

新物流システムに関する共同研究報告書

平成7年3月

建設省土木研究所
道路部新交通研究室
日本道路公団
首都高速道路公団

Copyright © (1995) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

新物流システムに関する共同研究報告書

建設省土木研究所道路部新交通研究室

日本道路公団技術部交通技術課

首都高速道路公団計画部調査課

要 旨

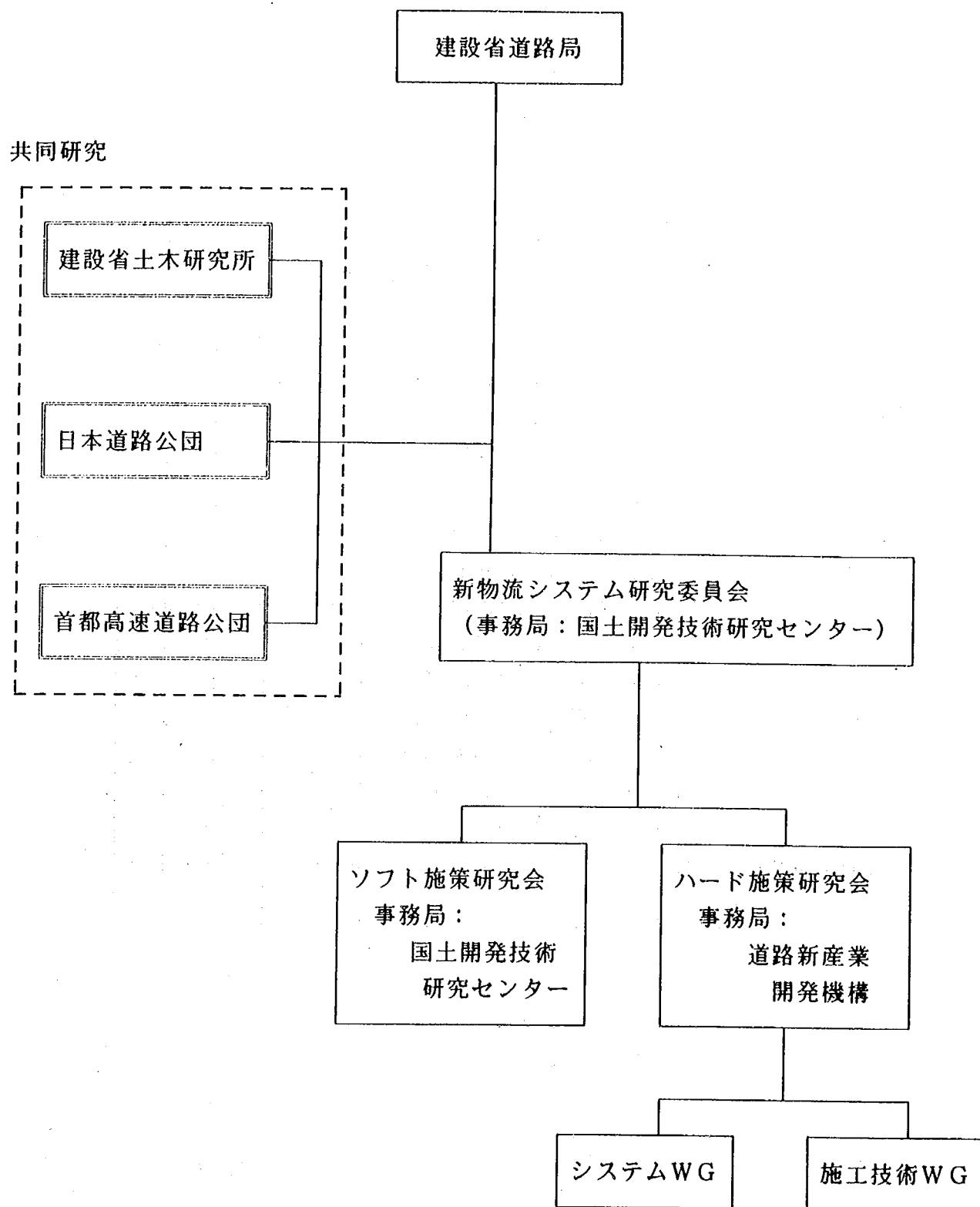
本報告書は、建設省土木研究所と日本道路公団及び首都高速道路公団の三者が、平成2年度から共同研究として検討を進めてきた「新物流システムに関する研究」の成果をとりまとめたものである。

トラック輸送に関わる問題点として、道路混雑の激化、環境への影響の増大、トラック運転手の高齢化・労働条件の悪化等が挙げられている。本研究では、これらの問題を抜本的に解決して高度化する産業活動を維持し、輸送ニーズに対応していくために、貨物自動車の輸送を代替・補完する、道路地下空間等を利用した新しい物流システムをとりあげた。

本報告書では、物流の特性を分析し、新しい物流システムを導入した場合の事業採算性及び整備効果を分析した結果を示す。さらに、新しい物流システムの機器及び導入空間について検討した結果についてもとりまとめた。

キーワード：物流、物流高度化、貨物自動車輸送、新物流システム、地下物流

研 究 体 制



共同研究項目及び年次計画

研究項目	研究細目	年次計画				
		2年度	3年度	4年度	5年度	6年度
1. 都市構造と物流システムに関する研究	物流特性の分析					
	需要配分と適応ルートの検討					
	整備効果の分析					
	新システムの需要予測					
2. 新物流システムの運用に関する研究	システム規模・機能の検討					
	システムの適応性					
	システムの採算性と整備効果					
	運営方法の検討					
3. システム機器に関する研究	輸送系機器の方式検討					
	荷役系機器の方式検討					
	トータルシステムの検討					
	システムの概略設計					
4. 構造等に関する研究	要素技術の実験と評価					
	導入空間と設計条件の検討					
	システム建設上の制約条件					
	システムの段階整備方策					
5. 研究成果のとりまとめ	施工技術の検討					

研究参加者一覽表

所 属 機 関	氏 名	役 職 名
建設省土木研究所	柴田正雄	道路部長 (H. 2, 3)
	神崎正弘	" (H. 4, 5)
	中垣光	"
	安崎裕亮	" 道路交通總括研究官
	中村亮一	" 道路研究室長
	谷口栄一	" 新交通研究室長 (H. 2, 3)
	山田栄晴	" " "
	大石龍太郎	" " 主任研究員 (H. 4)
	大下武志	" " "
	河野辰男	" " "
	伊藤善裕	" " 研究員
	石渡史浩	" " (H. 2)
	橋口賢治	" " (H. 3, 4, 5)
	中西英樹	" " (H. 5)
日 本 道 路 公 団	長谷義明	技術部長 (H. 2, 3, 4)
	畑村久	" (H. 5)
	田村章定	"
	落合恒流	" 交通技術課長 (H. 2)
	竹本恒光	" " (H. 3, 4)
	栗原光秀	" " 代理 (H. 2, 3)
	高橋二喜	" " (H. 4, 5)
	阿江章雄	" " (H. 6)
	大石敏則	" " "
	渡辺修二	" 交通技術課 (H. 2, 3)
	芥川章明	" " (H. 2, 3, 4)
	羽山善平	" " (H. 4, 5)
	石橋置平	" " (H. 6)
	日関富彦	" "
首都高速道路公団	井口浩	計画部長 (H. 2, 3)
	中垣弘	" (H. 4, 5)
	鈴木光	"
	松浦先	" 次長 (H. 2, 3)
	齐藤六	" " (H. 4)
	杉浦男	" "
	森田浩	" 調査課長 (H. 2, 3, 4)
	岩永之	" " (H. 5)
	森河久	" "
	宮内良	" 補佐 (H. 2, 3, 4)
	齐藤彦	" " (H. 5, 6)
	野村治	" " "
	田中一	" 調査課 (H. 2, 3, 4)
	富永夫	" " (H. 5)
	林寛博	" " (H. 2)
	石北	" " (H. 3, 4)
	菅野寛	" "
		" "

本報告書は、建設省土木研究所と日本道路公団及び首都高速道路公団の三者が、平成2年度から共同研究として検討を進めてきた「新物流システムに関する研究」の成果をとりまとめたものである。

近年、都市内・都市間の幹線道路の交通渋滞は極めて著しく、また大気汚染・騒音などの環境問題が大きな社会問題として顕在化している。しかしながら、将来の道路交通網の整備のみによってこれらに対処することは困難であり、しかも用地取得の困難性等から施設整備には多くを期待できない状況となっている。

また、特に大都市においては、貨物輸送のほとんどすべてを貨物自動車に依存しているといっても過言ではなく、交通渋滞等に起因する物流コストの増大や労働条件の悪化等が問題となっている。このような観点から、貨物輸送のための新しい輸送システムを開発し、物流の円滑化や交通環境の改善等を図り、望ましい都市交通の実現をはかることは重要な課題である。新しい物流システムの設置空間としては、大都市では地価の高騰による用地の確保が難しいこと、騒音・日照・都市景観等の問題も大きいことから、地上ないし上部空間の利用によるインフラ整備は困難となっており、地下空間とりわけ道路地下空間の利用が適していると考えられる。

このような背景を踏まえ、本報告書では、新物流システムのコンセプト、東京23区を中心とした都市内システム及び東京～神戸間をモデルケースとした都市間システムの整備計画、システム機器及び構造・施工技術等に関して検討した結果を報告するものである。

まえがき

1. 都市構造と物流システムに関する研究	1
1.1 新物流システムの必要性	1
1.2 物流特性の分析	6
1.3 新物流システムのコンセプト	49
1.4 運営方法の検討	54
2. 新物流システムの整備計画に関する研究	61
2.1 都市内新物流システムのルート設定と需要予測	61
2.2 都市内新物流システムの整備効果の分析	86
2.3 都市内新物流システムの財務分析	99
2.4 都市内新物流システムの段階整備計画	107
2.5 都市間新物流システムの需要予測	115
2.6 都市間新物流システムの評価	142
2.7 都市間新物流システムの段階整備計画	152
3. システム機器に関する研究	161
3.1 輸送方式の検討	161
3.2 DMT方式とコンテナ台車方式の比較	163
3.3 トータルシステムの検討	168
3.4 要素技術の評価実験	173
4. 構造等に関する研究	197
4.1 システム建設上の制約条件の検討	197
4.2 導入空間と設計条件の検討	219
4.3 結節点の構造	243
4.4 施工技術の検討	248
参考-1 トンネル掘削関連工法	262
結論	273

第 1 章 都市構造と物流システムに関する研究

1.1 新物流システムの必要性

1.1.1 貨物自動車輸送をとりまく状況

(1) 道路交通渋滞

東京区部の一般国道では、交通需要の増大に伴い、渋滞区間が増大しており、平成2年には改良済の一般国道の混雑度1以上の延長が77.9%を占めるなど、道路の混雑悪化は著しい（図1.1-1）。

このため、一般国道の旅行速度も近年やや改善がみられるものの、昭和55年の21.4 km/h が平成2年には19.1km/h にまで低下している（表1.1-1）。

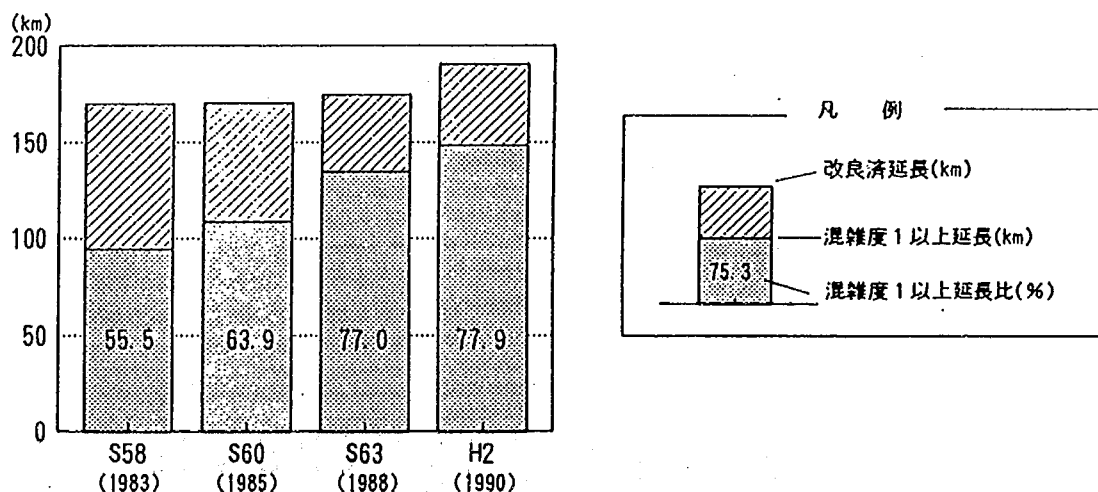


図1.1-1 一般国道の混雑状況の推移（幅員 5.5m以上改良済）

表1.1-1 旅行速度の推移

（単位 km/h）

	東京23区			全国平均		
	S55	S60	H2	S55	S60	H2
一般道路	21.4	14.9	19.1	39.4	36.4	37.3
都道府県道	20.4	15.9	16.6	36.2	33.7	34.1
全道路平均	20.6	15.6	17.0	37.7	35.1	34.9

資料）道路交通センサス

注）平成2年度については平日のデータ

東名高速・名神高速の最近の交通渋滞の発生件数、混雑度1以上の区間延長の割合は、交通量の増加に伴い年々増加しており、高速道路においても交通渋滞問題がますます深刻化していくものと予想される（図1.1-2、図1.1-3）。

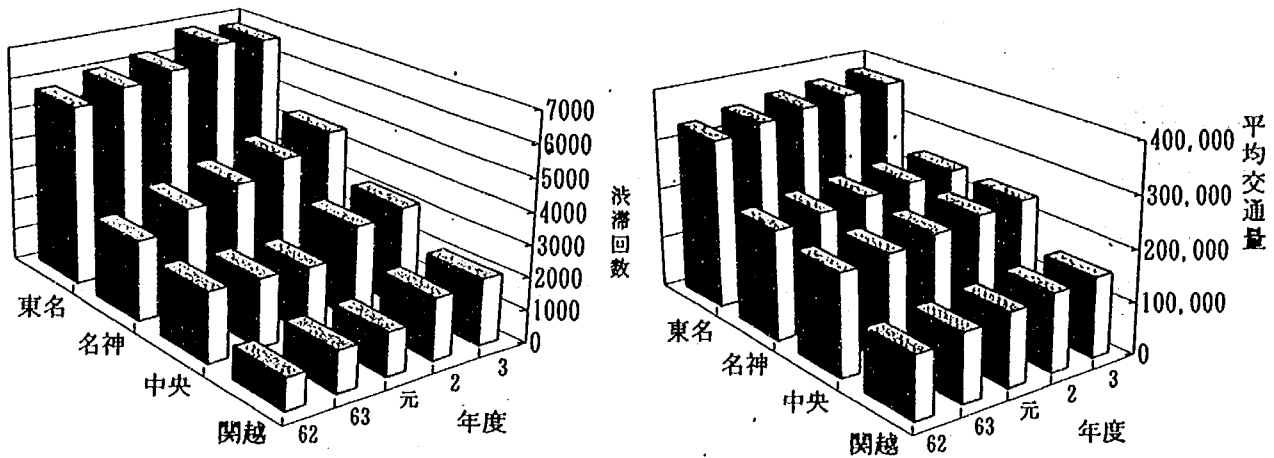
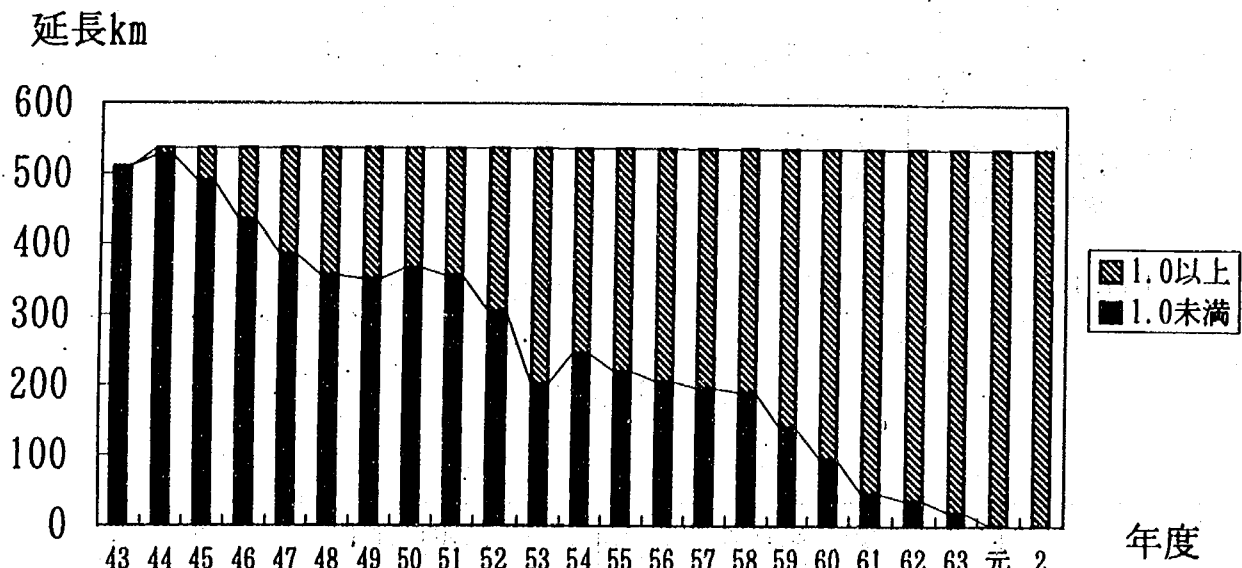


図1.1-2 高速道路渋滞状況・日平均交通量の経年変化



注) 交通量は各年度日本道路公団資料による。
 ここで混雑度＝日交通量／日交通容量
 例えば平地部の四車線では日交通容量は48,000台／日

図1.1-3 東名・名神混雑度別の延長の推移

(2) 大気汚染による環境問題

自動車交通量の増大に伴い、東京都内の大気汚染の指標となる二酸化窒素 (NO_2) の濃度は昭和60年以降増加傾向にある。

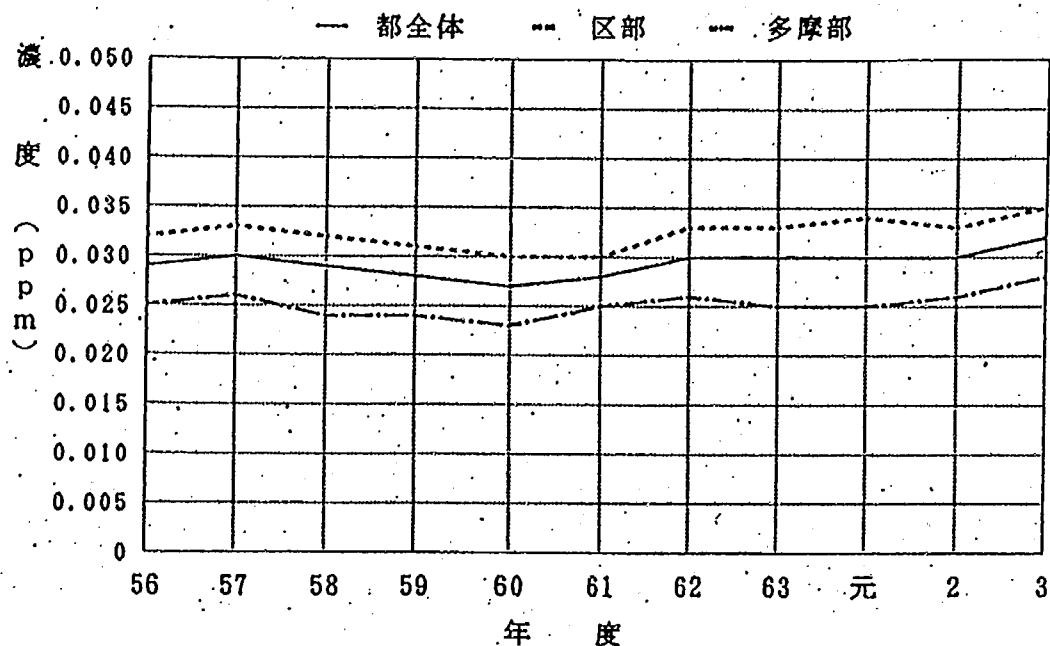
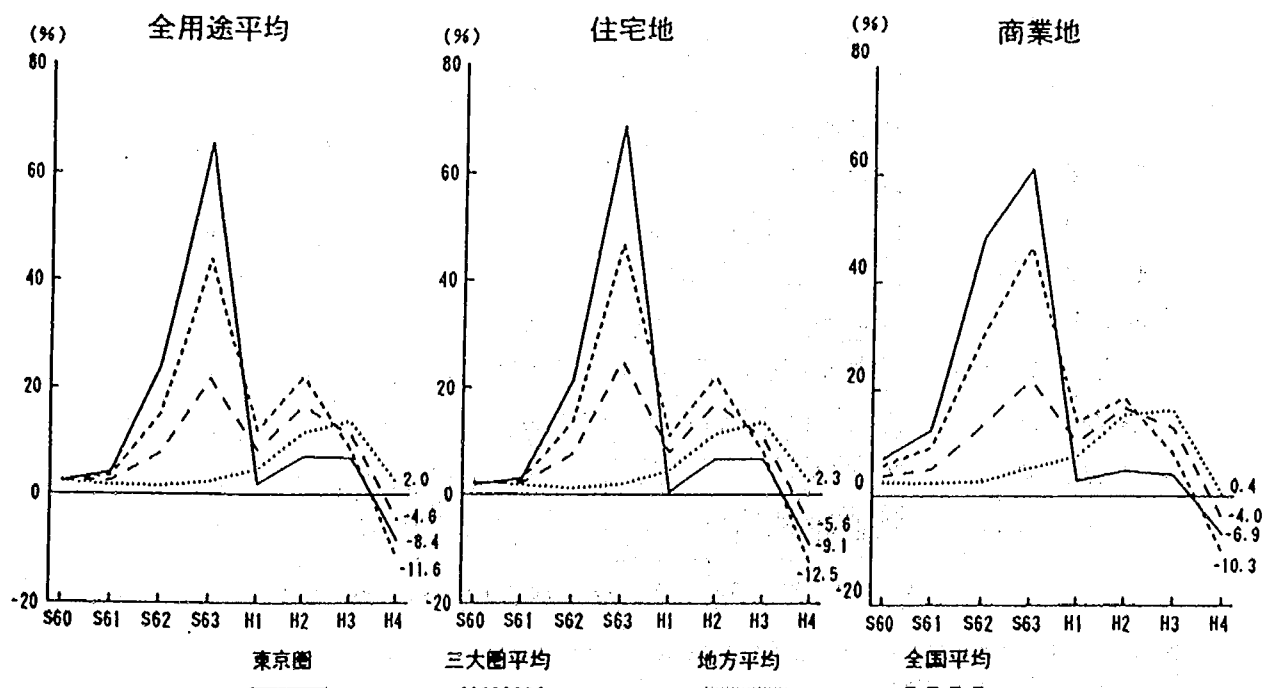


図1.1-4 一般局における NO_2 年平均値の推移

(3) 道路整備を進める上での制約条件の拡大

大都市圏、特に東京都市圏への産業、人口、情報の集中に伴う地価の高騰は、現在は停滞しているものの、土地利用の高度化、高密度化を促し、物資輸送の基盤となる道路整備をますます難しくしている(図1.1-5)。



注) 各年1月1日の地価公示価格の前年1月1日の地価公示価格に対する変動率である。
資料) 国土庁「地価公示」

図1.1-5 公示価格年別変動率

(4) 労働力の不足・高齢化

労働力の不足、高齢化は産業界全体の問題であるが、特に道路貨物運送業は、労働時間が不安定でしかも長時間であること等により、若年層を中心とする労働者の新規雇用が難しくなっており、労働力不足が深刻になっている（図1.1-6、図1.1-7）。

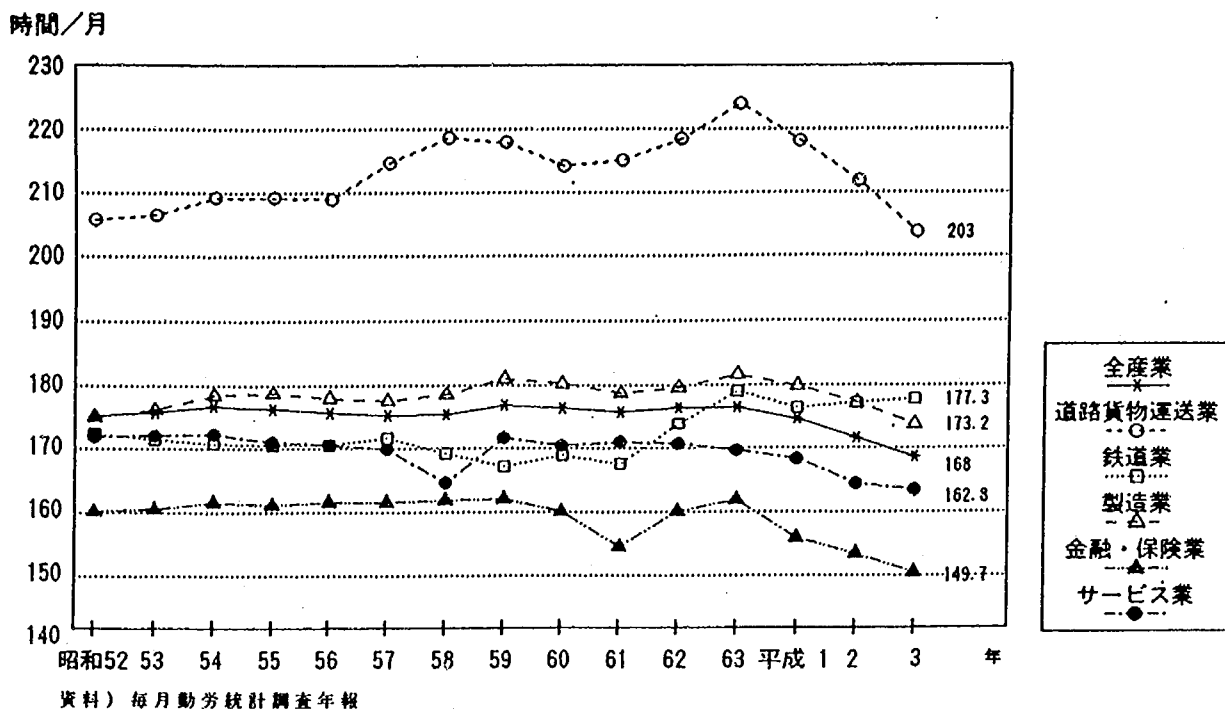
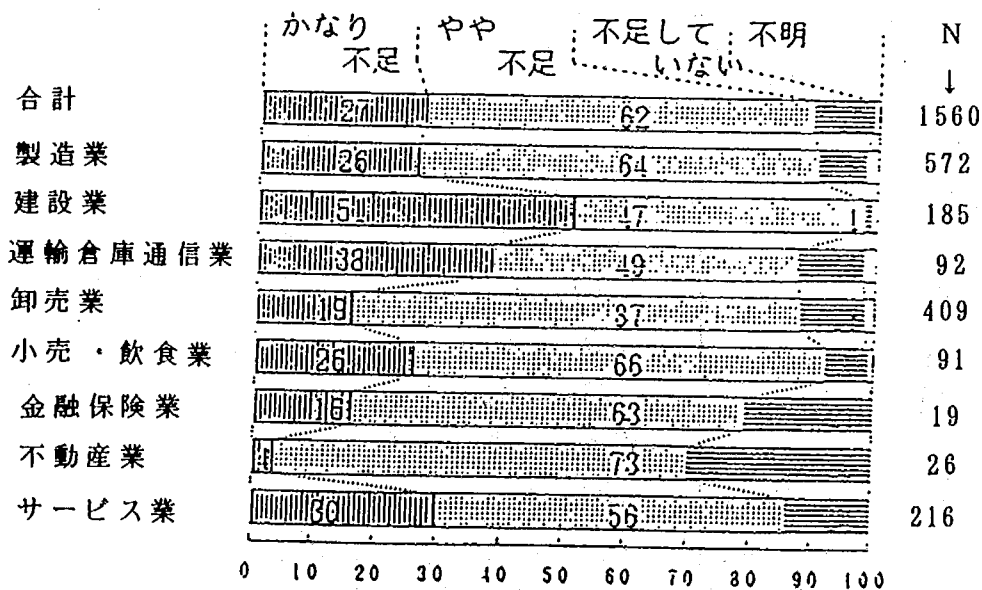


図1.1-6 業種別労働時間の推移



資料) 「人手不足の影響と新卒者の採用見通しに関する緊急調査結果」東京商工会議所、平成元年11月

図1.1-7 産業別人手不足の状況

(5) エネルギー制約

運輸部門における石油エネルギー消費量は、石油需給・価格の変化に関わらず増加を続けており、逼迫が予想される今後の石油供給を鑑みるに、何らかの対策が必要と考えられる。

1.1.2 新物流システムの必要性

貨物輸送については、物流ニーズの変化に対応して、自動車輸送が主要な役割を担ってきており、今後とも大都市圏内、都市圏間を問わずそのシェアが増大していくものと予測されている。

しかし、貨物自動車による輸送の状況は、先にみたように、将来に向けてますます厳しいものになると予想され、以下のような課題が指摘されている。

- 道路交通混雑の一層の激化
 - ・交通混雑の中でも貨物自動車の交通量は減少していない。
 - ・渋滞の原因の一つである路上駐車のうち、貨物自動車による荷捌き等の駐車が多い
 - ・都市内鉄道輸送は旅客輸送で線路容量の限界に近い。
- 騒音・大気汚染等の環境の悪化
- 都市内の道路整備を進める上での制約条件の拡大
 - ・地価の高騰
 - ・土地利用の高度化等
 - ・都市景観の保全
- 運輸労働力の不足・高齢化
- 石油エネルギーの逼迫

このような状況のなかで、物流については、産業経済構造の変化や国民の消費生活の多様化に伴い、輸送の小口化、多頻度化、ジャスト・イン・タイム化など高度、多様な輸送サービスが強く求められる一方で、輸送の合理化や流通コストの削減等が求められている。

以上のような背景から、これからの道路整備を進めていくにあたっては、先に述べた貨物自動車輸送をとりまく課題に対応しつつ、貨物輸送サービスの高品質化、輸送の合理化等の多様なニーズに応えていくことが必要となっており、そのためには道路交通を代替する新しい物流システムを導入する必要性が高い。

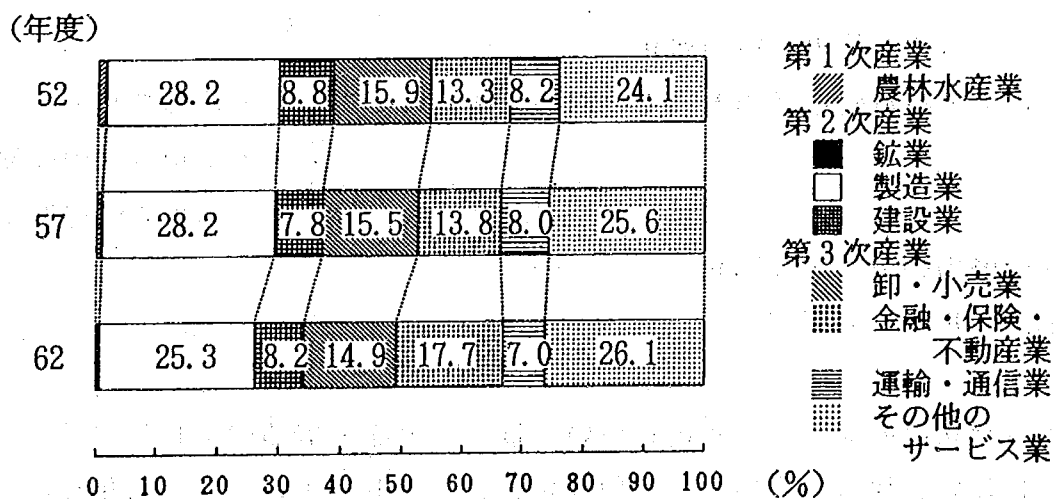
1.2 物流特性の分析

1.2.1 産業構造の変化と物流需要

(1) 産業構造の変化と輸送量

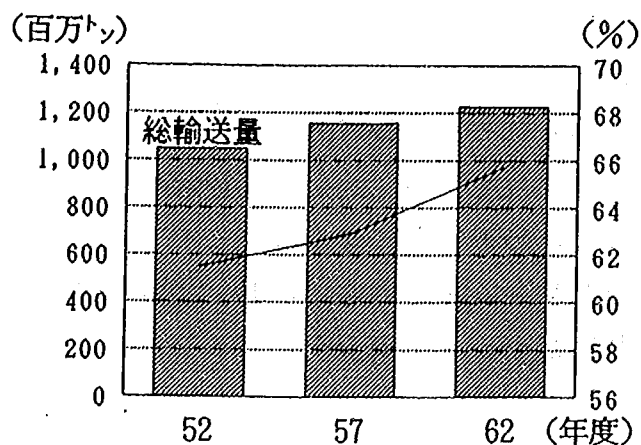
東京都市圏における産業構造の変化（昭和52～62年度）をみると、第1次、2次産業のウェイトが低下し、その分第3次産業が着実に増加している。62年度には、東京都市圏内総生産に占める第3次産業の割合は6割半ばに達し、とくに金融・保険・不動産、その他のサービス業のウェイトの増加が目立つ（図1.2-1）。

東京都市圏における総輸送量は、62年度には1,226百万トンと52年度の水準の1.2倍に増えているが、その増加の割合は産業構造の変化（2次産業から3次産業へのウェイトのシフト、素材型から加工型・知識集約型への生産シフト）や、技術革新による製造工業品の「軽薄短小化」などがもたらした製造業の出荷原単位（出荷量／出荷額）の低下を背景に、52～57年度の年2.0%増から57～62年度の年1.2%増へと鈍化している（表1.2-1 図1.2-2）。



- (注) 1. 東京都市圏内総生産に占める各産業の生産額の割合。
2. 「県民経済計算年報」（経済企画庁）により作成。
3. 東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県、東京都3県および茨城県の南部

図1.2-1 産業構造の変化



- 注) 1. 折れ線グラフは、東京都市圏内総生産に占める第3次産業生産額の割合。
 2. 「貨物地域流動調査」(運輸省運輸政策局)、「県民経済計算年報」(経済企画庁)により作成

図1.2-2 東京都市圏における第3次産業の割合と総輸送量の推移

表1.2-1 製造業業種別の出荷額1万円当たり出荷量の推移

(年間調査 単位: kg)

業種(製造業)	50年	55年	60年	年平均伸び率 (%)		
				50-55	55-60	50-60
食料品	56.00	58.96	54.10	1.0	△ 1.7	△ 0.3
繊維	14.74	14.08	12.75	△ 1.0	△ 2.0	△ 1.4
衣服・その他繊維品	14.16	8.36	6.17	△ 10.0	△ 5.9	△ 8.0
木材・木製品	102.37	130.63	142.81	5.0	1.8	3.4
家具・装備品	30.05	21.36	29.05	△ 6.6	6.3	△ 0.7
パルプ・紙	52.66	57.35	63.59	1.7	2.1	1.9
出版・印刷	14.30	20.78	19.57	7.8	△ 1.2	3.2
化学	59.11	64.99	55.81	1.9	△ 3.0	△ 0.6
石油・石炭製品	161.80	172.34	195.57	1.3	2.6	1.9
ゴム製品	13.03	17.62	21.95	6.2	4.5	5.4
なめし革・同製品	5.92	7.23	5.26	4.1	△ 6.2	△ 1.2
窯業・土石製品	636.59	746.41	875.30	3.2	3.2	3.2
鉄鋼	114.69	120.75	128.53	1.0	1.3	1.1
非鉄金属	41.11	29.76	31.35	△ 6.3	1.0	△ 2.7
金属製品	36.58	37.53	36.92	0.5	△ 0.3	0.1
一般機械器具	18.71	13.46	11.99	△ 6.4	△ 2.3	△ 4.4
電気機械器具	9.61	8.96	5.65	△ 1.4	△ 8.8	△ 5.2
輸送用機械器具	28.11	22.13	16.67	△ 4.7	△ 5.5	△ 5.1
精密機械器具	4.02	2.86	3.26	△ 6.6	2.7	△ 2.1
その他の製造業	15.46	18.07	18.59	3.2	0.6	1.9
製造業計	82.24	81.35	73.42	△ 0.2	△ 2.0	△ 1.1

- 注) 1. 50,55年長さの原単位は、卸売物価指数(品目別)により60年調査時点価格に調整した数値。
 2. 「全国貨物純流動調査報告書」(昭和62年3月;運輸省)により作成。

(2) 産業構造の変化と輸送品目

東京都市圏における輸送品目構成の推移（昭和52～62年度；重量ベース）をみると、鉱産品、金属工業品、窯業品といった重量のある品目の輸送ウェイトは低下傾向あるいは現状維持といった動きとなっている。逆に、「軽薄短小化」の進む機械工業品やもともと出荷原単位の大きくない軽・雑工業品はシェアを増加させており、先にみた産業構造の変化を反映した結果となっている。なお、経済活動の高まりのなかで、廃棄物（廃土砂等）を含む特種品のシェアは着実に増大している（図1.2-3）。

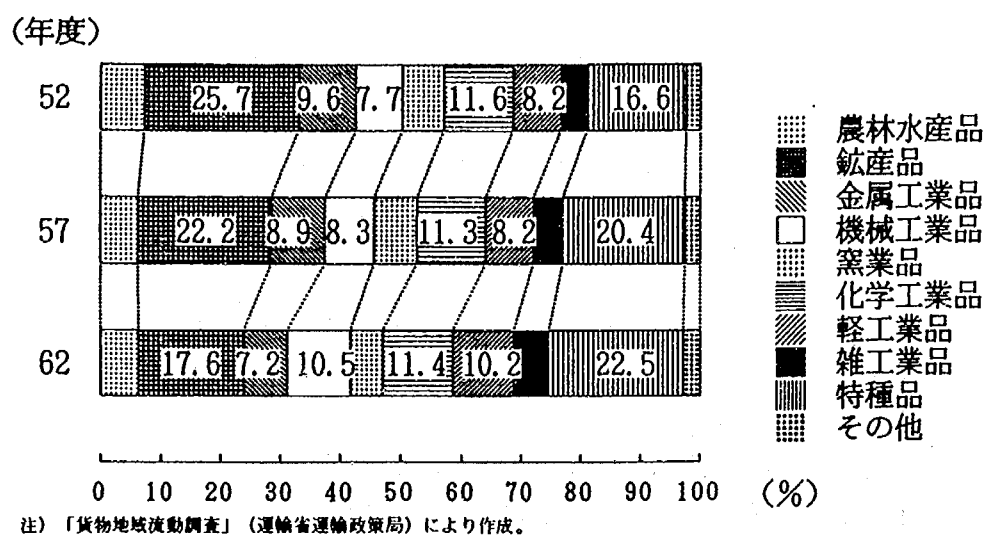
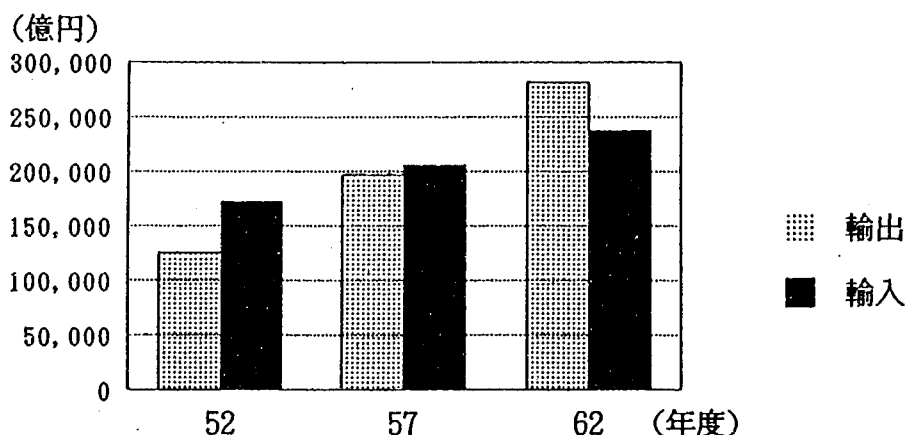


