

IV—30

地方中心都市における新交通システムの導入計画に関する研究

北海道大学工学部 学生員 高 橋 清
 北海道大学工学部 正 員 佐 藤 馨 一
 北海道大学工学部 正 員 五十嵐 日出夫

1. はじめに

近年、地方都市においても、都市規模の拡大、自家用車の普及などにより、都市部における道路混雑、バス・路面電車のサービス低下、それに伴う利用者の減少といった都市交通問題が発生し大きな問題となっている。これらの問題を解決するため、地方都市でも自家用車交通に変わる新しい交通システムとして、モノレールや新交通システムなどの、都市規模に見合った中量軌道系の交通整備が望まれるようになった。

北海道の南端に位置する函館市は、道南地域の拠点都市として、この地域の経済、文化、交通の中心的役割を果たしている。特に函館市の場合、函館山をかなめとした扇状の地形が都心部に向かう交通を一点に集中させ、交通混雑をより大きなものにして

いる。
 本研究では、このような函館市における交通問題を解決するため、新交通システムとしてリニアモーターのミニ地下鉄（リムウェイ）の導入を提案し、実際に需要予測を行うことによってその有効性、実現可能性を検討しようとするものである。

2. 地方中心都市における交通計画

2-1 地方都市における交通計画システム

地方都市では都市内幹線道路の不足、都心部駐車施設の不足、公共交通の経営悪化とサービス水準の低下等多くの交通問題を抱えている。また、都心部の活性低下や幹線道路沿線の無秩序な開発等、交通に関連した都市活動面での問題も多い。これに対処するために、従来、大都市圏計画を中心に開発されてきた計画手法を単純に地方都市の交通計画に適用することは適当ではない。すなわち大都市圏型の交

通計画手法では、検討対象が交通の領域にしぼりこまれ、交通と都市活動が密接である地方都市交通の問題の所在を、見逃すことになるからである。また、大都市圏に準じて目標を設定すると、必ずや計画は過大となり、規模の小さい地方都市では実現不可能となる。

地方都市の交通計画手法として北大の佐藤は以下表-1のようなまとめをしている。

表-1 地方都市の交通計画の特徴

交通需要	交通需要が小さい 交通需要量が散在している 季節変動が大きい
交通手段	自家用車交通が多い 公共交通機関が衰退 代替交通機関が少ない
交通空間	駐車場の相対的不足 軌道系交通空間の欠落
計画技法	統計的計画技法の不成立

2-2 地方都市における新交通システム

従来、地方都市の良さの一つは、交通問題が大都市に比べて比較的小さかったことであるが、地方都市の道路の混雑は、特に朝夕のピーク時において、大都市並になってきている。そこで、地方都市においても、高速鉄道を中心とした軌道系公共交通機関を地方都市の交通軸を形成する路線などに整備を行う必要がある。

特に地方都市において導入が計画される中量型軌道システムにはモノレール、小型地下鉄などいわゆる新交通システムがある。輸送領域は、輸送量で約2000人/時から 20000人/時、移動距離で2～15 km程度と考えられる。

しかし、新交通システムが地方都市の交通問題解消の切札として大いに期待されているが、建設費が期待していたほどは安くなく、その導入は比較的規模の大きな都市に限られるのが現状であった。

要するに、新交通システムの導入の際は、輸送需要の的確な把握と、建設費の大幅な削減が導入計画に際して重要となるのである。

3. 函館市における新交通システムの導入

3-1 函館市に適した新交通システム

新交通システムにはいままで述べてきたように、種々のシステムがあり、どのシステムを導入するかはそれぞれの都市の特徴を考慮しなければならない。特に、函館市においては、空間的制約があることを考慮しなければならない。函館山をかなめとした扇状の地形が、都心部に向かう交通を集中させている。

そこで、道路混雑の影響を受けることなく、また道路状況に影響を及ぼさない公共交通機関の軸が必要である。そのためには、地下空間を利用し急勾配や、急曲線半径で運行できる、単線のリニアモーターのミニ地下鉄(リムウェイ)の導入が適切といえる。

3-2 リニアモーターのミニ地下鉄(リムウェイ)の特徴

本研究では、地方都市への新交通システムの導入に際し、リニアモーターのミニ地下鉄(リムウェイ)の導入を提言する。

リニアモーターによって駆動する車両のリムウェイには勾配や曲線などの車両走行性能が従来のものと比べ以下の点において特徴をもつ。

(1) トンネル等の構造物の小断面化

リムウェイは、車体を小型化するとともにレール面から車両床面までの高さを700mm とコンパクトにすることが可能なため、トンネルの掘削断面積が従来の地下鉄の約40%ですみ、建設費の大幅な低減が図られる。(図-1)

