

新交通システムの都市への応用

深水 正 元*

1. 都市交通と都市形態

都市の規模と形態とは常にその時代の交通手段によって制約される。したがって、都市の産業発展と人口の増大は、都市の地域的拡大と、そのための新しい交通手段の発展を要求する。そして、新しい交通手段の登場のたびごとに都市の発達は、異なった情勢に直面した。そのような新しい情勢が起っても、既成の市街地を改造することは困難であるため、古い市街地の周辺に新しい市街地が生まれ、さらに新しい市街地がその間隙を埋めるといふ経過をたどって、路面電車、高速鉄道、バス、自動車に対応する市街地が生まれてきた。

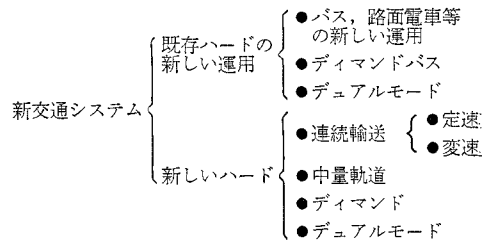
2. 都市交通の問題と新交通システム

自動車の登場は、市街地のあり方に根本的な変革をせまるとともに、新しいさまざまな都市交通問題をひき起した。すなわち、交通公害、交通事故、道路混雑による都市機能のまひ、路面電車・バスの経営悪化等は、わが国のすべての都市に共通な問題となっている。これらの都市交通問題に対し、自動車構造の改善や自動車時代にふさわしい都市構造への転換等の努力がなされているが、公共輸送システムも、従来の都市高速鉄道、路面電車、バスによる輸送体系の問題点を克服するため、既存ハードウェアに関しては、新しい運用とソフトウェアの開発が行なわれているし、ハードウェアについても、種々の研究開発がなされている。これらの交通システムが新交通システムと呼ばれているが、今後の新しい交通システムは、次のような点から、とくに評価されることになる。

- ① 交通公害が少い
- ② 安全性が高い
- ③ 定時性を確保できる
- ④ 快適性がよい
- ⑤ 都市の景観を損わない
- ⑥ 都市の形態、構造の変化に対し柔軟性が大きい
- ⑦ 経済的である

* 建設省大臣官房政策課 課長補佐

現在、開発が進行中の新交通システムは、次のように分類することもできるが、その適用にあたっては、海・陸・空の総合的な交通システムの中で、他の交通システムと調和させ、有機的関連性を確保するとともに、個々の交通システムが持つ特性と、個々の都市の交通に対するニーズ、交通システムが都市の形態、構造に与えるインパクト等を十分把握したうえで、都市計画の一環として決定していくことが必要であろう。



3. 新交通システムの適用

新交通システムの研究開発は、過去数年間のことであり、都市の交通機関として実用に供されている新交通システムは世界的に非常に少ないが、大部分のシステムは、いつでも建設運行できる段階に達しているといえよう。

新交通システムは既存都市の構造に必ずしも適合しているとはいいいくし、その建設には、巨額な設備投資を必要とする等の問題があるにもかかわらず、都市交通対策として大きな期待が寄せられている。

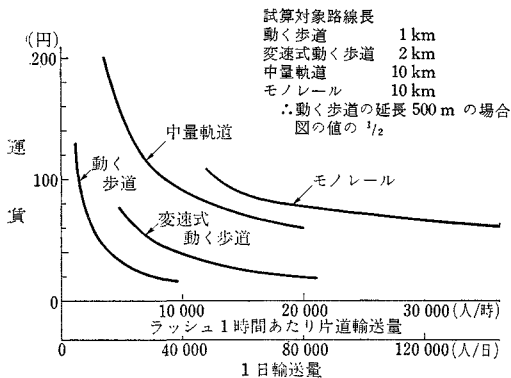
福祉国家・福祉都市を実現するための都市交通システムの整備のあり方は、利用者の立場から問題解決を図るとともに、望ましい都市構造への発展を誘導するものでなければならない。このためには、都市計画に基づき、土地利用計画、他の交通施設等との整合性が確保され、そして市民が使い易い計画を樹立し、この計画に基づいて交通事業を経営する必要がある。すなわち、福祉都市実現のための手段として、新交通システムの経営を行なうべきであり、ある程度の採算性を犠牲にしても、利用者の便や都市構造の発展に対して望ましい路線網を建設し、運行を行なうことが必要である。さらに、新交通システムは、地下鉄やモノレールに比べて建設費が安いとはいえ、巨額な設備投資を必要とするので、新交通シス

