

S4-1-1 都市交通システムとしての都市型索道等の活用に向けた考察 ーワイヤロープけん引方式による都市交通システムの可能性ー

片田 慎二 (日本ケーブル株式会社)

Feasibility study of Cable-drawn people mover for Urban transport use KATADA Shinji (Nippon Cable Co., Ltd.)

1. はじめに

山間部を中心に重要な交通機関として発展してきた索道は、中量輸送設備として技術的に確立された機能を有している。

1990 年度～1992 年度には、日本索道工業会が運輸省(当時)の委託調査により、この索道を都市交通機関として実用化するために必要な技術開発課題を検討する『都市型索道の実用化技術に関する調査』が実施されている。

国土交通省は、高齢者等の公共交通機関を利用した移動の利便性・安全性の向上の促進を図り、公共の福祉増進に資することを目的とした、通称『交通バリアフリー法』を 2000 年に施行している。また、2004 年には『環境行動計画』を策定し、環境的に持続可能な交通 (EST) の実現をめざし、モデル事業の具体的な施策を進めている。

本稿では、現在の索道技術と都市に導入された索道設備の国内・外の事例を整理するとともに、新たに出現している軌道系システムを含めた「ワイヤロープけん引方式の交通システム」について、今後の都市計画や国土交通省『環境行動計画』を支援する都市型交通機関としての可能性を考察することとしたい。

2. 索道の起源と発展

日本における索道の起源は定かではないが、齊藤達夫著「日本近代の架空索道」によれば、『筒井順慶が天正 4 年(1576)、大和国守護となって領内を調査した書類に野猿 10 ヶ所と記録されている。源平時代(1160～1190 年)の阿波の国には綱渡しと称して籠渡しのようなものが存在したという。木曾山中には室町時代(1390～1570 年)に籠渡しと称し中山道に 10 ヶ所以上あったという。』という記述があり、“阿波の国の綱渡し”に起源を求めればおよそ 800 年前ということになる。

現在のようなワイヤロープと機械の動力を使った国内の旅客索道は、明治 45(1912)年に建設された「新世界ルナパーク」(大阪)のロープウェイに始まり、戦前には 12 基の旅客索道が建設されている。

明治後期から昭和 20 年代にかけては、鉱山・林業・水

資源開発における物資輸送に数多くの貨物索道が建設され、索道技術の発展に大きく貢献した。

戦後の復興時期には、線路延長 75m で子供専用というものではあったが、東横百貨店と玉電ビルを結び都市空間を走る「ひばり号」も建設されている。

その後、索道は山岳リゾートやレジャー施設、スキー場の輸送設備として建設基数を延ばし、2004 年 3 月末現在、延べ 2,902 基の索道が全国で稼動しており、2003 年度の索道輸送実績で延べ 4 億 4 千 7 百万人の旅客を輸送している。

近年では、「フニテル」と呼ばれる新しい機種が、箱根をはじめとして蔵王、谷川岳に相次いで建設されている。

3. 索道の位置付けと種類

索道による運輸事業は、「索道事業」として鉄道事業法に規定されており、現在国内で稼動している設備の建設や運営は同法に基づき施行されている。

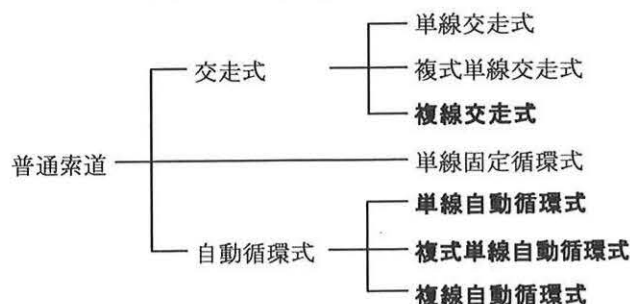
索道設備は、ワイヤロープに懸垂する搬器の形状により、「普通索道」と「特殊索道」に区分される。

「普通索道」は箱形のキャビンをもつロープウェイやゴンドラリフト、「特殊索道」は椅子式のチェアリフトや滑走式のリフトとなる。

2004 年 3 月末における国内の稼動基数は、「普通索道」が 185 基、「特殊索道」が 2,717 基となっている。

箱形のキャビンをもつ、都市型の交通システムとして適応性のある「普通索道」は、設備の機構、搬器の運行方式等の違いにより図-1 に示す方式に分類される。

図-1 普通索道の方式



建設実績の多い「交走式」および「自動循環式」の主要な機種のシステム概要は以下の通りである。

【複線交走式】

一般に「ロープウェイ」と呼ばれる。起点と終点の停留場間に、レールの機能となる固定した支索を張り渡し、その支索に懸垂された2グループの搬器をけん引するえい索でつなぎ、えい索を動かすことにより2グループの搬器を同時に「つるべ式運転」を行い、旅客を輸送する。

