気浮上式鉄道）の技術チャレンジ：基本技術は1960年代にある程度完成

- ・低速用：時速100km程度（愛知リニモなど）

- ・高速用：時速300km程度（トランスラピッド、上海マグレブ）

- ・見えてきた最大の課題：コスト

トランスラピッドはシンプルなシステムであるが、それでもコストで鉄道との競争に負けた。

- ・「JR リニア」：超高速（時速500km）で鉄道を超越することを目指す？ →市場はあるのか？

2. コンセプトとしての限界

- ・鉄道：地域を線で有機的に結ぶ。「沿線」という考え方。

- ・航空機：遠く離れた地域を点と点とで結ぶ。「多点間ネットワーク」という考え方。

- ・マグレブ：その両方のメリットを兼ね合わせられれば成功だが…

・「JR リニア」：どちらのメリットもない。沿線の各地域を結ぶという発想はない。多点間ネットワークを作るにはコストがかかりすぎ、経路の自由度もない。

3. 「JR リニア」限界技術の評価

①エネルギー消費が過大

一人当たり輸送するのに現行新幹線の4倍のエネルギー消費

（減らす努力はあまり見られない。減らすことに限界もある。）

全線のガイドウェイに設置するリニアモーターの規格を一旦決めると、エネルギー性能がほぼ決まる。

1980年代に山梨実験線で採用した規格に縛られて変えられない技術の硬直性。

（通常の鉄道では車両に搭載されるモーターの改良が進む。）

②騒音・振動が過大

- ・空気抵抗のエネルギーが車体と気流の振動エネルギーに変わる。
- ・時速 100km 以上の高速走行では「空力騒音」が支配的になり、走行速度の 5～6 乗に比例して大きくなることが知られている。(速度が 2 倍になると騒音レベルが 17 dB 程度増加)
 - 周辺への騒音が大きいため、地上部分もほとんど防音フードで覆わざるを得ない。
- ・振動：空力および磁気ばねによる振動（乗り心地の問題）
- ・地下区間での振動の地上への伝わり方は地盤や地質など場所によって異なる。

③誘導浮上コイルの限界

- ・停止～準高速（時速 150～200km）までは浮上力が弱く、車両が沈み込む。
 - ・その一方、大電流が流れて推進抵抗力（磁気抗力）は逆に大きくなる。
 - （つまり、十分に浮上できず、加速できず。）
- 低速走行時には車輪を出して車両を持ち上げ、支えるという複雑なシステムを採用。
高速走行時のほうが車体が沈み込む設計のため、車輪を格納しなければならない。
- 頻繁な車輪の出し入れという機械動作を伴い、一定の故障の確率も生ずる。
（比較：トランスラピッドは常時浮上できるため、このような機械動作部分を持たない。）

④磁場の影響

- ・車両の超強力磁石（超伝導磁石）
 - 緊急時や点検時に、下手に車体に近づくことができない。
 - 磁場の人体への影響（特に室内の車両端付近、すれ違い時の対向列車からの振動磁場）
- ・地上コイルからの電磁波
- ・長時間影響を受け続ける乗務員

⑤ガイドウェイ方式の問題点

- ・脱線の心配が少ないという意味はあるが、コスト高の一因。（トランスラピッドはモノレール方式）
- ・もし障害物と衝突したとき、分裂した障害物の破片がガイドウェイ内部の車両下部に巻き込まれやすく、車両の 2 次的・3 次的な損壊から大事故に至るリスクもある。
- ・経年劣化や地震などにより、ガイドウェイ自体が損壊して障害物と化すリスクもある。
- ・コイルの樹脂モールド（プラスチック）は難燃性とはいえ可燃物であるので、火災が初期消火できなかった場合に延焼・有毒ガス発生の危険性がある。（特にトンネル内火災の危険）

4. 単独技術というリスク

- ・技術競争がない。
- ・大量普及によるコストダウンも期待できない。
- ・航空機のような経験の蓄積もなく、安全基準が定められていない。
- ・秘密主義（非公開技術が多い）。
- ・公共輸送機関という公的認識の欠如（住民の納得なき建設強行）

5. 事故のリスク

- ・地震国で時速 500 km の非常識（飛行機のほうがよほど安心）
- ・すれ違う対向列車の相対速度は時速 1000 km にもなる。もし衝突したら？
- ・事故の拡大連鎖のリスク（小さな衝撃→超伝導コイルのクエンチ→浮上力消失…）
- ・遠隔操作の誤動作のリスク（ポイント切り替えなど）
- ・緊急用ブレーキは緊急時にうまく動作するか？
- ・ガイドウェイがあるから安心か？

6. ほとんどトンネルという限界インフラ

- ・山岳国日本で時速 500km 用の直線路という無理
 - 地理的特性を無視した長大山岳トンネルという無理。自然環境の破壊。
- ・新幹線に比べて、車両の断面積はより小さく、トンネルの断面積はより大きくせざるを得ない。
 - 掘り出す土砂量が膨大になる。
 - 水源への影響も大きい。
- ・トンネル火災のリスク
- ・緊急停止時、事故時に緊急車両のアクセスが困難
- ・トンネルと地上部分の境目：地震時の揺れ方の違いでガイドウェイ変形が最も起こりやすい。

7. 維持管理と老朽化の問題

- ・超伝導コイルと地上コイル：車両の重量を支え、加減速するために大きな磁気力が作用する。
（鉄道車両では鉄の車輪と鉄のレールにかかる力を「コイル」が担う。）
- ・車両が通過するたびに風圧・振動も受ける。
- ・強い力を受け続けることによる経年劣化リスク（コイルパネルの構造体や固定ボルトなど）。
- ・安全のため、航空機並みに精密な点検と保守に十分なコストをかける必要がある。

8. 結語

- ・マグレブはシンプルなシステムでもコスト的に見合わないことは 30 年前に明らかであった。
- ・独自技術にこだわったため、さらに複雑で高コストなシステムとなった。
- ・にもかかわらず、建設を強行決定したため、その後は限界的な無理を重ねている。
- ・今後、建設費が大幅に増えたり、建設期間が延びたりする可能性がある。
- ・それとともに、住環境や自然環境の保全のためのコストや、安全のためのコストが切り下げられる恐れがあり、継続的に監視していく必要がある。