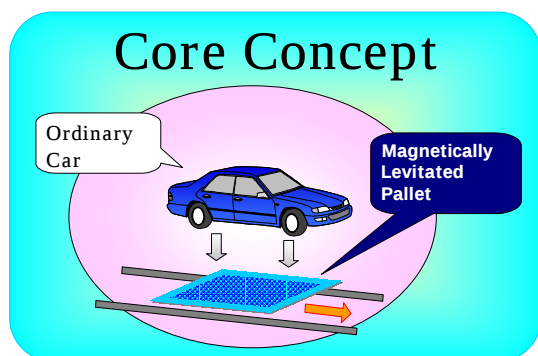


磁気浮上道路の開発方向性に関する基礎的研究

国土交通省 国土技術政策総合研究所 正会員 水上幹之

1. 研究目的

自動車交通は、地上の交通システムとして、人流・物流の最も主要な交通機関となっている。他方、環境問題や渋滞・交通事故など、諸問題を抱えていることも事実であり、様々な解決策が求められている。著者は、自動車の個別輸送において、タイヤ走行によらず、磁気浮上走行を実現する道路タイプの磁気浮上交通システムを提案してきた。磁気浮上交通は、今まで、鉄道タイプのも



図—1 磁気浮上道路のコア・コンセプト例

のが検討されてきているが、磁気浮上技術そのものは、様々な交通に応用可能なサブシステム技術であり、道路タイプにも適用可能である。本論で述べる磁気浮上道路とは、簡潔に言及すると図—1に示すように、パレット等に個々の自動車を搭載し、そのパレット等が、磁気浮上で自動走行するという新しいコンセプトの自動車道路交通システムのことである。磁気浮上道路は、超高速走行、省エネ、低コスト、長寿命、低環境負荷など、従来の道路交通とは全く違うパフォーマンスを有する交通システムとなり得る。このような革新的な交通システムの開発にあたっては、従来の経験則が通用しない面が多い

ので、試行錯誤的に進めざるを得ない面がある。交通システムの開発は、社会システムの開発であるので、世論の支持が必要不可欠であるとともに、路線の建設前に、相当期間にわたる実物大の実験が不可欠となる。しかし、実物大の実験を始める前に、開発の方向性を見極めておく必要がある。将来、手戻りが生じるような場合であっても、そのリスクが最小限で済むように、各々の開発フェーズにおいて、絶えずフィードバックを掛けながら、段階的に開発していくことが重要である。基本的方向性の検討を行ってれば、全体のスキーム上から照らして、各々の無駄を極力排除することができるばかりでなく、将来のフェーズにおいて、問題が生じた場合であっても、それが、どの段階で、どのような原因によって生じたのか、問題をより鮮明に明確化・特定化できるので、対応が容易なこととなる。本論は、上記の観点のもと、磁気浮上道路の開発の方向性について、コア・コンセプトを土台としながら基礎的な検討を行ったものである。

2. ブル発想と交通性能について

技術開発には、延長線上のプッシュ型開発と未来からの発想に基づくプル型開発がある。プッシュ型開発とは現状の課題を抽出し、その課題を解決するためにはどのようにしたらよいのかというフローに基づく技術開発である。未来からの発想に基づくプル型開発とは、交通に対する究極的な理想像からの展開による技術開発である。磁気浮上道路は、タイヤ走行ではなく、磁気浮上走行という新しい走行形態であり、未来からのブル発想に基づく技術開発に適している。いかなる理想的な交通システムであっても、個々の交通性能の事項にブレイクダウンすることができる。交通システムのような社会システムを対象とする場合、性能：Performanceを表す性能指標は、機能価値：Function Value とコスト：Cost との関わりにおいて、整理した方がよい。ジェットエンジンを搭載した自動車は、今の航空機並の速度を出すことが可能であり、速度性能は通常の自動車よりも優れていると言えるが、コストを加味した上での性能では、現行の自動車と比べた場合、速度性能が優れているとは言えない。性能に関して、従来、あいまいであったこのような混乱を避けるため、本論で論じる交通性能指標（Performance Index）とは、下記によって表されるものと定義した。