【単線自動循環式】

一般に「ゴンドラリフト」と呼ばれる。起点と終点停留場の滑車の間にエンドレスに張られた支えい索を、搬器の握索装置が停留場で自動的に放索または握索して循環し旅客を輸送する。

線路延長に応じた多数の搬器が、一定の間隔で循環するため、線路延長に関わらず所定の輸送力を確保することができる。

【複線自動循環式】

起点と終点停留場の間に固定された支索を搬器が移動し、エンドレスに張られたえい索を、搬器の握索装置が停留場で自動的に放索または握索して循環し旅客を輸送する。

支索とえい索の構成により、1支索1えい索式、1支索2えい索式等の方式がある。

4. 都市型索道の実用化技術に関する調査

この調査は、索道を都市交通機関として実用化するための取り組みとして、日本索道工業会が運輸省（当時）の調査委託を受け、1990年度～1992年度にかけて実施されたものである。

この段階では、既に多くの建設実績があり多様な都市内交通の需要に適応性が高い「単線自動循環式」（ゴンドラリフト）を調査対象機種として、産・官・学が協同し、実用化に向けた基礎的な技術開発課題の抽出と、その解決を目指した試験や調査検討が行われた。

この調査では、曲線部を原則として駅部に配置する等の制約はあるが、その制約条件を満たす都市部や臨海部での導入は技術的に十分可能であると評価されている。

課題点としては、風に対する運行の安定性、都市部でのメンテナンス性に優れた機種の検討といった技術的な課題に加え、導入空間の確保に対する法制面、事業性の確保に向けた補助といった制度的な課題が指摘されている。

5. 新たな索道のシステム

5.1 フニテル（複式単線自動循環式）

起点と終点停留場間に張られる支えい索を、片線で複線となるように架線して搬器を運行する。一般に、支えい索の間隔が搬器幅より広いものを「フニテル」と呼ぶ。支えい索は、エンドレスのワイヤロープを一筆書きに「らせん状」に取り回し、片線が2条となるように架線される。

搬器は、搬器幅より広く張られた支えい索に懸垂されて運行されるため、風の影響を受けにくいという特性がある。

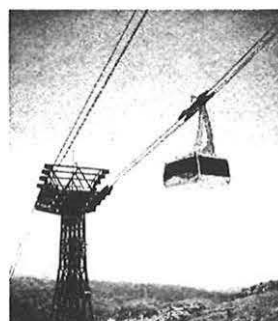


図-2 複線交走式



図-3 単線自動循環式



図-4 複線自動循環式

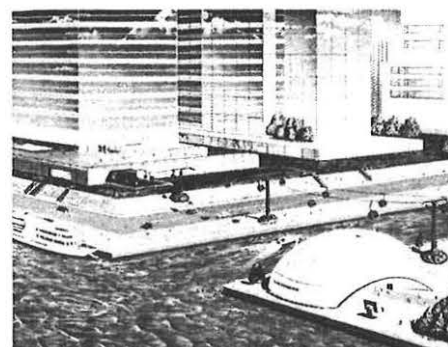


図-5 臨海部を想定した都市型索道イメージ図

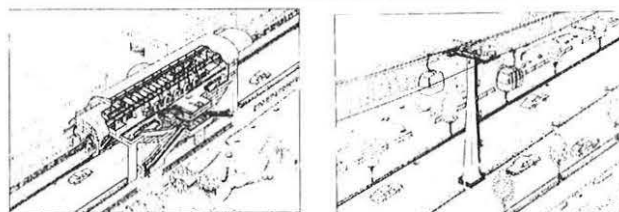


図-6 道路への導入を想定した都市型索道イメージ図



図-7 箱根フニテル
(複式単線自動循環式)

5.2 3-S ロープウェイシステム（複線自動循環式）

このシステムは、複線自動循環式のワイヤロープ構成を、支索2条、えい索1条とした索道である。

並行する2本のワイヤロープを線路とすることにより、支柱間の長大スパンが可能で、建築物、自動車道路、港湾などの横断を必要とするような設計条件に対応する。

風に対する安定性もあり、シンプルなシステム構成により、都市部でのメンテナンス性に優れ、機械的な負荷を低減し、運行の省エネルギー・低コスト化が図られている。

図-8 3-S ロープウェイ
のイメージ図
(複線自動循環式)