テムを交通事業として経営するためには、手厚い助成策が必要となろう。交通システムの適用にあたっては、個々の都市についてその都市の特性からくる交通に対するニーズを十分把握して、そのニーズを最も満足させる特性を持った交通システムを選択するわけであるが、以下、その際まず第一に検討される輸送力、輸送距離、採算性からの適用性を新交通システムの代表的ないくつかの形式について検討する。

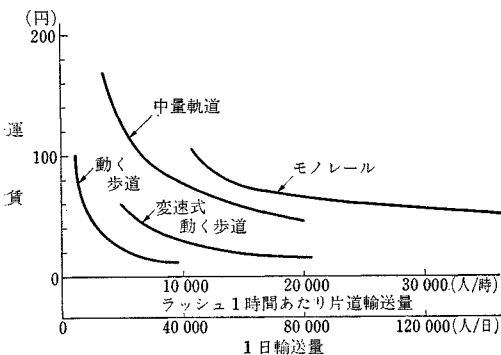
(1) 動く歩道（定速の連続輸送システム）

動く歩道の輸送力は幅 1m 当り約 1万人/h であり、速度は 2.4 km/h 程度である。現在、空港やスーパーマーケット内に使用されているが、距離は 50~60 m のものが多く、200 m に達するものは空港等の二、三例にすぎない。都市交通機関としての適用対象区間は、速度が歩行速度の約 1/2 であるので、短い距離（800 m 以下程度）に限定されると考えられる。試みに G. ブラドン博士の速度と距離の関係式 $V=9.1 d^{0.7}$ の V に歩行速度 + 動く歩道の速度 7.4 km/h を代入すると、 d は 750 m である。

図-1 は、動く歩道（定速、変速）、中量軌道、モノ



(1) 助成金がない場合



(2) 地下鉄方式で助成した場合
(集中率：片道の 40%)

図-1 新交通システムの輸送量と運賃

レールについて、輸送需要と採算限界運賃の関係を図示したものである。その計算は 4 章に記すとおりであり、用地補償費はいっさい含まれていない。

動く歩道の採算性についてみると、延長 500 m の区間に高架で施設を設置して均一料金制とした場合、補助金等の助成措置がゼロであれば、利用者数が約 2 万人/日で運賃は 20 円/回となり、また、もし地下鉄なみの補助をすれば、利用者数 1.5 万人/日で 20 円/回、3 万人/日で 10 円/回の運賃で採算がとれることになる。

短い距離に、このように大量の利用者が期待できる所としては、大都市の主要駅周辺、都心のショッピング地区等が考えられるし、交通機関相互間の乗換えの補助手段（たとえば、鉄道駅とバスターミナル間、国鉄駅と私鉄駅の間が離れているところなど）としても有効と考えられる。

(2) 速度変化形式の動く歩道

この種の動く歩道の輸送力は、本線上で約 1.5 万人/h 程度、速度は出入口で 2.4 km/h から 20 km/h まで変化し、本線上の速度は 20 km/h 程度となっている。このシステムの適用距離は、長くとも 4 km 程度と考えられる（G. ブラドン博士の式によると 3.1 km となる）。その採算性を延長 2 km の間に高架で施設を設置し均一料金にした場合について検討してみると、図-1 に示すように助成措置がゼロのとき、利用者数が 4 万人/日あれば運賃は 50 円/回になり、地下鉄なみの補助を受けるとすれば、利用者数 7 万人/日で 20 円/回、利用者数 3 万人/日で 50 円/回の運賃にすれば採算がとれることになる。

このシステムは、定速の動く歩道同様に、交通機関相互間の乗換えの補助機関として、あるいは、新宿の副都心開発地区と新宿駅のようなビジネスセンターと鉄道駅の間、大規模な再開発地区と鉄道駅の間等に対し、その適用を検討する必要がある。

(3) 中量軌道システム

都市高速鉄道と、都市内のバスとの中間的輸送力をもったシステムとして、最も数多くの種類の研究開発が進められ、すでにトランスポート '72 においても 4 つのシステムのデモンストレーションが行なわれたところである。中量軌道システムは、その機種によって相当な差異があるが、その輸送力は、5,000~20,000 人/h 程度で、表定速度は 30 km/h 程度といえよう。したがって、その対象とするトリップ長は、3~6 km 程度である（G. ブラドン博士の式によると 5.5 km である）。中量軌道システムの採算性を延長 10 km の高架軌道（駅数 13）を均一料金制とした場合について検討すると、図-1 に示す

表一 既存交通機関の混雑区間の断面輸送量
(昭和45年度)

