

減圧トンネル利用超高速鉄道システムへの展望

次世代鉄道システム研究グループ

Focusing on High Speed Railway System Running in "Depressurizing Tunnel"

Advanced Railway System Research Group

Technological development on high speed railway system running at the speed of more than 500km/h has not been carried out. Focusing on key technology "depressurizing tunnel" to decrease air resistance, which was newly studied by the Japan Society of Civil Engineers taking into account some research achievements obtained so far in Japan and some other countries, the study group on railway system for next generation established under the cooperation between Japan Society of Civil Engineers, Mechanical Engineers and Electrical Engineers has started to investigate the combination with brand new driving system and clarify the difficulties to lead commercial operation. This paper describes that the case study on short distance system based on Swiss Metro project and some ideas.

キーワード：高速鉄道，減圧トンネル，リニアモータ，磁気浮上，スイスメトロ

(Keywords, high speed railway, depressurizing tunnel, linear motor, magnetically levitation, Swiss Metro)

1. はじめに

鉄道の高速化については、各国の高速鉄道網の整備や時速 500km で走行する超電導リニアの実用化など、積極的に実施されているところであるが、時速 500km を超える高速化を目指す技術開発はあまり行われていない。

そこで、これまでの国内外における研究成果を踏まえ、最近土木学会で改めて検討されたことがある空気抵抗低減の切り札の「減圧トンネル」⁽¹⁾⁽²⁾に着目し、最新の駆動方式との組み合わせや実現までの問題点を明らかにすることを目的とした検討を深度化させるべく、「次世代鉄道システム研究グループ」*を中心にそれぞれの専門家集団である電気学会および機械学会にも調査専門委員会等を立ち上げて議論を進めることとしている。

そこで、今後の技術開発にむけて過去の検討結果や今後の課題などを関係者で討議することにより方向性を明確にすることをセッション設置の目的とする。

本資料では、検討すべき技術的課題や以前検討が進められていたスイスメトロの内容に触れるとともに、ケーススタディとして有望な短距離システムの事例として各自治体の構想を紹介する。

※「次世代鉄道システム研究グループ」

空気抵抗低減の切り札の「減圧トンネル」に着目して次世代の鉄道システムの検討を行うグループ

発起人

日本大学	中村 英夫	教授 (電気学会)
東京大学	中野 公彦	准教授 (機械学会)
鉄道総研	石田 誠	軌道技術研究部長 (土木学会)
(株)タマナレッジ	藤江 恂治	代表
事務局	鉄道総研 岩松 勝	浮上式鉄道技術研究部長

2. 検討対象

最初に、対象とする速度を規定する。図 1 に、通常トンネルにおけるトンネル断面積比と走行抵抗の関係を示す。トンネル内における空気抵抗は圧力波の影響で非定常であるため、等速走行中の平均値を示した。図中で白抜きのプロットは列車とトンネル内流れの相対速度が局所的に音速を超えており、計算に用いたシミュレーションの適用範囲を超えている点を、*印は適用可否の限界値を示している。断面積比が同じ条件では、空気抵抗はほぼ速度の 2 乗に比例することが確認できる。したがって、速度の限界は音速以下とし、500km/h~900km/h を対象とする。

次に、種々の課題を解決していくためには対象を絞って議論することが得策であることから、駆動方式と支持方式をパラメータとして検討対象を整理することとした。表 1 にその分類を示す。駆動方式は、回転型モータとリニアモータに分類し、リニアモータはそれぞれ誘導型、同期型、車上一次、地上一次に細分化した。支持方式は、鉄輪で支持する在来型鉄道と磁気吸引式浮上及び電磁誘導式浮上に分類した。その分類でのデメリットがある場合に () で記