6. 都市部に導入された索道の実績

6.1 国内における事例

2005年9月25日に閉幕した愛知万博では、会場内の「キッコロ・ゴンドラ」と、メインの長久手会場と瀬戸会場を結ぶ「モリゾー・ゴンドラ」(共に単線自動循環式)が建設された。

「モリゾー・ゴンドラ」は、その配置条件から交通量の多い国道と県道、さらには「リニモ」(HSST)を保護設備なしで横断している。また近隣住居地区を避けるための中間屈曲装置、プライバシー保護のための窓の遮蔽機構、風の影響を抑える制振装置の導入など、都市型索道の実験的な事例といえる。

会期中に約336万人の乗車実績を残している。

6.2 海外における実績

海外の実績としては、アメリカの「Roosevelt Island Tramway」とシンガポールの「Sentosa Cable Car」が良く知られている。

「Roosevelt Island Tramway」は、マンハッタン街区とルーズベルト島を結ぶ125人乗りのロープウェイ(複線交走式)で1976年に建設されている。「Sentosa Cable Car」は、ビルの中を貫通した形で中間停留場を設け、対岸のセントーサ島に渡る特異な形態で架設されている。

直近の実績では、コロンビアのメデリンに「Metro Cable Medellin」が2004年に建設されている。10人乗りのゴンドラリフト(単線自動循環式)で、地下鉄の駅から傾斜地に展開した住居地区に対する交通機関として建設されている。

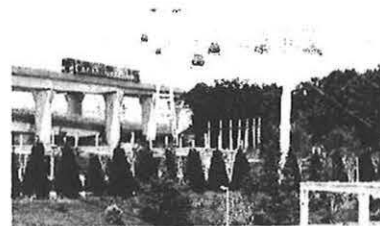


図-9 愛知万博
モリゾー・ゴンドラ

図-10 Roosevelt Island Tramway

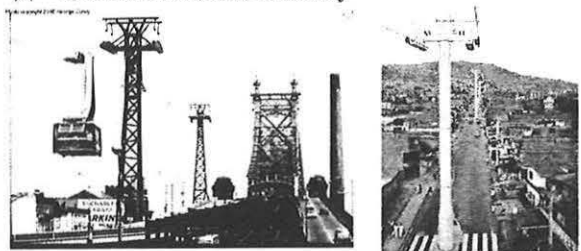


図-11 Metro Cable Medellin



図-12 Sentosa Cable Car

7. 軌道系システムの出現

ワイヤロープけん引方式で軌道系の都市型交通システム(ケーブルライナーシステム)が、オーストリアのドッペルマイヤーケーブルカー社によって開発されている。

このシステムは、ゴムタイヤによる案内・走行方式の車両が、トラス構造の軌道の中に設置されたワイヤロープにけん引されて走行、旅客を輸送するシステムである。

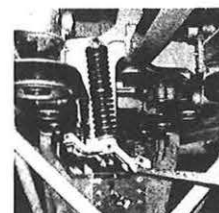
車両自体にはモータやエンジンなどの駆動設備、制御装置、ブレーキ設備を搭載しておらず、ワイヤロープを引き回す駆動・制御装置が停留場に設置される「地上駆動方式」となっている。

車両自体が軽量となるため、高架軌道の桁や橋脚は鉄骨のトラスや鋼管で構成され、従来の新交通システムに比べインフラに係るコストの削減と工期の短縮が可能となる。

索道が直線と屈曲停留場を組み合わせた路線配置となる



図-13 ケーブルライナーシステム



のに対して、曲線の設定が可能で、既成市街地などでの計画条件に柔軟に対応することが出来る。

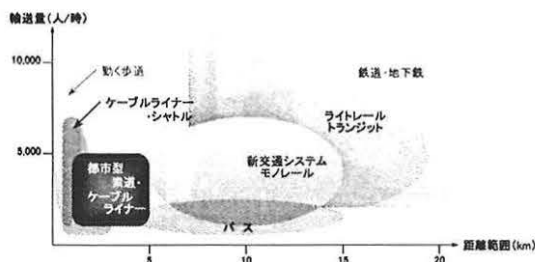
1999年にアメリカ・ラスベガスで1号機が供用を開始して以降、イギリス（2003年）やカナダ（2006年1月供用開始予定）の空港計画で導入の実績を重ねている。