図1.2-3 東京都市圏における総輸送量の品目別構成の変化

(3) 貿易量の拡大と輸出入貨物量

東京都市圏における輸出入額の推移（昭和52～62年度）をみると、輸出、輸入とも着実に増えているが、輸出・入のパターンは輸入超過から輸出超過へと変化している。こうしたなかで、主要港（東京港・横浜港）における国際海上コンテナ貨物量も着実に増加しており、輸出は52年度の8.1百万トンから62年度の18.7百万トンへ、輸入は5.5百万トンから16.4百万トンへと、それぞれ2.3倍、3.0倍に拡大している。また、首都圏空港（成田・羽田空港）における輸出入航空貨物量も、輸出が52年度の15.2万トンから62年度の32.9万トンへ、輸入が14.1万トンから37.6万トンへと、それぞれ2.2倍、2.7倍の規模に膨らんでいる。とくに、近年の輸出入航空貨物の急増で、空港貨物施設の狭隘化が問題となっている（図1.2-4）。

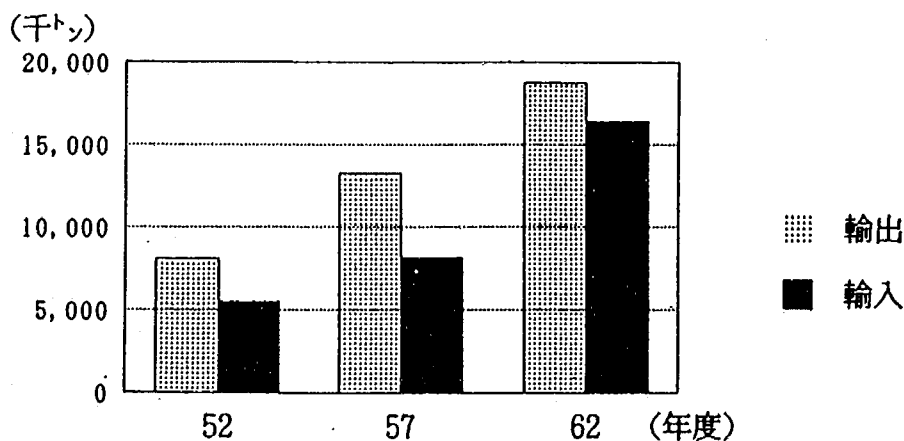
①輸出入額の推移



注) 1. 昭和60年度価格

2. 「貿易業態統計表」(通商産業省通商政策局)により作成。

②東京港および横浜港における国際海上コンテナ貨物量

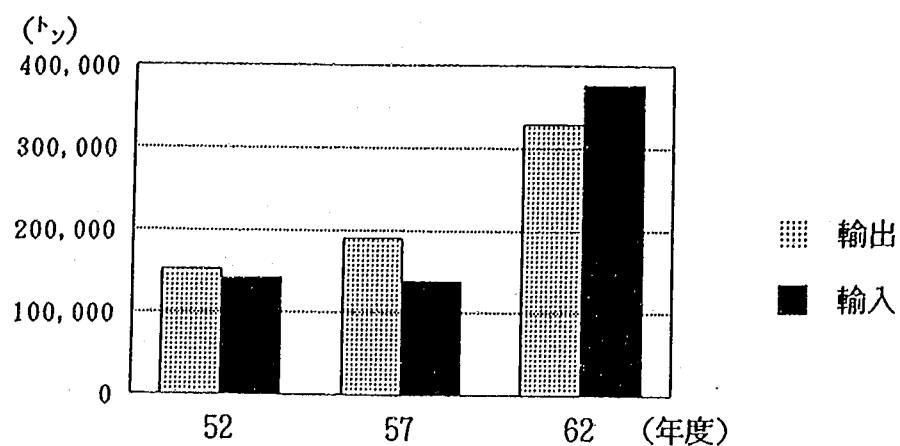


注) 1. 東京港と横浜港における国際海上コンテナ貨物量の合計。

2. 「海運統計要覧」(日本船主協会)により作成。

図1.2-4 東京都市圏における輸出入の動向

③新東京国際空港および東京国際空港における日本出入航空貨物（直送貨物）取扱実績



注) 「日本出入航空貨物路線取扱実績」(運輸省航空局)により作成。

図1.2-4 (続き)

1.2.2 大都市における貨物流動の状況

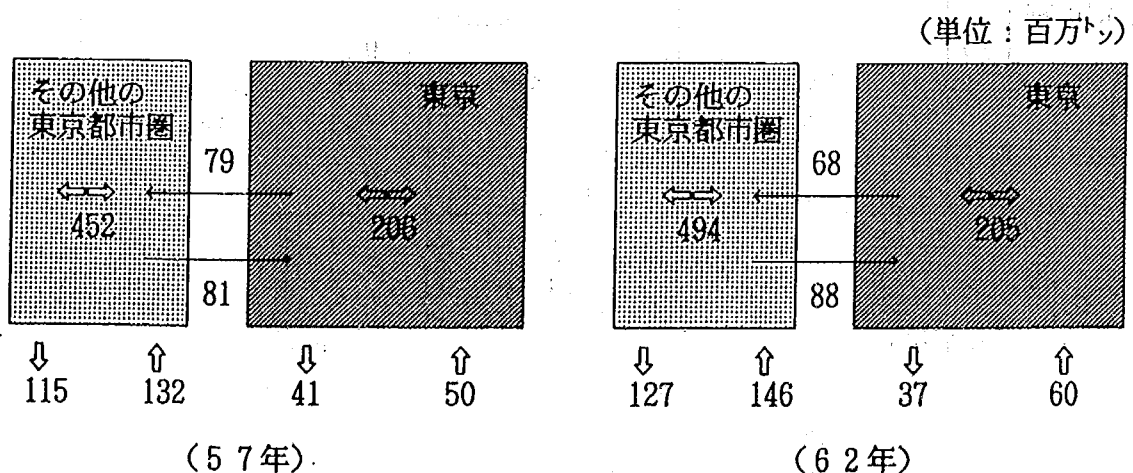
(1) 国内貨物流動量の変化

1) 貨物流動量の変化

東京都市圏（東京、神奈川、千葉、埼玉の1都3県および茨城南部）における総貨物流動量の変化（昭和57→62年度）をみると、「東京都内々」、「東京都⇄その他の東京都市圏」および「東京都⇄その他地域（東京都市圏以外）」の流動量は、ほぼ横ばいである。これに対し、「その他の東京都市圏内々」、「その他の東京都市圏⇄その他地域」の流動量は増加をみせており、東京都関連の流動量の頭打ち傾向とそれに代わる東京都周辺地域関連の流動量の増加傾向が、対照的に示されている。また、「その他の東京都市圏およびその他地域」と「東京都」の間の流動パターンも、東京都から出る貨物量が減り、入ってくる貨物量が増えるパターンに転じている。

これを品目別にみると、「東京都内々」の流動量の停滞は金属機械工業品、化学工業品の落ち込みによるものであり、軽雑工業品などではむしろ増加している。こうした品目別流動量の変化は、金属機械・化学工業系メーカーの周辺地域への転出を反映したものともみることができよう（図1.2-5, 6）。

また、東京都市圏における品目別流動ロット（流動量／流動件数）の変化（昭和47→57年；発生ベース）をみると件数ベースの大幅な伸びを反映して、いずれの品目でも流動ロットは10年間で約2分の1前後の水準にまで低下している。近年においても、輸送ニーズの高度化・多様化を背景に、流動件数の増加傾向が続いており、流動ロットは減少基調で推移している（表1.2-2）。

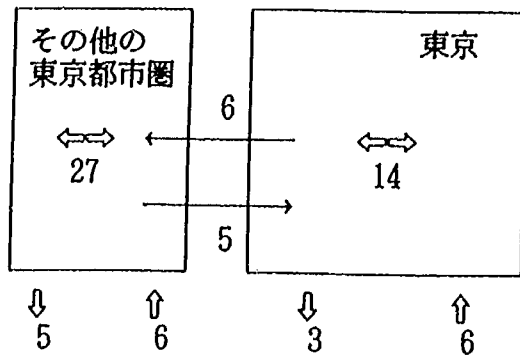


注) 「貨物地域流動調査」(運輸省運輸政策局)により作成。

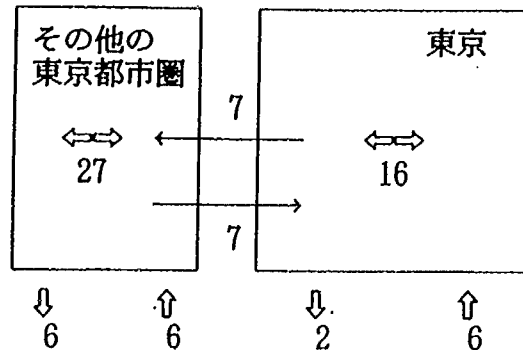
図1.2-5 東京都市圏における総貨物流動量の変化

①農林水産品

(単位：百万トッ)



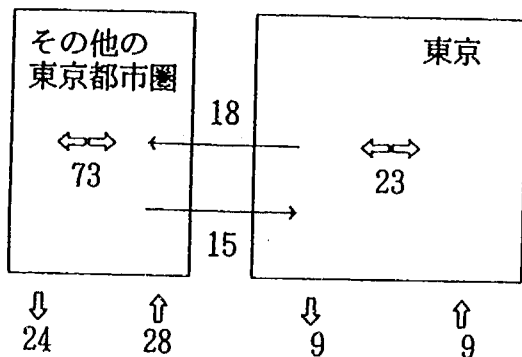
(57年)



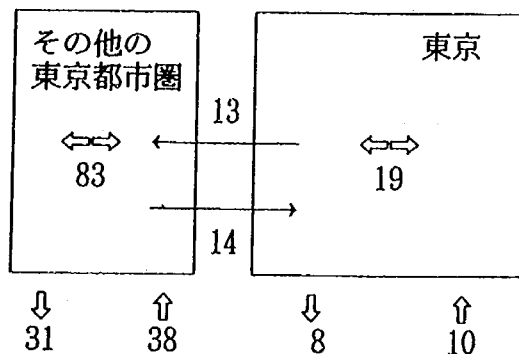
(62年)

②金属機械工業品

(単位：百万トッ)



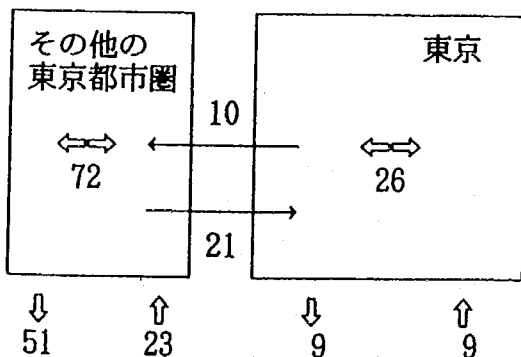
(57年)



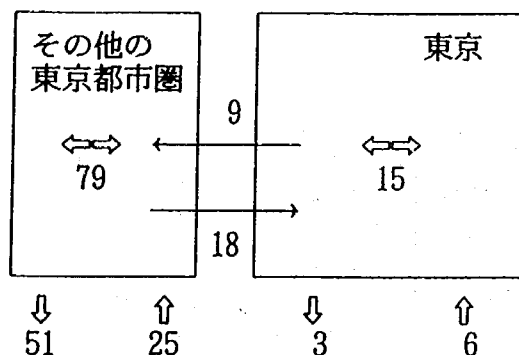
(62年)

③化学工業品

(単位：百万トッ)



(57年)

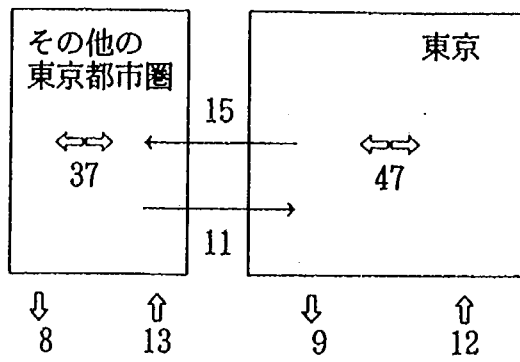


(62年)

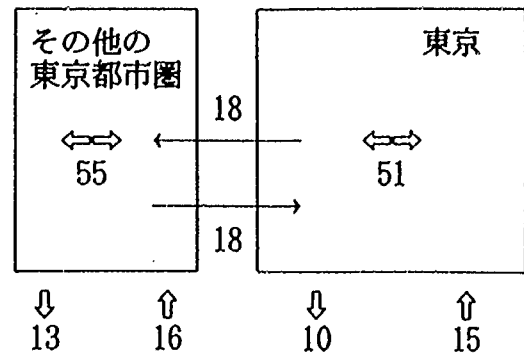
図1.2-6 東京都市圏における品目別貨物流動量の変化

④軽雑工業品

(単位：百万ト)



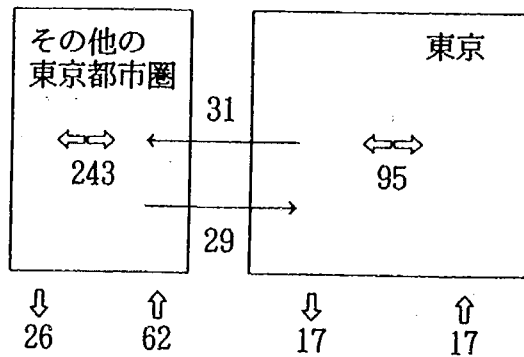
(57年)



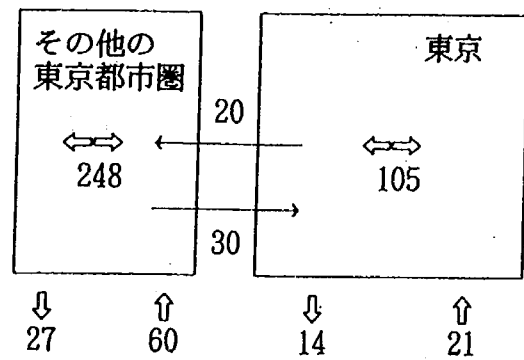
(62年)

⑤その他

(単位：百万ト)



(57年)



(62年)

注) 「貨物地域流動調査」(運輸省運輸政策局)により作成。

図1.2-6 (続き)

表1.2-2 東京都市圏における品目別発生・集中量の変化

①農林水産品

	4 7年	5 7年	57年／47年
発生量（千ト／日）	1 7 8	1 0 2	0. 5 7 3
集中量（千ト／日）	1 9 1	1 4 9	0. 7 8 0
発生件数（千件／日）	2 3 1	3 4 3	1. 4 8 5
流動 ロット（千ト／件）	0. 7 7	0. 3 6	0. 4 6 8

②金属・機械工業品

	4 7年	5 7年	57年／47年
発生量（千ト／日）	4 4 3	4 0 7	0. 9 1 9
集中量（千ト／日）	4 3 3	3 4 7	0. 8 0 1
発生件数（千件／日）	2 5 9	4 0 9	1. 5 7 9
流動 ロット（千ト／件）	1. 7 1	0. 9 5	0. 5 5 6

③軽・雑工業品

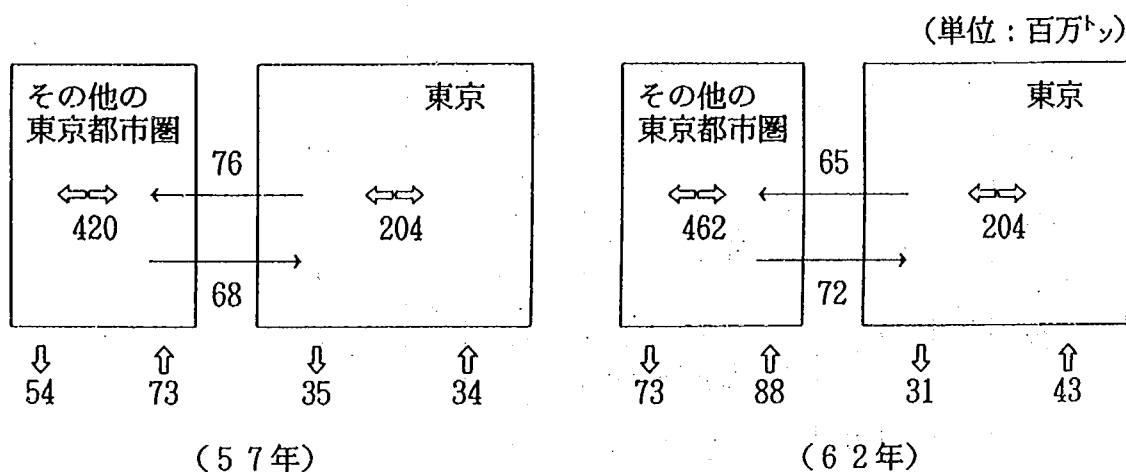
	4 7年	5 7年	57年／47年
発生量（千ト／日）	2 1 5	2 7 6	1. 2 8 4
集中量（千ト／日）	2 6 1	2 9 6	1. 1 3 4
発生件数（千件／日）	4 4 0	1, 2 8 7	2. 5 2 6
流動 ロット（千ト／件）	0. 4 9	0. 2 1	0. 4 2 9

資料）「東京都市圏物資流動調査」（昭和47年, 57年）

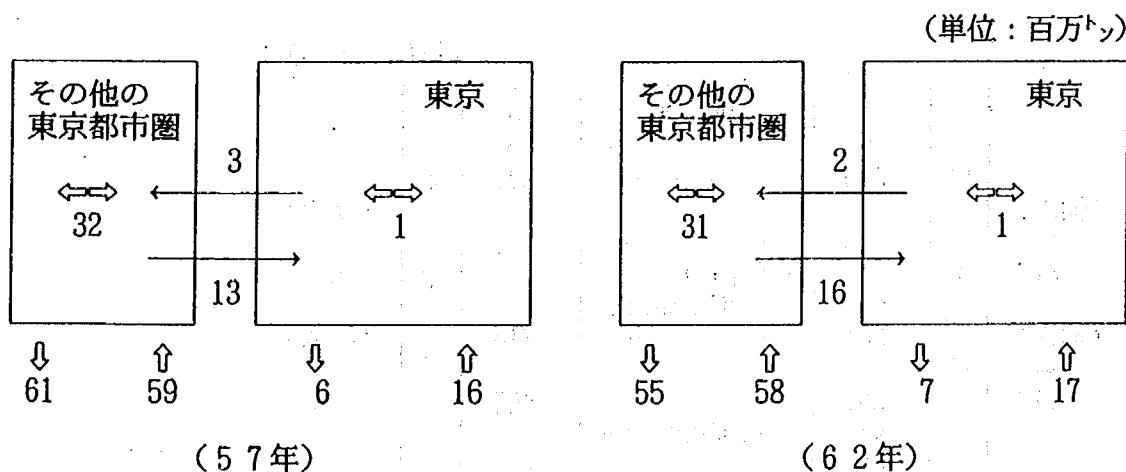
2) 機関別貨物流動量の変化

東京都市圏における機関別貨物流動量の変化（昭和57→62年度）をみると、「貨物自動車」による輸送は、流動量の大半を担っていることから、既にみた総貨物流動量の場合と同様の変化をみせている。ところで、「その他の東京都市圏」関連の流動量が増加基調にあることは先に見たとおりであるが、機関別にみると、こうした増加分がもっぱら「貨物自動車」輸送によるものであることが明かである（図1.2-7）。

①貨物自動車



②その他の機関



注) 「貨物地域流動調査」(運輸省運輸政策局)により作成。

図1.2-7 東京都市圏における機関別貨物流動量の変化

1) 輸出入コンテナ貨物流動量の変化

		(単位：千ト)				
(輸出) ⇐ 934 (輸入) ⇒ 435	横浜港	124 ⇐ ⇒ 189	東京	99 ⇒ ⇐ 213	東京港	(輸出) ⇒ 743 (輸入) ⇐ 434
		389 ⇐ ⇒ 128	その他の 東京都市圏	337 ⇒ ⇐ 112		
		422 ⇐ ⇒ 119	東京都市圏以外	307 ⇒ ⇐ 109		
		(60年)				全国 輸出：3952千ト 輸入：2009千ト

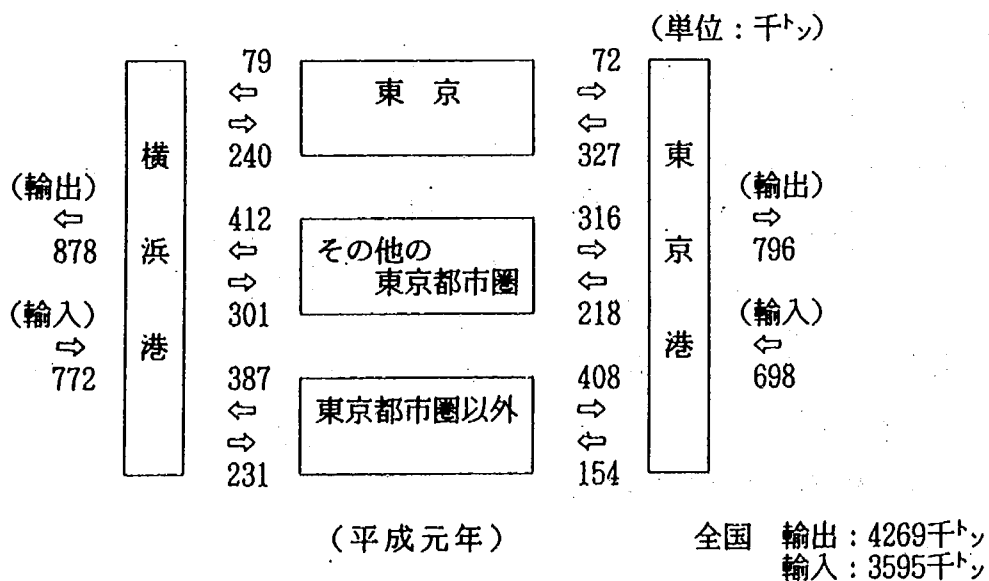
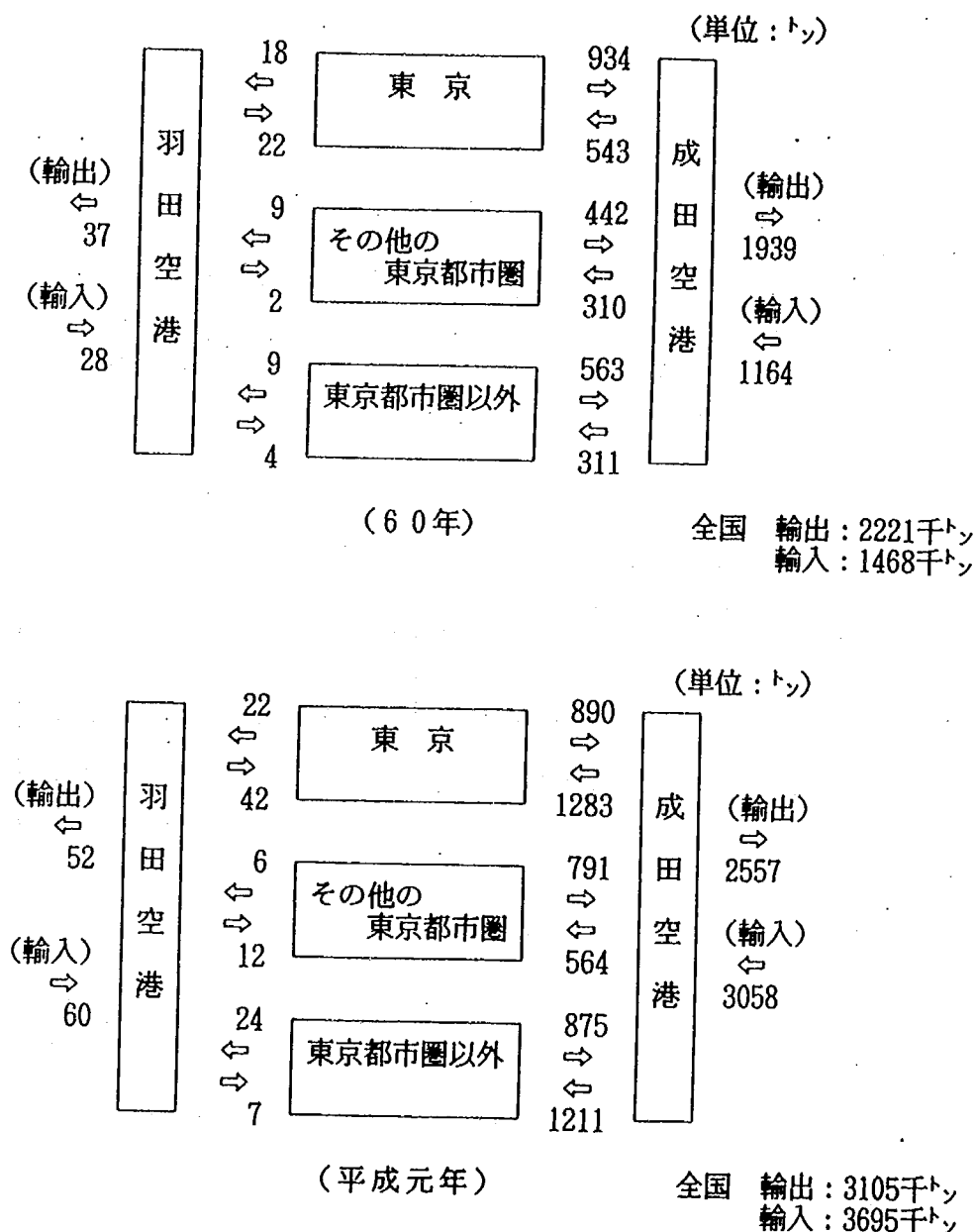


図1.2-8 輸出入コンテナ貨物流動量の変化

2) 輸出入航空貨物流動量の変化

首都圏空港（成田・羽田）関連の国際航空貨物流動量の変化（昭和60→平成元年）をみると、国際海上コンテナの場合と同様に、両空港経由で東京都市圏に入ってくる輸入貨物の急増が注目される。成田・羽田空港の輸入貨物取り扱い量（平成元年10月時点）は、わが国全体の輸入航空貨物量の8割強に及ぶが、これらの空港経由で東京都市圏に入ってくる輸入航空貨物量は、この5年間で2.2倍に膨らんでいる（図1.2-9）。



注) 1. 60年、元年とも、2日間（60年は9月、元年は10月）調査による実績値。
2. 「国際航空貨物動態調査報告書」（昭和61年3月；運輸省航空局）、「平成元年度国際航空貨物動態調査報告書」（平成2年3月；運輸省航空局）により作成。

図1.2-9 輸出入航空貨物流動量の変化

(3) 東京都区部における貨物流動の実態

1) 貨物発生・集中量および貨物流動量

東京都区部における発生・集中量は、重量ベースでは減少しているものの、件数ベースでは大幅に増大しており、この結果流動ロット（流動量／流動件数；発生ベース）が10年間（昭和47→57年）では、約半分に減少している（表1.2-3）。

また、東京都区部関連の貨物流動量（輸出入貨物分を除く）をみると、「区部内々」が最もウェイトが大きく、全体の4割強を占めている。次いで「区部以外⇔区部」、「区部⇔区部以外」の順となっている（表1.2-4）。

表1.2-3 東京都区部の物流の変化

	47年	57年	57年／47年
発生量（千ト／日）	531	427	0.804
集中量（千ト／日）	774	620	0.801
発生件数（千件／日）	790	1,085	1.373
流動ロット（千ト／件）	0.67	0.39	0.582

表1.2-4 東京区部における貨物流動量

	区部内々	区部⇔区部外	区部⇐区部外	計
貨物流動量	271	152 (156)	217 (349)	639 (776)
構成比	42.4 (34.9)	23.7 (20.1)	33.9 (45.0)	100

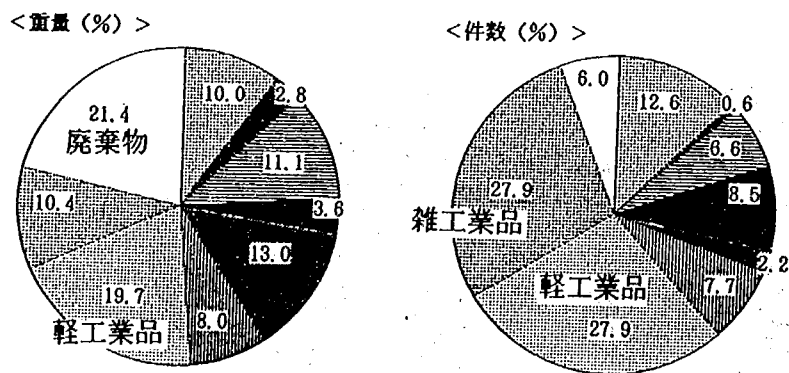
注) () 内数値は輸出入貨物量を含めた場合。
資料) 「東京都市圏物流調査」(昭和57年)

2) 発生・集中貨物の品目構成

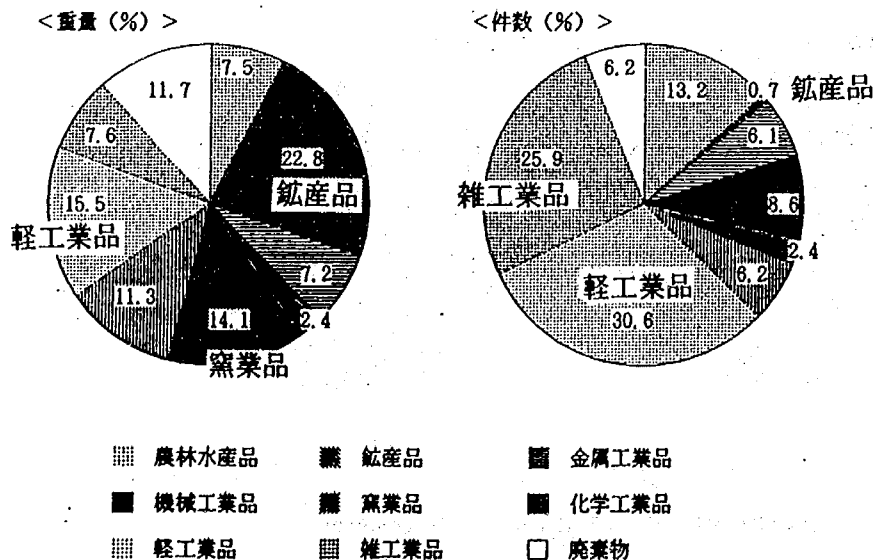
東京区部における発生・集中貨物の品目構成をみると、発生貨物では重量ベースで廃棄物が最もシェアが大きく、次いで軽工業品、窯業品、金属工業品の順となっている。これに対して、件数ベースでは軽・雑工業のシェアが大きく全体の5割を超えており、機械工業品も大きなシェアを占めている。逆に、窯業品、廃棄物などは、重量ベースでのシェアに比べ、件数ベースのそれはかなり小さい。

集中貨物では、重量ベースで鉱産品のシェアが最も大きく、次いで軽工業品、窯業品の順となっている。件数ベースでは、発生貨物と同様に、軽・雑工業品が全体の5割を超えており、鉱産品のシェアは極めて小さい（図1.2-10）。

① 発生



② 集中



注) 「東京都市圏物流流動調査資料第4編」(昭和59年3月;東京都市圏交通計画協議会)により作成。

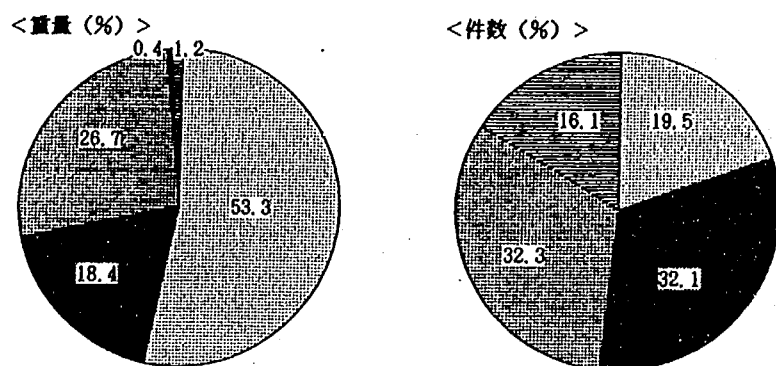
図1.2-10 東京区部における発生・集中貨物の品目構成

3) 発生・集中貨物の輸送機関構成

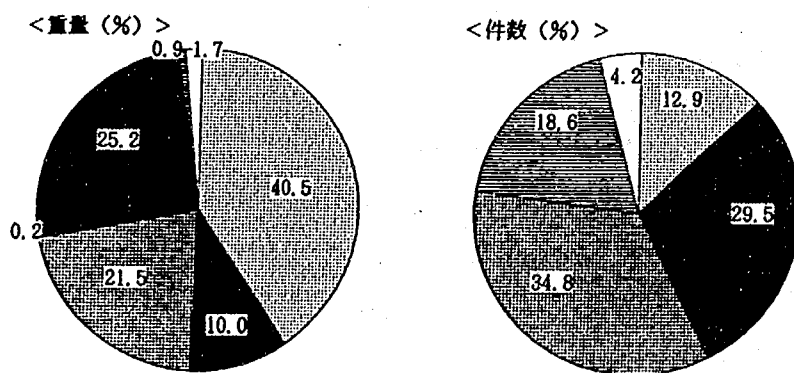
東京区部における発生・集中貨物の輸送機関構成をみると、発生貨物では重量ベースで普通貨物自動車全体が全体の5割を超え、次いで小型貨物自動車、その他自動車の順となっており、自動車輸送が合計で98%とほとんどを占めている。件数ベースでも、自動車が大半を占めることには変わりはないが、普通貨物自動車を抜いて小型貨物自動車、その他自動車がそれぞれ全体の約3分の1のシェアを占めている。

集中貨物では、重量ベースで普通貨物自動車のシェアが最も大きく、次いで船舶、その他の自動車の順となっており、自動車以外の輸送機関が相対的に大きなシェアを占めている点が注目される。件数ベースでは発生貨物と同様に、小型貨物自動車、その他自動車のシェアが大きい(図1.2-11)。

①発生



②集中



■ 普通貨物自動車 ■ 小型貨物自動車 ■ その他の自動車
 ■ 鉄道 ■ 船舶 ■ その他(航空機等)
 □ 不明

注)「東京都市圏物流流動調査資料第4編」(昭和59年3月;東京都市圏交通計画協議会)により作成。

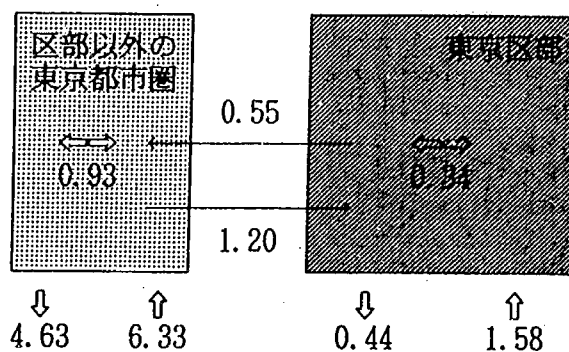
図1.2-11 東京区部における発生・集中貨物の輸送機関構成

4) 品目別・方面別流動ロット

総貨物でみると、「区部内々」の流動ロットは「区部以外の東京都市圏内々」の約3分の1の水準となっている。このように東京区部における流動は、「小ロット流動」といえるが、これを品目別にみると、流動ロットの値そのものは低いものの、軽雑工業品のように「区部以外の東京都市圏内々」より「区部内々」の値の方が高くなっている品目もみられる。

総じて、東京区部に入る貨物流動ロットは、区部から出る流動ロットに比べ低い値となっているが、農林水産品では出・入の流動ロットに大きなギャップはみられず、廃棄物では「区部以外の東京都市圏⇔東京区部」の流動ロットは入りより出の方が高くなっている。なお、東京区部に入る鉱産品の流動ロットがかなり高い値となっているが、これは東京港経由の流動によるものと推測できる（図1.2-12）。

①総貨物（単位：ト）



②農林水産品（単位：ト）

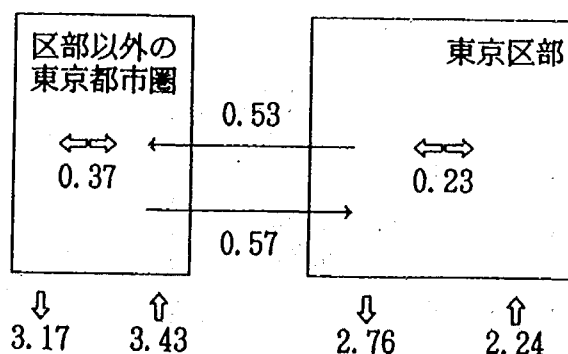
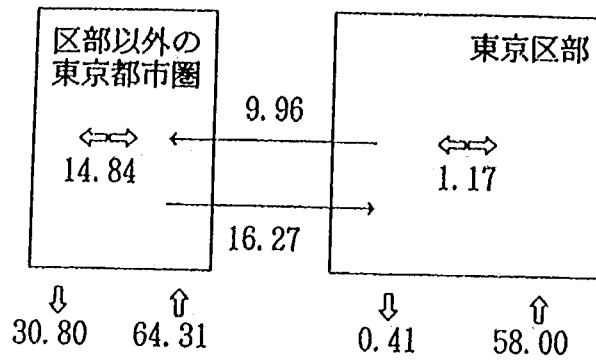
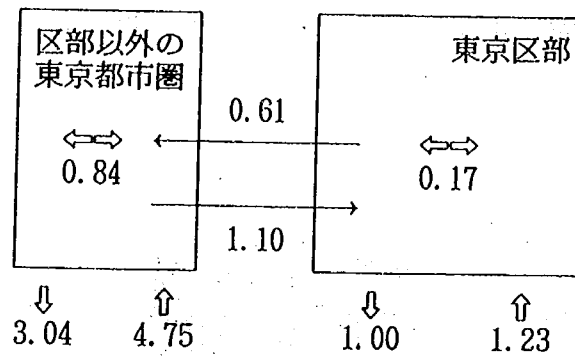


図1.2-12 東京都市圏における品別貨物流動ロット

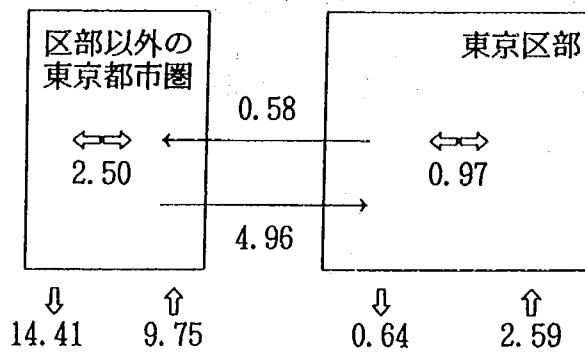
③ 鉱産品 (単位: トン)



④ 金属・機械工業品 (単位: トン)



⑤ 化学工業品 (単位: トン)



⑥ 軽雑工業品 (単位: トン)

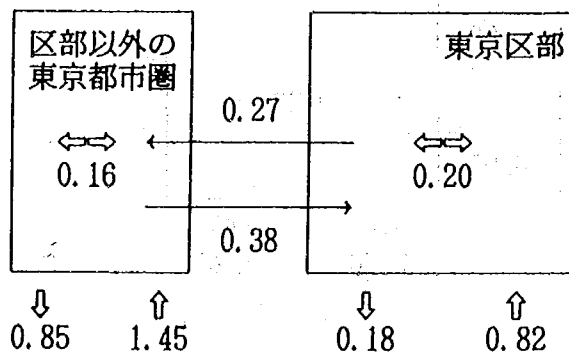
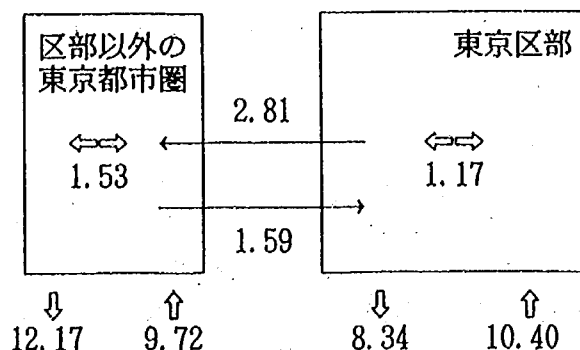


図1.2-12 (続き)

⑦廃棄物（単位：トン）



注) 1. 昭和57年10月および11月の平日における1日間調査の実績値。
2. 「東京都市圏物資流動調査資料第5編」(昭和59年3月; 東京都市圏交通計画協議会) により作成。

図1.2-12 (続き)