キーワード：磁気浮上、リニアモーター、ブル発想、ブレイクスルー、動く道路

〒305 つくば市 大字旭1番地 国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター

TEL 0298-64-2211(3861) FAX 0298-64-0565

$$T_{pi} = \frac{T_{fi}}{T_{ci}} \quad \text{ここで、} T_{pi} : \text{交通項目 } i \text{ における交通性能指標、} T_{fi} : \text{交通項目 } i \text{ における交通機能価値、}$$

$$T_{ci} : \text{交通項目 } i \text{ にかかるコスト}$$

3. 全体システム/サブシステムについて

さて、機能とコストの間に存在するのが、対象となるサブ・システムである。例えば、速度の項目に関して、主要となるサブシステムは、推進システムである。推進システムは、最も根幹的なサブシステムであるが、目標とする速度によって、構築するシステム構造が変わり、橋梁構造などの主要構造物も変わってくる。従来、新しい交通システムはパッケージ化され、ひとつの全体システムとしてコマーシャライズされて来た傾向があるが、それぞれのサブシステムがモジュール化されうる現行の技術レベルにおいては、各サブシステムをひとつの構成要素として捉え、全体システムは、それらの組み合わせによって、構築・達成されるシステムであると解釈した方が良い。パッケージ化された性能と、個々のサブシステムの性能とを明確に分離しておけば、例えばひとつのパッケージ化された交通システムのパブリックアクセプタンスに問題がある場合、個々のサブシステムを組替えることによって、パッケージ化された性能を容易に変え得るので、課題に対応できる。言い換えるならば、個々のサブシステムがサブシステムとして確立している場合、全体システムは、それらの組み合わせによって変幻自在のシステムとなり、その全体としての性能はいかようにも対応できることになる。

4. プル発想による速度目標の検討とサブシステムの選択

プル発想とは、究極の理想からの発想である。従って各目標を設定する場合は究極をまず見出し、何がその究極を阻害する要因となるのか、あるいはどのような対応を行えばその究極の目標が達成し得るのか、システム的な検討を行っていくことになる。速度を例として検討すると、エネルギーなどのコストが余計に掛からないのであれば、速ければ速い方が交通性能としては良い。その意味で、究極の目標速度は光の速度ということになるのだが、地上における究極目標速度は、第1宇宙速度の秒速 7.8km ということになる。これ以上速度を上げると、引力よりも遠心力が勝ってしまい、浮上どころか逆に押さえるエネルギーが必要となる。しかし、この速度を達成するためには、膨大となり兼ねない空気抵抗を減らすべく、真空チューブを用意する必要がある。真空チューブは現行の技術で施工不可能な技術ではないが、コストが掛かると同時に、安全性の面で様々なフェイルセーフ機構が必要となり、その分だけコストとなって跳ね返る。また、自動車もそのまま真空チューブの中には入れられないので、自動車用のカプセルを用意しなければならない。また、カプセルだとそれ相応の空間占有コストとして跳ね返る。真空チューブだと、極超高速まで対応可能なリニア同期モーターが適しているが、リニア同期モーターは基本的には1変電所あたり1車両走行なので、この点について多数の個別輸送に対応できるように新たにシステムを開発することが課題となる。さて、真空チューブを用いないシステムであれば、速度の限界は主に空気抵抗と推進エネルギーとの兼ね合いによって、理想とする目標速度が定められるが、自動車を対象とする場合は、それに加え、フロントウィンドウの耐空力性能によって規定される可能性が出てくる。フロントガラスの耐空力速度は、特に定まてはいないが、凡その自動車の速度メーターで示されている最高速度が 180km/h 程度であること、空気抵抗は速度の2乗に比例し増大し 200km/h と 300km/h とでは2倍以上の推力を有する設備投資が必要となること、新幹線の例を見て判るように、210km/h と 300km/h とでは車体の空力デザインを相当違うこと等から、真空チューブを用いない場合は、200km/h 程度がひとつの大きな目標速度ということになる。この程度の速度だとリニア誘導モーターで十分に対応可能な速度であり、個別輸送にも適し、コスト的にもコイルの施設が不要なので、リニア誘導モーターが選択される。

5. 今後の課題

コア・コンセプト、プル発想を基本として、速度の項目について検討を行ったが、他の交通性能項目についても検討を重ね、磁気浮上道路の開発の基本的方向性を見出していく予定である。

参考文献

- 1) 正田英介、藤江恂治、加藤純郎、水間毅 共著「磁気浮上鉄道の技術」オーム社 1992.9
- 2) 梶原拓、日比野省三 共著「ブレイクスルー」講談社 1993.11
- 3) 水上幹之「磁気浮上道路 ～ 」道路、日本道路協会 1998.10～1999.1