路線名	輸送量	
	最混雑1時間 (片道) (千人)	終日 (往復) (千人)
山手線	68	863
中央線(快速)	100	590
総武線	34	602
地下鉄銀座線	41	323
地下鉄丸の内線	58	373
地下鉄日比谷線	48	287
東急東横線	44	423
京王線	48	351
東上線	52	363
モノレール羽田線	3.8	54

* 47年度上期

ように、助成措置がなければ、利用者数6万人/日のとき運賃は80円/回になり、地下鉄なみの補助があれば、利用者数8万人/日で60円/回、利用者数5万人/日で80円/回の運賃となる。参考までに、既存システムの輸送量を示すと表一のようなになる。

中量軌道システムの適用は、人口数万人のニュータウンあるいは住宅団地と鉄道駅の間、1日の乗降客数が10万人を越える程度の郊外鉄道駅周辺、大都市交通の隘路になっている環状路線、地方中核都市および人口20万人以上程度の地方の中都市の主交通システム等を対象として、今後検討されることとなる。

また、中量軌道システムは、人の輸送としてだけでなく、大都市の廃棄物や貨物の輸送についても、その適用性を検討する必要がある。

現在、わが国では、愛知県の桃花台ニュータウンや、和歌山県にある橋本ニュータウンで、具体的に中量軌道システムについての適否が検討されているが、そのほかにも、検討中もしくは検討準備中のニュータウンは数多い。

(4) デュアルモード・システム

有軌道と無軌道、本線輸送と端末輸送等の2つ以上の機能を兼備したシステムをデュアルモードと総称している。中量軌道システムの中には、無軌道でも走行できるデュアル機能を有するシステムがあるが、既存バスの一部を改良し連結バスにして、高速道路上を無線誘導ケーブルの助けを借りて大量高速輸送を行ない、インターチェンジに設けたバスターミナルで連結バスを分離し、そこからは通常の1台ずつのバスに分離して端末輸送を行なうデュアルモードバス構想もある。このシステムは、去る6月にワシントンで開かれた日米運輸専門家会議に建設省から提出したものである。試算によると、都心から40~50kmの住宅地から1時間前後で勤務先まで行くことができる。このシステムは、大都市の通勤対策をしておいて、長距離高速バスや長距離高速トラック

に対して十分適用できるものと考えられる。

中量軌道システムを利用したデュアルモードは、工業地帯と通勤鉄道駅の間や前記のニュータウンと都心間のデュアルモードバスのように、one to many か、many to many の交通パターンで、しかもその間に交通路が集中して本線輸送が必要となるような地区に対して、適用される可能性が高いと考えられる。

表二 建設費内訳(動く歩道)

(延長1.0km, 速度2.4km/h)

項目	金額等		備考
	金額	輸送力	
軌道	1399		踏面幅1m, 複線 駅11か所
停車場	309		
電気制御関係	65		—
小計	1773		—
調査・設計・監督・その他	239		上記の13.5%
合計	2012		—

表三 建設費内訳(変速式動く歩道)

(延長2.0km, 速度15km/h)

項目	金額等		備考
	金額	輸送力	
軌道	2797		踏面幅1m, 複線 駅6か所
停車場	1090		
電気制御関係	140		—
小計	4027		—
調査・設計・監督・その他	544		小計の13.5%
合計	4571		—

表四 建設費内訳(中量軌道)

(延長10.5km, 表定速度30km/h)

項目	金額等				備考
	金額	輸送力	金額	輸送力	
軌道費	3140	3140	3140	3140	複線 駅13か所
停車場	588	666	744	822	
車庫	113	197	280	363	最大 60人/両
諸建物	58	61	65	73	
電気制御関係	1239	1269	1439	1519	小計の 13.5%
車両	416	832	1248	1664	
コンピューター	645	645	775	775	
小計	6199	6810	7691	8356	
調査・設計・監督・その他	837	919	1038	1128	
合計	7036	7729	8729	9484	

表五 建設費内訳(モノレール)

(延長10.5km, 表定速度30km/h)

項目	金額等				備考
	金額	輸送力	金額	輸送力	
軌道費	5163	5163	5163	5163	複線 駅13か所
停車場	1025	1226	1431	1632	
車庫	308	516	724	932	定員135人 乗員200人
諸建物	73	91	103	121	
電気制御関係	1442	1622	1872	2052	小計の 13.5%
車両	2600	5200	7800	10400	
コンピューター	645	645	775	775	
小計	11256	14463	17868	21075	
調査・設計・監督・その他	1520	2213	2412	2845	
合計	12776	16676	20280	23920	

表-6 運営費および運賃(動く歩道)