5) 施設別にみた貨物流動の実態

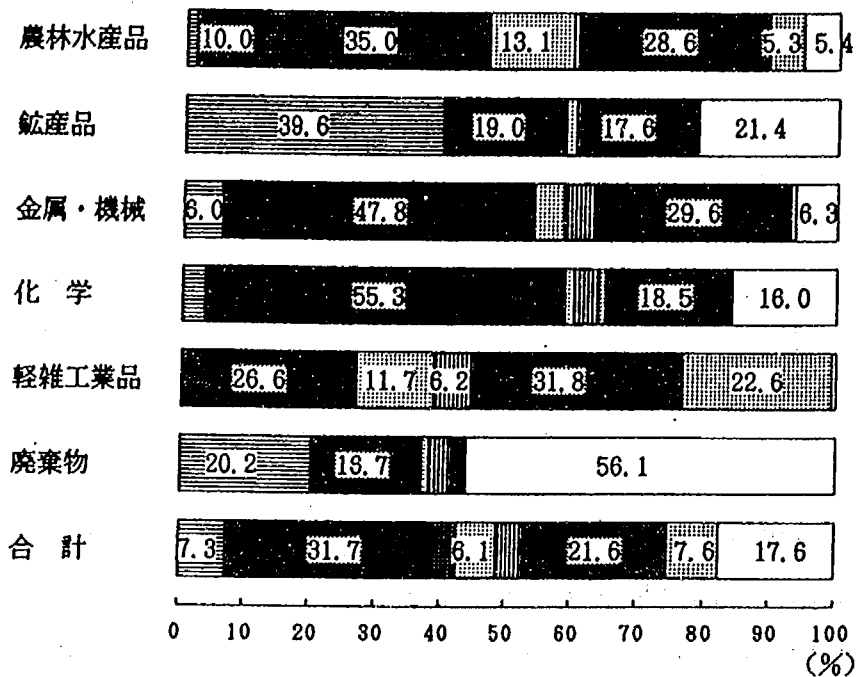
東京区部における施設別発生・集中パターンをみると、重量ベースでは工場・倉庫への出入りで約半数を占めている。件数ベースでは店舗・倉庫（発施設）、工場・店舗・居住施設（着施設）への出入りが5～6割強を占めている。なお、発生、集中で特徴的なパターンとしては、重量ベースでは発施設で事務所施設・集配センターのシェアが、着施設で工事現場のシェアが大きいことがあげられよう。これに対して件数ベースでは、発施設で倉庫・集配センター、着施設では居住施設・その他施設のシェアが相対的に大きい。

ここで、流通経路上で川上に位置する工場・倉庫と川下に位置する店舗・居住施設に着目して、大まかに発着施設による類型化を行うと、品目別（件数ベース）にみた発サイドでは鉱産品、金属機械工業品、化学工業品は川上タイプに、農林水産品、廃棄物は川下タイプに分けられよう。なお、軽雑工業品は「店舗」が第1位のウェイトを占めるものの、上記の品目ほど明確に分類はできない。着サイドでは金属・機械工業品が川上タイプに、農林水産品、軽雑工業品が川下タイプに分類できる。なお、化学工業品はどちらかといえば川下タイプに近いといえるが、鉱産品、廃棄物はこれらとは異なり、かなり特殊なパターンに属する（図1.2-13）。

園 工事現場 縐 工 場 ■ 卸売市場
 縐 店 舗 ■ 事務所施設 縐 居住施設
 縐 倉 庫 縐 集配センター □ その他

①発生

<トン>



<フレート>

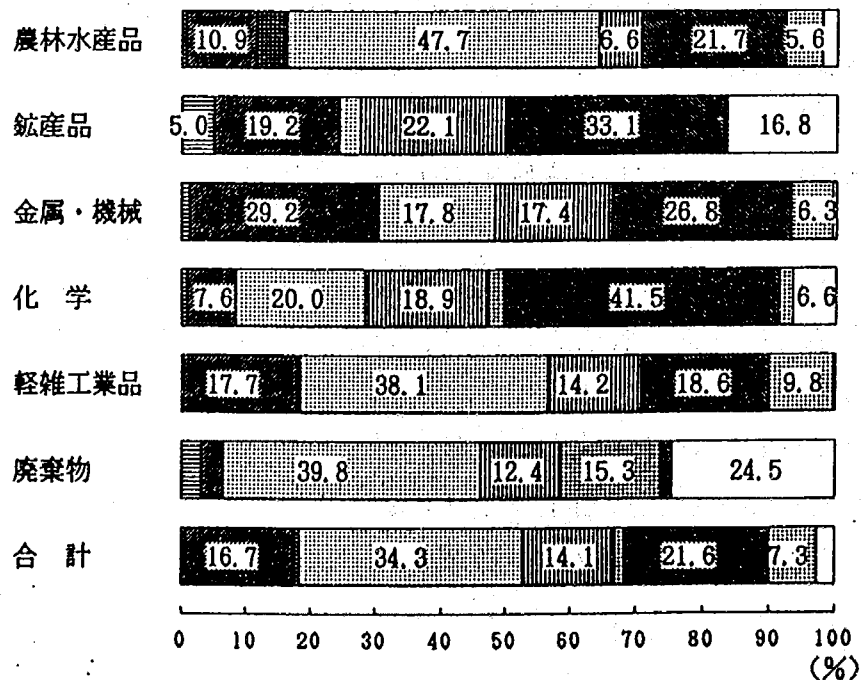
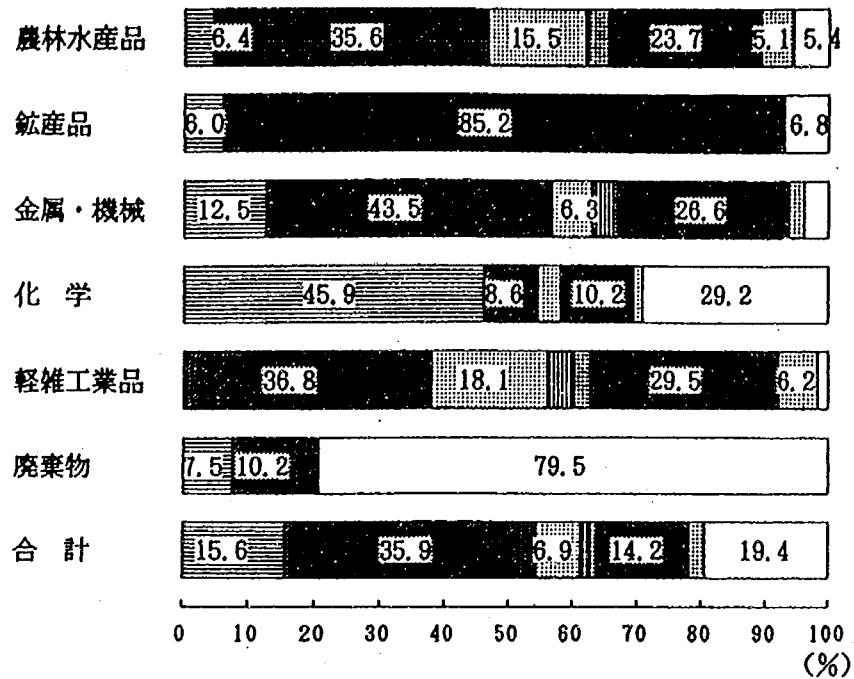


図1.2-13 東京区部における品目別施設別発生・集中構成

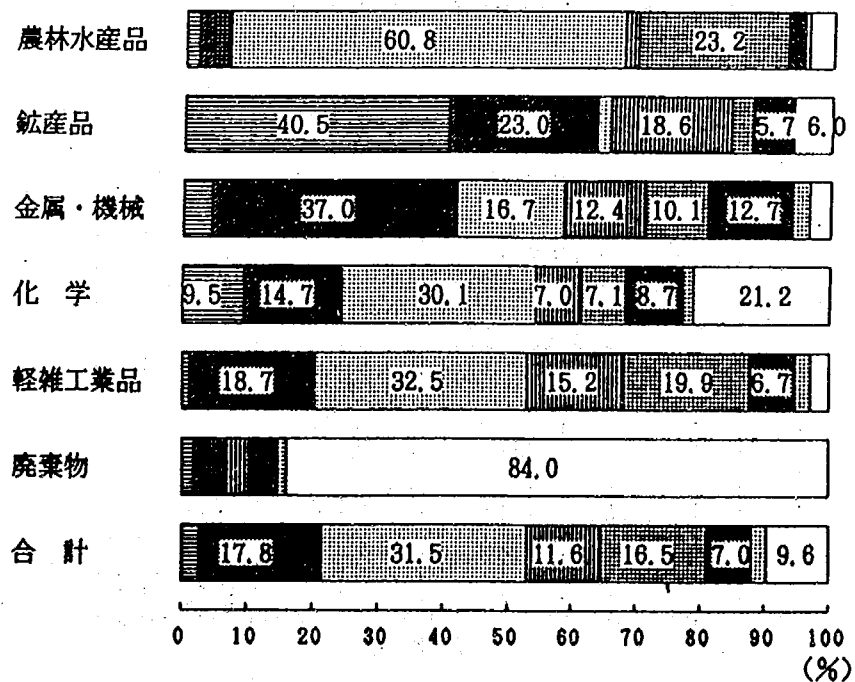
■ 工事現場 ■ 工場 ■ 卸売市場
 ■ 店舗 ■ 事務所施設 ■ 居住施設
 ■ 倉庫 ■ 集配センター □ その他

② 集中

<トン>



<フレート>



注) 「東京都市圏物資流動調査資料第4編」(昭和59年3月; 東京都市圏交通計画協議会) により作成。

図1.2-13 (続き)

1. 2. 3 東京都市圏における貨物自動車交通の現況

(1) 東京都市圏における貨物自動車輸送の動向

1) 貨物自動車の輸送分担率

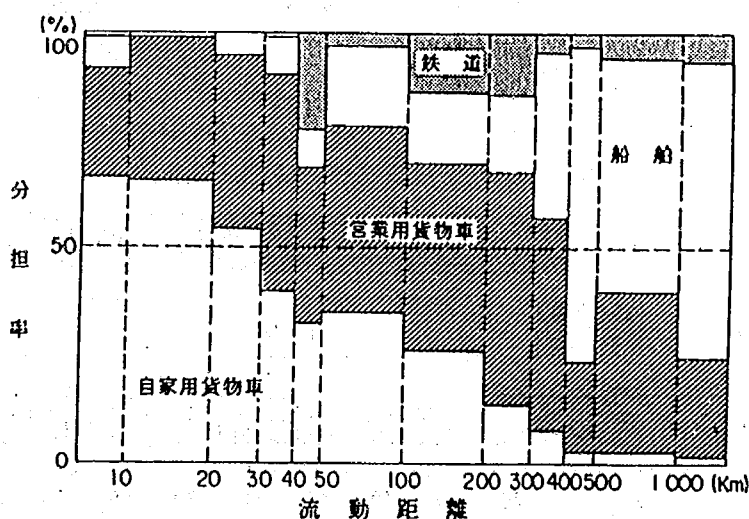
大都市圏における貨物自動車の輸送分担率はトン数、件数ベースともに増加を続けている。京阪神、中京都市圏に比べ、東京都市圏での輸送分担率は相対的に低い水準にあるものの、それでも件数ベース（昭和57年時点）で8割を超えている（表1.2-5）。

また、距離帯別の輸送手段構成をみると、輸送距離の短い都市圏内々の流動のみならず、500Kmを超える長距離帯においても貨物自動車の分担率が高いことがわかる（図1.2-14）

表1.2-5 大都市圏の貨物自動車輸送分担率

	東京都市圏		中京都市圏		京阪神都市圏	
トン数	昭和47年	49.2% [201万t]	昭和51年	62.6% (96万t)	昭和50年	65.3% (233万t)
	昭和57年	59.2% (330万t)	昭和61年	76.4% (107万t)	昭和60年	71.9% (274万t)
件数	昭和47年	67.0% [158万件]	昭和51年	88.4% (46万件)	昭和50年	92.7% (117万件)
	昭和57年	84.5% (263万件)	昭和61年	96.1% (61万件)	昭和60年	94.1% (139万件)

資料) 各都市圏物資流動調査、()内は全数、[]内は発生のみ



資料) 東京都市圏物資流動調査 (昭和57年)

図1.2-14 東京都市圏の距離帯別にみた主な輸送手段 (トンベース)

2) 貨物自動車の走行状況

車種別走行台キロの経年的推移（東京区部）をみると、乗用車は横ばいであるが、貨物自動車は増加基調で推移していることがわかる。ここで、東京都における貨物自動車の走行キロ数の動向をみると、積載率が自家用を上回る営業用トラックの走行キロが総じて順調な伸びをみせている。但し、全走行キロ数における貨物トラックのシェアは自家用が約4分の3を占めている（表1.2-6、図1.2-15）。

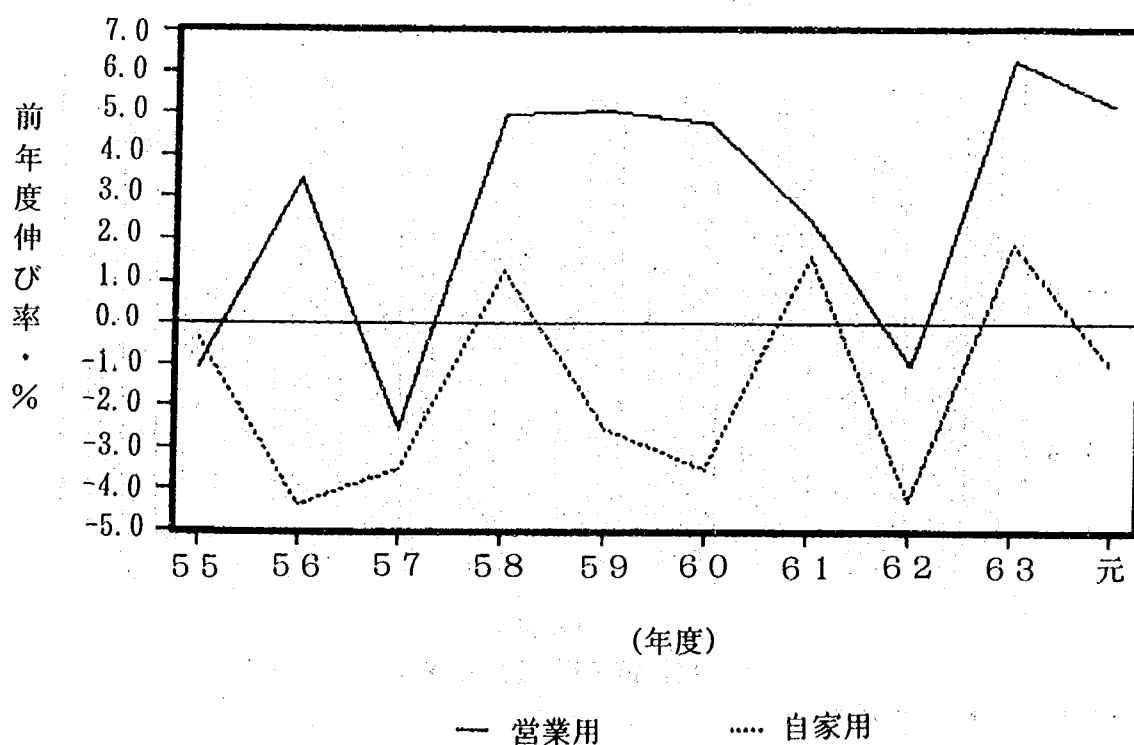
表1.2-6 東京区部における走行台キロの推移

（百万台キロ/12時間）

	昭和46年	49年	52年	55年	58年	60年	63年
乗用車	1 3	1 3	1 2	1 3	1 4	1 4	1 4
貨物車	1 3	1 4	1 4	1 5	1 5	1 5	1 6

資料）道路交通センサス

①営業用・自家用別走行キロ数の推移

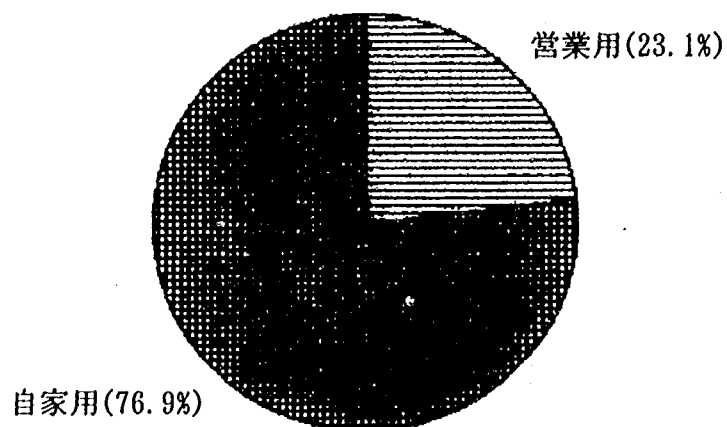


注）「陸運統計年報」運輸省により作成。

図1.2-15 東京都における貨物自動車走行の動向

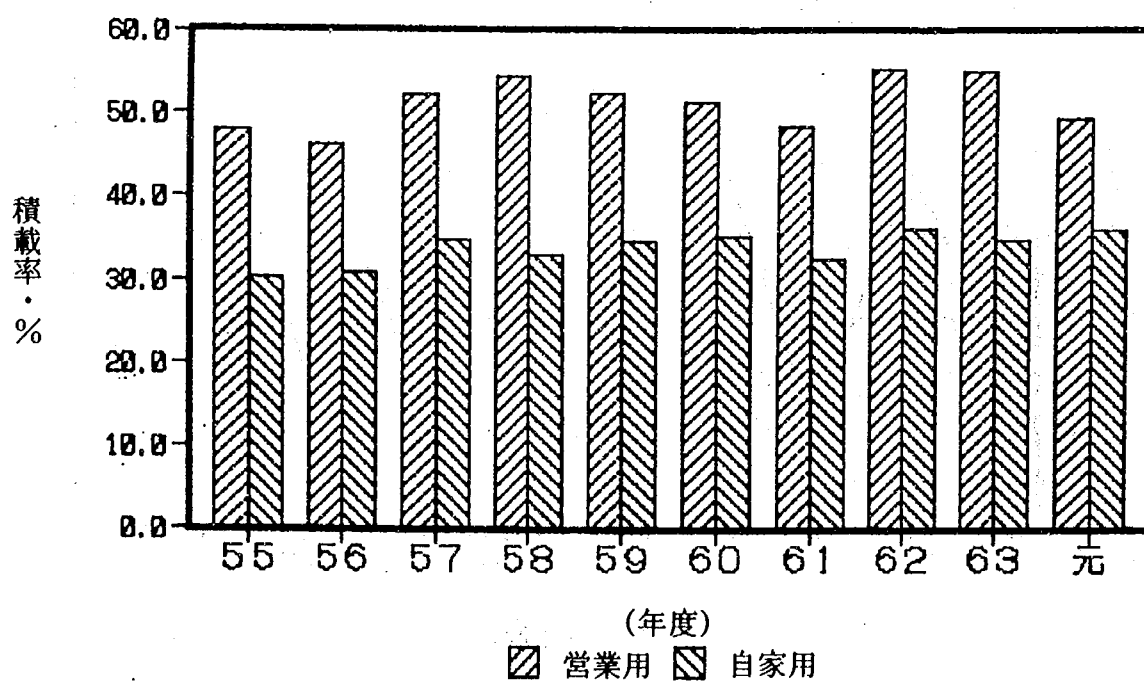
②営業用・自家用別走行キロ数構成（平成元年度）

<16,970百万km>



注)「陸運統計年報」(運輸省)により作成。

③営業用・自家用別積載率の推移



注)「陸運統計年報」(運輸省)により作成。

図1.2-15 (続き)

3) 貨物自動車の流動方向別交通量・流動ロット

東京都市圏における貨物自動車の流動方向別交通量をみると、そのほとんどが都市圏内々のトリップであり（98%，昭和57年時点）、当該圏内においてほとんどの流動が完結していることを示している。これを東京区部にしぼってみると、「区部内々」のトリップは77%と大きなシェアを占めているが、「内⇄外」、「外⇄内」流動トリップも約1割強のシェアを構成する。なお、東京区部関連のトリップ数が東京都市圏の全トリップ数に占める割合は約5割弱である。ここで、東京都市圏における貨物自動車の具体的な流動をみると、横浜市―東京区部臨海―千葉市の東京湾沿いの動線と東京区部から埼玉県南部方向への動線が主要な流れを形成している（表1.2-7，図1.2-16）。

また、流動ロット（トン／フレート；実車トリップ数当たりの輸送トン量）をみると、「東京区部内々」あるいは「区部関連」流動ロットは、総じて小ロット傾向である。また業態に着目すれば、「東京都市圏内」流動における自家用貨物車の流動ロットは、営業用貨物車のそれに比べ明らかに小さく、この点は先にみた営行用・自家用トラックの積載率の差の存在等とも関連しているものといえよう（図1.2-17）。

表1.2-7 東京区部における走行台キロの推移

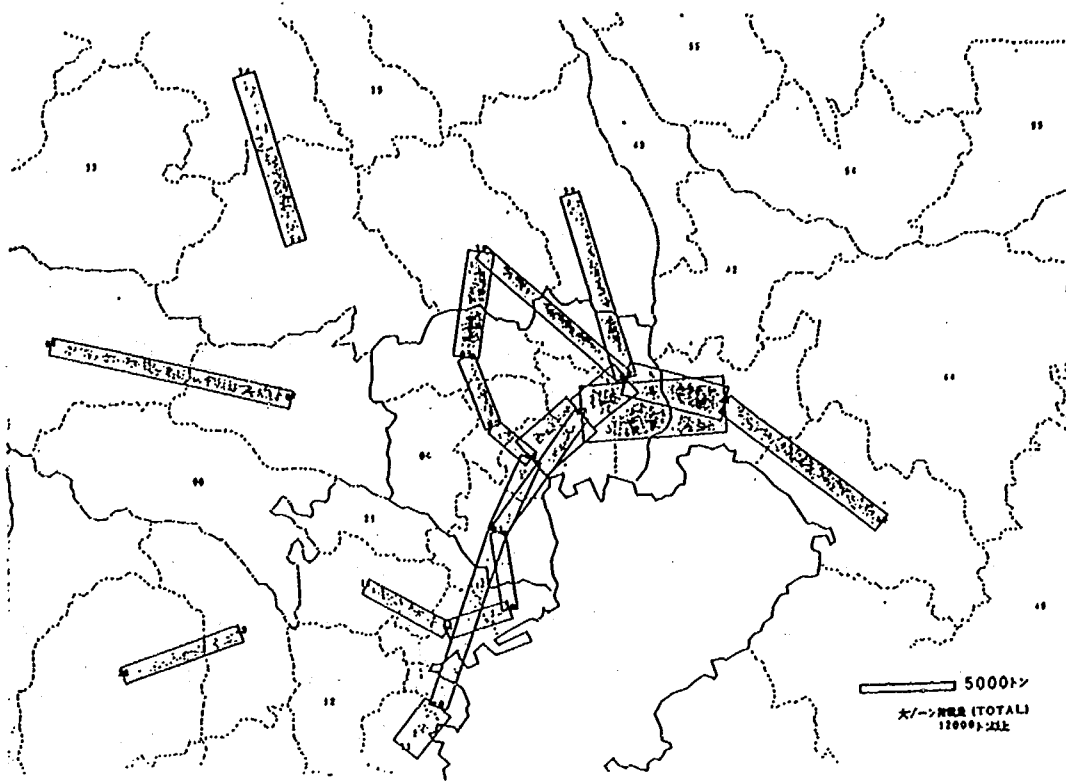
<東京都市圏> (千トリップ／日)

	内々	内外	外内	計
交通量	4799	60	59	4918
構成比(%)	97.6	1.2	1.2	100

<東京都市圏> (千トリップ／日)

	内々	内外	外内	計
交通量	1699	250	246	2155
構成比(%)	77.0	11.6	11.4	100

資料) 東京都市圏物資流動調査

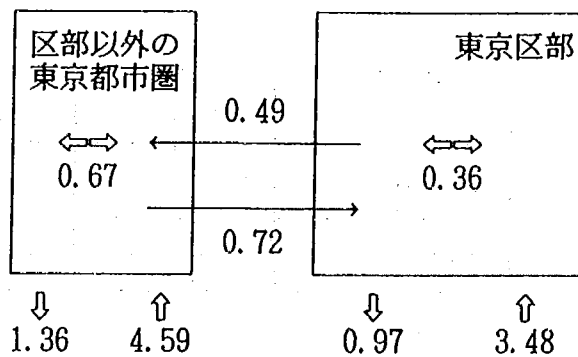


資料) 建設省「地下物流システムに関する検討資料」(平成2年)

図1.2-16 東京区部関連の貨物自動車主要動線

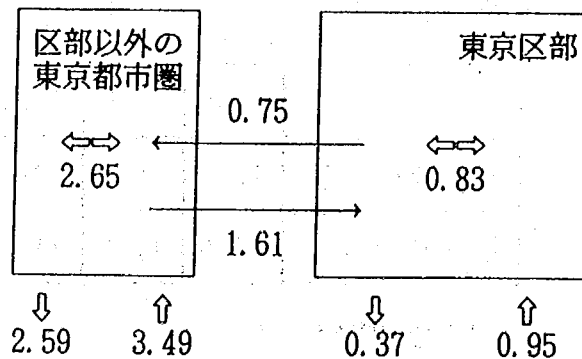
① 自家用自動車

(単位: トン/フレート)



② 営業用自動車

(単位: トン/フレート)



注) 1. 昭和57年10月および11月の平日における1日間調査の実績値。

2. 「東京都市圏物流流動調査資料集第5編」(昭和59年3月; 東京都市圏交通計画協議会)により作成。

図1.2-17 東京都市圏における機関別貨物流動ロット (57年)

4) 貨物自動車の積載品目別および運行目的別交通量

東京都市圏における貨物自動車の積載品目別交通量をみると、上位に入っている品目はいわゆる生活関連物資となっており、食料品をはじめとする穀物、畜産品および出版・印刷物、衣類・身の回り品、紙・パルプ、文具・楽器等の軽・雑工業品が全実車交通量に占める割合は5割近く（昭和57年時点）に達している（表1.2-8）。

また、東京都市圏における貨物自動車の運行目的別交通量をみると、「販売・納品・配達」（221万トリップ）、「仕入・購入・集荷」（57万トリップ）と、物の輸送のためのために運行している貨物自動車が、東京都市圏内々の全貨物交通量の5割を占めている。なお東京区部においては、これらのトリップはそれぞれ77万トリップ、10万トリップであるが、物の輸送のためのために運行している貨物自動車交通の占める割合は81%と東京都市圏に比べさらに大きくなっている。

表1.2-8 東京都市圏内々の積載品目別交通量

(千台/日)

上位10位品目	交通量
食料品	1 5 3
出版印刷物	7 3
化学薬品	6 8
穀物	5 5
衣服・身回品等	5 3
紙・パルプ	5 0
文具・楽器等	4 4
金属製品	4 3
畜産品	3 8
電気機器	3 5
計	6 1 2
全実車交通量	1 0 7 3
全実車交通量に対する割合	(5 7. 0)

資料) 東京都市圏物質流動調査

(2) 東京都市圏における貨物自動車輸送と発着施設

1) 貨物自動車による施設別発生・集中件数（トリップ数ベース）をみると、「店舗」への発着が最も多く次いで「工場」、「居住施設」が上位を占めている。これを地域別にみると、店舗のシェアは東京市郡部、その他の神奈川県など大都市の周辺部で大きく、川崎市や埼玉南部では工場のシェアが大きくなっている（図1.2-18）。

■ 工事現場 ■ 工場 ■ 店舗
■ 事務所施設 ■ 居住施設 ■ 倉庫
■ 集配センター ■ 車庫・駐車場 □ その他

① <発生>

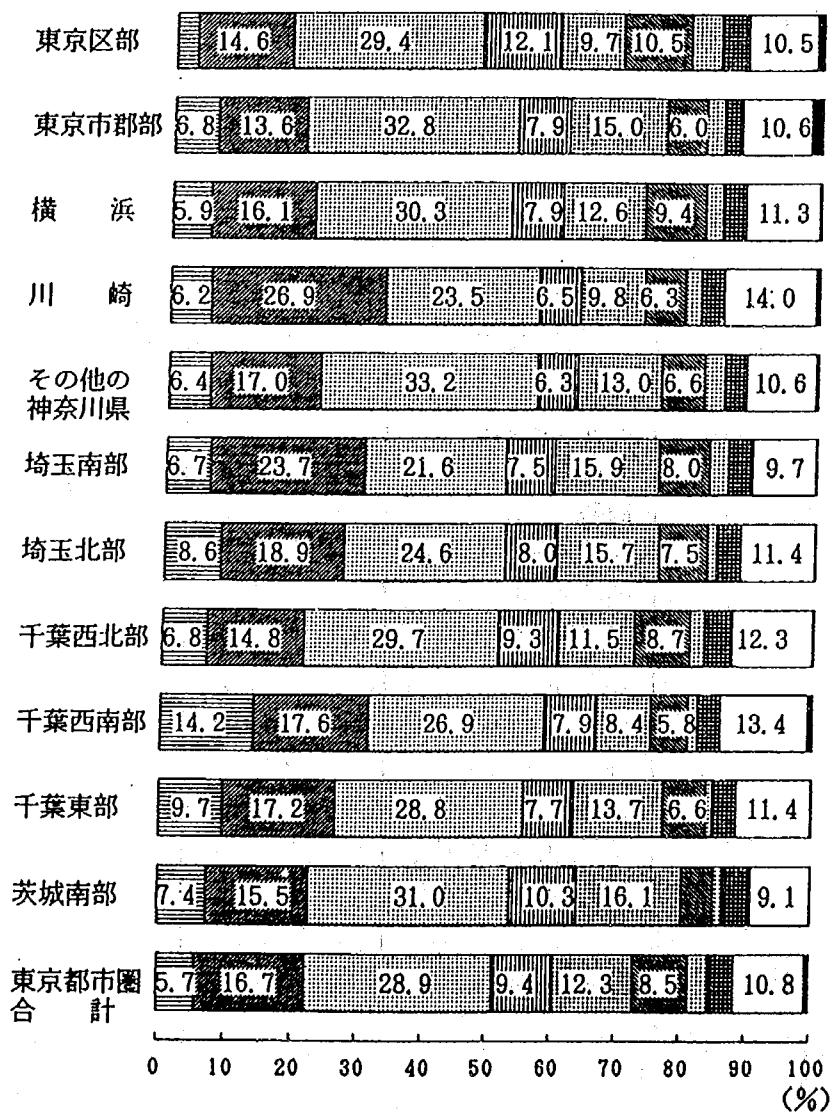
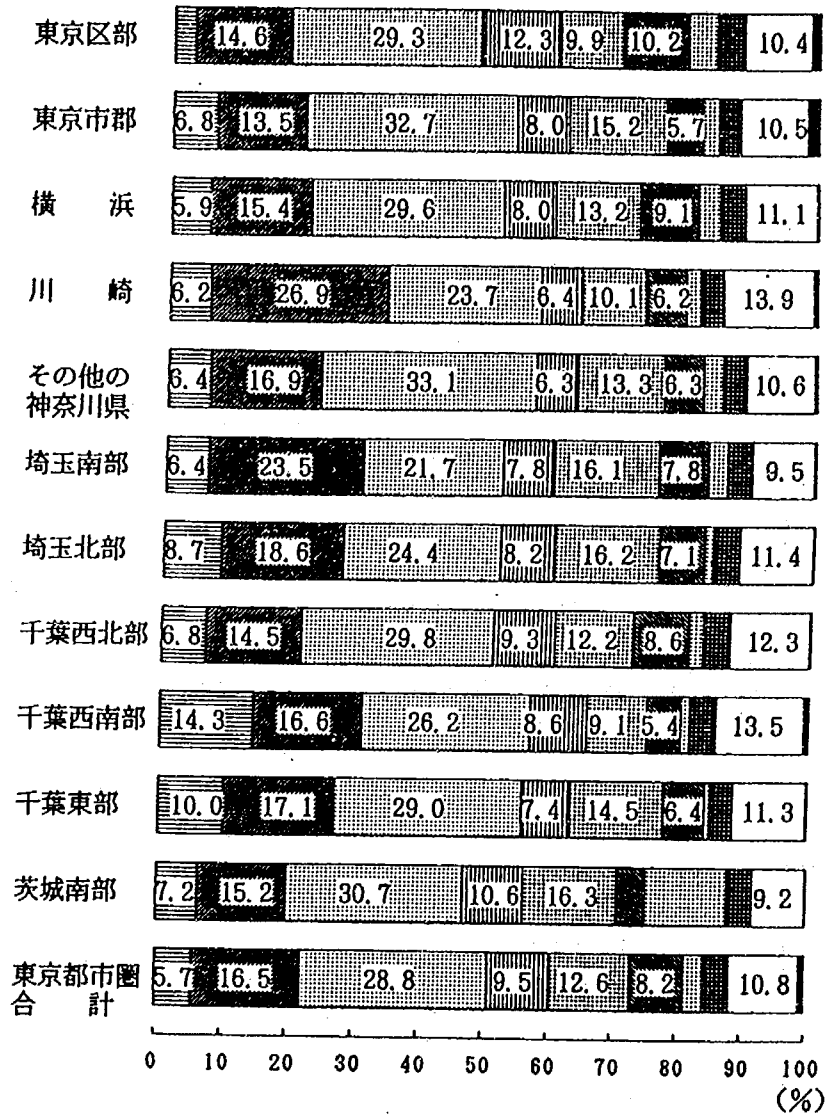


図1.2-18 東京都市圏における貨物自動車による施設別発生・集中件数構成

工事現場 工場 店舗
 事務所施設 居住施設 倉庫
 集配センター 車庫・駐車場 その他

②＜集中＞



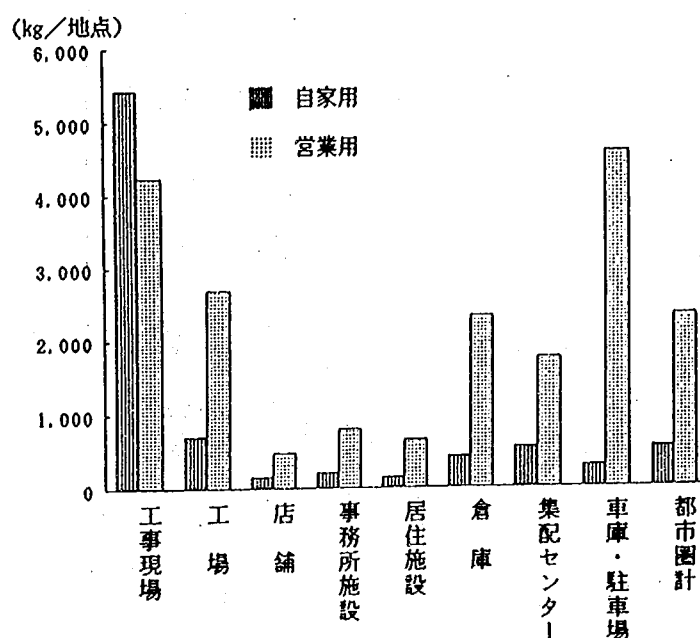
注) 1. トリップベース。
 2. 「東京都市圏物資流動調査資料集第2編」(昭和59年3月;東京都市圏交通計画協議会)により作成。

図1.2-18 (続き)

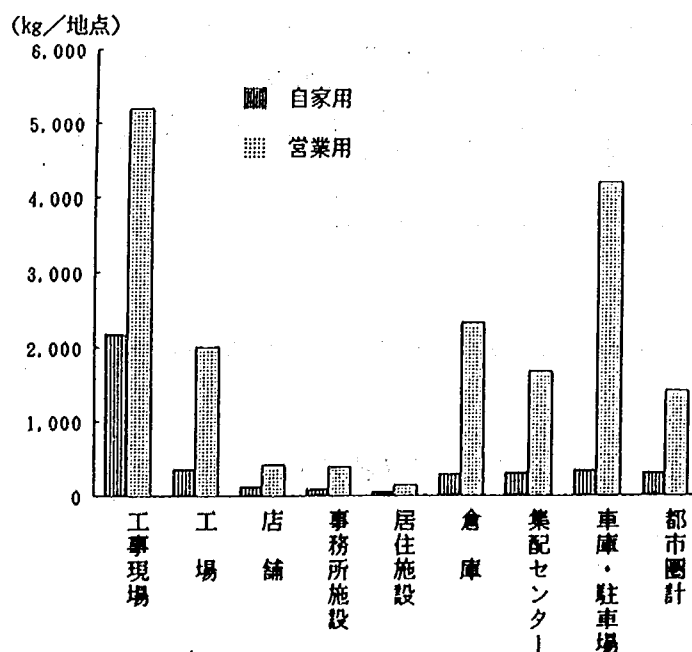
2) 貨物自動車の施設別立ち寄り1地点当たり積卸し重量（東京区部）

東京区部における貨物自動車の施設別立ち寄り1地点当たり積卸し重量をみると「工事現場・積み」で自家用が営業用を上回っている以外は、すべての施設で営業用が自家用の積卸重量を上回っている。なお「店舗」、「居住施設」、「事務所」における積卸し重量はいずれも小さく、「工場」、「倉庫」、「集配センター」および「車庫・駐車場」における営業用貨物車の積卸し重量は2～5トン程度のまとまった数量となっている（図1.2-19）。

①積み



②卸し



注) 「東京都市圏物流動調査資料集第2編」(昭和59年3月; 東京都市圏交通計画協議会)により作成。

図1.2-19 東京区部における貨物自動車の施設別立ち寄り1地点当たり積卸し重量

1. 2. 4 主要都市間における貨物流動量

(1) 3大都市圏間における貨物流動量

3大都市圏（京浜葉、中京、阪神）間の貨物流動量は、昭和62年度で約9,600万トンとなっているが、当該区間の流動量の変化（昭和52→62年度）をみると、すべての流動量が増加しており、とくに「中京⇄阪神」、「中京⇄京浜葉」、「阪神⇄京浜葉」での増加が大きい。ただし、京浜葉から中京、阪神への物流量の増加は、これらに比べるとやや低い水準にとどまっている。

当該区間での主な利用輸送機関は自動車と海運である。このうち自動車輸送は5,900万トン、分担率は6割強を占めている。これを区間別にみると、「中京⇄京浜葉」、「中京⇄阪神」では自動車輸送が多くなっているが、「京浜葉⇄中京」、「京浜葉⇄阪神」では自動車輸送と海運利用がほぼバランスしている。流動量の輸送機関別変化をみると、自動車利用はすべての区間で増加しており、とくに「京浜葉⇄中京」、「阪神⇄京浜葉」、「阪神⇄中京」では2倍前後の規模に拡大している。なお、鉄道のシェアは「京浜葉⇄中京」を除くすべての区間で低下している（表1.2-9）。

表1.2-9 3大都市圏間における輸送機関別貨物流動量

①貨物流動量の水準（昭和62年度）

（単位：万トン）

着 発		京 浜 葉	中 京	阪 神	そ の 他	計
京 浜 葉	海 運	4,470	882	547	3,676	9,575
	鉄 道	289	16	47	940	1,292
	自 動 車	60,782	848	519	10,185	72,334
	計	65,541	1,746	1,113	14,801	83,201
中 京	海 運	786	1,193	312	1,663	3,954
	鉄 道	37	220	3	311	571
	自 動 車	1,037	46,380	1,651	4,469	53,537
	計	1,860	47,793	1,966	6,443	58,062
阪 神	海 運	653	342	2,460	9,343	12,798
	鉄 道	71	22	10	187	290
	自 動 車	653	1,215	38,309	7,265	47,442
	計	1,377	1,579	40,779	10,352	54,087
そ の 他	海 運	5,315	1,707	5,928	21,231	34,181
	鉄 道	619	123	184	2,543	3,469
	自 動 車	13,140	3,263	5,913	324,798	347,114
	計	19,074	5,093	12,025	348,572	384,764
計	海 運	11,224	4,124	9,247	29,470	54,065
	鉄 道	1,016	381	244	3,981	5,622
	自 動 車	75,612	51,706	46,392	346,717	520,427
	計	87,852	56,211	55,883	380,168	580,114

表1.2-9 (続き)

②貨物流動量の変化(昭和52→62年度)

(単位:倍)

着 発		京 浜 葉	中 京	阪 神	そ の 他	計
京 浜 葉	海 鉄 運	0.95	1.04	0.90	1.03	0.98
	鉄 道	0.69	1.07	0.85	0.61	0.63
	自 動 車	1.13	2.25	1.62	1.12	1.14
	計	1.11	1.38	1.13	1.04	1.11
中 京	海 鉄 運	1.54	0.07	0.77	1.38	1.03
	鉄 道	0.54	0.74	0.09	0.52	0.57
	自 動 車	1.69	1.20	1.66	1.84	1.25
	計	1.56	1.18	1.97	1.52	1.22
阪 神	海 鉄 運	1.46	1.22	0.97	3.54	2.17
	鉄 道	0.83	0.55	0.23	0.41	0.46
	自 動 車	1.96	1.86	1.11	1.42	1.17
	計	1.59	1.62	1.10	1.26	1.15
そ の 他	海 鉄 運	1.11	1.22	0.94	0.91	0.96
	鉄 道	0.57	0.35	0.43	0.33	0.36
	自 動 車	1.78	1.90	1.74	1.13	1.16
	計	1.44	1.47	1.19	1.10	1.12
計	海 鉄 運	1.07	0.97	0.94	0.96	0.98
	鉄 道	0.61	0.52	0.44	0.39	0.43
	自 動 車	1.22	1.25	1.18	1.14	1.17
	計	1.18	1.21	1.12	1.11	1.13