(2) 急曲線勾配が可能

車両に直接駆動力を与える必要がないため、ステアリング台車を使用することが容易となり、最小曲線半径50mまでの曲線を走行することが可能となった結果、路線選定上自由度が高くなり、用地費の低減が可能となった。(図-2)

(3) 急勾配走行が可能

従来の地下鉄にたいし、リムウェイはリニア駆動による非粘着走行が可能となったため、80°/80の勾配まで走行が可能となる。その結果、急勾配を使用することで路線選定上自由度が高くなり、また地表の浅いところに駅が設置できるなど、建設費の低減に寄与することとなる。(図-3)

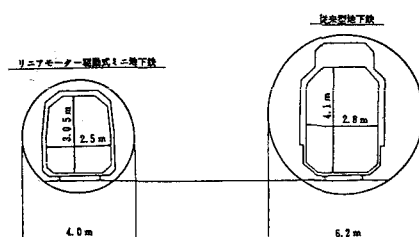


図-1 内空断面の比較

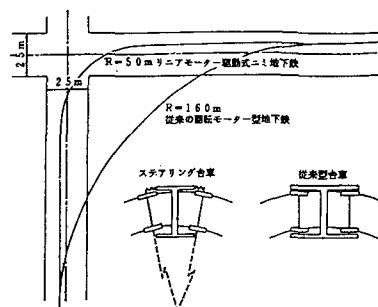


図-2 曲線半径の比較

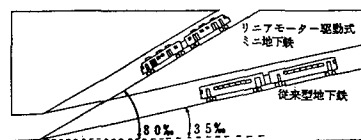


図-3 走行勾配の比較

(4) 低騒音化

車両の軽量化による低音化、またステアリング台車の採用による曲線走行時のきしり音の低減など、従来の地下鉄より低騒音化が図られる。

3-3 函館におけるリムウェイの運行計画

リムウェイの運行計画として単線方式による運行を計画する。

運行ダイヤは複線の場合は自由に設定するのが可能であるが、単線方式の場合は途中駅に設けた交差駅のみですれ違いを行なうため、ダイヤが複雑になる。しかし、行き違い駅を500mから1000mとし、なるべく等間隔に駅を設けることで単線であっても、運行本数は一時間あたり10本程度設定することが可能であり、十分な輸送力と運行間隔のサービスを提供できることとなる。

4. 新交通システムの需要予測

4-1 函館調査の概要

函館市において平成元年10月に新交通システムの導入を検討するために、都心部に通勤する人とその家族を対象にして、交通機関利用意識調査を行なった。

調査票は着地ベースである函館市都心部に立地する8企業に対し配布し、自宅に持ち帰り通勤者が通勤票に、その家族が買物票に記入し回収を行なったものである。

アンケート配布数は通勤、買物が各825票であり、有効回収票は通勤が673票、買物が521票であった。有効回収率は、通勤が81.6%、買物が63.2%となった。

交通機関利用意識調査に関しては実験計画法を用い、新交通システム、バス、自家用車の利用意識の調査を行なった。調査に用いた要因と水準を表-2に示す。また、表-3は要因の直交表への割付である。

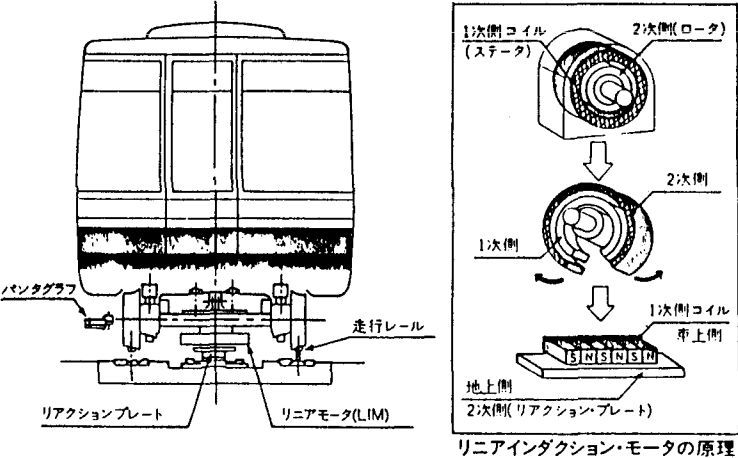


図-4 リムウェイの車両、軌道構造

表-2 函館市における調査の要因と水準

要 因	通 勤		買 物	
	水準1	水準2	水準1	水準2
A新交通機関の表定速度	30km/h	20km/h	30km/h	20km/h
B新交通機関の運行頻度	5分毎	10分毎	5分毎	10分毎
C新交通機関の料金	8000円/月	12000円/月	180円/回	230円/回
D新交通のアクセスタイム	5分	10分	5分	10分
E自家用車の駐車料金	15000円/月	無料	200円/時	無料