項 目		輸 送 力 等				輸 送 力	単 位	
		A	B	C	D			
総 建 設 費		2012	2012	2012	2012	百万円		
年間利用者数	集 中 率 片道の30%	271	542	1085	2170	万人		
	集 中 率 片道の40%	203	407	814	1627			
	集 中 率 片道の50%	163	325	651	1302			
年間運営費	助成金なし	261.6	262.4	264.0	266.2	百万円	注：A・ラッシュ時1時間当り片道断面輸送量 1200人	
	助成金(多摩ニュータウン方式)	237.8	238.6	240.2	242.4			
	助成金(地下鉄方式)	202.2	203.0	204.6	206.8			
採算の取れる 1人1回の運賃(原価)	集 中 率 片道の30%	助成金なし	97	48	24	12	円	B・ラッシュ時1時間当り片道断面輸送量 2400人
		多摩方式	88	44	22	11		
		地下鉄方式	75	38	19	9		
	集 中 率 片道の40%	助成金なし	129	65	32	16	円	C・ラッシュ時1時間当り片道断面輸送量 3600人
		多摩方式	117	59	29	14		
		地下鉄方式	100	50	25	12		
	集 中 率 片道の50%	助成金なし	160	80	40	20	円	D・ラッシュ時1時間当り片道断面輸送量 4800人
		多摩方式	146	73	37	18		
		地下鉄方式	124	62	31	15		

表-7 運営費および運賃(変速式動く歩道)

項 目		輸 送 力 等				輸 送 力	単 位	
		A	B	C	D			
総 建 設 費		4571	4571	4571	4571	百万円		
年間利用者数	集 中 率 片道の30%	1119	2271	4509	6780	万人		
	集 中 率 片道の40%	848	1695	3390	5085			
	集 中 率 片道の50%	678	1356	2712	4068			
年間運営費	助成金なし	637.4	640.8	647.4	654.1	百万円	注：A・ラッシュ時1時間当り片道断面輸送量 5000人	
	助成金(多摩ニュータウン方式)	583.5	586.9	593.5	600.2			
	助成金(地下鉄方式)	502.7	506.1	512.7	519.4			
採算の取れる 1人1回の運賃(原価)	集 中 率 片道の30%	助成金なし	57	28	14	10	円	B・ラッシュ時1時間当り片道断面輸送量 10000人
		多摩方式	52	26	13	9		
		地下鉄方式	45	22	11	8		
	集 中 率 片道の40%	助成金なし	75	38	19	13	円	C・ラッシュ時1時間当り片道断面輸送量 20000人
		多摩方式	69	35	18	12		
		地下鉄方式	59	30	15	10		
	集 中 率 片道の50%	助成金なし	94	47	24	16	円	D・ラッシュ時1時間当り片道断面輸送量 30000人
		多摩方式	86	43	22	15		
		地下鉄方式	74	37	19	13		

表-8 運営費および運賃(中量軌道システム)

項 目		輸 送 力 等				輸 送 力	単 位	
		A	B	C	D			
総 建 設 費		7036	7729	8729	9484	百万円		
年間利用者数	集 中 率 片道の30%	814	1627	2441	3254	万人		
	集 中 率 片道の40%	610	1220	1823	2440			
	集 中 率 片道の50%	475	983	1458	1966			
年間運営費	助成金なし	1221.3	1372.8	1586.0	1745.6	百万円	注：A・ラッシュ時1時間当り片道断面輸送量 3600人	
	助成金(多摩ニュータウン方式)	1138.4	1281.8	1483.2	1633.8			
	助成金(地下鉄方式)	1014.0	1145.2	1308.9	1466.2			
採算の取れる 1人1回の運賃(原価)	集 中 率 片道の30%	助成金なし	150	84	65	54	円	B・ラッシュ時1時間当り片道断面輸送量 7200人
		多摩方式	140	79	61	50		
		地下鉄方式	125	70	54	45		
	集 中 率 片道の40%	助成金なし	200	113	87	72	円	C・ラッシュ時1時間当り片道断面輸送量 10800人
		多摩方式	187	105	81	67		
		地下鉄方式	166	94	73	60		
	集 中 率 片道の50%	助成金なし	257	140	109	89	円	D・ラッシュ時1時間当り片道断面輸送量 14400人
		多摩方式	240	130	102	83		
		地下鉄方式	213	117	91	75		