注) 3大都市圏間物流

京浜葉(東京、神奈川、千葉)～中京(愛知、三重、岐阜)

京浜葉～阪神(大阪、兵庫)

中京～阪神

資料) 貨物地域流動調査(平成元年度版)

(2) 3大都市圏間における品目別流動量

3大都市圏間の貨物流動量を品目別にみると、「金属機械工業品」が当該区間流動量全体の35%と最大のシェアを占め、次いで「化学工業品」と「その他」が25%で並び、「軽・雑工業品」12%、「農林水産品」3%の順になっている。

ここでその変化（昭和52→62年度）をみると、農林水産品では「京浜葉⇔阪神」、「中京⇔京浜葉」、金属機械工業品では「中京⇔京浜葉」、化学工業品では「阪神⇔京浜葉」、軽工業品では「京浜葉⇔阪神」、「中京⇔京浜葉」、雑工業品では「京浜葉⇔中京」、「阪神⇔京浜葉」の流動量がいずれも2倍以上の規模に拡大している。とくに流動量は小さいものの、農林水産品の「京浜葉⇔阪神」の流動量は大幅な増加をみせている。なお、流動量が減少している品目は「京浜葉⇔阪神」の化学工業品、「中京⇔阪神」の雑工業品の2ケースのみである（表1.2-10）。

表1.2-10 3大都市圏間における品類別貨物流動量

①貨物流動量の水準（昭和62年度）

発 \ 着		(単位：万トン)				
		京 浜 葉	中 京	阪 神	そ の 他	計
京 浜 葉	農林水産品	4,478	32	23	894	5,427
	金属機械工業品	9,599	676	368	2,779	13,422
	化学工業品	9,129	642	258	4,783	14,812
	軽工業品	6,602	88	89	1,374	8,153
	雑工業品	3,869	56	45	1,023	4,993
	その他	31,864	252	330	3,948	36,394
	計	65,541	1,746	1,746	14,801	83,201
中 京	農林水産品	111	2,742	68	283	3,204
	金属機械工業品	821	8,896	385	2,118	12,220
	化学工業品	338	7,850	535	1,338	10,061
	軽工業品	115	3,465	194	507	4,281
	雑工業品	72	2,033	78	431	2,614
	その他	403	22,807	706	1,766	25,682
	計	1,860	47,793	1,966	6,443	58,062
阪 神	農林水産品	29	79	2,747	862	3,717
	金属機械工業品	633	510	7,952	2,430	11,525
	化学工業品	247	351	6,781	2,321	9,700
	軽工業品	90	175	4,112	848	5,225
	雑工業品	61	63	2,432	421	2,977
	その他	317	401	16,755	3,470	20,943
	計	1,377	1,579	40,779	10,352	54,087
そ の 他	農林水産品	1,272	424	796	31,526	34,018
	金属機械工業品	3,804	1,582	2,206	29,332	36,924
	化学工業品	2,991	1,072	2,780	57,032	63,875
	軽工業品	2,172	482	1,042	23,701	27,397
	雑工業品	1,204	298	507	11,538	13,547
	その他	7,631	1,235	4,694	195,443	209,003
	計	19,074	5,093	12,025	348,572	384,764
計	農林水産品	5,890	3,277	3,634	33,565	46,366
	金属機械工業品	14,857	11,664	10,911	36,659	74,091
	化学工業品	12,705	9,915	10,354	65,474	98,448
	軽工業品	8,979	4,210	5,437	26,430	45,056
	雑工業品	5,206	2,450	3,062	13,413	24,131
	その他	40,215	24,695	22,485	204,627	292,022
	計	87,852	56,211	55,883	380,168	580,114

表1.2-10 (続き)

②貨物流動量の変化(昭和52→62年度)

		(単位:倍)				
発 \ 着		京 浜 葉	中 京	阪 神	そ の 他	計
京 浜 葉	農林水産品	1.01	1.23	3.29	0.73	0.96
	金属機械工業品	1.02	1.72	1.05	1.00	1.04
	化学工業品	1.04	1.14	0.83	1.10	1.06
	軽工業品	1.27	1.09	3.71	1.29	1.28
	雑工業品	1.43	2.43	1.50	1.45	1.44
	その他	1.13	1.42	1.27	0.97	1.11
	計	1.11	1.38	1.13	1.04	1.11
中 京	農林水産品	2.27	0.76	1.48	0.62	0.77
	金属機械工業品	1.97	1.55	1.42	2.09	1.64
	化学工業品	1.35	1.17	1.32	1.03	1.16
	軽工業品	2.09	1.26	0.87	1.49	1.27
	雑工業品	1.06	1.39	1.37	3.01	1.51
	その他	1.14	1.12	1.64	1.80	1.16
	計	1.56	1.18	1.37	1.52	1.22
阪 神	農林水産品	5.80	1.80	1.13	1.66	1.24
	金属機械工業品	1.45	1.44	1.02	1.38	1.11
	化学工業品	2.38	1.56	0.94	0.98	0.98
	軽工業品	2.09	1.97	1.18	1.23	1.22
	雑工業品	1.97	1.40	1.40	1.17	1.37
	その他	1.28	1.83	1.15	1.37	1.20
	計	1.59	1.62	1.10	1.26	1.15
そ の 他	農林水産品	1.13	1.01	1.31	0.98	0.99
	金属機械工業品	1.42	1.73	1.22	1.30	1.32
	化学工業品	1.22	1.13	1.05	1.05	1.06
	軽工業品	2.02	1.79	1.40	1.50	1.53
	雑工業品	2.56	1.87	1.43	1.41	1.47
	その他	1.39	1.61	1.24	1.05	1.08
	計	1.44	1.47	1.19	1.10	1.12
計	農林水産品	1.05	0.80	1.18	0.98	0.98
	金属機械工業品	1.15	1.58	1.07	1.30	1.26
	化学工業品	1.10	1.18	0.98	1.05	1.06
	軽工業品	1.41	1.32	1.22	1.47	1.41
	雑工業品	1.59	1.45	1.41	1.42	1.46
	その他	1.17	1.14	1.18	1.07	1.09
	計	1.18	1.21	1.12	1.11	1.13

注) 3大都市間物流

京浜葉(東京、神奈川、千葉)～中京(愛知、三重、岐阜)

京浜葉～阪神(大阪、兵庫)

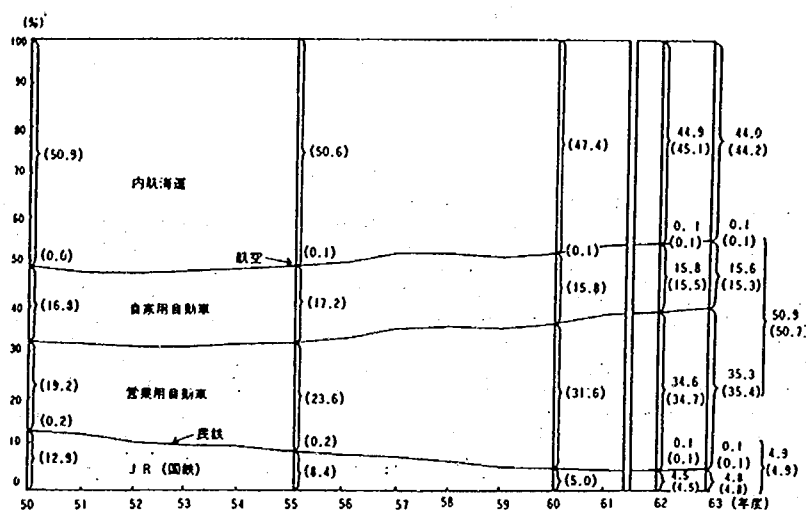
中京～阪神

資料) 貨物地域流動調査(平成元年度版)

(3) 都市間輸送と輸送機関分担

3大都市圏間における輸送機関別流動量の推移については、(1)でみたとおりであるが、ここでは輸送距離と輸送機関分担の関係および自動車利用による都市間貨物輸送拡大のケースとして、東名～名神間の輸送手段の推移についてみておこう。

まず、国内総貨物輸送量(トンキロベース)の輸送機関別分担率の推移をみると、営業用貨物車のシェアの増加に支えられて、自動車の分担率が着実な上昇を続けている。なお、62年度まで低下を続けていた鉄道貨物は、ここへきてJRコンテナ輸送の伸びにより、ようやく長期下落傾向に歯止めがかかっている(図1.2-20)。

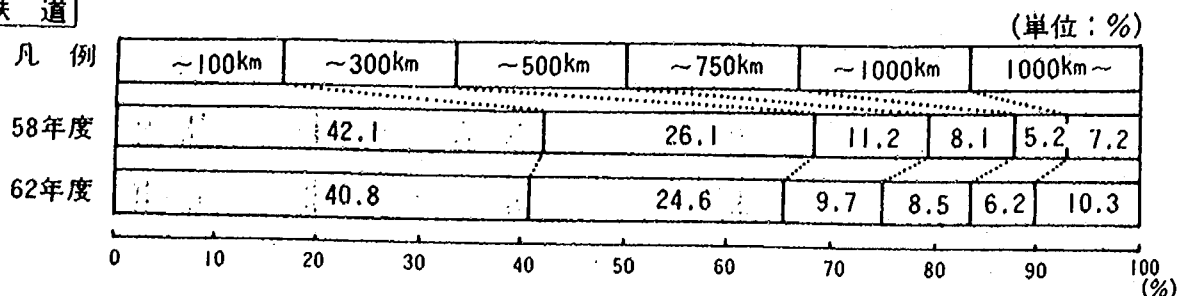


- 注) 1. 「陸運統計年報」(運輸省)等により作成。
 2. 図中の数字は分担率(%),「0.0」は単位未満を示す。
 3. ()内数字は、軽自動車を含まない分担率。

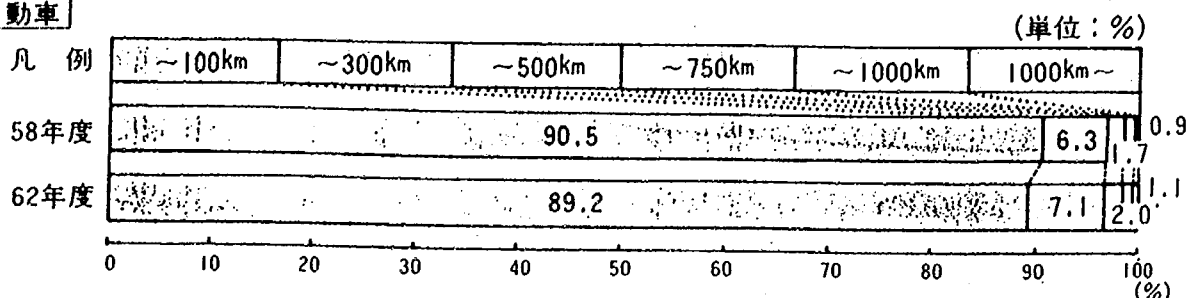
図1.2-20 国内貨物輸送量(トンキロ)における輸送機関分担率の推移

輸送機関別・距離帯別シェアの推移(昭和58→62年度;トン数ベース)をみると、長距離帯における自動車輸送のシェアが上昇しており、営業用貨物車を中心とした自動車貨物輸送の長距離化の傾向がうかがえる。内航海運は、100kmまでの短距離帯および1,000km以上の長距離帯のシェアが低下し、その中間の距離帯で上昇傾向を示している。なお、鉄道は100～500kmまでの中距離帯においてもシェアが低下しており、他輸送機関(とくに自動車)へのシフトがみられる(図1.2-21)。

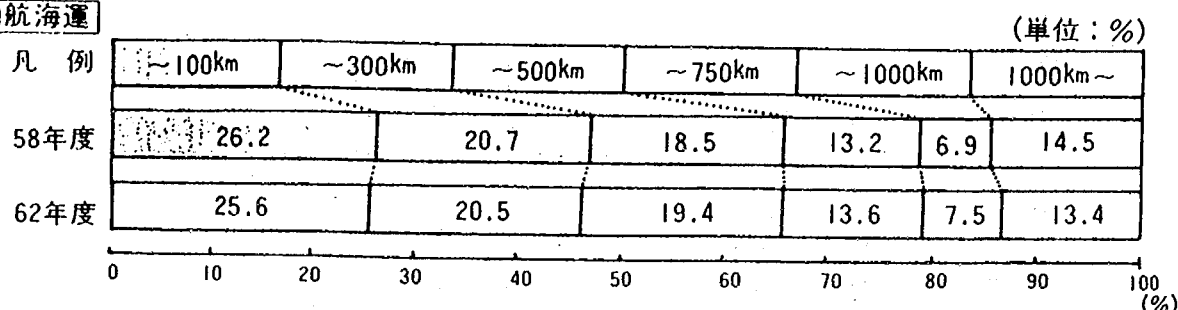
鉄 道



自動車



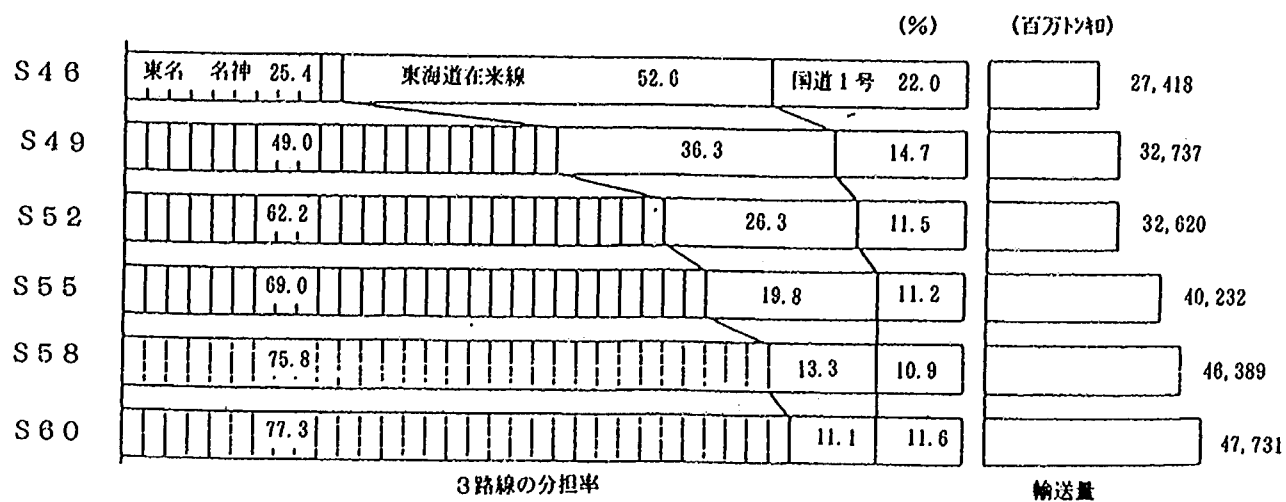
内航海運



注) 運輸省「貨物地域流動表」により作成。

図1.2-21 輸送機関別距離帯別輸送量（トン数）シェアの推移

最後に、東名～名神間の輸送手段の推移についてみる。当該区間には東名・名神高速道路、一般国道（1号線）と鉄道（東海道在来線）がある。東名・名神高速道路が全通した昭和44年以降、これらのルート of 分担状況（トンキロベース）は、高速道路利用が急増する一方で、鉄道輸送と一般国道利用、とりわけ鉄道輸送の分担率は大幅に低下している。昭和60年度には、東京～大阪間の陸上貨物輸送の8割近くが東名・名神高速道路を利用しており、太平洋ベルト地帯の貨物輸送の高速道路依存度が極めて高いことを示している（図1.2-22）。



資料) 旅客貨物流動調査 (昭和61年)

図1.2-22 高速道路・一般道路・鉄道輸送分担率（東名～名神間）の推移

1. 2. 5 物流需要の動向

(1) 「四全総」の見通し

「四全総」（昭和62年6月閣議決定）による国内貨物輸送量の見通しでは、平成12年度（2000年）にはトンベースでは昭和60年度の1.16～1.38倍、トンキロベースで1.29～1.50倍に拡大すると見込まれている。輸送機関別の年平均伸び率をみると、トン数ベースで鉄道がマイナスのほかは、すべてプラスの伸びが見込まれている。自動車はトン数ベースで1.7%、トンキロベースで3.0%と、輸送機関（航空を除く）のなかでは最も高い伸びが想定されており、この結果自動車輸送量（トンベース）は60年度水準の1.29倍、分担率は90.1%からさらに上昇すると想定されている（図1.2-23、表1.2-11）。

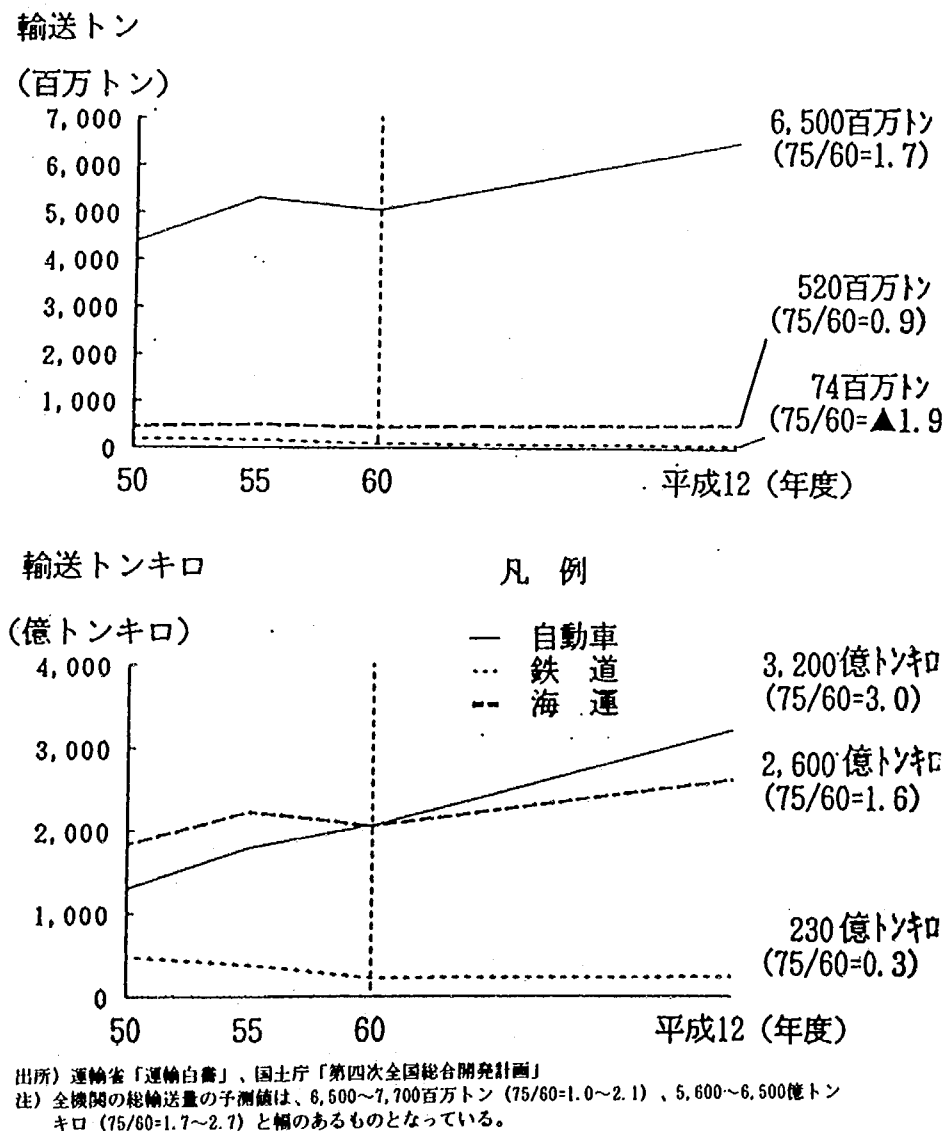


図1.2-23 2000年度における輸送機関別国内貨物輸送量

表1.2-11 輸送機関別国内貨物輸送量の予想結果

年 度			昭和60年度	構成比 (%)	昭和75年度	構成比 (%)	年平均伸び率 昭和75/60(%)
項 目							
貨	輸 送 百 万 ト ン	総 計	5,600	100.0	6,500 ～7,700	100	1.0～2.1
		自 動 車	5,048	90.1	6,500	92	1.7
		鉄 道	99	1.8	74	1	▲ 1.9
		海 運	452	8.1	520	7	0.9
物	輸 送 ト ン キ ロ ロ	総 計	4,344	100.0	5,600 ～6,500	100	1.7～2.7
		自 動 車	2,059	47.4	3,200	53	3.0
		鉄 道	221	5.1	230	4	0.3
		海 運	2,058	47.4	2,600	43	1.6

資料) 国土庁「第四次全国総合開発計画」

注) 1. 貨物輸送の総計に航空を含む

2. 各機関別の将来値にも、統計と同程度の幅がある

3. ▲はマイナス

(2) 東京都市圏における貨物流動量の見通し

「東京都市圏物資流動量調査」の予測結果(昭和60年3月;東京都市圏交通計画協議会)によると、東京都市圏における域内流動量は、予測年次の平成12年(2000年)には昭和57年の1.31倍、域外出入量は1.67倍へ拡大が見込まれている。その一方で東京区部内々の流動量は昭和57年から平成12年の18年間で0.81倍と、減少が予測されている(表1.2-12)。

また、「21世紀の首都圏貨物流通ビジョン」の予測結果(平成2年3月;首都圏貨物流通ビジョン策定調査委員会)によると、首都圏内々の流動量規模はトン数ベースで昭和60年の1.17倍、フレート数ベースで1.39倍、首都圏外出入量はトン数ベースで1.40倍、フレート数ベースで2.43倍へ拡大すると見込まれている。この結果、1フレート当たりの重量(流動ロット)は、首都圏内々、首都圏外出入ともに減少すると予測されている。ここの予測でも東京区部内々の貨物流動量は減少するとの予測結果が出ている(図1.2-24)。

表1.2-12 東京都市圏貨物流動量の見通し

①流動方向別

(トン)

流動領域 品目	圏域内相互	圏域流出入	輸出入
1)農林水産品	111,832 144,073 (1.29)	62,507 95,890 (1.53)	8,548 12,424 (1.45)
2)鉱産品	329,928 505,688 (1.53)	139,589 240,758 (1.72)	592,562 709,726 (1.20)
3)金属機械工業品	267,971 339,490 (1.27)	151,239 229,831 (1.52)	58,819 75,293 (1.28)
4)窯業品	290,592 234,868 (1.27)	41,126 160,234 (3.90)	1,317 1,719 (1.31)
5)化学工業品	271,357 359,998 (1.33)	217,373 300,003 (1.38)	54,905 73,697 (1.34)
6)軽雑工業品	240,550 259,796 (1.08)	82,391 127,202 (1.54)	7,125 9,950 (1.40)
7)廃棄物	230,501 323,334 (1.40)	21,932 44,813 (2.04)	1,167 1,712 (1.41)
計	1,742,731 2,278,247 (1.31)	716,157 1,198,731 (1.67)	724,443 884,521 (1.22)

注) 上段:昭和57年(発着地域不明を含む)

中段:昭和75年

(下段):伸び率 昭和75/昭和57

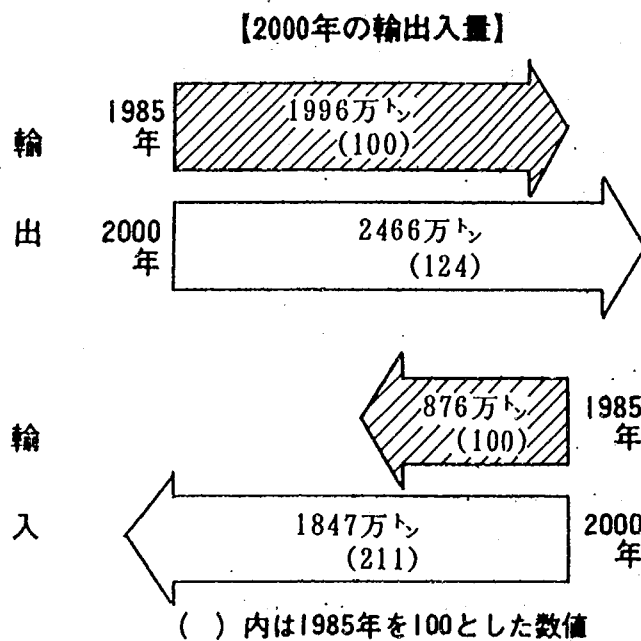
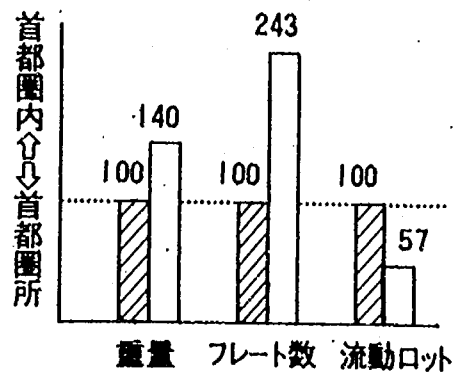
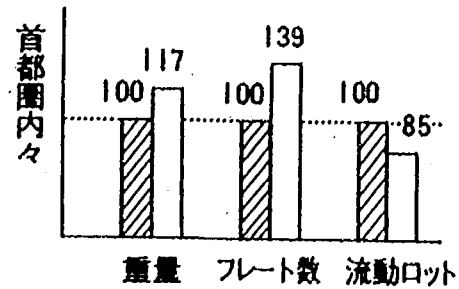
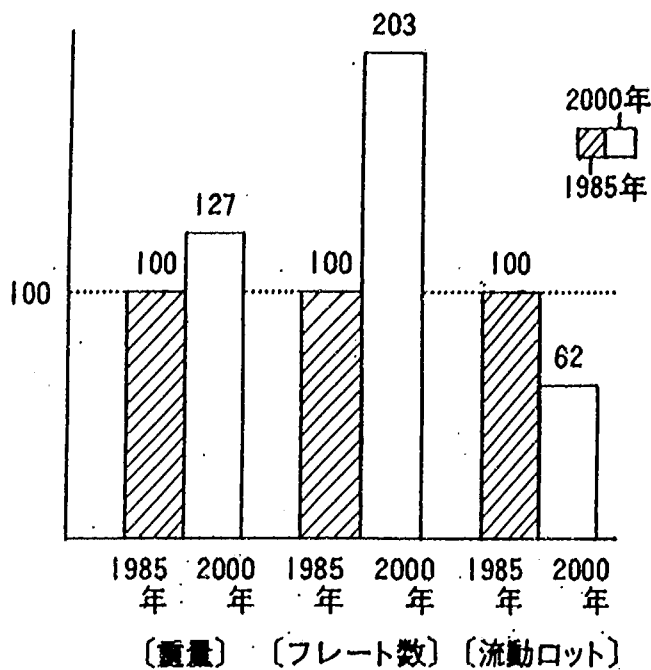
表1.2-12 (続き)

②地域間流動量 (伸び率・増加量)

	1. 東京 区 部	2. 東京 市 部	3. 横浜市	4. 川崎市	5. 神奈川 (除く横浜・川崎)	6. 埼玉南部	7. 埼玉北部	8. 千葉西 北 部	9. 千葉西 南 部	10. 千葉東部	11. 茨城南
1. 東京 区 部	0.81 ▼51,818	1.26 2,511	1.22 1,372	0.98 126	1.36 3,010	1.48 14,178	2.13 4,748	1.58 14,248	1.05 68	1.67 893	1.71 2,873
2. 東京 市 部	1.40 4,628	1.35 27,562	1.24 1,133	1.70 7,553	1.54 3,848	1.56 6,965	1.61 2,329	2.13 931	2.62 212	3.59 127	1.60 96
3. 横浜市	1.16 2,644	0.91 ▼ 439	1.11 8,382	1.25 3,137	1.60 11,323	1.17 639	2.79 2,997	0.85 ▼ 3,322	1.77 423	1.14 22	1.14 197
4. 川崎市	0.89 ▼ 2,127	1.66 2,269	0.79 ▼ 6,571	0.94 ▼ 2,584	1.24 2,682	1.23 660	0.85 ▼ 714	1.19 914	0.63 ▼ 393	1.16 46	0.62 ▼ 2,862
5. 神奈川 (除く横浜・川崎)	1.56 2,517	1.94 3,609	1.99 14,705	1.97 2,821	1.75 97,525	2.44 3,266	1.37 476	2.50 1,450	0.73 ▼ 35	1.85 94	2.31 487
6. 埼玉南部	1.01 493	1.82 3,431	1.59 1,414	1.34 294	1.57 1,115	1.18 14,780	1.20 3,413	1.95 4,422	0.79 ▼ 109	1.32 179	1.24 753
7. 埼玉北部	1.39 3,415	1.32 1,555	2.81 4,283	1.80 899	1.61 1,797	1.58 9,714	1.37 36,569	0.99 ▼ 33	1.22 175	1.67 145	1.32 608
8. 千葉西 北 部	1.47 8,616	1.59 1,076	1.18 715	0.94 ▼ 121	2.08 2,301	1.55 3,727	2.45 3,217	1.38 34,986	1.12 954	1.19 1,044	1.82 4,147
9. 千葉西 南 部	1.05 945	1.58 610	1.96 9,474	1.19 1,445	2.16 3,295	3.23 7,076	2.21 2,386	1.74 12,390	1.23 16,424	1.43 2,111	2.21 2,075
10. 千葉東部	1.53 1,547	2.11 195	1.18 163	0.75 294	1.22 248	1.35 293	1.77 214	2.51 6,706	0.91 ▼ 241	1.78 28,260	6.45 4,049
11. 茨城南	1.88 5,239	1.56 637	4.97 6,192	2.27 549	2.42 1,726	2.89 4,730	2.98 2,538	1.43 4,798	0.79 ▼ 254	1.61 2,040	2.51 119,799

注) 上段: 伸び率 昭和75/昭和57

下段: 変化量 (昭和75-昭和57, トン/日)



用語の解説	
フレート数	同一貨物を同一日時に同一届先へ送る場合、重量や梱包数などにかかわらずこれを1フレートとして捉えた貨物量の単位
流動ロット	1フレート当たりの重量 $\text{流動ロット} = \frac{\text{重量}}{\text{フレート数}}$

図1.2-24 首都圏貨物流動量の見通し

(3) 東京都市圏の主要輸送手段別流動量及び分担率の将来動向

「東京都市圏物資流動量調査」の予測結果によると、昭和57年から平成12年の間に、東京都市圏関連貨物流動における貨物車の輸送量（トン数ベース）は、都市圏内々および都市圏内⇄都市圏外で約1.4倍、都市圏外⇄都市圏内で約2.5倍の伸びとなり、その分担率は8割強に達すると見込まれている。なお、貨物車交通量（台数ベース）をみると、東京都市圏関連交通量は約1.3倍に拡大するものと予測されている。一方、船舶は輸送量は増加・分担率は減少、鉄道は輸送量・分担率ともに減少するものとみられる。

これを流動方向別にみると、すべての流動方向で貨物車分担率（トン数ベース）の上昇が見込まれており、都市圏内⇄都市圏外流動で船舶の分担率が上昇する以外は、各流動方向で船舶、鉄道の分担率の低下（都市圏外⇄都市圏内では船舶の分担量は増加するものの、分担率では減少）が予想されている（表1.2-13, 14）。

表1.2-13 東京都市圏における流動方向別主要輸送手段別流動量
および分担率の将来動向

分 類	年 次	貨 物 車	鉄 道	船 舶	そ の 他	計
域内 →域内	昭 和 7 5 年	2,049,238 89.95	28,808 1.28	90,984 3.99	109,227 4.79	2,278,258 100.00
	昭 和 5 7 年	1,448,883 85.99	37,466 2.22	125,493 7.45	73,076 4.34	1,684,919 100.00
域内 →域外	昭 和 7 5 年	235,386 53.35	34,299 7.77	167,781 38.02	3,785 0.86	441,250 100.00
	昭 和 5 7 年	166,986 48.91	44,201 12.95	127,301 37.29	2,926 0.86	341,414 100.00
域外 →域内	昭 和 7 5 年	542,188 71.58	9,540 1.26	198,394 26.19	7,263 0.97	757,486 100.00
	昭 和 5 7 年	219,823 59.39	10,698 2.89	136,663 36.92	2,939 0.79	370,123 100.00
小 計	昭 和 7 5 年	2,826,812 81.30	72,647 2.09	457,159 13.15	120,375 3.46	3,476,994 100.00
	昭 和 5 7 年	1,835,692 76.60	92,365 3.85	389,457 16.25	78,941 3.29	2,396,456 100.00
域内 →外国	昭 和 7 5 年	0 0.00	0 0.00	79,366 100.00	0 0.00	79,366 100.00
	昭 和 5 7 年	0 0.00	0 0.00	61,150 99.79	131 0.21	61,281 100.00
外国 →域内	昭 和 7 5 年	0 0.00	0 0.00	805,155 100.00	0 0.00	805,155 100.00
	昭 和 5 7 年	0 0.00	0 0.00	661,110 99.80	1,328 0.20	662,438 100.00
小 計	昭 和 7 5 年	0 0.00	0 0.00	884,521 100.00	0 0.00	884,521 100.00
	昭 和 5 7 年	0 0.00	0 0.00	722,260 99.80	1,459 0.20	723,719 100.00
計	昭 和 7 5 年	2,826,812 64.81	72,647 1.67	1,341,680 30.76	120,375 2.76	4,361,515 100.00
	昭 和 5 7 年	1,835,692 58.83	92,365 2.96	1,111,717 35.63	80,400 2.58	3,120,175 100.00

上段：物流量（トン／日）
下段：構成比（％）

表1.2-14 東京都市圏における車種別貨物車交通量の将来動向

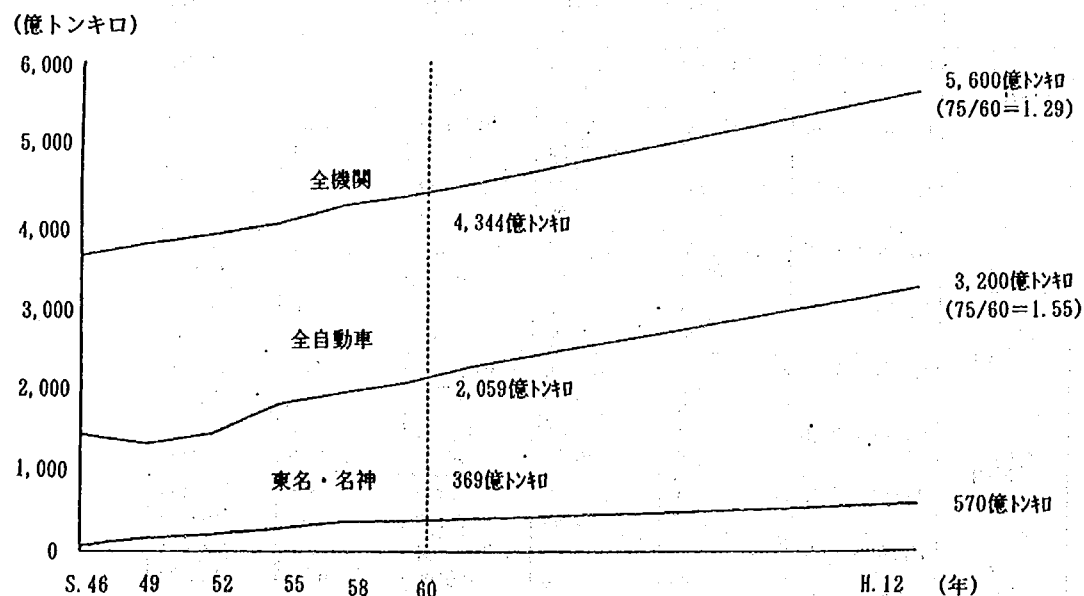
年次 \ 車種	普通貨物車	小型貨物車	貨物車計
昭和57年	1,238 (24.8)	3,750 (75.2)	4,988 (100.0)
昭和75年	1,687 (26.0)	4,810 (74.0)	6,497 (100.0)
昭75 / 昭57	1.36	1.28	1.30

注) 内々、内外、外内の和である。

(4) 東名・名神高速道路利用貨物輸送量の見通し

わが国の代表的な都市間輸送経路である東京～大阪間の貨物輸送において、東名・名神高速道路を利用して輸送される貨物量は、昭和60年で369億トンキロ、自動車による国内輸送量の2割弱のウェイトを占めている。

〔SE-2000～新高速道路システムに関する開発調査〕（平成2年3月；日本道路公団）によると、平成12年（2000年）の当該高速道路を利用する輸送量は、昭和60年の約1.5倍になると想定されている（図1.2-25）



注) 1. 東名・名神については全自動車輸送量の伸び率と同率で試算。
2. 全機関、全自動車輸送は「四全総」（国土庁）の予測値を採用。

図1.2-25 高速道路〔東名・名神〕を利用する貨物輸送量（トンキロ）の見通し

1. 3 新物流システムのコンセプト

1. 3. 1 基本コンセプト

新物流システムの検討にあたっては、以下のような基本コンセプトを設定した。

(1) コンセプト

- ① 新物流システムのコンセプトとして、自動車の持つ戸口性・随時性等の優れた特性を維持するため、機動性等において自動車に近い輸送特性を発揮できることを第一の基本要件とする。
- ② また、自動車を取りまく課題を解決するため、軌道系システムの持つ大容量性や省力化等の優れた特性を付加できることを第二の基本要件とする。
- ③ さらに、危険物等を受け入れること等により、物流分野のみならず社会・経済分野において顕在化している課題への適切な対応と、社会・経済の更なる発展に貢献できることを第三の基本要件とする。

(2) 方式

- ④ 新物流システムの輸送方式としては、ベルトコンベア方式、チューブ方式、コンテナ台車方式、ピギーバック方式等が考えられるが、本プロジェクトでは、上記の考え方により、自動車の持つ優れた特性と軌道系システムの持つ優れた特性を組み合わせることが可能であり、積み込み・積み卸しに要する時間と労力が最も少ないDMT方式を対象として検討を進めるものとする。

(3) 期待される効果

- ⑤ 新物流システムの導入により期待される効果としては、定時性の向上、長距離輸送労働の軽減、物流コストの低減、輸送安全性の向上、物流サービスの多様化等の物流に与える効果にとどまらず、一般道路の渋滞解消、環境改善、産業構造の転換、国土・都市構造の変化等の社会・経済や生活者に与える効果まで幅広く想定し、検討を進めていくものとする。

表1.3-1 新物流システムの輸送方式比較

輸送方式		コンベア方式	チューブ方式	コンテナ台車方式	ヒキハック	DMT方式
システムの概要	動力	モーター回転力	流体圧力	リニアモーター	モーター回転力	モーター回転力
	搬送方式	ベルトローラー台車	カプセル	台車	台車＋トラック	自動車タイプ
	輸送貨物	不定型・定型	カプセル単位	コンテナ単位	トラック単位	トラック単位
	貨物の重量	比較的小さい	2t程度まで	10t程度まで	10t程度まで	10t程度まで
	輸送区間	専用区間	専用区間	専用区間	専用区間＋一般区間	専用区間＋一般区間
① 自動車の持つ優れた特性	走行速度（時速）	30km/h △	25~50km/h △	40~100km/h ○	40~100km/h ○	40~100km/h ○
	適用距離	短距離 △	短距離 △	短・長距離 ○	長距離 △	短・長距離 ○
	機動性	積込・積卸が必要 △	積込・積卸が必要 △	積込・積卸が必要 △	積込・積卸が必要 △	積込・積卸が不要 ○
② 軌道システムの優れた特性	輸送容量	小さい △	小さい △	大きい ○	小さい △	大きい ○
	定時性・省力化	○	○	○	○	○ (無人運転の場合)
③ 社会・経済の課題への適切な対応と発展		○	○	○	○	○
④ 本プロジェクトにおける検討対象						検討対象とした