8. 都市型索道等の適合領域

図-14のグラフは、横軸に移動距離、縦軸に時間あたりの輸送能力を取り、従来の公共交通機関と索道およびケーブルライナーシステムといった都市型索道等がカバーする領域を概念的に示したものである。

モノレールや新交通システム、LRTといった「中距離・中量交通システム」も、鉄道やバス交通等が対応しきれなかった領域を埋めるものとして登場したが、都市型索道等はそれでも十分に対応しきれない領域、距離にして5km程度、毎時輸送力で5,000人規模の輸送需要をカバーする「中・短距離、中量交通システム」といえる。

図-14 都市型索道等の適合領域



9. 国土交通省環境行動計画

国土交通省は、2004年に策定した『環境行動計画』の具体的な施策として、公共交通機関の利用促進による環境的に持続可能な交通（EST：Environmentally Sustainable Transport）の実現に向けた11件のモデル事業を同年12月に選定し、2005年4月からそれらのモデル事業を実施に移している。

これらのモデル事業では、LRTやコミュニティバスの導入整備、パーク&ライド、サイクル&バスライドの普及啓発、ITS技術を活用した総合交通対策の取り組み等、新たなシステムの導入検討を含めた事業構想となっている。

これらは、環境負荷の小さい交通への転換を先導するモデルとして位置付けられるが、今後さらに環境的に持続可能な交通の実現を推進するには、地域の交通状況を適切に把握しつつ、既存の技術的なストックの活用と、多種多様なシステムの連携を図った交通基盤整備の可能性を模索していくことも必要と考える。

10. 都市交通としての活用に向けた課題

索道をはじめとしたワイヤロープけん引方式の輸送設備は、これまでの実績により輸送の安定性、定時性、安全性

といった公共交通に求められる技術的な要件が既に確立されているといえる。また、風に対する抵抗力に優れた新たな索道機種や軌道系システムの出現により、都市交通としての検討の幅が広がってきているといえよう。

これらの輸送設備は、自動車交通と輻輳しない「中・短距離、中量交通」であり、また従来のモノレール・新交通システムに比べ建設コストが低廉なシステムであるため、これまで事業性確保の課題から都市交通システムの導入が見送られてきた地方中核都市も含め、都市計画、交通計画において、鉄道等拠点駅と連携した支線の交通システム、中心市街地の渋滞を緩和するパーク&ライドシステムの補助設備といった対象への導入が想定される。

しかしながら、財政制約が顕在化する中、事業性の確保に向けては、補助制度の適用も視野に入れなければならないが、民間ノウハウ・活力を導入した官民共同事業（PPP：Public Private Partnership）の手法による事業の可能性、事業スキームの構築も検討課題となる。

また、既成市街地の上部空間を活用するうえでの関係者間の調整など、導入空間の確保に向けた制度面の整備も進めていかなければならない。

11. おわりに

運輸部門全体からのCO2排出量は、自家用乗用車がその約50%を占めるといわれている中、低燃費車・低公害車の普及、ESTモデル事業やモビリティマネジメントなどの施策により一定の抑制効果が期待されているものの、2005年2月発効の京都議定書に基づく削減目標の達成に向けては、なお一層の努力が求められているところである。

また社会福祉の側面からは、高齢化による交通弱者の増加など、社会情勢の変化に対応した持続可能でコンパクトな都市構造への変換を図るために、輸送効率やユニバーサルデザインに優れた公共交通サービスの充実と利用促進を進めることが求められている。

ワイヤロープけん引方式の輸送設備は、エネルギー効率・輸送効率に優れた環境負荷の小さいシステムであり、自動車交通と輻輳しない導入形態で、渋滞緩和によるCO2抑制効果も期待できる交通システムといえるものである。

高齢化社会が現実のものとなった現在、「コンパクトな都市づくり」を支援する都市交通システムのメニューとして、実用化に向けより具体的な取り組みを進めていかなければならないと考える。

【参考文献】

- (1) 運輸省鉄道局監修（財）日本鋼索交通協会 編『索道施設設計標準・管理標準及び同解説』
- (2) 斉藤達夫『日本近代の架空索道』コロナ社
- (3) 日本索道工業会『都市型索道実用化技術に関する調査報告書』
- (4) <http://www.ropeawys.net/aktuell/poma/poma.htm>
- (5) <http://www.nycsubway.org/nyc/ritram>