表-9 運営費および運賃（モノレール）

項 目		輸 送 力 等				単 位	
		A	B	C	D		
総 建 設 費		12 776	16 676	20 280	23 920	百万円	
年間利用者数	集 中 率 片道の 30%	2 712	5 424	8 136	10 848	万人	
	集 中 率 片道の 40%	2 034	4 068	6 102	8 136		
	集 中 率 片道の 50%	1 628	3 254	4 882	6 508		
年間運営費	助成金なし	2 219.8	2 974.6	3 739.2	4 462.5	百万円	
	助成金(多摩ニュータウン方式)	2 069.2	2 778.1	3 500.1	4 180.7		
	助成式(地下鉄方式)	1 843.5	2 483.4	3 141.9	3 758.0		
採算の取れる 一人1回の運賃(原価)	集 中 率 片道の30%	助成金なし	82	55	46	41	円
		多摩方式	73	51	43	39	
		地下鉄方式	68	46	39	35	
	集 中 率 片道の40%	助成金なし	109	73	61	55	円
		多摩方式	102	68	57	51	
		地下鉄方式	91	61	51	46	
	集 中 率 片道の50%	助成金なし	136	91	77	69	円
		多摩方式	127	85	72	64	
		地下鉄方式	113	76	64	58	

注：A・ラッシュ時1時間当り片道断面輸送量 12 000人
 B・ラッシュ時1時間当り片道断面輸送量 24 000人
 C・ラッシュ時1時間当り片道断面輸送量 36 000人
 D・ラッシュ時1時間当り片道断面輸送量 48 000人

4. 新交通システムの建設費等

新交通システム軌道部の建設費は、輸送需要、ハードの種類、建設される地域、地形、地質、スパン長、桁下の高さ、交通条件、施工条件等により大きく左右されるものであるが、交通システムの比較検討を行なう場合に新交通システムについては、まだ都市交通システムとして建設・運行された実績がないので評価することが困難である。そこで、新交通システムを選択する場合の一つの目安をつくる目的で、その建設費(用地、補償費を含まず)、運営費、運賃等を試算してみた。表-2~9は、その結果の一部である。

設計の対象としたハードウェアは、次に示すとおりである。

- 連続輸送システム
 - 定速形式 (ベルト式、パレット式)
 - 変速形式
- 中量軌道システム (個別軌道を含む)
 - カプセル式
 - 1本桁
 - PC桁
 - H鋼桁
 - 2本桁
 - 4本桁 (2本桁+ガイド桁)
 - U型桁

高架軌道構造等の設計は、各システムごとに下記の設計条件に基づいて行なった。

- 地質条件：杭長(m) 0, 10, 20, 30
- 高さ条件：支柱高(m) 0, 6.5, 9.5
- スパン条件：(m) 10, 15, 20, 25, 30
- 施工条件：むつかしい、普通、やさしい

設計積算の結果、ベルト形式とパレット形式、および中量軌道の各システム間の建設費等に大きな差はみられなかったので、ここでは、動く歩道と、変速式動く歩道と中量軌道システムの3つの形式について建設費等の試算結果を示した。なお参考のためにモノレールの建設費等も併記した。

表-2~5に示す建設費は、杭長20m、支柱高6.5m、スパンはシステムごとの最適スパン、施工条件は普通、という条件で求めたものである。

運営費、運賃計算等に使用した諸数値は次のとおりである。すなわち、人件費：200万円/人・年、金利：年率7.7%、施設償却年数：施設により異なり6~45年、助成金・民鉄線方式：全事業費の15.3%補助、助成金・地下鉄方式：全事業費の38.3%補助。

5. あとがき

過去半年ぐらいの間に新交通システムに関する情報は急速に増加してきたように感ずる。これは都市交通問題がいっそう深刻化してきたことと同時に、トランスポート'72の開催等が刺激になっているものとも考えられる。最近、地方公共団体等の関係者等から新交通システムについての質問を受けることがよくある。そのとき、その方々の関心はハードの特性もさることながら、システムの建設費、企業としての採算性等に向けられている場合が多い。ところが、これらの質問に対し、お答えすべき資料としては、各ハードごとにそのメーカーが準備した成果しかなく、また、ハードごとにサービス水準や設計条件が異なるため、一般的判断基準になりにくかった。そこで「東京50km圏総合都市交通体系調査」の一環として新交通システムの調査が取上げられたのを機会に、新交通システムの適用を検討する場合の目安とするため、新交通システムの建設費、運営費、運賃等の試算を行なったわけである。ここにあげた数値等は、物価や人件費の変動により年々変わるものであり、また、計算のペースとなるシステムの改良によっても変化するものである。したがって、数表等を利用される場合には、以上の点を十分に考慮していただきたい。

最後に、新交通システムの建設費等の作業にご尽力いただいた東京都市群の新交通システム分科会の諸氏に深甚なる謝意を表する次第である。