注) 1. 適用距離は短・長距離に適用できるものが優れているとした。

2. 機動性は、発地、着地以外での異なる輸送方法間での積込・積卸の必要性。

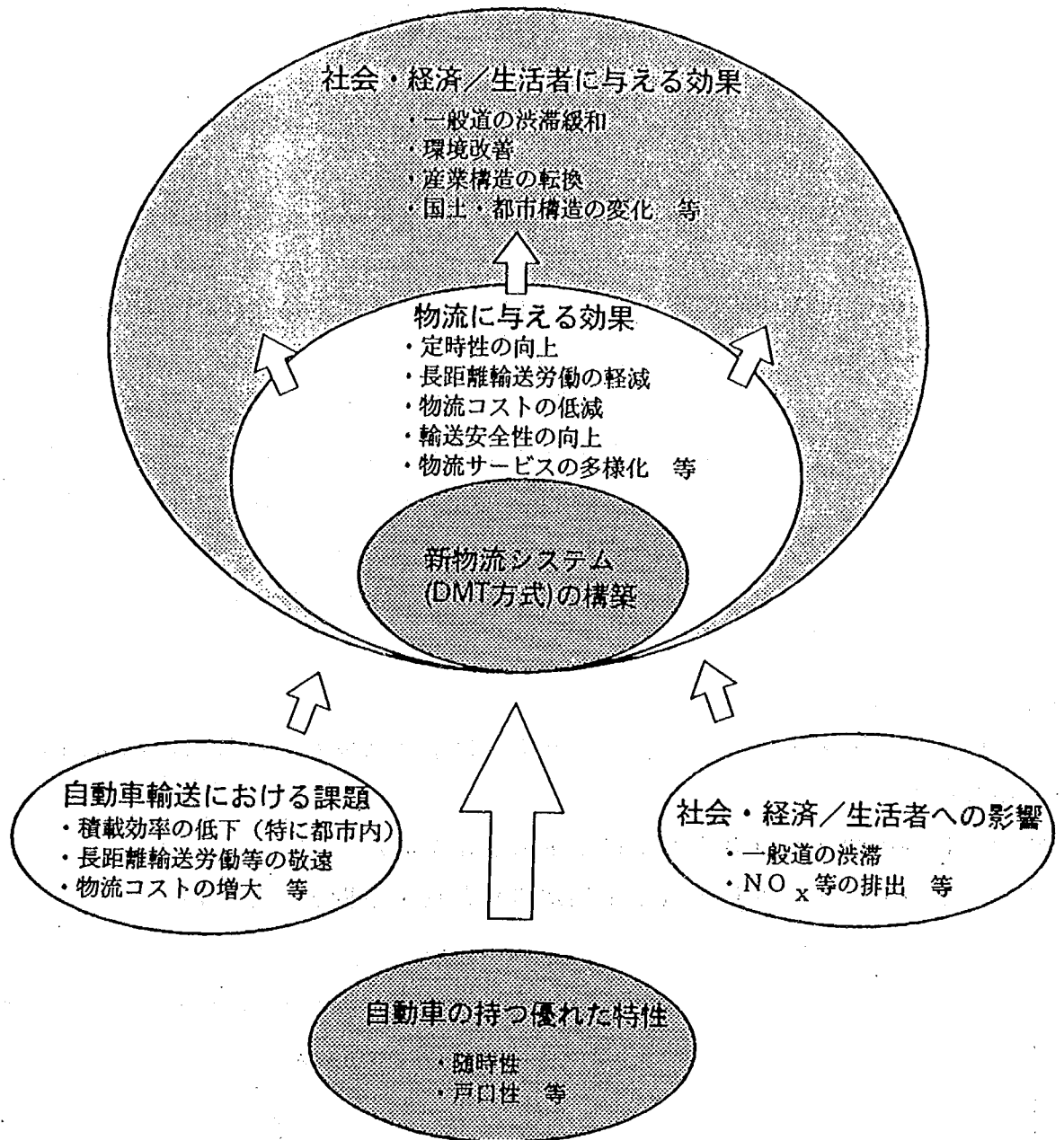


図1.3-1 新物流システムのコンセプト

1. 3. 2 新物流システムの全体構成

新物流システムのインフラは、東海道地域の長距離貨物輸送を対象とした都市間新物流システムと、東京圏の都市内貨物輸送を対象とした都市内新物流システムにより構成し、連動して機能させるものとした。

① 都市間システム

都市間システムのインフラは、路線とデポにより構成し、これらを都市間ネットワークと総称する。

7) 路線：貨物の輸送路（基本的には第二東名・名神高速道路空間内を活用）

1) デポ：結節ターミナルとデポにより構成

- ・ 結節ターミナル：大都市外縁部に設けられる、都市間システム路線と都市内ネットワークもしくは一般道路との結節点であり、必要に応じて貨物の仕分け、積み替え等を行う物流拠点の機能を付加。現段階では港北ICを結節ターミナルとして想定。

- ・ デポ：都市間システム路線と地上空間との出入口

② 都市内システム

都市内システムのインフラは、路線とデポにより構成し、これらを都市内ネットワークと総称する。

7) 路線：貨物の輸送路（基本的には地下の専用空間）

1) デポ：都市内システム路線（地下輸送路）と地上空間との出入口

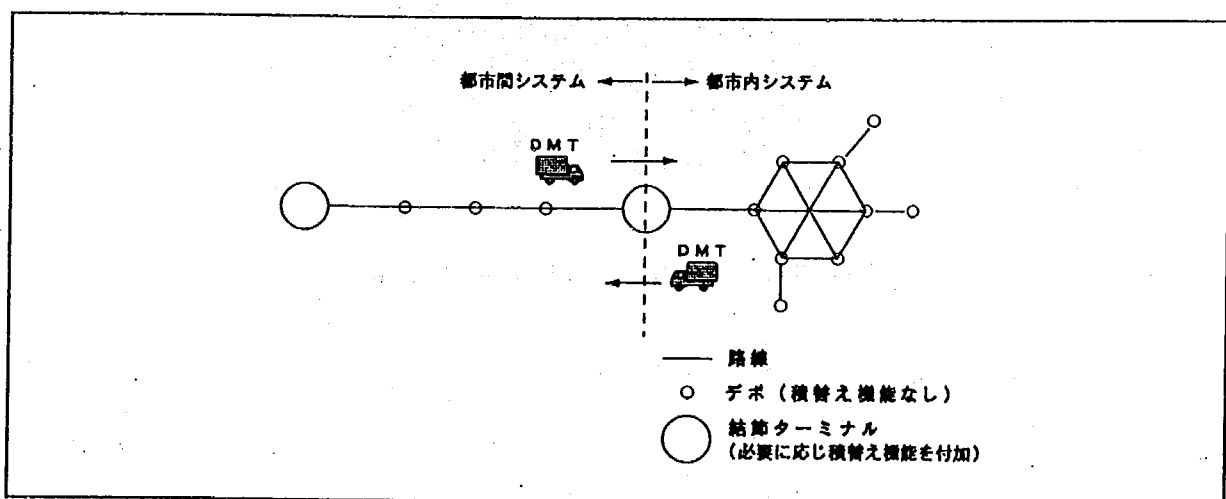


図1.3-2 新物流システムの全体イメージ

1. 3. 3 新物流システムの輸送イメージ

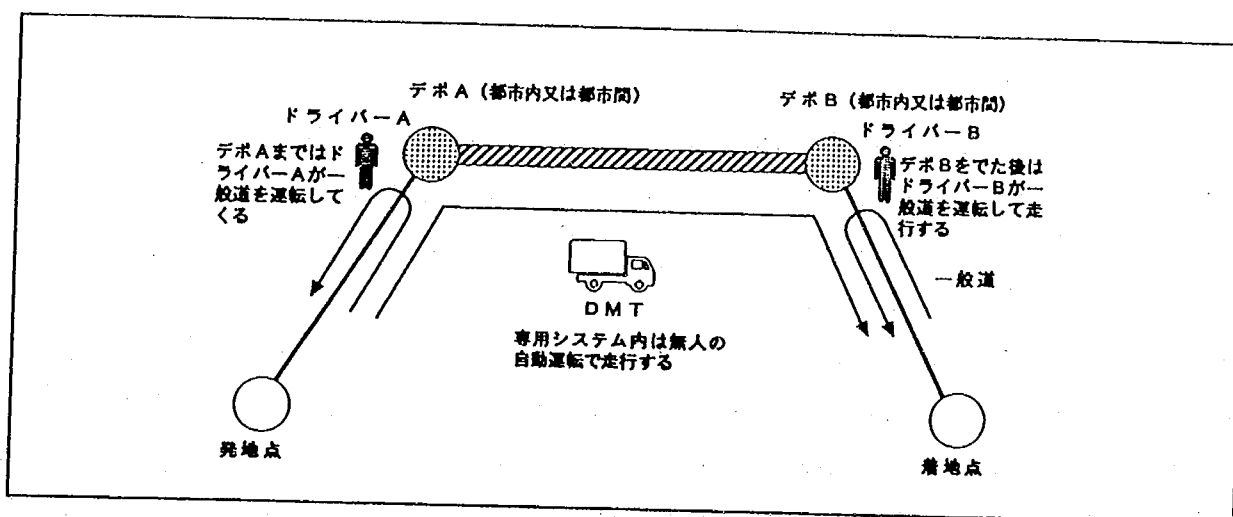
DMT方式は、新物流システムネットワーク内では専用走行路を、ネットワーク外では一般道路をDMTが走行して貨物を運搬するシステムであり、貨物が新物流システムを利用して発地点から着地点まで一貫輸送されるイメージは以下のとおり。ただし、

7) 都市間システム内では無人の自動運転のみである。

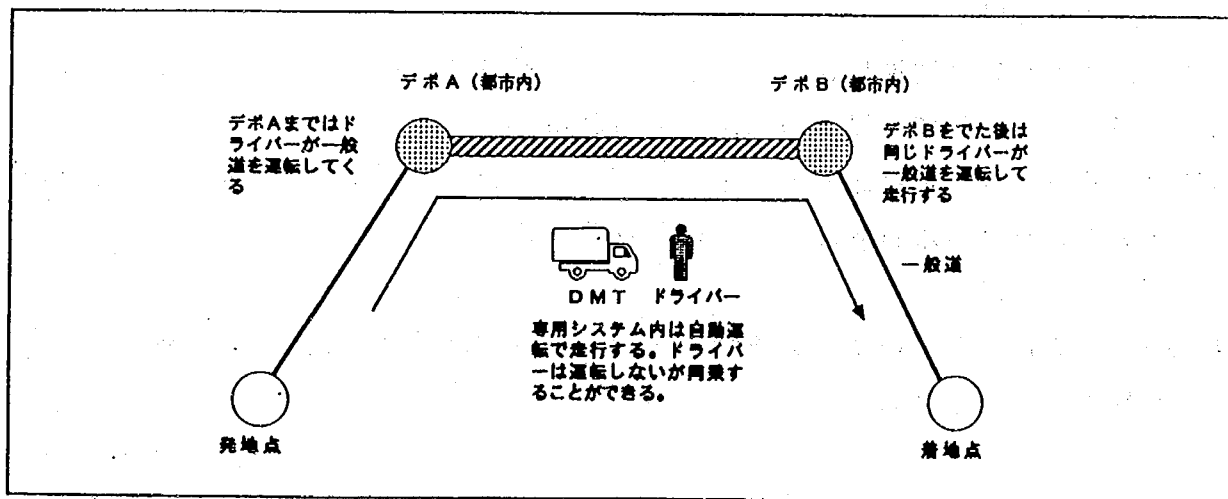
1) 都市内システム内では有人か無人かは貨物の特性やトリップ長により利用者が選択できる。

無人の場合には発着両端末デポでDMTの引き渡し、引き取りが必要である。

システム内無人運行イメージ



システム内有人運行イメージ



1. 4 運営方法の検討

1. 4. 1 新物流システムの事業主体

(1) 事業段階別の事業主体のあり方

新物流システムの事業では施設建設、施設維持管理、システム運営の3つの段階が考えられる。段階別に別個の事業主体を考えるのか、複数の事業段階に同一の事業主体を考えるのか、またこれに加えて、新物流システムの施設構成別に事業主体を考えるのか等について検討する必要がある。

①施設建設段階、施設維持管理段階について

検討するにあたっての留意点として、以下の点が考えられる。

- ・道路または道路付属物の建設主体は、必ずしも道路法上の道路管理者である必要はなく、道路管理者以外のものが建設主体となり建設後道路管理者に譲渡し、道路管理者が道路法上の道路に指定してその維持管理主体になる方法も考えられる。
- ・インフラ部を道路、インフラ外部を道路占用物と位置づける場合は、新物流システムのインフラ部が専らインフラ外部に占用させる目的で整備されている点からみて、インフラ外部の維持管理主体はある程度公共性の高い主体である必要があると考えられる。
- ・新物流システムを独立の道路と位置づける場合は、その維持管理主体を構造的に一体性のある上部道路または下部道路の維持管理主体と同一のものとするのか、また別主体とする場合は道路維持管理費用や安全性保持についてどのように主体間で取り決めを行うのかを検討する必要がある。

②システム運営段階

システム運営を貨物運搬に係るサービス供給と定義すると、その事業主体を検討するにあたっての留意点として、以下の点が考えられる。

- ・供給するサービスを道路施設の利用サービスと法的に位置づけるためには、道路管理者がシステム運営（＝維持管理）の主体となる必要がある。

以上の考え方にもとづいて、新物流システムの事業タイプを表1.4-1に整理し、表1.4-2にそれぞれの特性を整理した。

表1.4-1 事業タイプの分類

事業タイプ	No.	施設		維持管理	運営		備考
		インフラ部	システム		システム内	端末輸送	
A. 新たな建設・運営組織を創設	A-1						
	A-2						
	A-3						
B. 既存輸送事業者（あるいは組合等）へのサービス提供	B-1						・首都高速道路の事業形態をイメージ
	B-2						
	B-3						
C. 新たな建設・運営組織と既存輸送事業者が連携・共存	C-1						・J R貨物の事業形態をイメージ
	C-2						
	C-3						

各事業主体の範囲

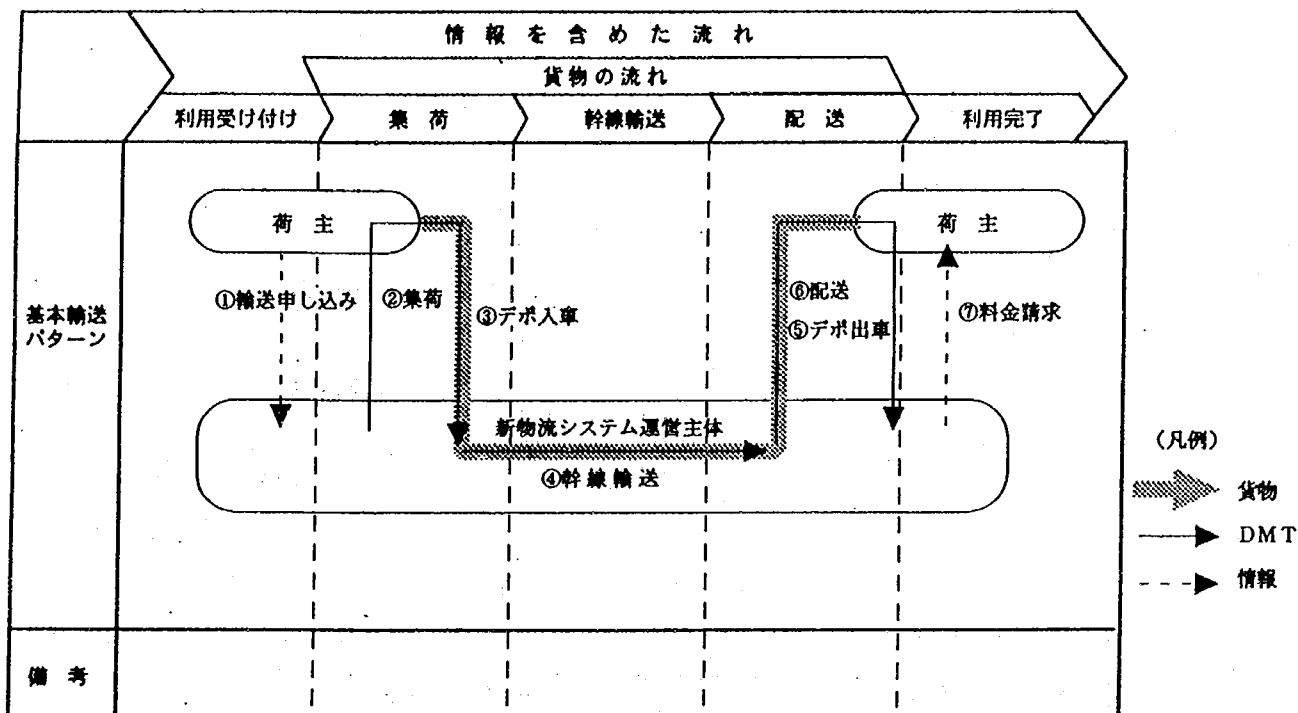
表1.4-2 事業タイプの特性整理

事業タイプ		視点			
		輸送の一貫責任体制	取扱量の調整（システム内）	既存物流事業者との共存	事業の効率化
A	A-1	○	○	△	○
	A-2	○	○	△	○
	A-3	○	○	△	○
B	B-1	○	△	○	
	B-2	○	△	○	
	B-3	○	△	○	
C	C-1	△	△	○	
	C-2	△	△	○	○
	C-3	△	△	○	○
備考		○：新たな組織あるいは既存輸送事業者が責任をもつ △：システム内輸送と端末配送に責任が分担される	○：新たな組織の責任（営業力との連携）において取扱量をコントロールできる △：ノウハウとして機能するので既存輸送事業者を利用してもらうためにはシステムにおいて取扱量のコントロールは難しい		○：システムの維持管理と運営を一体となってコントロールできる

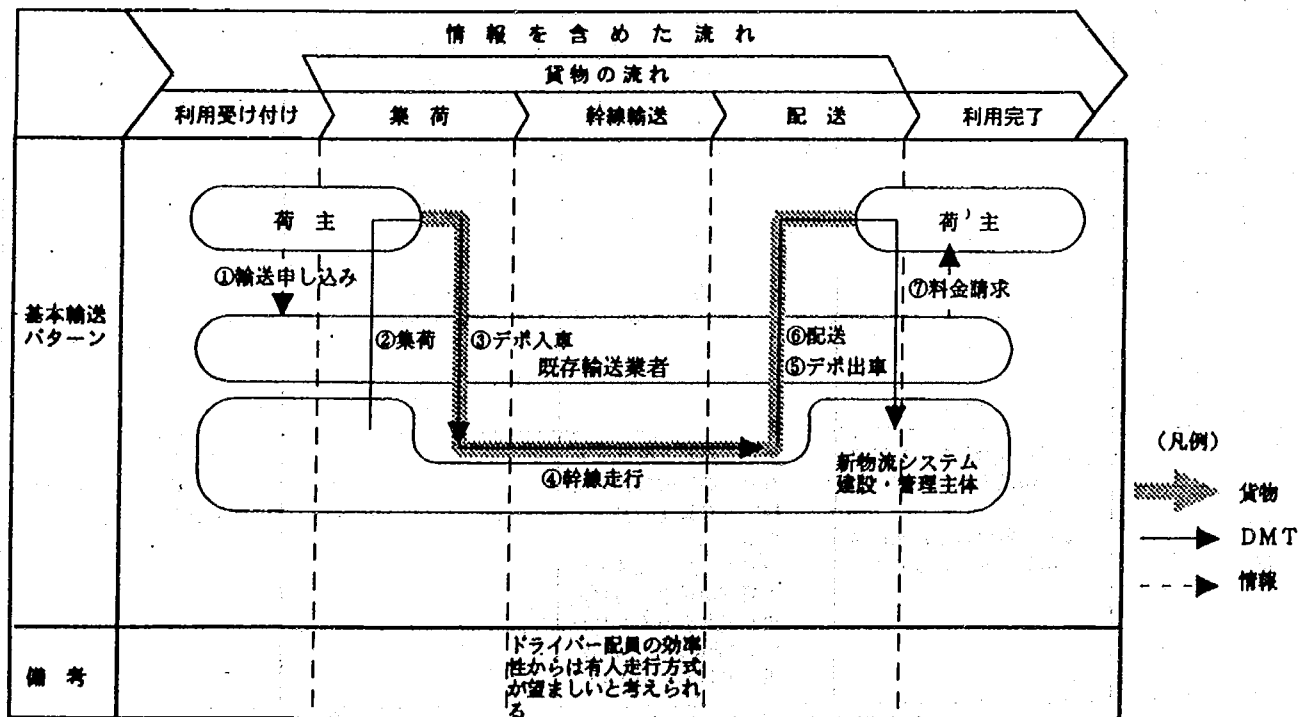
1. 4. 2 基本輸送パターン

事業タイプA, B, C毎に基本輸送パターンを検討した。事業タイプについては、今後も物流事業者の利用意向、運営参加希望、法整備、財務分析等継続して調査を進めながら事業主体・運営方法を検討する必要があるが、ここでは、最もシンプルなAタイプに基づき検討を行った。

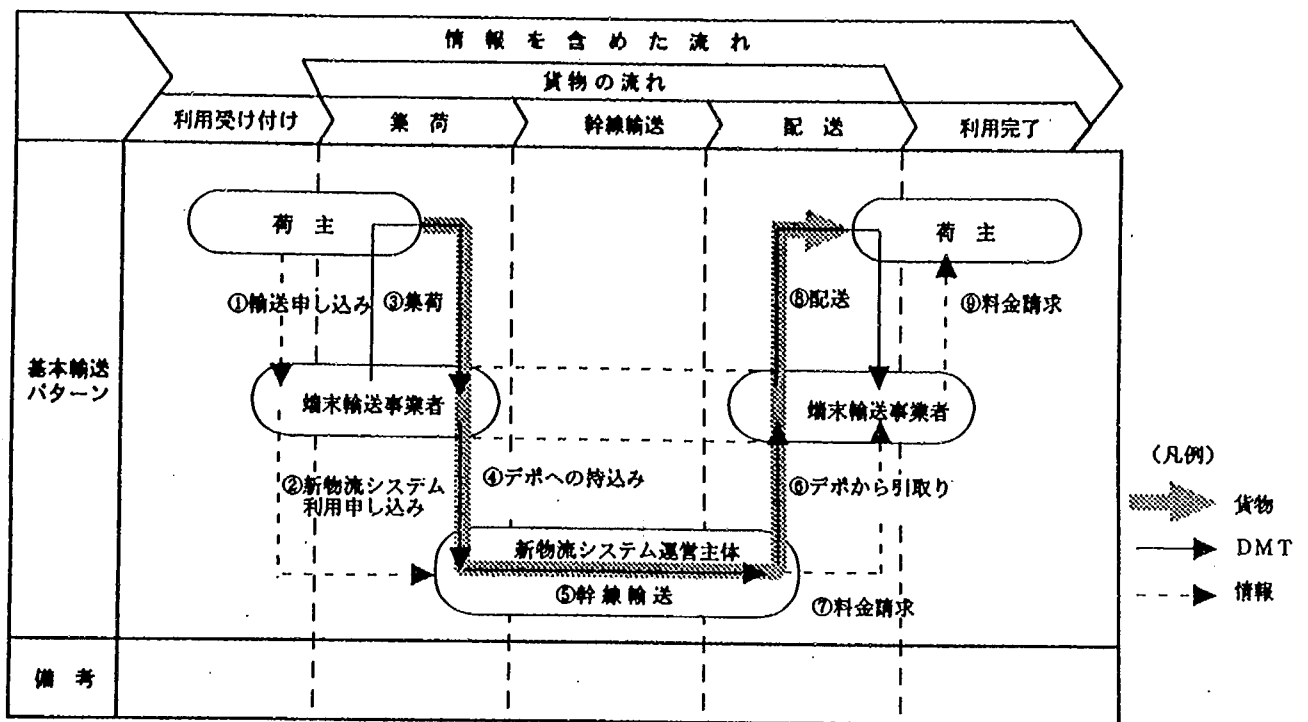
〔Aタイプの場合〕



〔Bタイプの場合〕



【Cタイプの場合】



1. 4. 3 運送事業法から見た新物流システム

運送事業は、次の3タイプに分類できる。

＜一種サービス＞：自ら運送に必要なハード（トラック、電車など）を保有し、利用者から運送料金を取って運送サービスを行うもの（第一種鉄道事業、実運送業）

＜二種サービス＞：自らは運送に必要なハードを保有せず、一種事業者のハードを利用して、利用者から料金を取って運送サービスを行うもの（第二種鉄道業、利用運送事業）

＜三種サービス＞：運送に必要なサービスを保有するが、それを他の運送事業者に対し利用させるだけで自らは直接利用者に対し運送事業を提供するものではないもの（第三種鉄道事業）

新物流システムを運送事業制度から考察すると、①システム管理主体自身が一種サービスとしての運送事業を行う場合、②システム管理主体からデュアルモードトラックないしコンテナ台車の管理を委託されているものが二種サービスとしての運送事業を行う場合、及び③三種サービスを行う場合との三ケースが考えられる。

三種サービスは、鉄道事業法の第三種鉄道事業などの例外を除くとむしろ固有の意味での運送事業には当たらないと解釈できる。新物流システムの導入によって供給されるサービスのうち施設利用サービスは、この意味での三種サービスに近いものであり、貨物運送事業法等の対象にならない、法的には想定されていない分野である。

施設利用サービスとしては、現行ではトラックなどのリース・レンタルとして、契約ベースで行われている例が多い。新物流システムの場合も、同様な契約ベースで行うものとして法定外サービスとして料金を取ることも可能と考えられる。しかし、新物流システムの建設・運営には多大な公的投資が必要なことを勘案すると、新法を制定して公的料金を徴収するシステムとするほうが望ましいと考えられる。

1. 4. 4 新物流システムの費用負担

(1) システム走行に係る施設の費用負担

1) 建設費用または維持管理費用

①道路法上の道路として位置づけられる場合

一般道路事業として建設または維持管理を行う場合は、国費及び地方費により拠出される。

一方、有料道路事業として建設または維持管理を行う場合は、主として財政投融资資金からの借入金によって資金を調達し、通行者または利用者から徴収する料金収入によって償還を行う。

新物流システムが供給するサービスが利用者または通行者のみならず、広く一般国民に向けられたものと位置づけられれば、一般道路事業という費用負担方法が可能になると考えられる。

なお、インフラ部を道路、インフラ外部を道路占用物と位置づける場合は、インフラ外部所有者から徴収する道路占用料をインフラ部の維持管理費用の一部に当てることが可能である。

②道路占用物と位置づけられる場合

所有者が建設費または維持管理費を負担する。

2) システム運営費

当該サービスを法的に①道路という施設の利用サービスと位置づけるか、②運送サービスとして位置づけるかによって、貨物輸送サービスの費用負担のあり方が異なると考えられる。

①道路という施設の利用サービスと位置づける場合

システム運営費用は維持管理費用と同様となる。受益者負担の考え方から、利用者に維持管理に要する費用の一部を負担させることは可能と考えられる。

②運送サービスとして位置づける場合

運送サービスにかかる費用及び適正な利潤を利用者に負担させることが可能と考えられる。

(2) システム走行以外に係る施設の費用負担

1) 道路法上の道路付属物と位置づけられる場合

本体たる道路の費用負担と同様の方法で建設費または維持管理費が負担される。

2) 私的所有物と位置づけられる場合

直接的には所有者が建設費、維持管理費またはシステム運営費を負担するが、間接的には利用者がサービス料金支払いという形で負担することになる。

第2章 システムの整備計画に関する研究

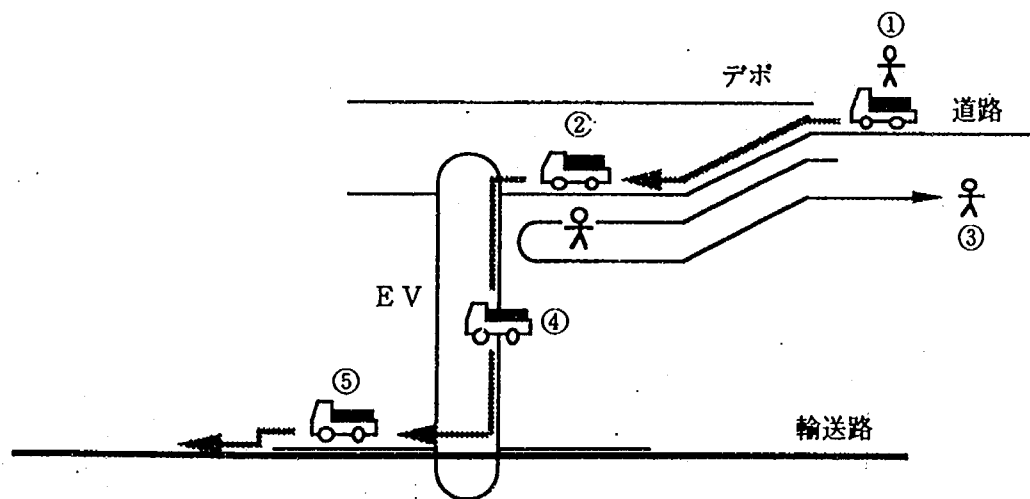
2. 1 都市内新物流システムのルート設定と需要予測

2. 1. 1 都市内新物流システムの利用イメージ

需要予測の前提として、新物流システムのメリットが最大限発揮され、できるだけ大きな整備効果が得られるような利用イメージを想定した。

(1) 輸送手段としてのDMT（デュアル・モード・トラック）のイメージ

- a. DMTとは、輸送路では自動運転による無人走行が可能であると同時に、道路では既存の貨物自動車と同様の走行（有人走行）が可能であるようなトラックである。
- b. DMTは、輸送路では電力線から集電して走行すると同時に、道路走行用のバッテリーを充電する。道路ではバッテリーに蓄えられた電力で走行する。
- c. 輸送路を走行しようとするDMTは、まずデポでシステムに引き渡され、斜路またはエレベータにより輸送路レベルまで搬送された後、輸送路に合流する。
- d. 輸送路におけるDMTの旅行速度は45km/hとする。



- ① 道路上を有人走行
- ② DMTの引き渡し
- ③ DMTを引き渡した運転手はデポで待機
- ④ 輸送路レベルへの搬送
- ⑤ 輸送路への合流

図2.1-1 デポのイメージ（太線はDMTの動きを、細線は人の動きを表す。）

(2) DMTの運行イメージ

- a. DMTは一括管理されており、需要が発生した場合、貨物の大きさに応じた最適サイズ（最小サイズ）のDMTが選択される。
- b. 選択されたDMTは保管場所から発地まで、有人で運行される。
- c. 運転手は発地で貨物を積んだ後、DMTを着地に向かって近くのデポまで運行する。
- d. DMTを引き渡した運転手は、次の需要に備えてデポ周辺に待機する。
- e. DMTは着地の近くのデポまで無人で輸送路を走行する。
- f. 着地デポでは、待機していた別の運転手がDMTを受け取り、着地まで運行する。
- g. 着地で貨物の積み卸しを行ったDMTは、次の着地に向かう。
- h. 最後の着地で貨物を積み卸したDMTは、保管場所まで運行される。

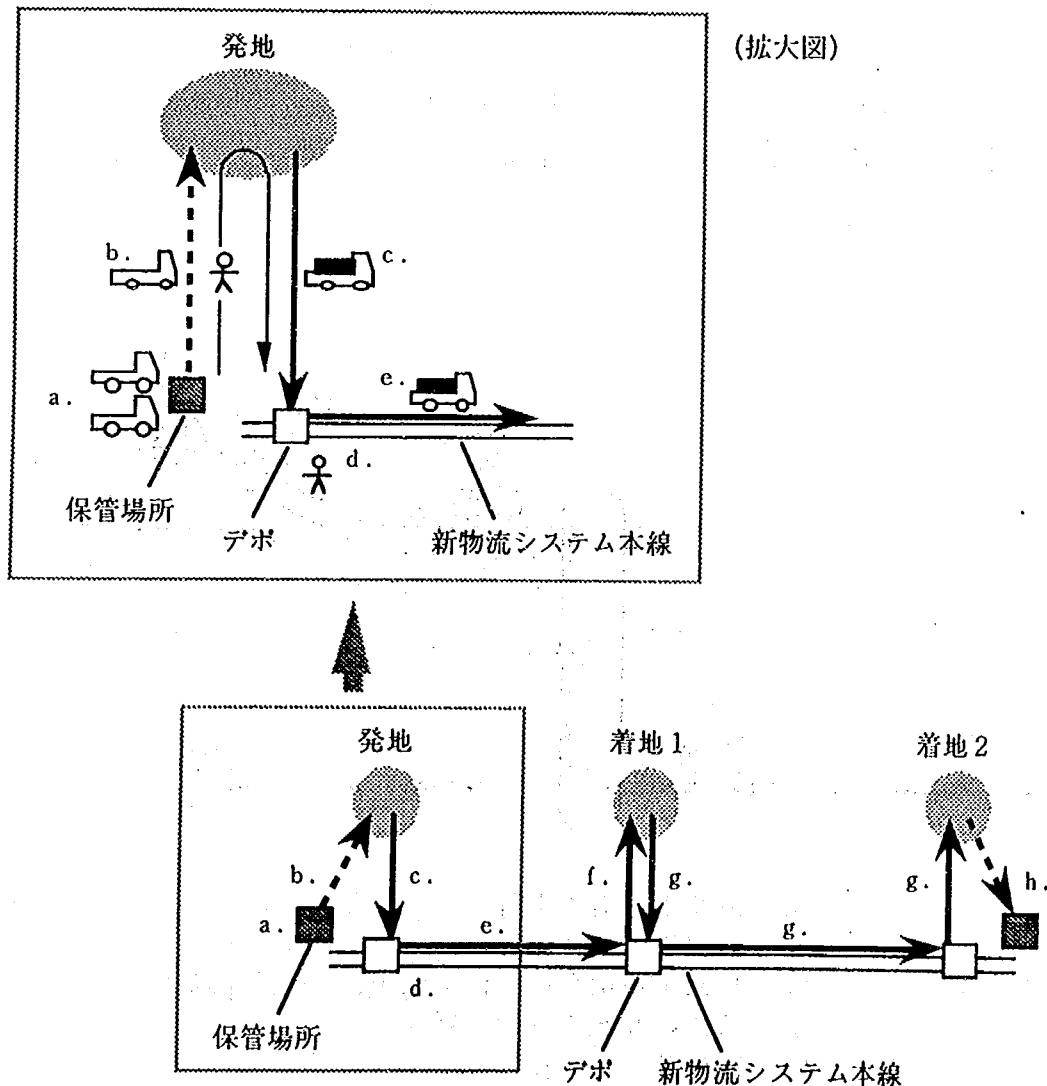


図2.1-2 DMTの運行イメージ(実線は実車、破線は空車の動きを、細線は人の動きを表す)

(3) DMTの保管

DMTは一部を新物流システム運営主体が保管し、残りを利用者が保管する。

- a. 定期的に利用する利用者や、翌日に利用することがわかっている利用者は、原則として前日のうちにDMTを受け取り、夜間は各自の事業所等に保管するものとする。
- b. 運営主体はデポ周辺に保管場所を用意し、昼間はDMTの受け渡しと不規則な利用者に対応する。夜間は一部のDMTを保管する。

(4) 空車DMTの最適配送

昼間のDMTの受け渡し需要の地域的な偏りに対応するため、デポ（保管場所）間で、総走行距離が最小となるように空車DMTを配送する。

(5) 費用負担

a. システム利用料金

新物流システムの運営主体は利用者から新物流システム利用料金を徴収する。料金は発着デポ間の距離に比例する部分（本線走行料金）と固定部分（デポ利用料金）とからなる。

b. 実費負担

DMTの保有にかかる費用（車両費、車庫費、等）や走行にかかる費用（電気代、等）はシステム利用料金とは別に、利用者が実費を負担するものとする。

(6) その他

日曜、祝日は休業とする。年間営業日数は300日とする。

2. 1. 2 需要予測と評価の考え方

デュアルモードトラック（DMT）による都市内新物流システム利用量の推計と評価は、次の考え方から行った。

(1) 貨物自動車のトリップ数をベースとした総需要の決定

貨物自動車の利用特性を反映した需要予測を行うため、総需要の設定は貨物の流動量ではなく、貨物自動車のトリップ数をベースにして行う。

(2) トリップチェーンを単位とした費用比較による需要予測

都市内システムの利用の対象となるのは、チェーン内の実車トリップが全て東京圏内々トリップであるようなチェーンとする。（内外トリップおよび外々トリップについては、データの重複を防ぐため都市間システムで算定を行うものとして、その値を最後にプラスした。）

貨物車で道路を走行するのか、DMTで新物流システムのネットワークを利用するのかを判定するにあたっては、トリップチェーンを単位とした費用比較によって、費用が安い方の手段・経路にOD交通量を一括配分する。

(3) Q V式を用いた配分

新物流システム利用量および道路交通量は、Q V式を用いた配分により推計する。配分は道路とシステムを同時に行う。また道路へは乗用車と貨物車を同時に配分する。

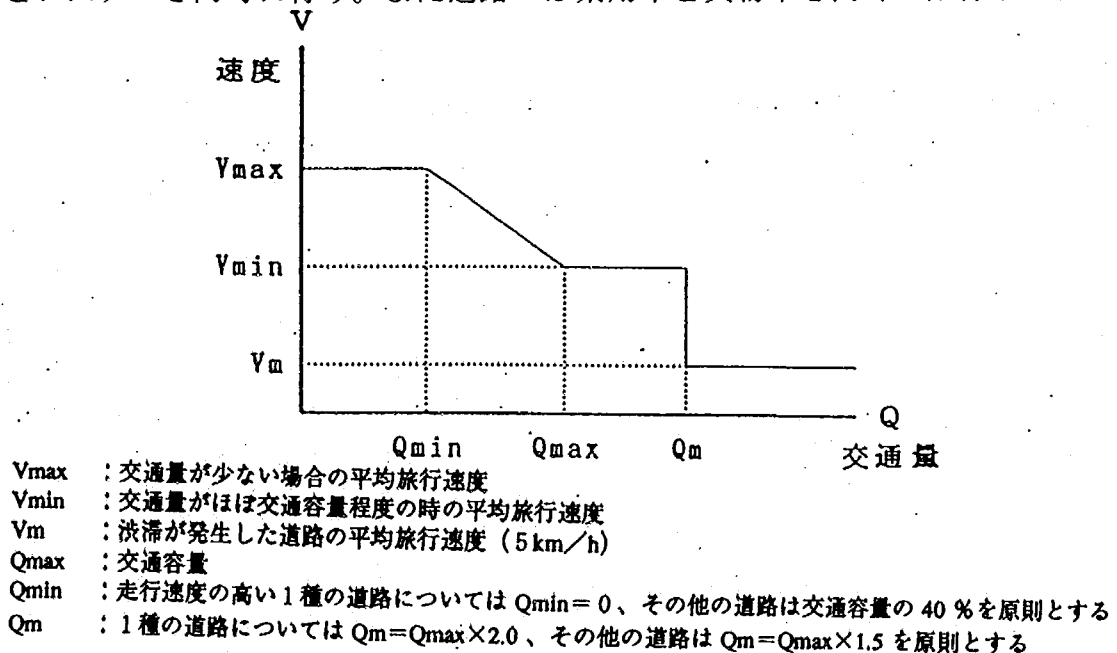


図2.1-3 Q-V条件図

(4) 配分結果の比較と評価

財務分析および整備効果の算定は、次の2通りの配分結果を比較することによって行う。

- a. システム整備なし（将来ネットワークへの配分結果）
- b. システム整備あり（将来ネットワーク+新物流システムネットワークへの配分結果）

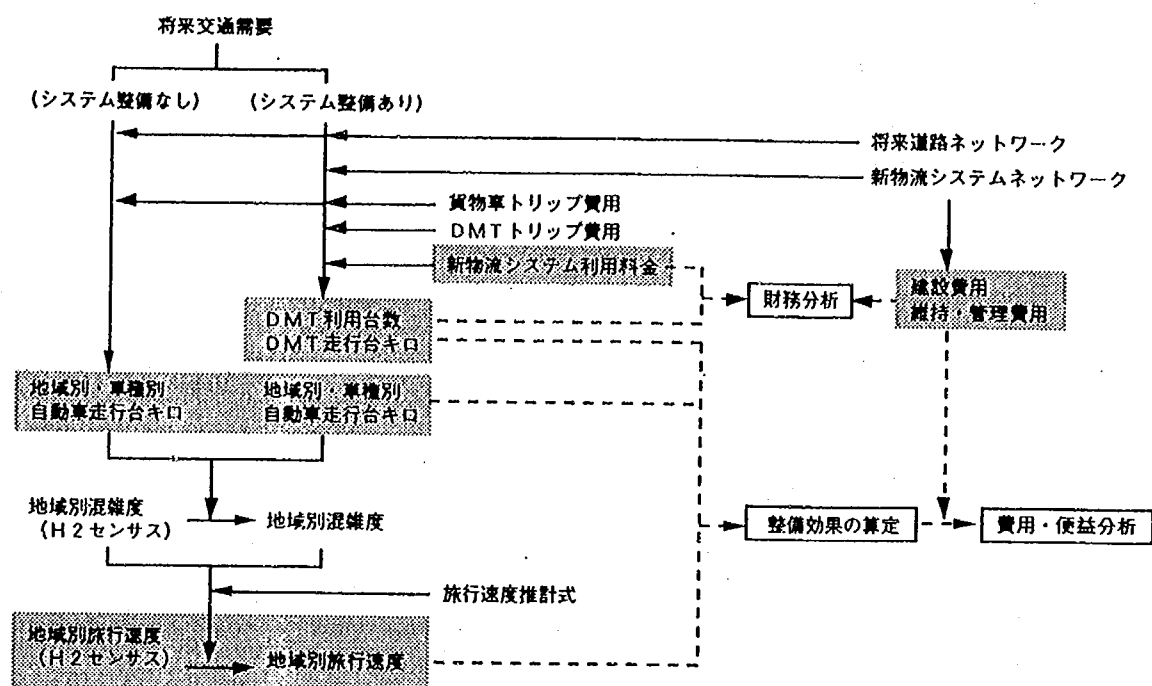


図2.1-4 検討フロー

(注) 財務分析はDMT利用台数及び走行台キロに、都市間システムからの流入分を含めて行う。
整備効果の算定は都市間システムからの流入分を含めずに行う。

2. 1. 3 需要予測における転換対象交通量

(1) 将来トリップチェーンの作成

Bゾーン間の貨物車OD交通量が、関東地建が予測した平成22年OD交通量に一致するように、チェーンの拡大係数を調整する。

a. 関東地建の予測をもとに、各トリップについて、交通量の伸び率を計算する。

$$\text{伸び率} = \frac{\text{平成22年OD交通量（関東地建の予測値）}}{\text{平成22年OD交通量（センサス観測値）}}$$

b. 各チェーンの現況の拡大係数に、そのチェーンに含まれるトリップの平均伸び率を乗じたものを将来の拡大係数とする。

(2) 転換対象チェーンの抽出

ア. 積載品目について

特種（特殊）車および鉄鋼、生コンクリートを積載するチェーンは転換対象外とする。

表2.1-1 積載品目（道路交通センサス大分類）別抽出率

道路センサス 大分類	物流センサス		
	東京都発生集中量（t）		抽出率
農水産品	計	395,244	(100%)
林産品	計	151,856	(100%)
鉱産品	計	353,676	(100%)
金属機械 工業品	転換対象品目	376,602	
	非転換品目（鉄鋼）	263,677	
	計	640,279	(58.8%)
化学工業品	転換対象品目	533,060	
	非転換品目 （生コンクリート）	465,310	
	計	998,370	(53.4%)
軽工業品	計	667,140	(100%)
雑工業品	計	396,372	(100%)
特殊品	計	75,944	(100%)
合計（分類不能）	転換対象品目	2,949,894	
	非転換品目	728,987	
	計	3,678,881	(80.2%)