表-3 L:直交表へのわりつけ

票種\要因	A	B	C	D	E	e
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2
4	1	2	2	2	2	1
5	2	1	2	1	2	1
6	2	1	2	2	1	2
7	2	2	1	1	2	2
8	2	2	1	2	1	1

以上のデータから得られた新交通選択についての分散分析を行なった。その結果、各要因の寄与率のグラフは以下の図-5、図-6の通りである。

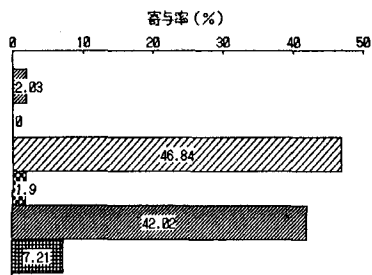


図-5 分散分析(通勤)寄与率

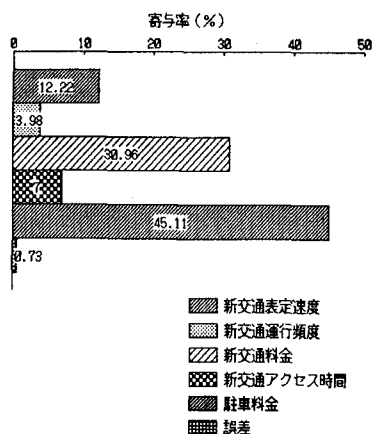


図-6 分散分析(買物)寄与率

分散分析の結果より、通勤については新交通機関の料金が46.8%といちばん大きく、次いで自家用車の駐車料金が42.0%となっている。この2要因により、新交通の選択意識をほぼ説明することができる。これは、函館市が前述するように、地形的制約により、公共交通機関までのアクセスが容易であり、料金のみを考慮していると考えられる。また、都心部における駐車場の不足により、都心部の駐車料金が新交通機関の選択に大きく関わっているとも考えられる。

買物については、駐車料金が45.1%、新交通の料金31.0%、ついで新交通の表定速度12.2%の順となっている。買物も通勤と同様、新交通の料金と駐車料金が大きなウェイトをしめている。特に買物交通においては、新交通の表定速度が大きい。これは、現在ある市電において、交通渋滞や信号による速度の低下が負要因となり、新交通機関の速度への期待となって現われたと考えられる。

4-2 新交通選択モデルの構築

函館市における意識調査から得られたデータをもとに、集計ロジットタイプのモデルの構築を行なった。新交通システム選択率モデルは以下の通りである。

・新交通システム選択率モデル (Pシツワツ)

$$P_{\text{シツワツ}} = \{1 + \exp[-G(x)]\}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \text{通勤交通: } G(x) = & 2.57092 + 0.01983 X_1 \\ & + 0.00224 X_2 - 0.01544 X_3 \\ & - 0.03976 X_4 + 0.00005 X_5 \quad (\text{式1}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{買物交通: } G(x) = & 1.51426 + 0.01977 X_1 \\ & + 0.02329 X_2 - 0.00604 X_3 \\ & - 0.03035 X_4 + 0.00182 X_5 \quad (\text{式2}) \end{aligned}$$

ただし

X1: 新交通表定速度 (km/h)

X2: 新交通運行頻度 (分毎)

X3: 新交通運賃 (円)

X4: 新交通徒歩時間 (分)

X5: 車の駐車料金 (円)

(通勤 円/月、私用 円/時)

相関係数はそれぞれ、0.978 (通勤)、0.998 (買物) と高く、説明力のあるモデルが構築された。

4-3 新交通システムの需要予測

(1) 需要予測の前提条件

式1、式2を用いて新交通システムの需要予測を行なった。新交通システムの選択率を求める際、条件を以下のように設定した。

新交通表定速度: 27.5km/h

新交通運行頻度: 通勤 6分毎 (10本/時)

買物 12分毎 (5本/時)

新交通運賃: 180円

駐車料金: 通勤 15000円/月

私用 250円/回

駐車場の確保率: 60%

(2) 新交通の需要予測

新交通の需要予測を行なうために、路線と駅勢圏を以下のように設定する(図-7)。駅勢圏は、徒歩と路線バスの境界であるで15分(距離1km)を圏内とした。

また、駅勢圏外の需要予測に関しては、バス・新交通システム乗継ぎの利用率を、函館市における路線バスの分担率11.7%を用いて算出した。

以上の結果より現状データに基づく新交通システムの需要予測結果は図-8の通りである。



図-7 リムウェイの路線と駅勢圏

5. 函館市における新交通システム(リムウェイ)の導入可能性

5-1 建設費の概算

地下鉄が地方都市において導入されない最大の理由は、多額の工事費を必要とするところにある。しかしリムウェイの車両底面は従来の地下鉄に比べて約40cmほど低く、車両高の1mほど短いので、トンネルの直径は在来の6mに対して4mと大幅に小さくなる。このため掘削土量が従来の1/2となり、工事費は約30%ほど低減する。