表 1 検討対象の分類

駆動方式		支持方式				
		鉄輪方式	磁気吸引式 浮上 (EMS)	電磁誘導式 浮上 (EDS)		
			常電導技術	超電導技術	常電導技術	
駆動方式	回転型モータ (誘導機, 同期機)	在来方式鉄道				
	リニア誘導 モータ	車上一次	リニア地下鉄 (端部効果)	HSST 仁川 Maglev		
		地上一次		工場内搬送機	(端効果は無いが 2 次側励磁のため 力率・効率が同期モ ータに劣る)	(同左)
	リニア同期 モータ	車上一次	(地上一次に比べ メリット無い)	スイスメトロ	(地上一次に比べ メリット無い)	(同左)
		地上一次		Transrapid, スイスメトロ	JR-MAGLEV	GA Maglev (永久磁石界磁)

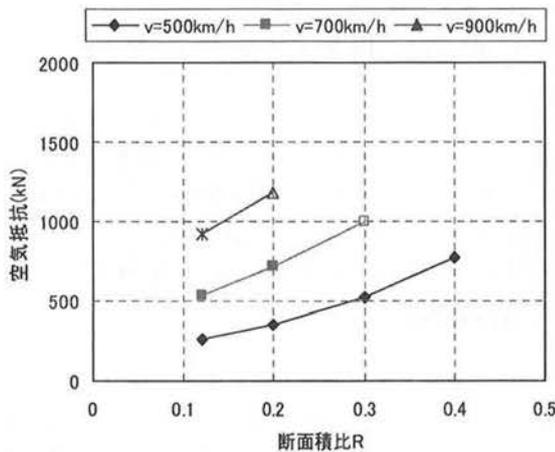


図 1 通常トンネルにおける空気抵抗⁽¹⁾

述してある。空白は事例がない領域である。

今回のシステムは、トンネル内を減圧するといった土木構造物に関わる課題の他に、500km/h 以上の高速域での未知の課題も存在する。主な課題例を表 2 に示す。なお、この課題は支持方式の区分はしていない。分類も機能別と分野別が混在している。これらの中で、例えば車上に給電するシステムの場合だと高速域での集電方法が課題となる。したがって、高速が可能なシステムは限られてくる。今後の検討の中では、そのような課題の抽出を行い、可能性の高いシステムに絞った議論を行うこととする。

3. おわりに

今回検討を進める減圧トンネル利用の超高速鉄道については、スイスにて過去に検討が行われたことがある⁽²⁾他にも、最近では中国でも真空チューブの研究が進められているとの報道⁽⁴⁾もある。また、国内に目を向けると、減圧では

表 2 主な検討課題

	主な課題
はしる	<ul style="list-style-type: none"> ・ 乗り心地の確保 ・ 架線/パンタグラフ系の離線の克服 ・ 蛇行動安定性の確保 ・ 輪軸軸受の潤滑
まがる	<ul style="list-style-type: none"> ・ 車体傾斜等による快適性確保 ・ 曲線通過の脱線安全性 ・ 曲線部の摩擦低減
とまる	<ul style="list-style-type: none"> ・ 機械ブレーキの性能向上 ・ ブレーキ方式 (空気式) の改良 ・ 回生失効の対策
構造物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 減圧を考慮したトンネル設計 ・ ホームとの接続
車両	<ul style="list-style-type: none"> ・ 車体の気密性確保 ・ 減圧大気に対する車体形状 ・ 空調システムの排熱 ・ 諸改良にともなう軸重の増大
基礎	<ul style="list-style-type: none"> ・ 超高速運転時の接触力学の再検討 ・ 減圧下での接触力学 (クリープ力特性等)

ないものの神奈川県や大阪府において空港アクセスに高速鉄道をといった議論がなされている。人や物を早く移動するという交通機関の使命である。本システムは多くの課題はあるものの、鉄道の限界を探るといった別の観点も含め、多くの方々が議論に参画されることを期待する。

文 献

- (1) 減圧高速鉄道に関する基礎研究, 土木学会 (2005)
- (2) 減圧高速鉄道の実現に向けた基礎的研究, 土木学会(2007)
- (3) <http://www.swissmetro.ch/en/home>
- (4) <http://www.asahi.com/international/jinmin/TKY201008020213.html>