イ. 空車トリップについて

空車トリップのみで構成されるチェーンは転換対象外とする。

ウ. 検討対象地域について

貨物車のDMTへの転換（都市内システムの利用）は、DMTによる長距離の路上走行が発生しないように、新物流システムのネットワークが整備された地域を対象として検討する。

本検討では、チェーン内の実車トリップが全て東京圏（昭和63PTの調査対象地域）の内々トリップであるようなチェーンを対象として、転換の可能性を検討する。その他のチェーンは積載品目によらず、転換対象とはしない。

(3) 転換対象トリップの内訳

転換対象チェーンに含まれる実車トリップ（転換対象トリップ）は、乗用車を含む全自動車トリップの約7%、空車トリップを含む全貨物車トリップの約38%であった。

表2.1-2 全トリップに含まれる転換対象トリップの割合

上段：トリップ数（千トリップ）、下段全トリップに対する割合（%）

	区部内々	区部内外	区部外々	合 計
貨物車を含む全トリップ	4,534	2,558	31,117	38,229
貨物車トリップ (注)	1,254 (100.0)	1,015 (100.0)	4,830 (100.0)	7,100 (100.0)
貨物車トリップのうち転換対象 チェーンに含まれるトリップ	792 (63.2)	598 (58.9)	2,014 (41.7)	3,404 (47.9)
転換対象トリップ	621 (49.5)	476 (46.9)	1,593 (33.0)	2,690 (37.9)

注) 空車トリップを含む

表2.1-3 転換対象トリップのOD表

		転換対象チェーンに含まれる実車トリップ数						
		東京都区部	東京都下	神奈川県	埼玉県	千葉県	茨城県南部	他県
計	東京都区部	620533	42003	58970	86285	52253	6127	0
	東京都下	39454	173934	28303	21968	4336	994	0
	神奈川県	54977	26458	423849	13816	11342	1526	0
	埼玉県	82015	22136	14863	387020	23433	8369	0
	千葉県	47753	4069	14595	22556	288777	13460	0
	茨城県南部	6455	936	2504	7394	16468	60251	0
	他県	0	0	0	0	0	0	0
	合計	851187	269536	543084	539039	396609	90727	0

転換対象トリップの内訳を見ると、区部内々トリップに次いで、区部と埼玉、神奈川、千葉との間のトリップが多い。

区部内々トリップについては周辺区と都心・副都心地区、湾岸地域とを結ぶトリップが多い。

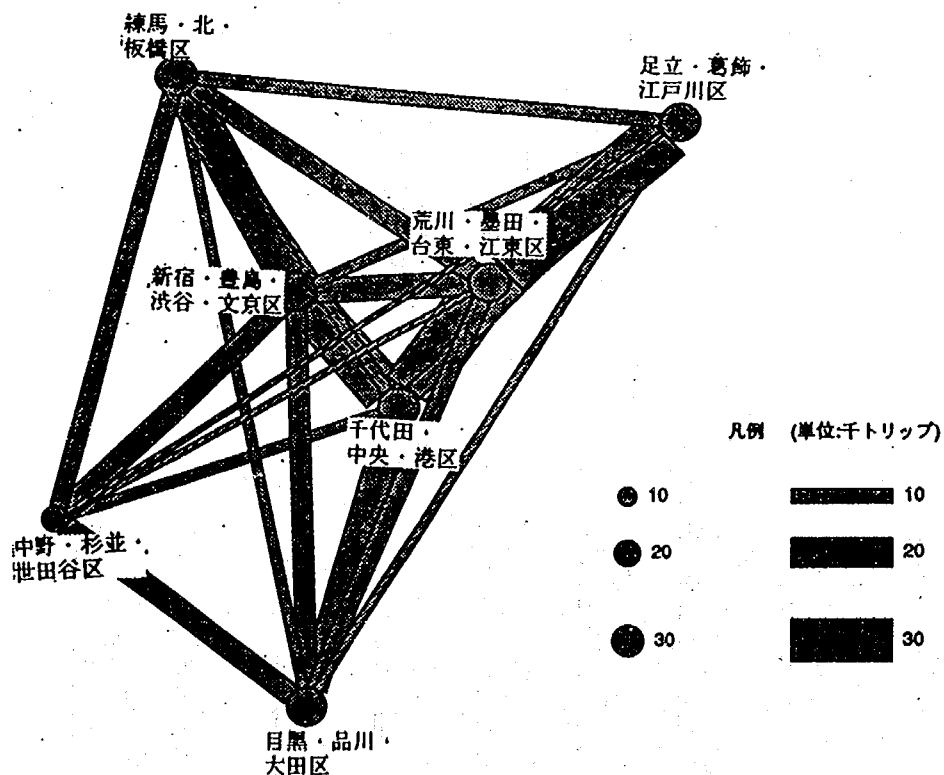
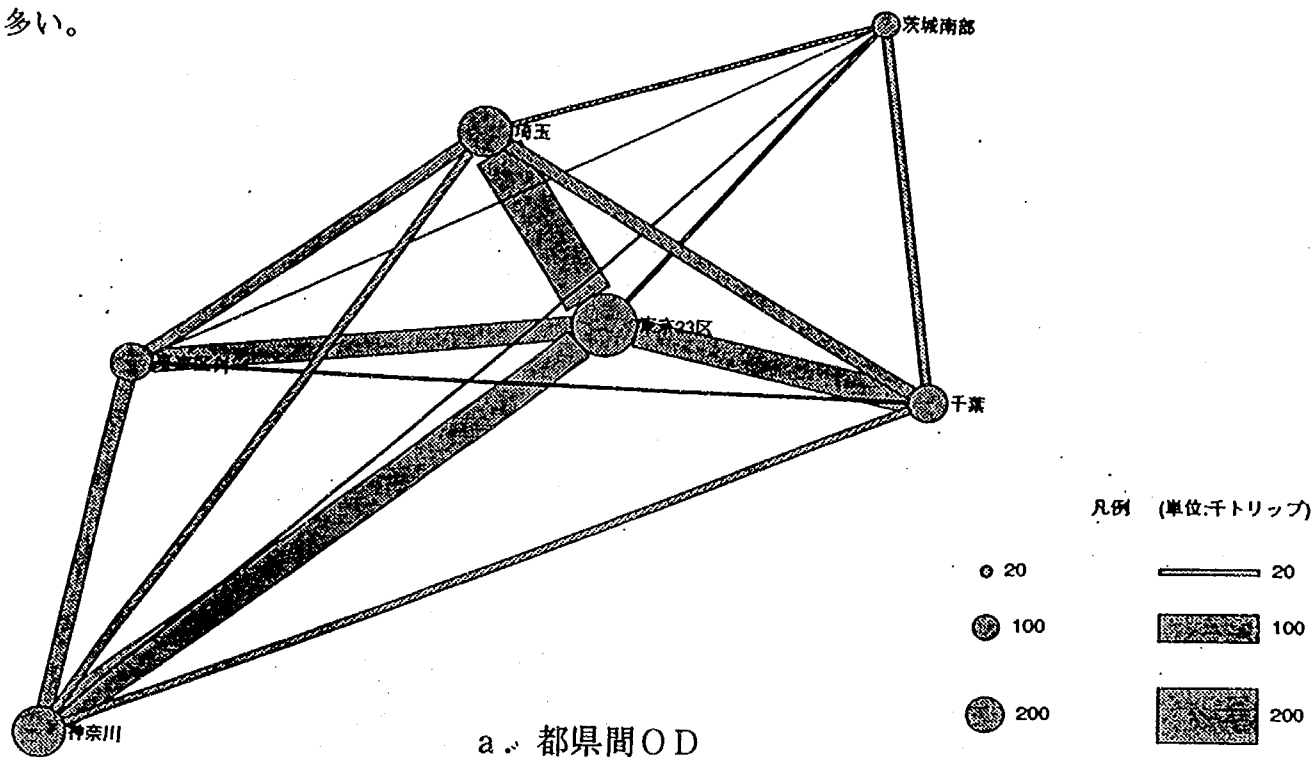


図2.1-5 転換対象トリップの内訳

2. 1. 4 配分対象ネットワークとゾーン区分

(1) 道路ネットワーク

道路ネットワークは、関東地建の将来ネットワークを使用した。

- a. ネットワークは概ね都道府県道以上の道路からなる。
- b. 圏央道、東京湾横断道路などの計画路線を含む。

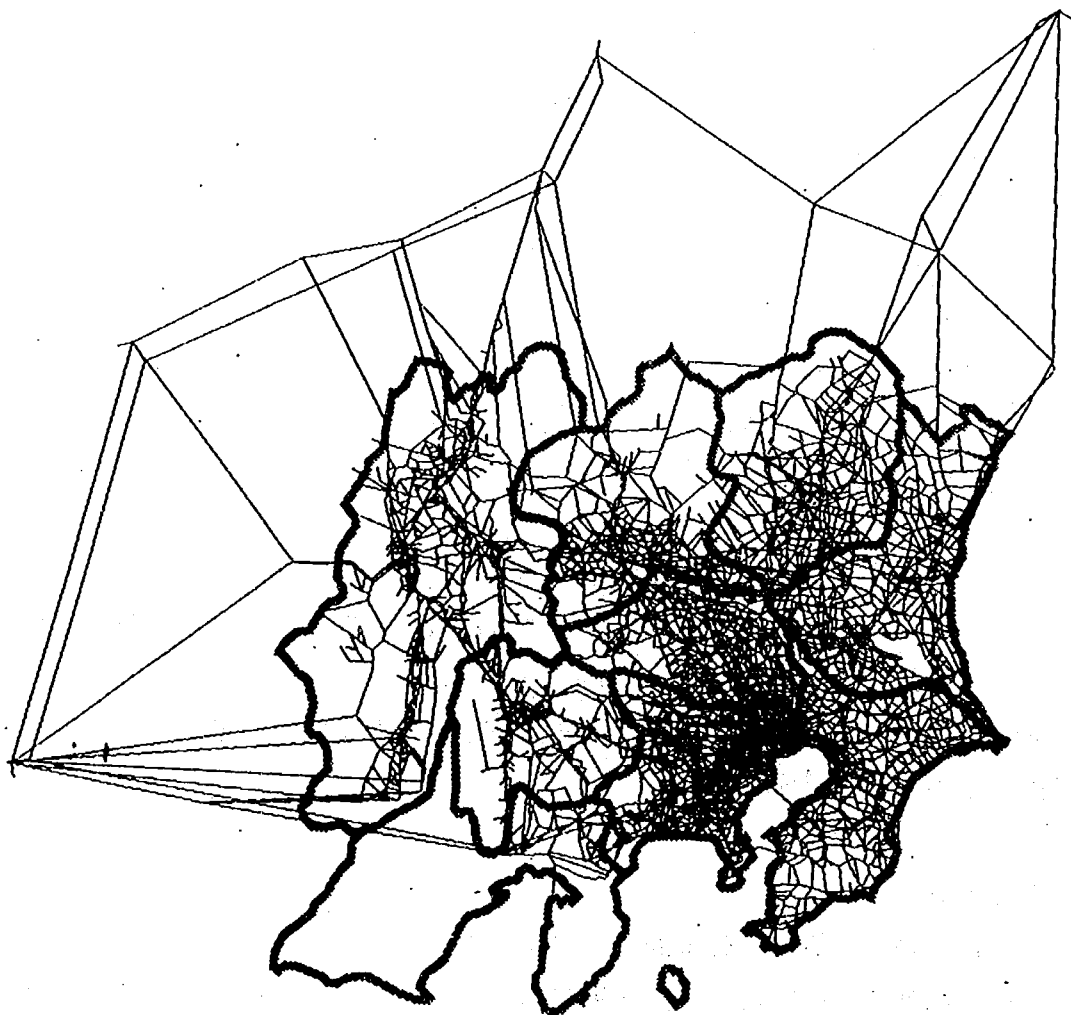


図2.1-6 配分対象道路ネットワーク

リンク数=18,094

ノード数=10,418

凡例

———	道路リンク
———	都県境

(2) 新物流システムネットワーク

新物流システムのネットワークは次のように設定した。

a. 東京都区部のネットワーク

- 1) 計画幅員が22m以上の都市計画道路の下を通過する。ただし、実際には大部分が25m以上となっている。
- 2) 都心部においては概ね1km程度でデポにアクセスできるよう、2km程度の間隔で路線を配置する。
- 3) 都心・副都心（8地区）および流通業務団地（5地区）を連絡する。また倉庫、市場、工場、商業施設などの物流拠点をできるだけ多く通過する。
- 4) 各路線は高速道路に沿って東京都区部へ入り、都心・副都心を経由して、反対側の高速道路に沿って区外へ出る。また東京都区部境界付近で主要な国道と接続する。
- 5) 路線と路線の交点には全方向分岐可能なジャンクションを設ける。
- 6) 全体として路線の密度に偏りがないように配慮する。

b. 東京都区部のネットワーク

- 1) 東京都区部境界からは高速道路に沿って圏央道に接続する。
- 2) 静岡県以西からは都市間システムが、第二東名ルートに沿って湾岸ルートに接続する。

c. 大型DMT（積載量11t）が走行可能なネットワーク

都市間システムと流通業務団地とを接続するため、次のルートは大型DMTの走行を可能とした。

- 1) 静岡県以西から第二東名ルートに沿って湾岸ルートを経由し幕張に至るルート
- 2) 環状7号の下を通過するルート

d. デポの配置

- 1) 都心部においては概ね2km間隔で設置する。
- 2) 東京都区部外については概ね高速道路のインターチェンジの位置に配置する。
- 3) 路線と路線の交差点付近には、それぞれの路線に対してデポを配置する。

表2.1-4 新物流システムネットワーク

	東京23区内	東京23区外	合 計
路線延長 (km)	201	274	475
デポ数 (箇所)	85	35	120

(3) ゾーン区分

検討対象ゾーンは道路交通センサスBゾーンを分割・統合し、表のように設定した。

表2.1-5 検討対象ゾーン

地 域	ゾーン区分	ゾーン数
東京都区部内	パーソントリップ調査（計画基本ゾーン）の境界線をもとにした分割ゾーン	123
東京都区部境界から圏央道が通過する市町村まで	新物流ルートが通過する市町村はBゾーン、その他は市町村単位に統合したゾーン	259
圏央道が通過する市町村より東京圏（1都3県と茨城県南部）境界まで	集約Bゾーン	
東京圏に隣接する県（茨城県北部、山梨県、長野県、群馬県、栃木県）	概ね生活圏に対応したゾーン	14
その他の地域	東名、中央、関越、東北の各高速道路に沿った4ゾーン	4
合 計		400



//// : 本調査でいう東京圏

凡 例	
———	県境界
———	生活圏境界
———	集約Bゾーン境界
———	市町村境界
-----	Bゾーン境界
.....	圏央道
●——●	ネットワーク
●	デポ

図2.1-7 東京圏内のゾーン区分と新物流システムネットワーク

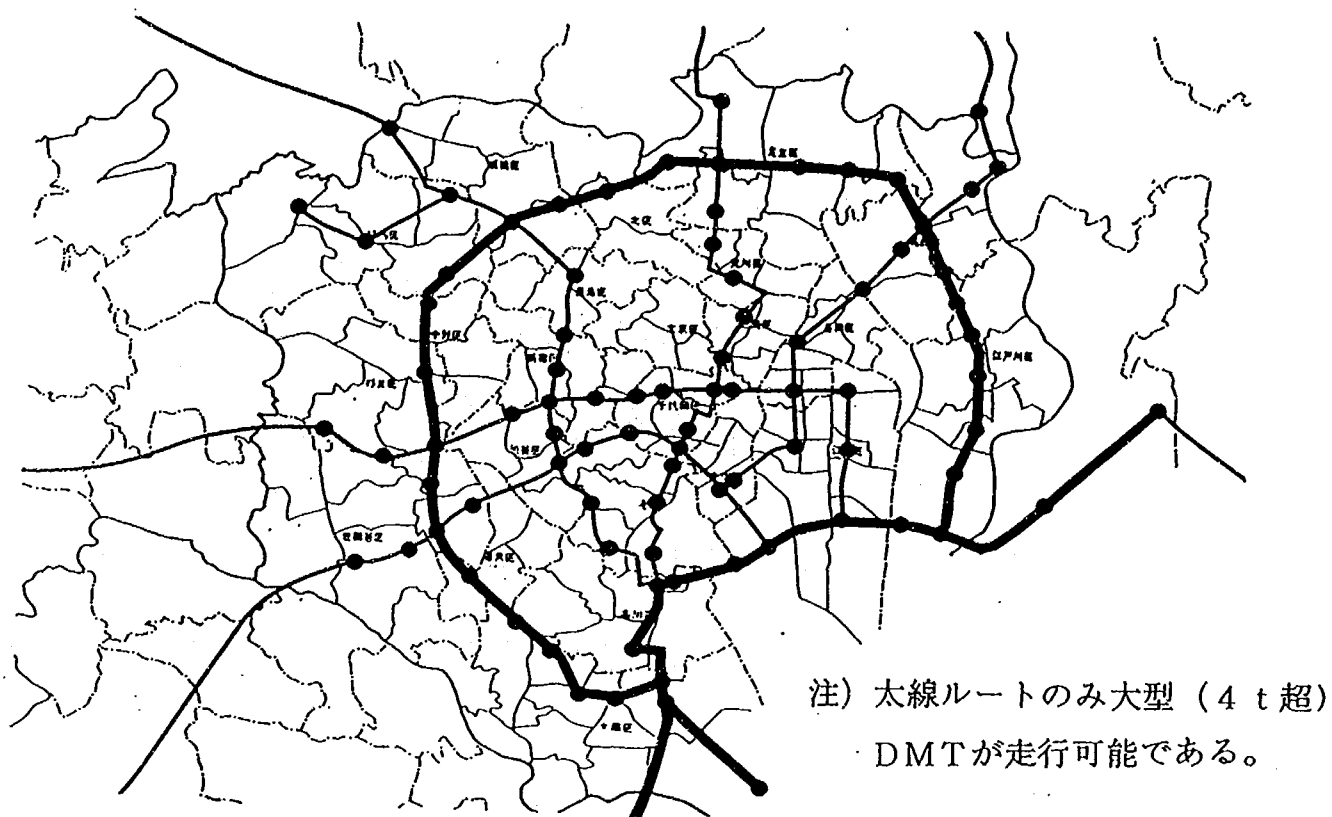


図2.1-8 東京23区のゾーン区分と新物流システムネットワーク

2. 1. 5 転換モデル

(1) 貨物車費用

貨物車費用は次の項目について設定した。

a. 走行時間に比例する費用

1) 取得費用については車両購入時の費用を耐用年数と道路交通センサスOD調査より求めた年間平均走行時間で割ることにより、走行時間あたりに換算した。

貨物自動車の耐用年数をヒアリング等の調査結果から法定耐用年数の2倍とした。DMTの耐用年数は同型の営業用貨物自動車と同じとした。

表2.1-6 貨物自動車の耐用年数

	営業用	自家用
軽貨物車	6年	8年
貨客車	6年	10年
小型貨物車	6年	10年
普通貨物車	8年	10年

$$\text{取得費用 (円/時間)} = \frac{\text{車体価格 (円)} \times (1 + \text{取得税税率} + \text{消費税税率})}{\text{耐用年数 (年)} \times \text{年間平均走行時間 (時間/年)}}$$

2) 保有費用については年間の必要経費を道路交通センサスOD調査より求めた年間平均走行時間で割ることにより、走行時間あたりに換算した。

$$\text{保有費用 (円/時間)} = \frac{\text{自動車税} + \text{自動車重量税} + \text{保険料} + \text{施設使用料 (円/年)}}{\text{年間平均走行時間 (時間/年)}}$$

b. 走行距離に比例する費用

走行費用（燃料費、油脂費、タイヤ・チューブ費、整備費）は第11次道路整備五箇年計画の評価において用いられた式をもとに、平均走行速度を18.7km/h（平成2年道路交通センサス、東京都区部全道路、平日と休日の平均値）として算定した。

なお、本検討では車種別、最大積載重量別の費用の違いを考慮して、次の車種区分を設定した。転換・非転換の判断は車種区分別費用をもとに行った。

表2.1-7 貨物車の車種区分と車種区分別費用
(旅行速度を18.7km/hとして走行距離あたりに換算した値)

車種区分	所有形態	車種 (最大積載重量)	走行時間 比例費用 (円/km)	走行距離 比例費用 (円/km)	合 計 (円/km)
貨物車 1	営業用	小型・普通 (5 t 未満)	75.6	23.1	98.7
貨物車 2		普通 (5 t 以上)	121.6	41.8	163.4
貨物車 3	自家用	軽・貨客・小型	87.1	18.9	106.0
貨物車 4		普通 (5 t 未満)	192.0	23.1	215.1
貨物車 5		普通 (5 t 以上)	295.4	41.8	337.2

(3) DMT費用

DMT費用は以下の考え方に従い、貨物車と同様に設定した。

a. 走行時間に比例する費用

1) 取得費用については、DMTがガイドウェイ走行のための設備を必要とすること等を考慮し、DMTの車体価格を同型貨物車の2倍として算定した。

表2.1-8 電気自動車普及計画（通産省）による目標値

	今回の目標	現在の性能
一充電走行距離（40km/h定速） km	250	120程度
最高速度 km/h	120	80程度
電池寿命 年	4	1.5～2程度
価格（同等内燃機関自動車比） 倍	1.2	約3.0

2) 保有費用については同型貨物車と同じとした。ただし保険料については車体価格の違いを考慮し、貨物車の2倍にした。

b. 走行距離に比例する費用

走行費用については、システム内走行時の平均旅行速度を45km/h、道路走行時の平均旅行速度を18.7km/hとして算定した。

電気代は1kWhあたり9.8円（東京電力、大口契約時）とした。バッテリーの充放電ロス（道路走行時のみに考慮）は25%とした。

また、整備費、タイヤ・チューブ費については車体価格、重量の違いを考慮し、貨物車に2倍とした。

表2.1-9 DMTの車種別費用

a. 道路走行時の費用

（旅行速度を18.7km/hとして走行距離あたりに換算した値）

車種（最大積載重量）	走行時間 比例費用 (円/km)	走行距離 比例費用 (円/km)	合 計 (円/km)
DMT 1 (0.5 t)	56.8	12.7	69.5
DMT 2 (1 t)	63.8	18.3	82.1
DMT 3 (2 t)	87.5	25.3	112.8
DMT 4 (4 t)	108.2	26.3	134.5
DMT 5 (11 t)	172.6	32.1	204.7

b. システム内走行時の費用

(旅行速度を45.0km/hとして走行距離あたりに換算した値)

車種 (最大積載重量)	走行時間 比例費用 (円/km)	走行距離 比例費用 (円/km)	合 計 (円/km)
DMT 1 (0.5 t)	23.4	11.3	34.7
DMT 2 (1 t)	26.2	16.5	42.7
DMT 3 (2 t)	36.0	22.7	58.7
DMT 4 (4 t)	44.5	23.6	68.1
DMT 5 (11 t)	71.0	26.3	97.3

(4) 人件費

貨物車およびDMTの道路走行時の人件費は、運送業従事者の1人当たりの人件費に、平成2年道路交通センサスOD調査による東京都登録貨物車の平均乗車人員を乗じて求めた。

$$2,052 \text{ (円/人・時間)} \times 1.24 \text{ (人/台)} = 2,544 \text{ (円/台・時間)}$$

(5) 有料道路料金

原則として、建設省が設定した料金(車種重み付け平均値)を全車種に適用した。ただし、首都高(東京線、横浜線)および高速自動車国道(国幹道)については表のように大型車、小型車別の料金を設定した。

表2.1-10 本検討で設定した有料道路料金

	加重平均値 (注1)		小型車料金 (注2)		大型車料金 (注3)	
	距離料金 (円/km)	回数料金 (円)	距離料金 (円/km)	回数料金 (円)	距離料金 (円/km)	回数料金 (円)
首都高 (東京線)	0.00	906	0.00	700	0.00	1400
首都高 (神奈川線)	0.00	648	0.00	500	0.00	1000
国幹道	26.40	150	23.00	150	35.65	150

注1) 加重平均値は乗用車及び転換対象外貨物車に適用した。

注2) 小型車料金は貨物車1, 3, 4, DMT1, 2, 3, 4に適用した。

注3) 大型車料金は貨物車2, 5, DMT5に適用した。

(6) システム利用料金

新物流システムの利用料金は次のように設定した。

a. デポ利用料金は25円/回(50円/トリップ)とした。

なお、デポ利用時間は本線への流入・流出、DMTの貸出・返却、ともに2分/回とし、利用者はこの間の人件費および車両費の時間比例部分を、デポ利用コストとして意識するものとした。

b. 本線走行料金は以下の考え方によって設定した。

1) 車種間の料金比率は表2.1-11のように高速道路料金(国幹道)と同じになるように設定した。

2) 料金水準は図2.1-9に示すように本線走行料金と料金収入の感度分析を行い、料金収入が最大となるように、DMT2(1t積み)本線走行料金を50円/kmと設定した。

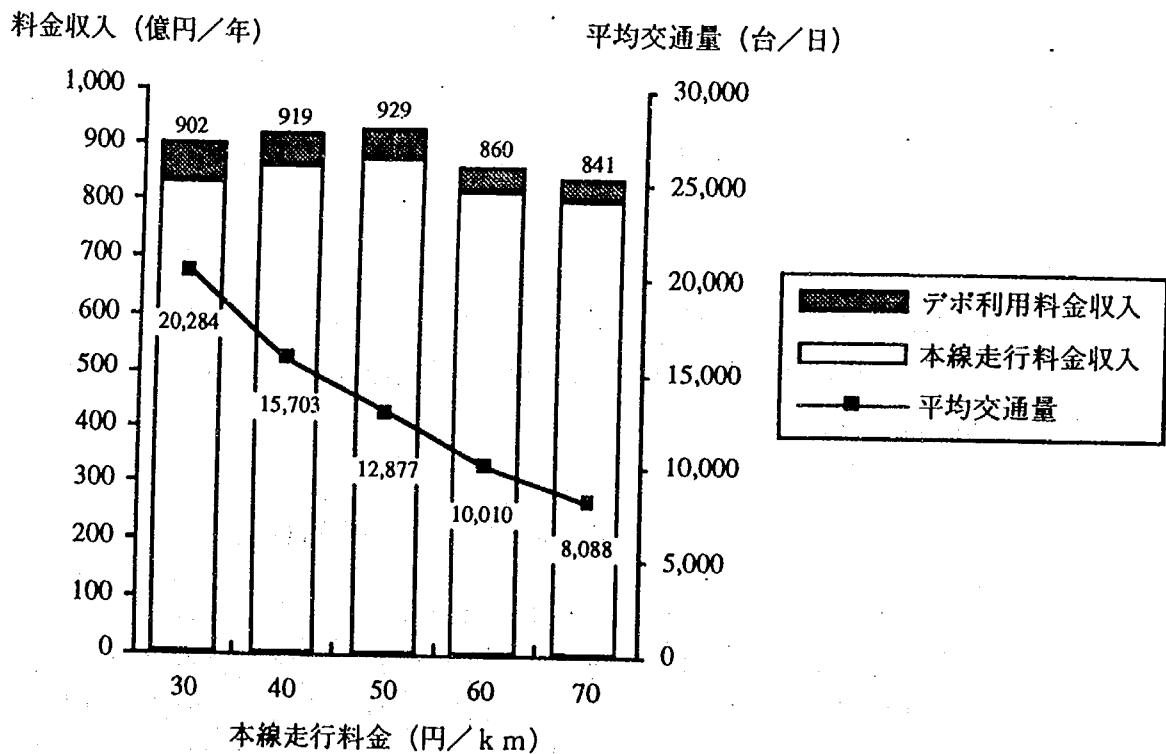


図2.1-9 本線走行料金を変化させた場合の交通量と料金収入の変化

注) 本線走行料金はDMT2(1t)の料金で代表させた。

表2.1-11 本検討で設定した本線走行料金

車種 (最大積載重量)	本線走行料金 (円/km)	車種間 料金比率
DMT 1 (0.5 t)	40.0	0.80
DMT 2 (1 t)	50.0	1.00
DMT 3 (2 t)	53.0	1.06
DMT 4 (4 t)	53.0	1.06
DMT 5 (11 t)	78.0	1.55

(7) トリップ時間の変動に備えた余裕時間の考慮

貨物車とDMTの経路選択および転換・非転換の判定にあたっては、表2.1-12に示すように一般道路では所要時間に対して約2割の余裕時間が必要であるため、一般道路の速度としてQV式より求めた各リンクの速度を1.2で割った値を設定した。ただし乗用車と非転換貨物車については、QV式とおりの速度を用いた。

表2.1-12 首都高旅行速度調査 (平成4年度) によるトリップ時間の変動

	変動係数(σ/v)の 平均	90%値 ($\sigma/v \times 1.28$)
首都高	0.24	0.31
街路	0.14	0.18

- 注) 1. 変動係数の平均は、日比谷を起終点とする8コースについて、経路別、時間帯別に8日間 (一部コースについては4日間) の平均速度 v と標準偏差 σ より変動係数を求めた後、経路別に平均値を取ったものである。
2. また、一般道路では、90%の確率で遅刻しないように早めに出発すると仮定して、正規分布より $1.28\sigma/v$ 倍の所要時間に対する余裕時間が必要であるものとした。

(8) 貨物車とDMTの費用比較

貨物車とDMTの費用設定をとりまとめると表2.1-13のようになる。道路と輸送路の平均旅行速度をそれぞれ18.5km、45.0km/hとして、DMTと貨物車の費用を比較した場合、道路と輸送路の速度差が大きいため、DMTが輸送路を走行する費用は同型貨物車（営業用車）の1/2程度となる。

表2.1-13 DMTと貨物車の費用比較

	道路を走行する費用 (円/km)	輸送路を走行する費用 (円/km)
DMT 1	207.0	74.7
DMT 2	219.7	92.8
貨物車 1（営業用）	236.3	—
貨物車 3（自家用）	243.5	—
DMT 3	250.3	111.6
DMT 4	272.1	121.0
貨物車 2（営業用）	300.9	—
貨物車 4（自家用）	352.7	—
DMT 5	342.2	175.3
貨物車 5（自家用）	474.7	—

表2.1-14 費用設定のまとめ

a. 貨物車

車種区分	所有形態	車種 (最大積載重量)	走行距離 比例費用 (円/km)	走行時間 比例費用 (円/h)	人件費 (円/h)
貨物車 1	営業用	小型・普通 (5 t 未満)	23.1	1,398.5	2,544
貨物車 2		普通 (5 t 以上)	41.8	2,249.6	
貨物車 3	自家用	軽・貨客・小型	18.9	1,610.9	
貨物車 4		普通 (5 t 未満)	23.1	3,552.3	
貨物車 5		普通 (5 t 以上)	41.8	5,465.2	

b. DMT (道路走行時)

車種(最大積載重量)	システム利用料金		走行距離 比例費用 (円/km)	走行時間 比例費用 (円/h)	人件費 (円/h)
	走行料金 (円/km)	デポ利用料金 (円/回)			
DMT 1 (0.5 t)	—	—	12.7	1,050.8	2,544
DMT 2 (1 t)	—		18.3	1,180.5	
DMT 3 (2 t)	—		25.3	1,618.3	
DMT 4 (4 t)	—		26.3	2,001.5	
DMT 5 (11 t)	—		32.1	3,193.7	

c. DMT (輸送路走行時)

車種(最大積載重量)	システム利用料金		走行距離 比例費用 (円/km)	走行時間 比例費用 (円/h)	人件費 (円/h)
	走行料金 (円/km)	デポ利用料金 (円/回)			
DMT 1 (0.5 t)	40	25	11.3	1,050.8	—
DMT 2 (1 t)	50		16.5	1,180.5	
DMT 3 (2 t)	53		22.7	1,618.3	
DMT 4 (4 t)	53		23.6	2,001.5	
DMT 5 (11 t)	78		26.3	3,193.7	

2. 1. 6 空車配送モデル

DMTの時間別の発着台数が各デポで均衡していれば空車の配送需要は生じない。しかし、一般的には空車の需要と供給は一致しない。

- a. 空車の供給＝DMT利用トリップチェーンの最終トリップの到達
- b. 空車の需要＝DMT利用トリップチェーンの最初のトリップの発生
- c. 空車の配送需要＝b－a

そこで、最寄りゾーンにおける「DMT利用トリップチェーンの最終トリップの到着」と「DMT利用トリップチェーンの最初のトリップの発生」を各デポ毎に集計し、時間帯別の空車の過不足台数から輸送コストが最小となるような配送を実現するためのOD表を作成し、ネットワークに配分した。

2. 1. 7 需要予測結果

(1) 転換率

全貨物車トリップに対するDMT利用トリップの割合は、東京圏全体では約7%、東京都区部では約14%となった。

表2.1-15 全貨物車トリップに対するDMT利用トリップの割合

		着地域						
		東京都 区部	東京都 市郡部	神奈川県	埼玉県	千葉県	茨城県 南部	合計
発 地 域	東京都区部	15.2%	21.2%	23.3%	19.4%	20.1%	14.7%	16.3%
	東京都市郡部	17.2%	2.9%	4.3%	5.0%	27.7%	8.3%	5.1%
	神奈川県	18.3%	4.2%	3.1%	15.2%	13.8%	5.4%	4.7%
	埼玉県	17.4%	7.5%	21.5%	3.6%	12.6%	9.4%	6.0%
	千葉県	16.0%	22.4%	21.8%	7.7%	4.0%	2.1%	5.7%
	茨城県南部	18.1%	9.4%	20.3%	5.9%	3.6%	0.7%	2.1%
	合計	15.4%	5.7%	5.5%	5.9%	6.2%	1.8%	7.5%

転換対象トリップ（実車トリップ）に対するDMT利用トリップの割合は、東京圏全体では約18%、東京都区部では約28%となった。

表2.1-16 転換対象トリップ（実車トリップ）に対するDMT利用トリップの割合

		着地域						
		東京都 区部	東京都 市郡部	神奈川県	埼玉県	千葉県	茨城県 南部	合計
発 地 域	東京都区部	30.7%	41.3%	43.8%	37.6%	38.5%	30.9%	33.3%
	東京都市郡部	36.0%	8.1%	9.4%	10.3%	47.2%	13.4%	13.2%
	神奈川県	36.7%	9.7%	7.5%	27.5%	29.3%	14.5%	11.6%
	埼玉県	35.3%	15.5%	35.6%	8.6%	24.1%	22.3%	14.6%
	千葉県	33.3%	40.1%	35.0%	15.2%	10.9%	6.1%	14.9%
	茨城県南部	35.1%	14.7%	32.3%	15.7%	8.3%	2.4%	7.6%
	合計	31.9%	14.6%	13.2%	14.2%	16.1%	7.0%	19.7%

(2) 走行台キロと利用台数

新物流システム内のDMT走行台キロは、都市間からの流入分を含めると、約855万台キロ/日、平均交通量は約1万8千台/日となった。

都市内の需要のみを見た場合、流入交通量（実車トリップ数）が約38万トリップ/日、実車走行台キロが715万台キロ/日となった。システム内の平均走行距離は19kmとなった。

表2.1-17 新物流システム本線内DMT走行台キロ 単位：千台キロ/日

		東京23区内	東京23区外	合 計
都市内	DMT（実車）	3,601	3,552	7,153
	DMT（空車）	39	99	138
都市間からの流入分		458	800	1,258
合 計		4,098	4,451	8,549

表2.1-18 新物流システム本線内DMT平均交通量 単位：台/日

	東京23区内	東京23区外	合 計
DMT走行台キロ（千台キロ/日）	4,098	4,451	8,549
路線延長（km）	201	274	475
平均交通量（台/日）	20,388	16,245	17,998

(3) 時間帯別DMT利用台数と必要保有台数

新物流システムを利用したDMTは1日当たり延べ約29万台と推計された。時間帯別の利用台数は表2.1-19のとおりであり、空車配送の対象となったのは、延べ約2万3千台（全体の約1割）、平均配送距離は約6kmとなった。

時間帯別の運行開始台数と運行終了台数との差の累計が運行中のDMT台数であるとする、その最大値（必要保有台数）は17万3千台程度と推計された。

表2.1-19 時間帯別DMT運行台数（全デポの合計）

時間帯	運行開始（台）	運行終了（台）	運行中（台）	配送対象（台）
7-10	164,373	14,291	150,081	1,571
10-13	70,174	46,990	173,265	11,798
13-16	44,150	62,948	154,468	8,496
16-19	12,167	116,949	49,686	699
19-22	1,992	51,678	0	174
合 計	292,856	292,856	—	22,737