実際の工事費は地質等の条件によって多少変動するにしても、函館市のリムウェイは単線でもあることから1km当り約70億円の工事費で建設されると想定される。従って総事業費は路線延長が約6kmであるから総額420億円となる。

また、駅構造についても、リムウェイが急勾配走行が可能であるという特徴を活かし、地下一層化を進めたり、既存ビル内に駅を設けるなどコスト低減方策が考えられる。

路線設定に関して、曲線半径が小さいという特徴を活かし、民有地の下は考える必要がなく、用地費はゼロと考えることができる。

以上より、建設費に関しては大幅なコストの低減が図られ、新交通システム導入に関して有利となることが明かとなった。

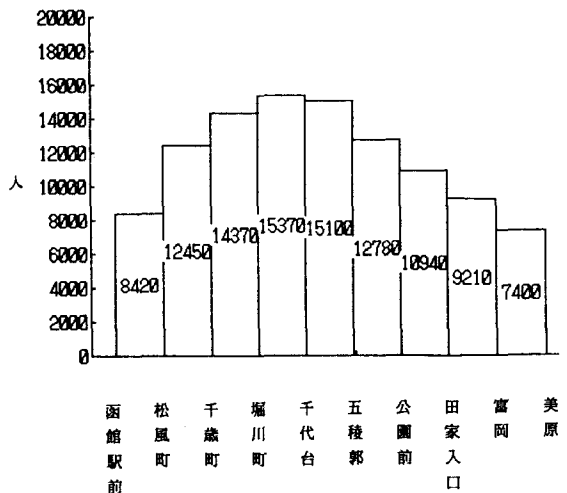


図-8 リムウェイの需要予測結果

表-4 リムウェイの利用者数

輸送密度	23350人／キロ・日
最大輸送断面量	15370人／日・片道
ピーク時最大輸送断面量	3843人／時・片道 (ピーク率25%)

5-2 収支と補助

新交通システムの導入基準としての採算ラインは現行補助制度のもとキロ当たりの利用者数1万人と言われ、需要予測結果より函館都市圏での新交通システム計画はこの数を上回り、実現可能性は高いといえる。

需要予測に関しては、乗継ぎバスの利用率を現状のバス利用率を使用していることや、地下鉄も直行バスも通ることを考えるという、かなり厳しい状況での需要予測である。このため冬期間のことや、バスの競合関係を考慮すると、需要予測値が大きくなることが考えられる。特に、バス路線網の整理とバス・新交通乗継ぎシステムを積極的に実施する必要がある。

また、函館市は、年間約400万人の観光入込み客が期待できる。この観光客による需要を積極的に取り込む必要もあると考える。

地下鉄に対する国等からの補助は約59%であり、残りの170億円を運賃収入、函館市の起債、その他で負担する必要がある。

6. おわりに

現在、既存の地下鉄は政令指定都市のような、需要量が多い巨大都市に存在する。しかし、函館市のように、都市の公共交通機関の軸として新交通システムを導入しようという考えを持った地方都市が存在することは事実である。

特に、リムウェイ（リニア駆動式ミニ地下鉄）の特徴は、従来の地下鉄に対して車両を小型化するとともに、曲線、勾配等の車両性能でも能力が向上した点である。その結果、建設費のコスト削減が可能となり、従来では需要量が少なく採算がとれないような地方都市においても導入の可能性があることが明らかとなった。

今回、函館市のように、単線方式を前提として計画した場合、リムウェイの地方都市における導入の可能性は十分にあり、本研究は、今後、同等の地方都市においても、一つの導入方策の方向を示したといえよう。

参考文献

- 1) 花岡利幸他、地方都市における交通計画手法に関する研究、1988
- 2) 佐藤馨一、交通結節点としての都市の役割、1988
- 3) 天野光三他、鉄道工学、1984、丸善
- 4) 佐藤宏他、地方都市における小型地下鉄導入の可能性について、土木学会北海道支部、1989
- 5) 西村大司、佐藤馨一、五十嵐日出夫、意識モデルの地域移転性に関する研究、土木学会全国大会講演概要集、1989
- 6) 函館圏総合都市交通体系調査協議会、函館圏パーソントリップ調査報告書