注）本表はトリップチェーン数の集計であり、1トリップチェーンで複数回新物流システム本線を利用しているものも含まれる。

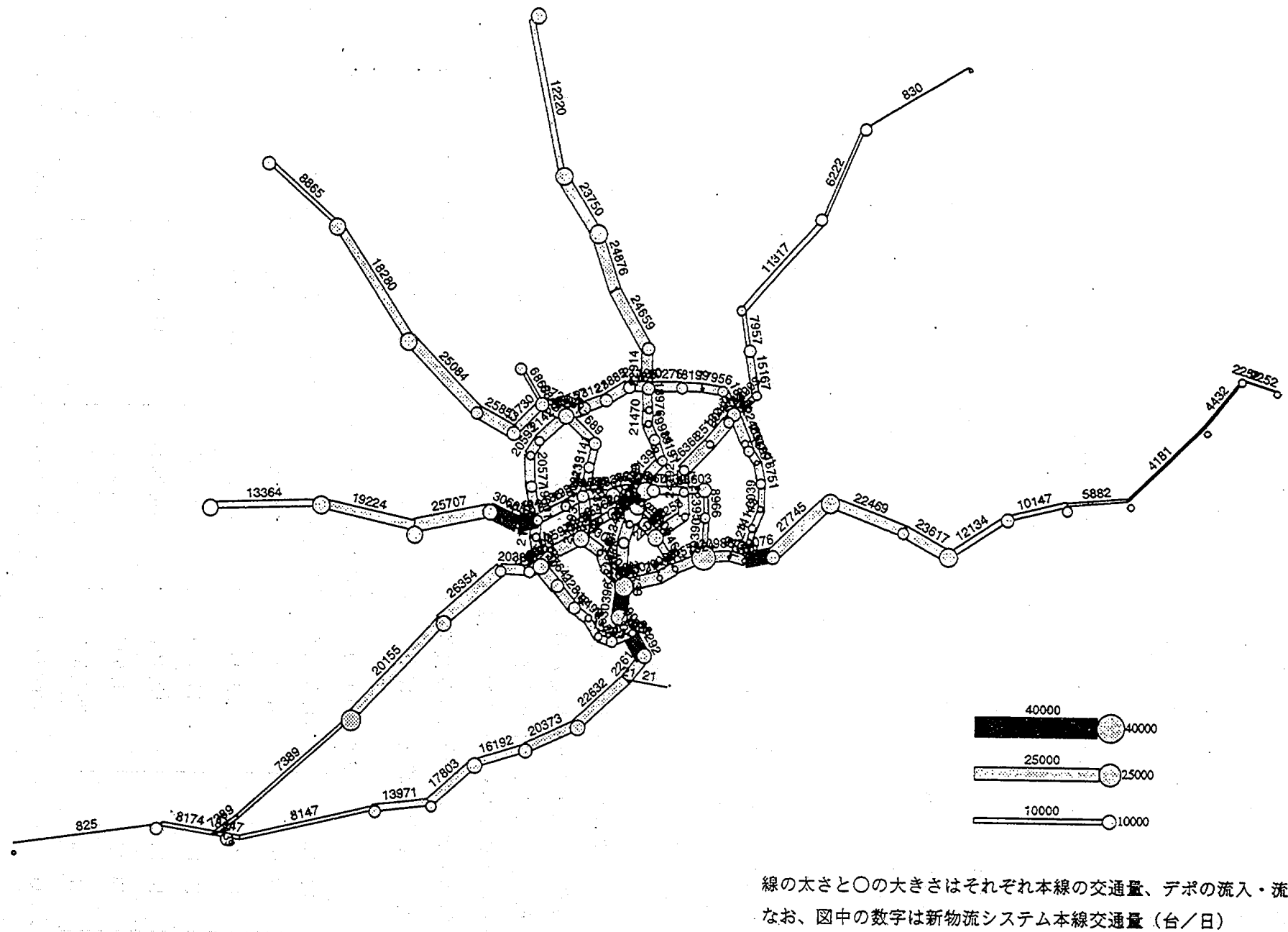


図2.1-10 都市内新物流システムのDMT交通量配分結果

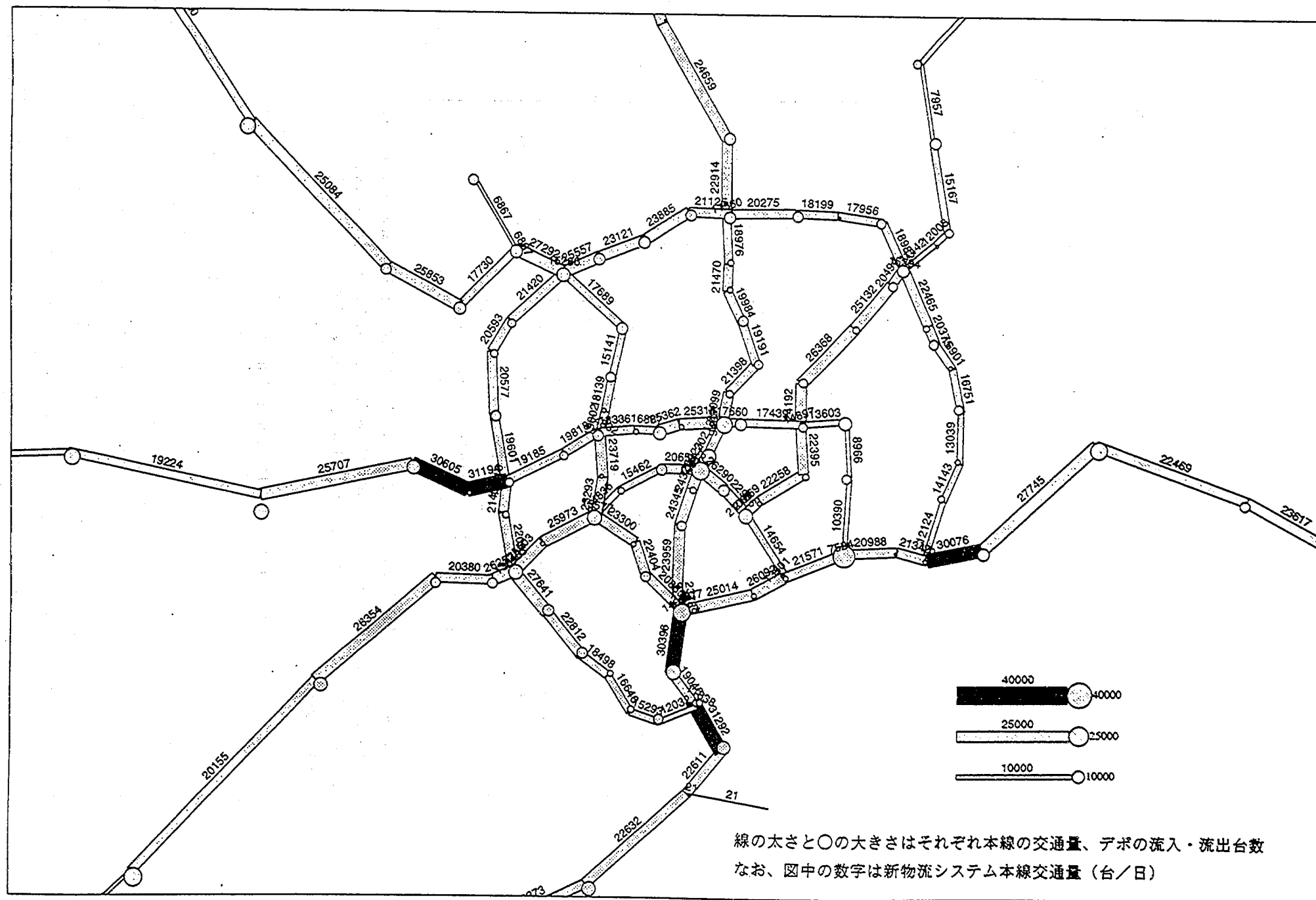
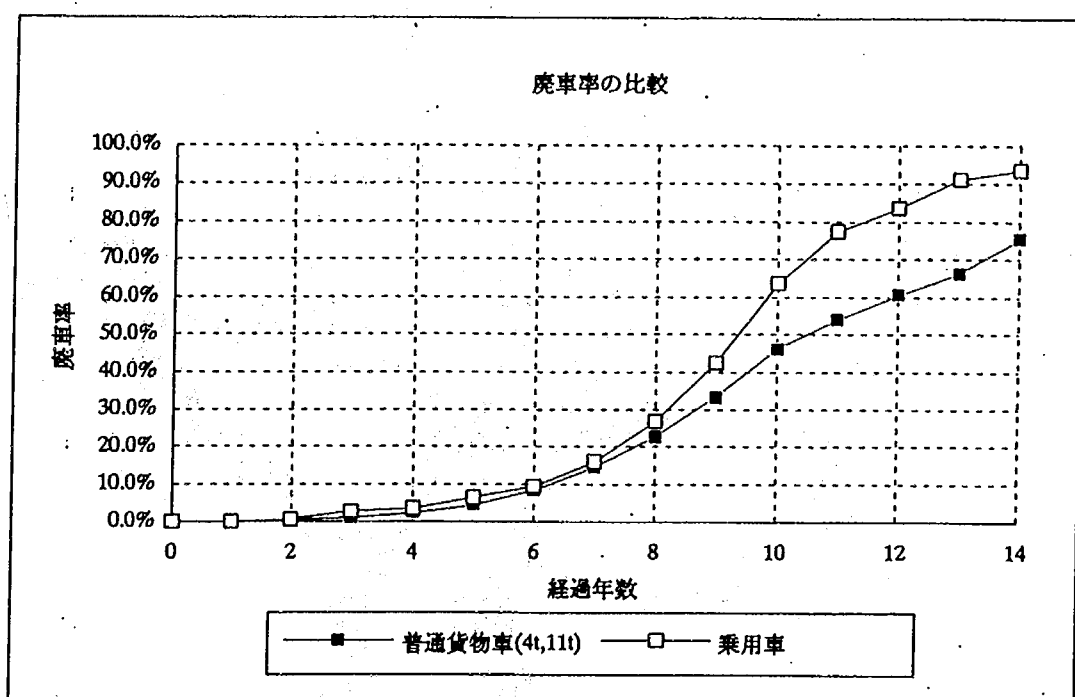


図2.1-11 東京都を中心にした拡大図

（参考－１）車両の耐用年数の根拠

（１）廃車率

登録初年度別車両台数のデータより普通貨物車の4t車、11t車に相当する車種の廃車率を見ると、約7年目くらいから増加率が大きくなり、11年目で50%を超える。長距離の貸切便や路線便などの営業用車は、自家用車に比べ走行距離が長いため、廃車率はさらに早い時期に高くなると考えられる。なお、乗用車の廃車率は車検間隔が1年となる10年で70%を超えている。



「全国・初年度登録年別、燃料別（軽油車）貨物自動車積載量別自動車保有車両数」平成5年度3月末の値。

「自動車検査登録協会、自動車保有車両数」、自検協統計No20、pp. 18-21、1993. 10. をもとに作成。

・普通貨物車は2 t以上の軽油車、ただし、経過年数6年以上のものは全エネルギー

・乗用車は全車種合計

図2.1-12 自動車廃車率の推移

(2) 自動車の平均使用年数（登録車）

自動車検査登録協会の「平成6年版わが国の自動車保有動向」によると自動車の平均使用年数は表2.1-20のように、普通貨物車で10年、小型四輪貨物車で9年程度となっている。

表2.1-20 車種別の平均使用年数推移

3月末 車 種		59年	60年	61年	62年	63年	元年	2年	3年	4年	5年	6年
乗 用 車	普 通 車	8.56	9.26	9.64	9.42	9.97	10.44	10.47	10.48	10.71	9.75	10.03
	小型四輪車	9.00	9.17	9.28	9.11	9.37	9.12	9.27	9.17	9.32	9.35	9.27
	総 数	9.00	9.17	9.28	9.11	9.38	9.14	9.29	9.19	9.35	9.36	9.29
貨 物 車	普 通 車	9.10	9.24	9.45	9.79	10.03	10.36	10.44	10.44	10.48	10.63	10.62
	小型四輪車	8.20	8.24	8.53	8.72	8.86	8.98	9.10	9.06	9.07	9.20	9.24
	総 数	8.32	8.38	8.66	8.87	9.03	9.20	9.32	9.29	9.32	9.46	9.50
乗 合 車	普 通 車	12.69	12.92	12.76	13.01	13.31	13.36	13.50	13.46	13.41	13.68	13.78
	小 型 車	9.20	9.67	9.84	10.14	10.42	10.67	10.89	10.85	11.01	10.98	11.07
	総 数	10.56	10.95	11.11	11.37	11.65	11.80	11.96	11.90	12.00	12.07	12.21

[注]総数には、小型三輪車を含む。貨物車は、被けん引車を除く。

2. 2 都市内新物流システムの整備効果の分析

2. 2. 1 整備効果の考え方

新物流システムの整備効果は事業効果と施設効果に大別され、施設効果としては、新物流システム利用者に与える効果と社会経済等へ波及する効果が考えられる。以下では新物流システムの施設効果を主な対象として、都市間、都市内別に評価項目を検討した。なお、現段階の検討では、新物流システム導入による社会・経済の構造変化等については評価しておらず、今後の検討課題としている。

表2.2-1 新物流システムの整備効果と評価項目

分 野		効 果	効果の内容	本研究における定量的評価		
				評価項目	検討対象システム 都市間 都市内	
新物流システム 利用者に与える 効果		運転労働環境の改善	幹線（システム内）部分では無人走行可能となり、心理的・肉体的負荷の大きい運転労働時間が減少	運転労働時間	○	○
		運転安全性の改善	幹線（システム内）部分では運転制御されるため、交通事故が減少	交通事故件数	—	○
		輸送コストの低減	輸送時間の短縮(余裕時間も不要)、積載効率の向上等による台キロ当たりの輸送コストの低減	輸送コスト	—	○
		産業活動の変化	定時性の向上等による新たな輸送サービスの実現、生産方式等の変化	—	—	—
社会・経済等へ波及する効果	道路利用者に与える効果	走行環境の改善	道路混雑の緩和により、所要時間や走行費用が削減	(一般車両の)時間短縮、走行費用削減	○ —	○ —
		運転安全性の改善	貨物車が減少し、重大な交通事故が減少	—	—	—
	生活者に与える効果	沿道環境の改善	貨物車が減少し、NO _x 排出量が減少	NO _x 排出量	○	○
		歩行安全性の改善	一般道の貨物車が減少し、歩行者の事故が減少	—	—	—
	社会・経済に与える効果	地球環境の改善	新物流システムの転換によるエネルギー消費、CO ₂ 量削減	エネルギー消費量 (燃料消費量の低減—電力消費量の増加) CO ₂ 排出量	○ ○	○ ○
		土地利用の高度化	体系的な新物流システム施設整備による既存物流施設の他用途への転換	—	—	—
		新技術の移転、応用	新物流システムの供用による電気自動車の技術水準向上等	—	—	—
		その他	道路補修費の減少	—	—	—
			既存の物流施設の遊休化	—	—	—

（注）事業効果は含まない。

2. 2. 2 新物流システム整備による旅行速度の上昇

道路上の自動車走行台キロは、新物流システムのネットワークが無い状態で配分した結果と比較して、東京23区内で約6%、東京23区外（圏央道の内側地域）で約2%減少した。新物流システムが無い場合の混雑度が現状と同じであると想定した場合、東京23区内の道路の平均旅行速度の上昇は、約2.8km/hと推計された。

表2.2-2 新物流システムの有無による交通量、混雑度、旅行速度の比較

1) 東京23区内

	新物流システム無し			新物流システム有り			
	乗用車	貨物車	貨物車 DMT利用者	乗用車	貨物車	DMT道路	DMT地下
走行台キロ (千台キロ)	45,992	21,824	7,414	45,992	21,824	2,290	3,640
	75,230 (100%)			70,106 (93.2%)			(4.8%)
混雑度	1.13			1.05			—
旅行速度 (km/h)	18.5			21.3			45.0

2) 東京23区外（圏央道の内側地域）

	新物流システム無し			新物流システム有り			
	乗用車	貨物車	貨物車 DMT利用者	乗用車	貨物車	DMT道路	DMT地下
走行台キロ (千台キロ)	165,780	81,717	11,527	165,780	81,717	6,016	3,651
	259,024 (100%)			253,513 (97.9%)			(1.4%)
混雑度	0.97			0.95			—
旅行速度 (km/h)	31.3			31.8			45.0

注) 新物流システムが無い場合の混雑度と旅行速度は、平成2年道路交通センサスの値を用いた。

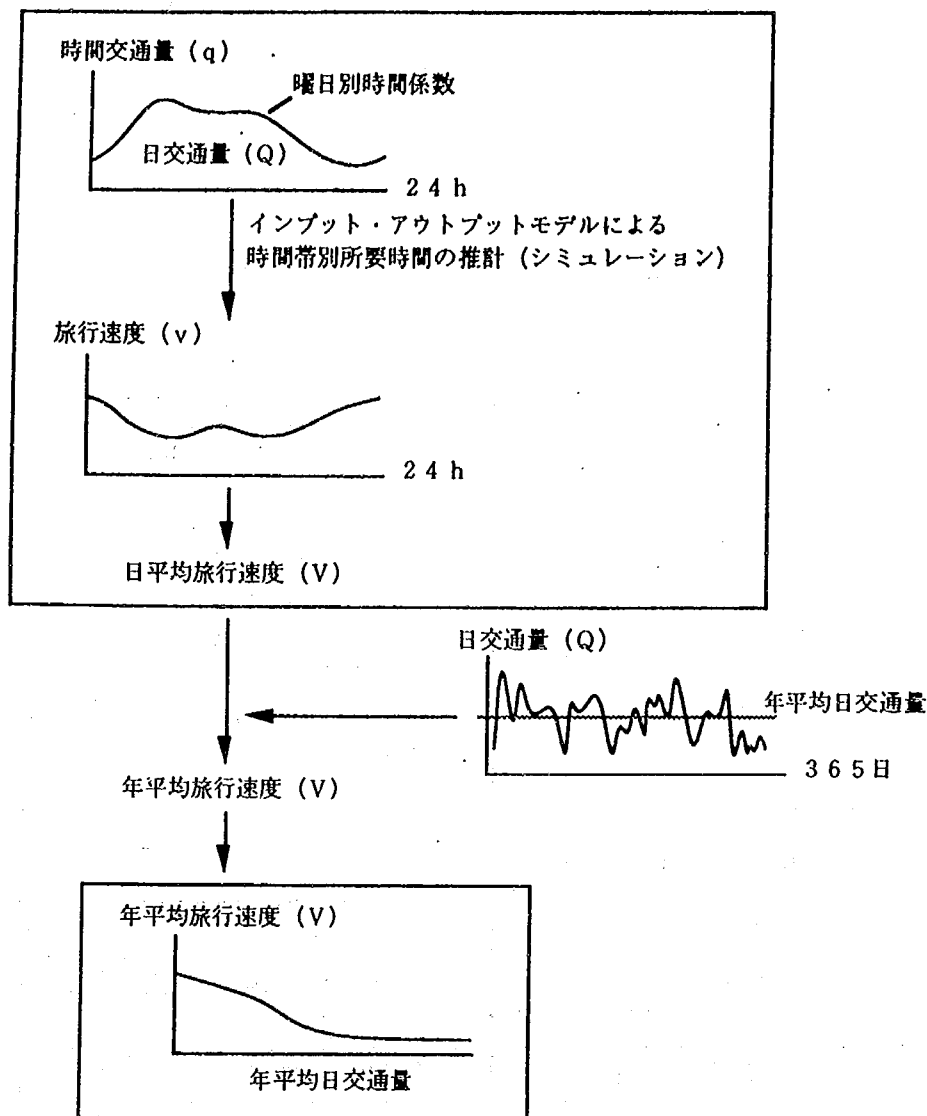
旅行速度の上昇は、建設省土木研究所「旅行速度推計モデルでのケーススタディー調査報告書」（1990年）をもとに、道路群構成比を考慮して算出した。

参考) 混雑度別旅行速度の推計は次のようなモデル計算をもとに行われたものである。

- 昭和63年度道路交通センサスデータをもとに道路群の分類を行う。
- 道路群別に平日・休日別交通量の時間係数を設定し、シミュレーションによって、日交通量から日平均旅行速度を算出する。
- 毎日の日交通量をもとに計算した日平均交通速度を年間で平均し、年平均旅行速度を

求める。

d. 年平均日交通量の変化に伴う年平均旅行速度の変化を図示する。



旅行速度の上昇は混雑度の分布を考慮し、次のように計算した。

- 平成2年道路交通センサスより、東京都区部の対象道路（改良済み）の混雑度別延長を集計し、混雑度分布を作成した。
- 混雑度分布は道路群によらず一定とした。
- 混雑度ランク別に、混雑度が0.1変化したときの旅行速度の変化率を求め、道路延長で重みづけして集計した。変化率は約20%となった。
- 配分結果を比較して得られた混雑度の差（0.07）をもとに、旅行速度の変化率を設定した。変化率は約14%となった。

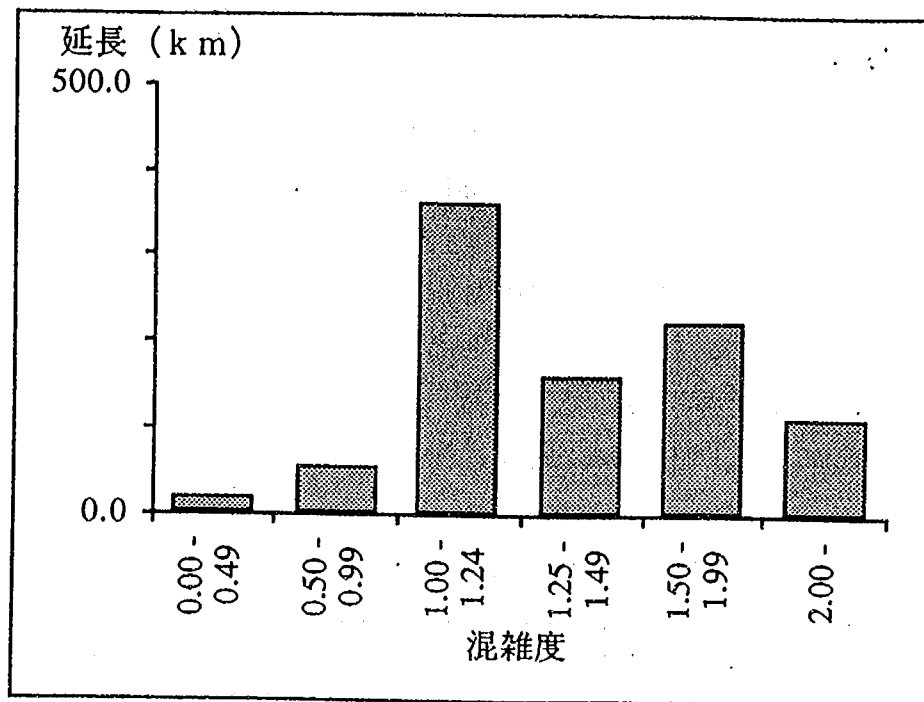
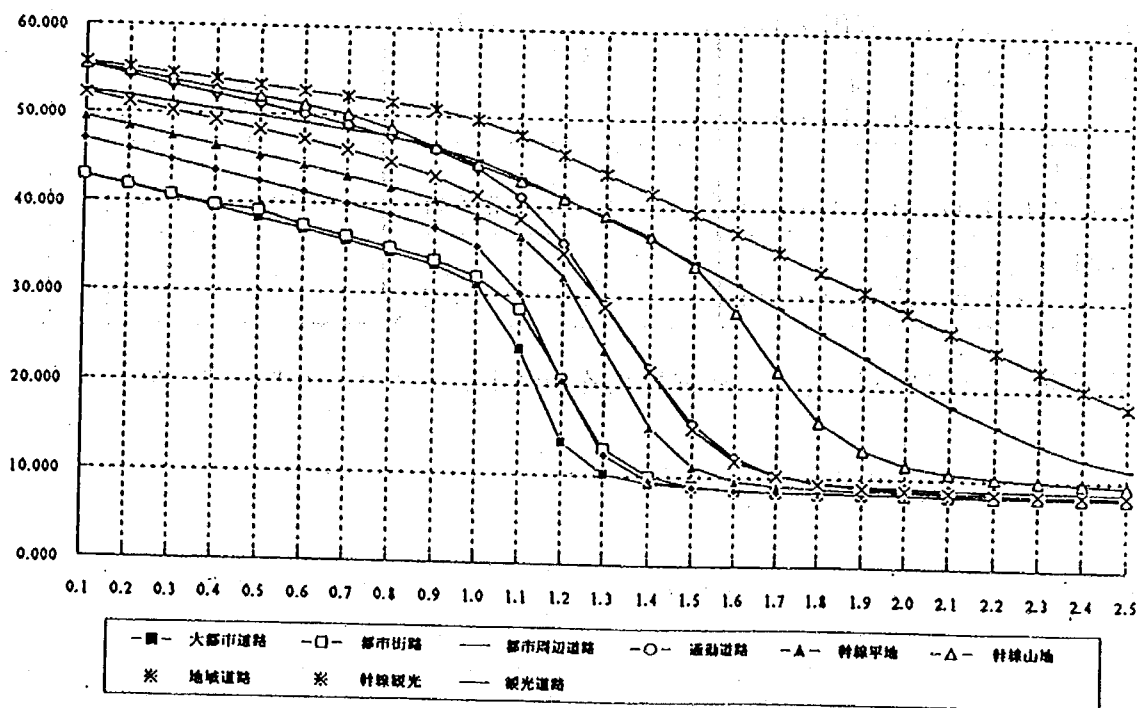


図2.2-1 改良12時間平均混雑度別延長

旅行速度 (km/h)



混雑度

図2.2-2 年間平均旅行速度の混雑度による変化 (道路群別)

2. 2. 3 輸送コストの低減（DMT利用者が受ける便益）

新物流システムが整備された場合にDMTを利用すると見込まれる者については、需要予測の際に設定したコスト単価を用いて、新物流システムを整備した場合と整備しなかった場合の旅行費用の差を算出した。

さらに、道路走行時間に比例する費用の2割を余裕時間のための費用とみなし、同様に新物流システムを整備した場合としなかった場合の差を定時性向上効果とした。

輸送コスト低減効果は全体で約19億円／日と推計された。うち省人化（人件費削減）効果は約10億円／日、定時性向上効果は約4億円／日である。

表2.2-3 DMT利用者の新物流システムの有無による費用比較

	新物流システム無し	新物流システム有り		差
	貨物車	DMT道路	DMT地下	
走行台キロ（千台キロ／日）	18,941	8,306	7,291	3,344
旅行時間（千台時間／日）	699	289	162	248
距離比例費用：A（百万円／日）	411	143	105	162
時間比例費用：B（百万円／日）	1,642	392	199	1,052
人件費：C（百万円／日）	1,778	735	0	1,043
新物流システム利用料金 ：D（百万円／日）	0	0	337	-337
輸送コスト = A + B + C + D（百万円／日）	3,841	1,269	641	1,921
余裕時間のための費用 = (B + C) × 0.2（百万円／日）	684	225	40	419

DMT利用者が受ける便益は、営業日数を300日とすると、年間7,020億円となった。

2. 2. 4 道路走行費用の低減（一般道路利用者が受ける便益）

一般の道路利用者については、第11次道路整備五箇年計画において用いられた式によって走行便益、時間便益を算定した。効果は全体で約34億円／日と推計された。

表2.2-4 一般の道路利用者の新物流システムの有無による費用比較

	新物流システム無し		新物流システム有り		差
	乗用車	貨物車	乗用車	貨物車	
走行台キロ（千台キロ／日）	211,772	103,541	211,772	103,541	0
旅行時間（千台時間／日）	7,814	3,821	7,364	3,600	671
走行費用（百万円／日）	7,703	29,677	7,524	28,585	1,272
時間費用（百万円／日）	26,978	10,164	25,423	9,578	2,141

（注）走行費用にはバス及び貨物車の運転手の人件費が含まれている。

一般の道路利用者が受ける便益は、営業日数を300日とすると、年間10,240億円となった。

2. 2. 5 NO_x排出量の低減

自動車走行台キロの減少と旅行速度の上昇に伴うNO_x排出量低減効果を、表2.2-5に示す原単位を用いて算出した。

表2.2-5 NO_x排出量原単位

	NO _x 排出量 (g - NO _x)
DMT	消費電力1 kWhあたり 0.24 (重油精製、発電時の排出)
ガソリン車	1 km走行あたり 0.422 (燃料精製、輸送、走行時の排出)
ディーゼル車	1 km走行あたり 0.738 (燃料精製、輸送、走行時の排出)

(注) ガソリン車、ディーゼル車の原単位は中央公害審議会答申の長期目標値をもとに算定した。

NO_x排出量の算定は需要予測の結果をもとに、東京23区内と23区外（圏央道の内側の地域）のそれぞれについて行った。排出量の減少割合は、東京23区内では約10%、23区外（圏央道の内側の地域）では約4%、全体では約6%であった。

表2.2-6 新物流システムの有無によるNO_x排出量の比較

1) 東京23区内

	新物流システム無し			新物流システム有り			
	乗用車	貨物車	貨物車 DMT利用者	乗用車	貨物車	DMT道路	DMT地下
走行台数 (千台数)	45,992	21,824	7,414	45,992	21,824	2,290	3,640
	75,230			67,814		5,930	
NO _x 排出量 (t／日)	35.6 (100%)			31.7		0.3	
				31.9 (89.7%)			

2) 東京23区外（圏央道の内側）

	新物流システム無し			新物流システム有り			
	乗用車	貨物車	貨物車 DMT利用者	乗用車	貨物車	DMT道路	DMT地下
走行台数 (千台数)	165,780	81,717	11,527	165,780	81,717	6,016	3,651
	259,024			247,497		9,667	
NO _x 排出量 (t／日)	121.7 (100%)			115.5		0.7	
				116.2 (95.5%)			

2. 2. 6 CO₂排出量、エネルギー消費量の低減

自動車走行台キロの減少と旅行速度の上昇に伴うCO₂排出量及びエネルギー消費量の低減効果は、表2.2-7に示す原単位を用いて算定した。

表2.2-7 CO₂排出量原単位、エネルギー消費量原単位

	CO ₂ 排出量 (g-C)	消費エネルギー(kcal)
DMT	消費電力1kWhあたり 117.6 (重油精製、発電時の排出)	消費電力1kWhあたり 1,449 (重油精製、発電ロスを考慮)
ガソリン車	消費燃料1ℓあたり 717.93 (燃料精製、輸送、走行時の排出)	消費燃料1ℓあたり 9,824 (重油精製、発電ロスを考慮)
ディーゼル車	消費燃料1ℓあたり 717.93 (燃料精製、輸送、走行時の排出)	消費燃料1ℓあたり 10,749 (重油精製、発電ロスを考慮)

算定は需要予測結果をもとに、東京23区内と23区外（圏央道の内側の地域）のそれぞれについて行った。

CO₂排出量及びエネルギー消費量の減少割合は、東京23区内では約18%、23区外（圏央道の内側の地域）では約6%、全体では約9%であった。

表2.2-8 新物流システムの有無によるCO₂排出量、エネルギー消費量の比較
1) 東京23区内

	新物流システム無し			新物流システム有り			
	乗用車	貨物車	貨物車 DMT利用者	乗用車	貨物車	DMT道路	DMT地下
走行台キロ (千台キロ)	45,992	21,824	7,414	45,992	21,824	2,290	3,640
	75,230			67,814		5,930	
エネルギー 消費量 (百万kcal ／日)	116,628 (100%)			93,216		2,002	
				95,218 (81.6%)			
CO ₂ 排出量 (t-C ／日)	8,164 (100%)			6,551		162	
				6,713 (82.2%)			

2) 東京23区外（圏央道の内側）

	新物流システム無し			新物流システム有り			
	乗用車	貨物車	貨物車 DMT利用者	乗用車	貨物車	DMT道路	DMT地下
走行台数 (千台数)	165,780	81,717	11,527	165,780	81,717	6,016	3,651
	259,024			247,497		9,667	
エネルギー 消費量 (百万kcal ／日)	301,409 (100%)			278,497		4,155	
				282,651 (93.8%)			
CO ₂ 排出量 (t-C ／日)	21,147 (100%)			19,577		336	
				19,912 (94.2%)			

2. 2. 7 交通事故の減少

警視庁の資料によると、貨物車が関連した交通事故は、平成2年中に東京都内で発生した交通事故の約34%であった。

表2.2-9 当事者別交通事故発生件数
資料) 警視庁交通年鑑、平成2年

		第2当事者		
		貨物車	乗用車 歩行者 他	合計
第1当事者	貨物車	1,511 (3.0%)	12,192 (24.5%)	13,703 (27.5%)
	乗用車 歩行者 他	3,410 (6.8%)	32,750 (65.7%)	36,160 (72.5%)
	合計	4,921 (9.9%)	44,492 (90.1%)	49,863 (100%)

(注) 網掛け部分を貨物車が関与した交通事故とした。

新物流システム整備に伴う交通事故の減少率は、貨物車類の走行台キロの減少率に貨物車が関与した交通事故の割合(約34%)を乗じることによって推計し、東京23区内で6%、23区外(圏央道の内側の地域)では約2%、全体では約3%の交通事故の減少が見込まれることとなった。

表2.2-10 新物流システムの有無による道路交通量の比較

1) 東京23区内

	新物流システム無し	新物流システム有り	
	貨物車	貨物車	DMT道路
走行台キロ(千台キロ/日)	29,238 (100%)	21,824	2,290
		24,114 (82.5%)	

$$\text{交通事故の減少率} = (1 - 0.83) \times 0.34 = 0.06$$

2) 東京23区外(圏央道の内側)

	新物流システム無し	新物流システム有り	
	貨物車	貨物車	DMT道路
走行台キロ(千台キロ/日)	93,244 (100%)	81,717	6,016
		87,733 (94.1%)	

$$\text{交通事故の減少率} = (1 - 0.94) \times 0.34 = 0.02$$

2. 2. 8 整備効果のまとめ

(1) 旅行速度の向上

貨物車からDMTシステムに転換することにより、一般道路の交通量が減少し、東京都区部で2.8km/hの走行速度の向上。

(2) 輸送コストの低減（DMT利用者が受ける便益）

地下走行の無人化および輸送の効率化（輸送時間の短縮、積載効率の向上）により、年間5,763億円の便益が見込まれる。さらに定時性の向上効果として年間1,257億円の便益が見込まれる。

(3) 道路走行費用の低減（道路混雑緩和により、一般の道路利用者が受ける便益）

時間便益として年間6,423億円、走行便益として年間3,816億円が見込まれる。

(4) NO_x排出量の削減

東京都区部では約10%、都市圏全体（圏央道の内側地域）では約6%の減少が見込まれる。ただし渋滞緩和に伴う発進、停止の減少等による排出量の減少は考慮していない。

(5) エネルギー消費量・CO₂排出量の削減

東京都区部では約18%、都市圏全体（圏央道の内側地域）では約9%の減少が見込まれる。

(6) 交通事故の減少

貨物車走行台キロの減少に伴い、東京都区部では約5%、都市圏全体（圏央道の内側地域）では約2%の減少が見込まれる。

道路利用者が受ける総便益（2+3）は年間で、約17,300億円となった。さらにNO_x、CO₂排出量の低減効果を加えた総便益は、年間約17,700億円となった。

表2.2-11 NO_x、CO₂排出量の低減効果

	削減量（都市圏全体）	換算係数	低減効果
NO _x	2,760 t / 年	1,250万円 / t	345億円 / 年
CO ₂	805,500 t-C / 年	1万円 / t-C	81億円 / 年

参考 NO_x、CO₂削減の金銭評価原単位の根拠

(1) NO_x

大都市圏の窒素酸化物低減に関する調査委員会による「大都市圏の窒素酸化物低減について（平成7年1月）」の中の表2.2-12の設計条件より排煙脱硝コストを算定し、将来の低廉化を考慮し低い方の1,250万円/tとした。

$$\frac{\frac{97 \sim 121 \text{ 億円}}{20 \text{ 年} \times 350 \text{ 日} \times 24 \text{ 時間}} \times \frac{1,500,000 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 \times 10^{-6} (\text{ppm}) \times 80\%}{0.523 \text{ m}^3/\text{kg}}}{= 1250 \text{ 万円/t} \sim 1570 \text{ 万円/t}}$$

表2.2-12 低濃度脱硝の仮想設計の結果概要（実験参加者からの報告に基づき作成）

設計条件（処理ガス量：150万m³/h、脱硝率：80%以上、浮遊粒子状物質除去率：80%以上等）

項 目		結 果 概 要
1. 耐久性	吸着材の寿命	39日 ～ 10年
	分解触媒の寿命	5年 ～ 10年（または使用しない）
2. 騒音・振動	騒音（パワーレベル）	85dB ～ 103dB
3. 維持管理	必要人員	0.4人日/日 ～ 1.33人日/日
4. スペース	空間容積	6,825m ³ ～ 7,350m ³
5. エネルギー	電力容量	900kVA ～ 4,750kVA
	電力使用量	283万kWh/年 ～ 1,215万kWh/年
	用水使用量	21t/日 ～ 142t/日
	圧力損失	85mmH ₂ O ～ 100mmH ₂ O
6. コスト	設備費	約39億円 ～ 約53億円
	設備費＋運転費（20年）	約97億円 ～ 約121億円

参考：各種脱硝方式の比較

表2 浄化装置（300万m³/h）の経済性および設備スペース等の推算

項 目		乾式吸着－脱硝法 （日立造船）		乾式吸着－活性炭法 （神戸製鋼所）		乾式吸収法 （松下電池工業）		乾式吸着－分解法 （三菱重工業）		電子線照射法 （荏原製作所）	
		1時間当 たり必要 量	金 額 （円/h）	1時間当 たり必要 量	金 額 （円/h）	1時間当 たり必要 量	金 額 （円/h）	1時間当 たり必要 量	金 額 （円/h）	1時間当 たり必要 量	金 額 （円/h）
運 転 費	電 力 費	3,600 kWh	54,000	1,200 kWh	18,000	900 kWh	13,500	8,796 kWh	131,940	2,050 kWh	30,750
	吸着剤・吸収剤	15,000円/h		11,300円/h		148,000円/h		未検討		27,000円/h	
	その他消耗品	66,000円/h		900円/h		7,800円/h		未検討		8,400円/h	
	排水・産廃処理	1,100円/h		未検討		3,700円/h		未検討		1,600円/h	
合 計		136,100円/h		—		173,000円/h		—		67,750円/h	
設 備	設 備 費	100億円程度以下									検討中
	設備スペース	40L×70W×25H		50L×50W×8H		50L×56W×14H		130L×60W×15H		87L×55W×21H	

（注）開発中の技術であるために、今後の技術進展に伴い数値の変動が考えられる。

出典）内藤克彦、自動車排ガス対策としての道路トンネル換気ガス脱硝装置の実用化動向
公害と対策、27（4）、1991

(2) CO₂

・宇沢フォーミュラ

出典：宇沢弘文、國則守生（編）、地球温暖化の経済分析、東京大学出版会

一般に宇沢フォーミュラと呼ばれるようになった公式に従って、二酸化炭素1トン（炭素換算量）当たりの帰属価値（炭素税額）が、それぞれの国の一人当たりの国民所得に比例するように決めるとき、大気中の二酸化炭素の蓄積量が、長期的な観点から最適な水準に近づくことを示すことができる。適当な仮定の下でわが国における帰属価値を換算すると、炭素1トン当たり1万5千円となる。

・CO₂固定化技術について

CO₂固定化技術に関しては次のような研究・開発が進められている。

ア. 物理的固定（海洋投棄など）

イ. 金属錯体、セラミックスなどの触媒を用いた還元・固定

ウ. 電気化学的、光学的還元・固定

エ. クロレラなどの光合成藻類を用いた生物的固定

オ. 砂漠などへの植林

日本ガス協会の報告書（CO₂対策としての砂漠緑化技術調査研究会）の中で、CO₂固定対策コストの目標値は1トン当たり約1万円とされている。

本検討では、将来の低廉化を考慮し低い方の1万円/t-Cとした。

2. 3 都市内新物流システムの財務分析

2. 3. 1 分析の前提

(1) ケース設定

都市内システムの事業運営方式については、次の3つのケースを想定した。

なお、本検討では条件的に最も厳しい条件であるケースAの「都市内システム全体の建設・運営・維持管理に要する費用を民間企業（または第3セクター）が負担する場合」について財務分析を行った結果を以下に示す。

表2.3-1 設定ケース一覧

	設 定 条 件
ケースA	都市内システム全体の建設・運営・維持管理に要する費用を民間企業（または第3セクター）が負担する場合
ケースB	都市内システム全体の建設・運営・維持管理に要する費用を道路管理者が負担する場合
ケースC	都市内システムのインフラ外部の建設・運営・維持管理に要する費用を民間企業（または第3セクター）が負担する場合 （インフラ部の建設費は検討の対象外とする）

(2) 分析項目

財務分析の分析項目は、財務内部収益率および累積収支黒字転換年とする。

1) 財務内部収益率

財務内部収益率（ r ）は、プロジェクトの純現在価値を0にする割引率であり、金利何%の資金で採算が得られるかを示す収益性指標である。

＜財務内部収益率の算定式＞

$$\sum_{t=1}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0$$

ただし、
 B_t ：建設開始 t 年目の収入
 C_t ：建設開始 t 年目の支出*
 T ：分析期間

*支出には、固定資産税、車両税等の定常的な税支出も含む

分析期間は、都市内システムの供用後30年とする。

2) 累積収支黒字転換年

累積収支黒字転換年は、累積キャッシュフローがマイナスからプラスに転ずるのに要する年数である。

＜キャッシュフローの算定方法＞

(単年度キャッシュフロー) = (収入) - (支出) - (借入金利子返済額)

(累積キャッシュフロー) = (単年度キャッシュフローの累積)

注) 支出は建設費、維持管理費、人件費、税支出の合計であり、減価償却費および金利返済額は含まない。
借入金利子は、ケースA・Cで7%、ケースBで6%と設定する。

(3) 分析路線

分析路線は、都市内システムの全体ネットワークとする。

表2.3-2 ネットワーク諸元一覧

	全 体	うち23区内
路線延長	511km	201km
デポ数	139箇所	102箇所
乗換施設	17箇所	17箇所
想定需要量	8,838千台和/日	3,943千台和/日

(4) 建設計画

路線の整備にあたっては長期間を要し、段階的に整備されてゆくものと考えられる。財務分析にあたっては、全面または部分的（段階整備計画）に着工した区間の整備は5年間で行われ、完成部分から適時供用されるものと仮定する。これに応じ、施設毎の投資計画を次のとおり設定した。

表2.3-3 設備投資計画

(単位：%)

項 目	建設年度別投資割合*					計
	1	2	3	4	5	
輸送路・乗換施設	0	25	25	50	0	100
デポ	35	35	30	0	0	100
車両用エレベーター ・自動車走行設備	0	0	10	30	60	100

*施設別総投資額に占める割合

2. 3. 2 DMT方式の場合の収入・支出に関わる設定

(1) 収入

1) 走行料金

DMT走行により得られる収入は次のとおりとした。

表2.3-4 料金単価一覧

車種 (最大積載量)	デポ利用料金	本線走行料金
DMT 1 (0.5 t)	25円/回 (50円/trip)	40円/km
DMT 2 (1 t)		50円/km
DMT 3 (2 t)		53円/km
DMT 4 (4 t)		53円/km
DMT 5 (11 t)		78円/km

(2) 支出

1) 建設費

建設費は、建設工事費および設計・管理費よりなる。

各施設の建設費単価は次のとおりである。設計管理費は、建設工事費の合計の10%とした。

表2.3-5 建設工事費単価

施 設	単 価
輸送路	6,340百万円/km
デポ	10,432百万円/箇所
乗換施設	4,920百万円/箇所
車両用エレベーター	100百万円/基 ^{*1}
自動運行設備	3,500百万円/km
変電所	100百万円/箇所 ^{*2}

注) *1 エレベーターはデポあたり2、2基として計算した。

*2 変電所は輸送路5kmあたり1箇所として計算した。

2) 車両購入費

車両購入費は、システム事業者が負担する。DMT車両は、専用走行路を無人走行するための機器を必要とし、高額になるものと予想されるが、ここでは同じ積載量の貨物車の2倍と設定した。

なお、DMTの取得税については、クリーンエネルギー車に対する税軽減措置を考慮し車両価格の1%とした。(貨物車は、3%とした。)

表2.3-6 車両購入費単価 単位：千円

積載重量	0.5 t	1 t	2 t	4 t	11 t
DMT	1,766	2,610	4,490	7,320	21,180
貨物車	883	1,305	2,245	3,660	10,590

3) 人件費

人件費単価は、東京モノレールの実績(平成2年)を参考に660万円/人・年とした。所要人数は次のとおりとした。

表2.3-7 システム内所要人数(想定)

適 用	人 数
料金徴収	2人/デポ
管理	1人/デポ
その他	1人/デポ

4)維持管理費

①稼働費

車両用エレベーター、自動走行設備の稼働費単価は次のとおり設定した。

表2.3-8 稼働費単価一覧

適 用	単 価
車両用エレベーター	4,071円/基・日
自動走行設備	0.258円/実車キロ

②設備維持費

輸送路の維持費は東京モノレールの軌道維持費、自動走行設備維持費は営団地下鉄の電気設備等維持費を参考に、それぞれ次のとおり設定した。

表2.3-9 設備維持費一覧

項 目	単 価	備 考
輸送路維持費	3.5万円/m・年	東京モノレール 3.43万円/m・年
自動走行設備維持費	5.0万円/m・年	営団地下鉄 4.57万円/m・年
車両用エレベーター	290万円/基・年	減価償却額の半額に 設定

注) 実績値は平成2年度

2. 3. 3 都市内新物流システムの財務分析結果

(1) 初期投資額

2. 3. 2で設定した建設費の単価を用いて算出した建設費は、表2. 3-10のようになった。

表2. 3-10 初期投資額内訳

建設工事費	インフラ部	輸送路 (475km) デポ (135箇所) ジャンクション (20箇所) 計	30,115 億円 14,380 億円 984 億円 45,479 億円
	その他	変電所 (95箇所) 自動運行設備 (475km) 計	95 億円 16,625 億円 16,720 億円
設計・管理費 (建設工事費の10%)			6,220 億円
合 計			68,419 億円

注) 変電所は輸送路5 kmに1箇所設置するものとした。

(2) 営業収支

都市間システムからの流入交通量を含めて計算した営業収益は、年間766億円となった。

表2. 3-11 営業収支内訳

収入	本線走行料金+デポ利用料金	1,282 億円/年
支出	維持管理費	420 億円/年
	一般管理費 (維持管理費の10%)	42 億円/年
	人件費	36 億円/年
	空車配送費	18 億円/年
	計	516 億円/年
収支		766 億円/年

(3) 財務内部収益率

(2)の単年度収支766億円では都市内新物流システムの建設費約7兆円を30年間で賄うことは困難である。

インフラ部建設費の補助率を100%、以下の条件で計算した財務内部収益率は、約1.5%となった。

建設期間：5年（2005年～2009年）

分析期間：30年（2010年～2039年）

関東地建の将来OD表より、東京都区部発着トリップについて計算した年平均伸び率0.9%を見込んだ場合、財務内部収益率は2.8%となった。

(4) 30年で償還可能な建設費

インフラ部建設費の補助率を100%とし、インフラ外部の建設費についてはその一部を30年で償還（元利均等払い）するものとした場合、インフラ外部の建設費の3割～4割の補助が必要であるという結果になった。

表2.3-12 30年で償還するために必要なインフラ外部建設費の補助率
（インフラ部建設費の補助率を100%とした場合）

負担金利	5%	6%	7%
補助率	27%	36%	43%

注）収益の伸び率を年率0.9%として計算した。

(5) DMT車両費の低下による採算性の向上

DMTの車両費の低下によるシステム内走行費用の減少分を、そのまま料金として徴収した場合（利用量は変わらないものとする）の採算性の向上効果を検討した。

DMTの走行にかかる車両費の割合はそれほど大きくないが、DMTの車両費が貨物車の1.5倍まで下がった場合、システム利用料金を5%程度引き上げることが可能となる。その場合、需要の伸びを見込んだ財務内部収益率は3.3%（0.5ポイントの上昇）となる。

2. 3. 4 費用・便益分析

2.2で算出した総便益（年間17,700億円）について、以下の条件で費用便益分析を行った。

建設期間	5年（2005年～2009年）
分析期間	30年（2010年～2039年）
便益の伸び	年率0.9%

表2.3-13に示すように、割引率を7%とした場合でも、総便益の現在価値（ $B - C$ 、1990年換算）は、37,600億円、費用便益費（ B / C ）は2.6となり、整備効果は極めて大きい。

表2.3-13 費用便益分析結果

割引率	5%	6%	7%
$B - C$ (億円：1990年換算)	74,973	53,076	37,611
B / C	3.3	2.9	2.6

注) 収益の伸び率を年率0.9%として計算した。

2. 4 都市内新物流システムの段階整備計画

(1) 「当面の整備対象ネットワーク」の設定

全体ネットワークのうちどの部分を先に整備するのかについては、①都市間システムを考慮し、東京23区の外側の放射状路線及び環状路線の広域幹線ネットワークから整備することにより都心への通過交通の排除を行う方法と、②都心部の需要の多い区間を中心に整備することにより都心部の直接的な走行環境の改善を図る方法との、大きく二つの考え方があり得る。

① 環状七号線、湾岸線及び環状七号線の外側の放射状の路線を整備する。

- ・拠点都市と区部周辺のトラックターミナルを結ぶネットワークが形成される。また、都市間システムとの連結が確保される。
- ・都心部においては通過交通の減少、幹線道路における貨物車の減少が期待できる。
- ・デポやDMTの保管場所が都心部に比べると容易に確保できる。また建設費も安い。

② 都心部の需要の多い区間を中心としたネットワーク状の路線を整備する。

- ・都心・副都心を結ぶネットワークが形成される。
- ・都市内の端末輸送を分担する。都市内集配拠点等との連携整備も可能。
- ・物流事業者の再編と物流の効率化が促進される。

本検討では後者の考えに従い、需要予測結果を参考に、都心、副都心、流通業務団地を連絡する次の路線からなるネットワークを「当面の整備対象ネットワーク」として設定した。

- 路線 1 : 足立トラック・ミナルー上野ー東京ー品川ー京浜二区トラック・ミナルー都市間システムへ接続
(羽田空港への支線を含む)
- 路線 2 : 板橋トラック・ミナルー池袋ー新宿ー渋谷ー大崎ー臨海副都心ー葛西トラック・ミナルー市川
- 路線 3 : 高井戸ー新宿ー秋葉原ー亀戸・錦糸町ー路線 2 へ接続
- 路線 4 : 環状線 (環状 7 号線地下)
- 路線 5 : 駒沢ー三軒茶屋ー渋谷ー東京ー路線 2 へ接続
- 路線 6 : 晴海ー錦糸町ー浅草ー八潮

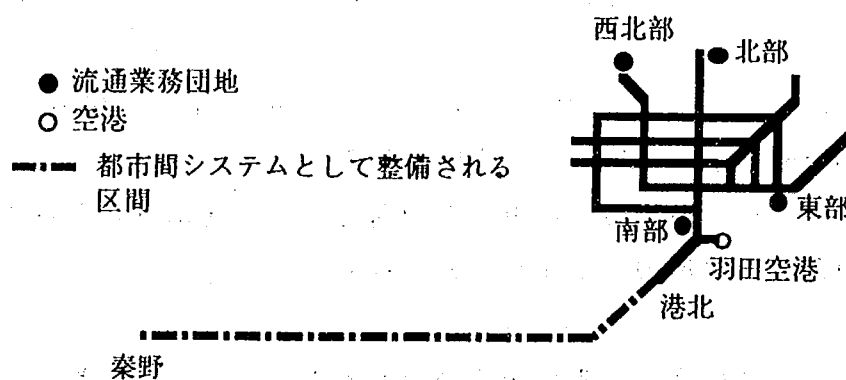


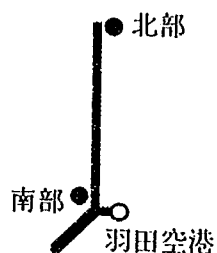
図2.4-1 当面の整備対象ネットワーク

(2) 段階整備計画

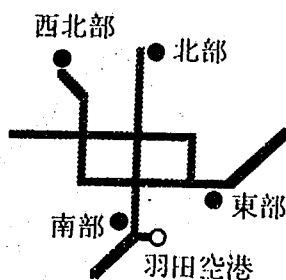
段階整備の優先順位は次の考え方によって決定した。

- ① 流通業務団地を連絡し、都心、副都心、通過する放射状の路線を優先的に整備する。
- ② 現状の混雑状況や代替路線の有無等を考慮しながら、道路の混雑緩和に寄与すると考えられる路線を優先的に整備する。
- ③ 部分的な整備によっても多くの需要が見込める路線を優先的に整備する。
- ④ 早期に都市間システムとの連絡を図る。

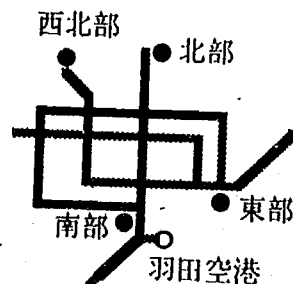
第一段階：路線 1



第二段階：路線 2 + 路線 3



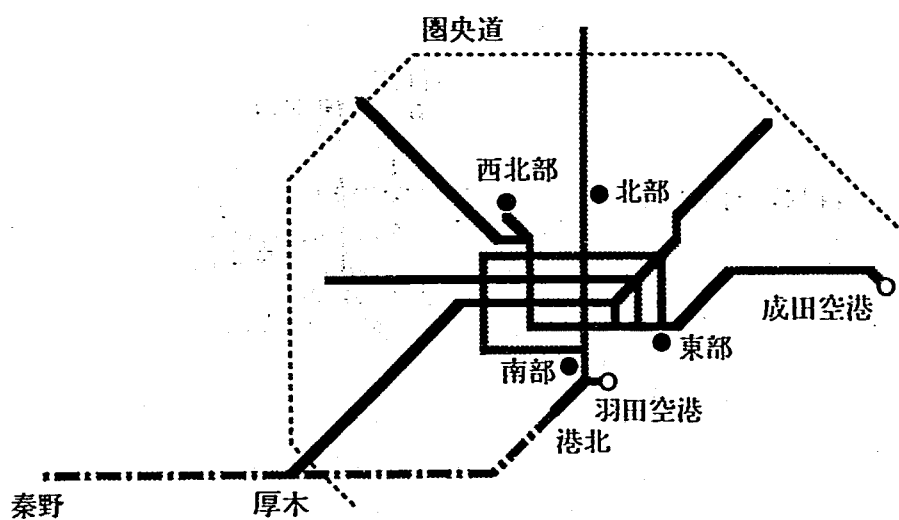
第三段階：路線 4 + 環状線への接続



第四段階：路線5+路線6（当面の整備区間の整備完了）



第五段階：全体ネットワークの整備完了



[illegible]

(参考)

①流通業務団地の規模と整備状況

流通業務団地				トラックターミナル	
名 称	所在地	都市計画 決定年次	計画総面積 (h a)	規模 (バース)	供用開始 年次
南部流通団地	大田区平和島	昭和43年	62.9	433	昭和43年
西北部流通団地	板橋区高島平	昭和46年	31.4	320	
北部流通団地	足立区入谷町	昭和44年	33.3	320 (計画340)	昭和49年
東部流通団地	江戸川区葛西沖	昭和52年	49.2	460	昭和58年
西南部流通団地	(計画中)	—	—	—	—

②方面別現況混雑度の比較

平成2年度道路交通センサス一般交通両調査結果をもとに、都心3区、周辺11区、外周9区境界の通過交通量（昼間12時間交通量）と12時間交通容量を集計し、方面別の混雑度を比較した。

概ね環七断面に相当する周辺11区境界では、北部断面（荒川区－北区・足立区）と、南西部断面（目黒区－世田谷区・大田区）が混雑している。

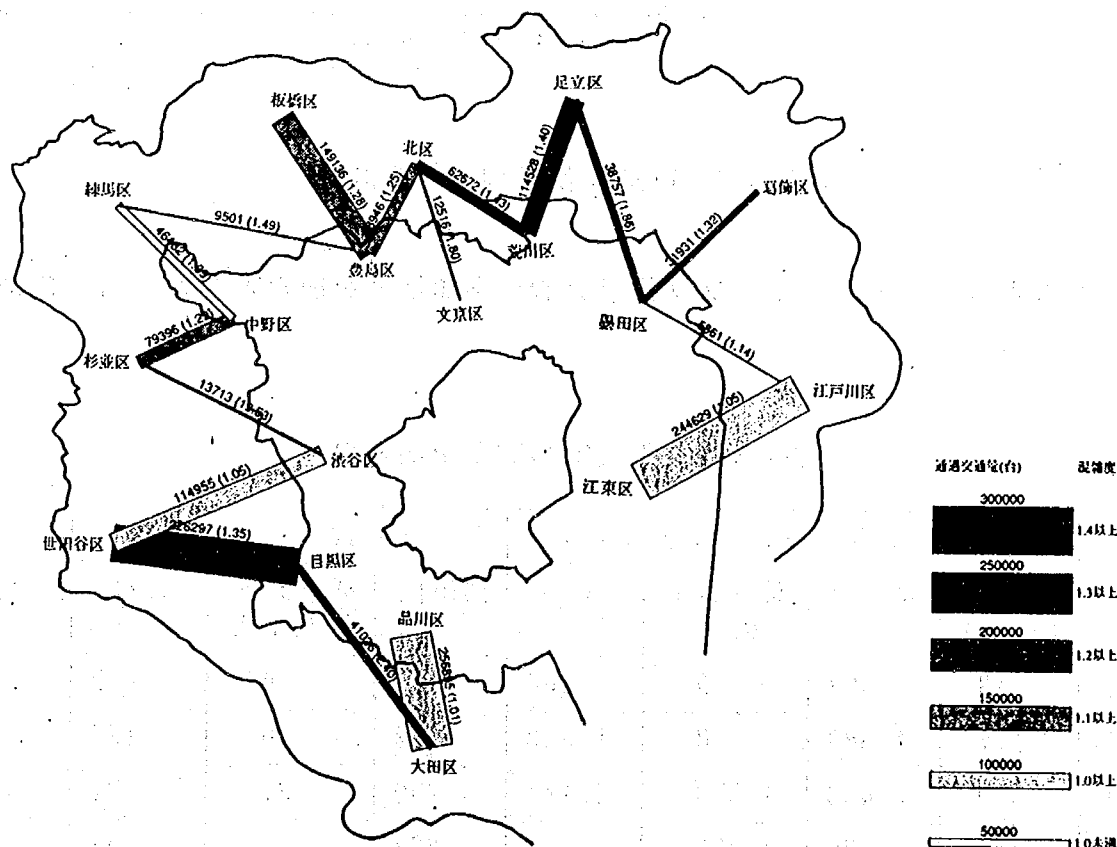


図2.4-3 周辺11区境界の通過交通量（昼間12時間交通量）と12時間混雑度

(3) 需要予測

(2)の各段階のネットワークについて、2.1と同一の条件で需要予測を行った。

(4) 財務分析

段階整備を考慮した財務分析は次の考え方に従って行った。

- ・ 部分供用開始年度を2010年とする。
- ・ 需要の伸び率は年率0.9%とする。
- ・ 各段階の建設期間は5年とし、5年毎に次の段階の整備に着手する。ただし全体ネットワークの供用は、当面の整備区間の供用開始後10年後とする。
- ・ 評価は営業開始から全体ネットワークの供用開始30年後までを対象に行う。

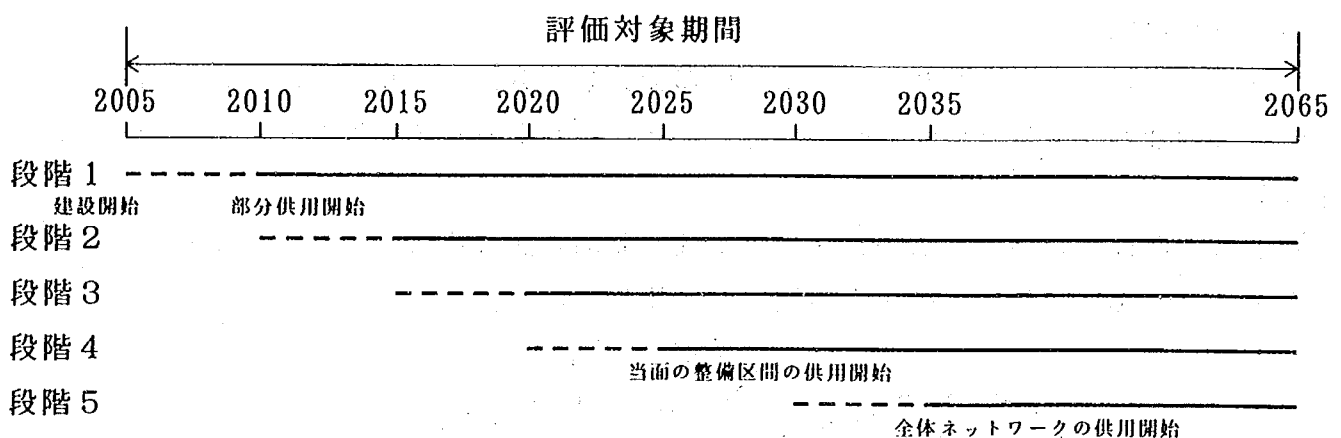


図2.4-4 段階整備計画の年次計画

結果は表のようになった。インフラ部建設費の全額補助を前提とした場合、内部収益率は5.8%となった。

表2.4-1 各段階の需要予測結果

	延長 (km)	走行台キロ (千台キロ)			トリップ数 (千トリップ)			内部 収益率
		都市内	都市間からの流入	合計	都市内	都市間からの流入	合計	
段階 1	43	508	0	508	53	0	53	—
段階 2	117	1,583	0	1,583	132	0	132	—
段階 3	229	2,883	1,258	4,141	200	21	221	0.1%
段階 4	270	3,286	1,258	4,544	232	21	242	1.4%
段階 5	475	7,153	1,258	8,411	380	21	401	5.8%

2. 5 都市間新物流システムの需要予測

2. 5. 1 需要予測の目的

都市間新物流システムの需要予測は、DMTによる新物流システム利用、一般貨物車による第二東名・名神高速道路利用の3経路間の分担関係を明らかにすることを基本的な目的とする。

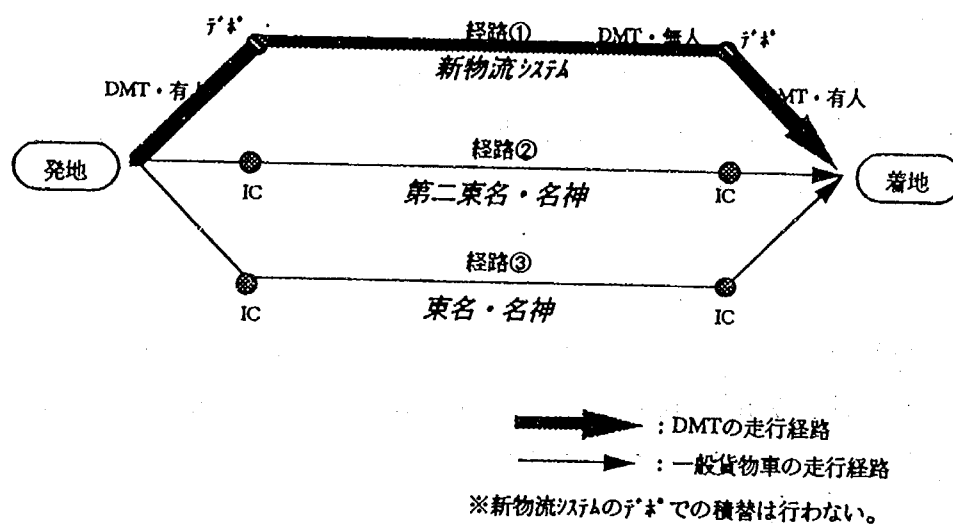


図2.5-1 予測対象3経路のイメージ

注) 理論的には、DMTは一般道路、新物流システムを問わず自由走行を認めているが、実際の走行コストを勘案した場合には、DMTの高速道路走行(有人)あるいは一般道路のみの走行は不利と思われるため、DMTを利用する場合には新物流システムを利用する場合のみに限定した。なお、以降におけるコスト設定においても、この点は満足している。

2. 5. 2 輸送イメージのモデルへの反映

都市間新物流システム、第二東名・名神、東名・名神の輸送については、以下のように考えた。

新物流システムではDMTのみが走行し、発地から流入デポ、流出デポから着地の間のアクセス・イグレスもDMTが走行するため、デポにおける貨物車とDMTの積み替えは行わない。

(1) DMTの駐車場所

DMTの駐車場所は発（着）地点の近くに確保されると想定した。従って需要予測においては、駐車場に係るコストとして施設使用料を計上した。なお、駐車場から発（着）場所への移動コストは相対的に小さいと考えられるため無視した。

(2) デポ

ドライバーがDMTを新物流システムのデポまで運転し、新物流システム内は無人走行する。ドライバーは、デポに到着したほかのDMTの発地点への配送を行う。従って需要予測では、新物流システム内の人件費は0とし、システム外及びデポの人件費を算定した。

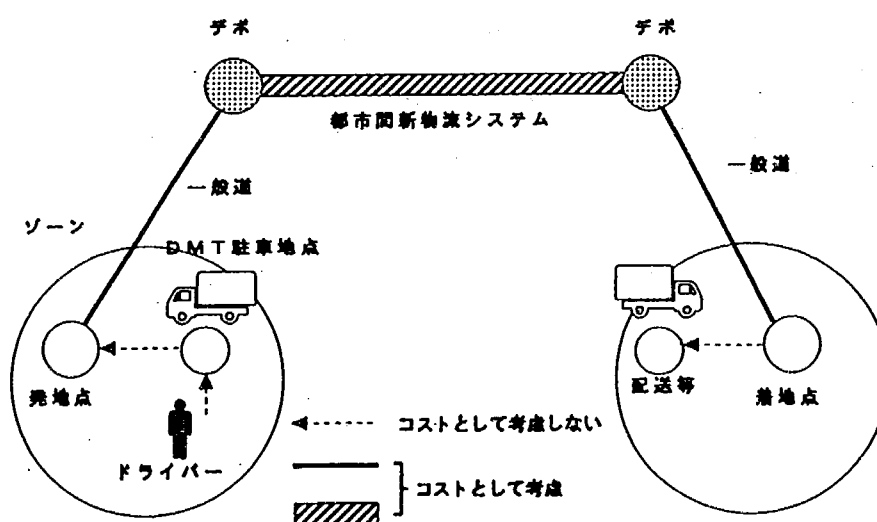


図2.5-2 都市間新物流システムのイメージ

(3) 結節ターミナル

都市間システムの両端に結節ターミナルを想定した。結節ターミナルでは都市内システムと連続的に利用可能である。さらに、DMTとトラックの間で荷の積み替えが可能なケースも想定する。この場合、情報システムなどの整備により、貨物自動車のドライバーは他のDMTの着地点まで配送を行うため効率的に人員配置が行われる。そこで、需要予測では結節ターミナルで貨物車、DMTの積み替えの可能なケースを別途検討する。また、都市内システムと連続的な利用を行う場合には積み替えを行わないため、料金は負荷しないが、貨物自動車に載せ換える場合には積み替え料金と、ドライバーの乗り降りに際してかかる人件費を設定する。なお、積み替え料金はヒアリング等をもとにして設定する。

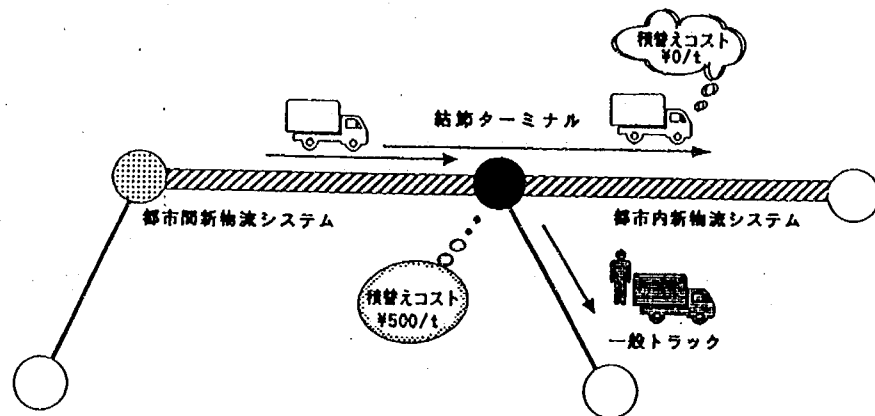


図2.5-3 結節ターミナルのイメージ

2. 5. 3 需要予測フロー

都市間新物流システムの需要予測フローは下図に示すとおりであり、DMT転換対象母集団（具体的には貨物交通量）を設定するステップとDMTへの転換率を設定するステップを通して、DMT需要量を推計した。

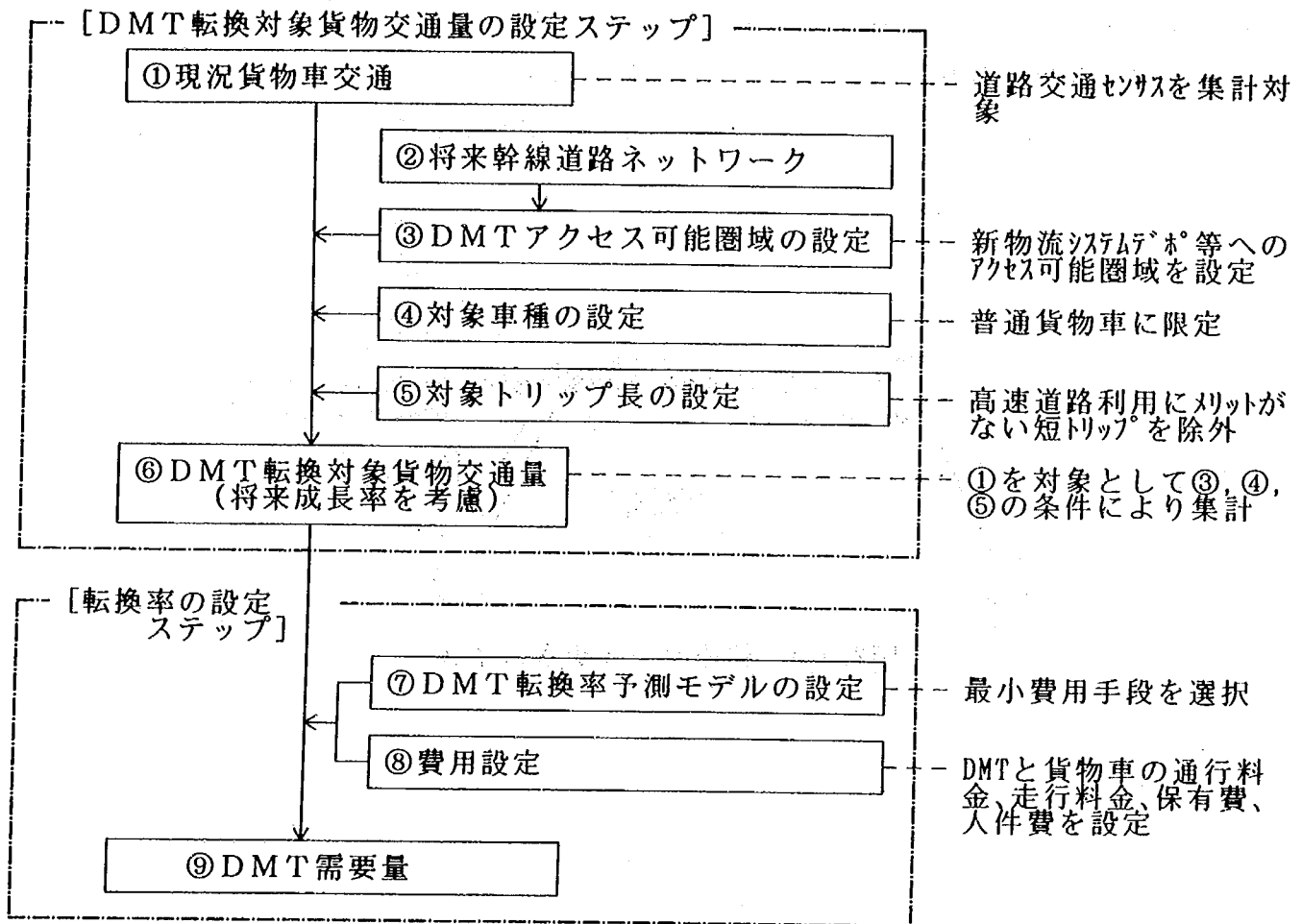


図2.5-4 需要予測フロー

2. 5. 4 DMT転換対象交通量

(1) 現行貨物車交通

新物流システムの方式としてDMTを想定し、貨物車からの転換を検討していることを需要予測に反映するため、物量ベースではなく台数ベースで現況を把握する。このため、平成2年度道路交通センサスを集計対象とする。

(2) 将来幹線道路ネットワーク

①新物流システム幹線ネットワーク

都市間新物流システムは、基本的に第二東名・名神高速道路の空間内に建設されるものとした。したがってネットワークは一部区間を除き、第二東名・名神高速道路と同じとした。また、都内については都市内新物流システムの一部（大型車通行可能区間：環七・湾岸）を対象ネットワークに加えた。

②競合幹線道路ネットワーク

都市間新物流システムと競合する都市間幹線道路ネットワークとして第二東名・名神高速道路、現東名・名神高速道路を主対象として想定し、その他に圏央道、東京湾横断道路、名阪自動車道を含めた。

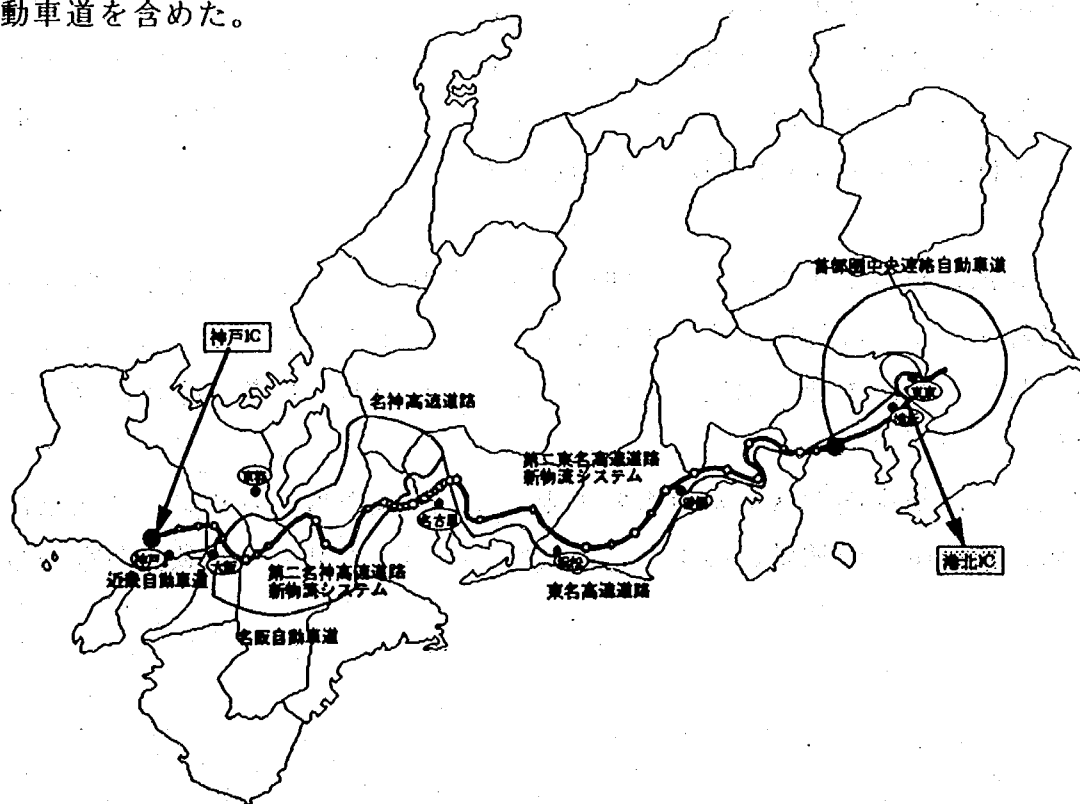


図2.5-5 検討対象ネットワーク

(3) DMTアクセス可能圏域

新物流システムネットワークのデポまでのアクセス可能圏域は、現況の高速道路ICへのアクセス可能圏域、DMTの1回の充電での走行可能距離等を勘案し、現高速道路の80%アクセス可能圏域と同等に設定することとした。なお、新物流システムが整備された場合に、結節ターミナルの積み替え機能に応じて一般貨物車による長距離アクセスの発生も考えられる。この点を勘案し、DMT転換対象貨物交通量の集計対象として次の2ケースを想定した。

[ケース1]…結節ターミナルに積み替え機能を持たせない場合

ケース1では、DMTアクセス可能圏域を現高速道路ICの80%アクセス可能圏域と同等とし、東名・名神及び第二東名・名神高速道路のIC、及び新物流システムのデポを中心として設定した。

表2.5-1 アクセス可能圏域の大きさ

対象デポ	範囲
結節ターミナル	半径50km
中間地域のデポ	半径25km

[ケース2]…結節ターミナルに積み替え機能を持たせる場合

ケース2では、中間地域の各デポにアクセス可能な圏域はケース1と同様とするが、都市間新物流システムネットワーク両端の結節ターミナルに関しては、アクセス可能圏域に制約を持たせない。

上記のケース毎にDMTアクセス可能圏域内々のトリップを平成2年度道路交通センサをもとに集計する。集計地域条件を再整理すると、以下のとおりである。なお、広域的な地域区分として、わが国を三地域（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ）に分割している。また、ゾーン区分は、Bゾーン単位とした。

また、別途行った都市内システムの需要予測との整合性を取るために、＜東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県、茨城県、栃木県、群馬県＞の内々トリップは検討対象から除いている。

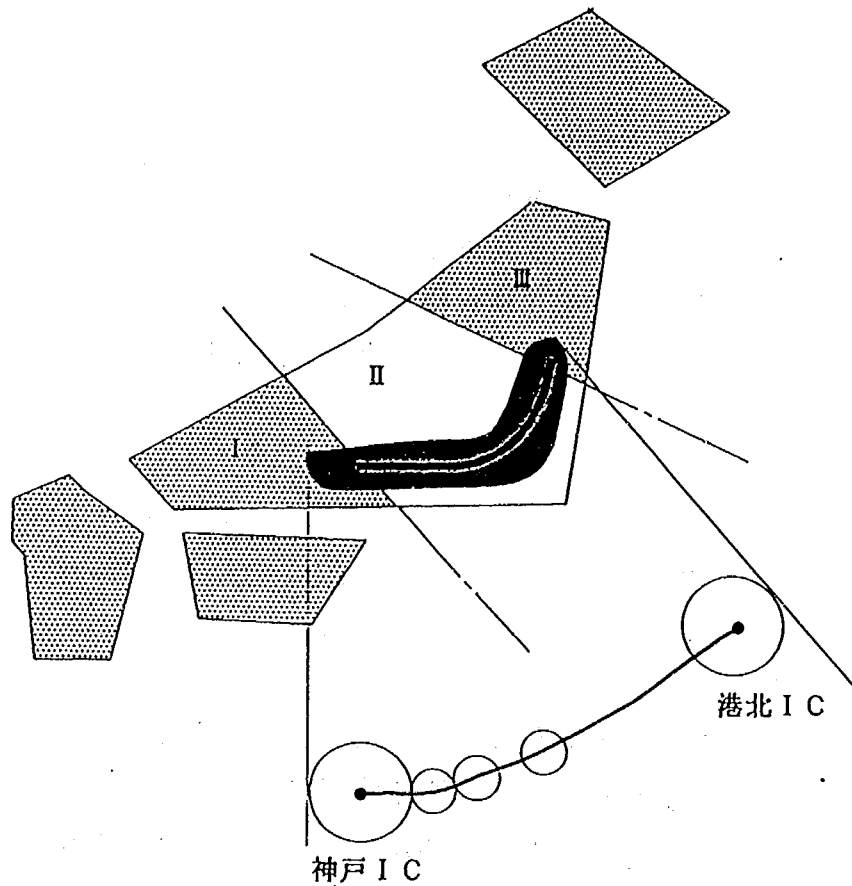


図2.5-6 対象地域の考え方

表2.5-2 DMTアクセス可能圏域を勘案した集計条件

ケース	集 計 条 件
ケース1	区域Ⅱ内々トリップのうちDMTアクセス可能圏域内々のトリップを集計対象
ケース2	ケース1に加えて、わが国の全トリップのうち、区域Ⅰ内々トリップ及び区域Ⅲ内々トリップを除外したものを集計対象

	I	II	III
I			
II			
III			

ケース1：積み替えターミナル無し

ケース2：積み替えターミナル有り

図2.5-7 集計対象条件

(4) 対象車種

DMTへの転換対象となる貨物車交通量は、基本的には新物流システムネットワークへのアクセス可能圏域内々トリップを対象として集計する。ただし、現況の高速道路利用実態（例えば、断面交通量車種比率）を見ると、普通貨物車（特殊車を含む）が全体の8割を超えているため、DMT転換対象貨物貨物交通量を算出するに当たっては、作業条件として普通貨物車（2 t以上、特殊車を含む）に車種を限定した。

(5) 対象トリップ長

(4)までの条件で集計されるDMTアクセス可能圏域内々交通量の現況での利用経路を見ると、必ずしも高速道路利用に限定されるものではない（例えば、一般道路のみを利用した短距離交通が含まれる）。

このため土木研究所において検討したゾーン間総トリップ長、各ゾーンから高速道路ICへのアクセス条件等を説明変数とする高速道路利用率モデルを用いて、一般道路のみを利用することが有利と考えられる総トリップ長に対し、アクセス距離の長い交通はあらかじめDMTへの転換対象から除外することとした。

[参考] 高速道路利用率モデル

- ・各ゾーン間の高速道路利用率は、総トリップ長とICまでのアクセス距離、イグレス距離で表されるロジットタイプモデルで説明されるとする。すなわち、

$$P_k = \frac{1}{1 + \exp(\alpha_0 + \alpha_1 \cdot x_1 + \alpha_2 \cdot x_2)}$$

ただし、ここに

α_0 、 α_1 、 α_2 ：パラメータ

x_1 ：総トリップ長

x_2 ：アクセス距離とイグレス距離の合計

である。

表2.5-3 高速道路利用率モデルのパラメータ推定値

変 数 名	パラメータ推定値 (t 値)	
定数項	0.650	(2.282)
総トリップ長	-0.02508	(-7.492)
アクセス距離+イグレス距離	0.0225	(4.737)
R	0.574	

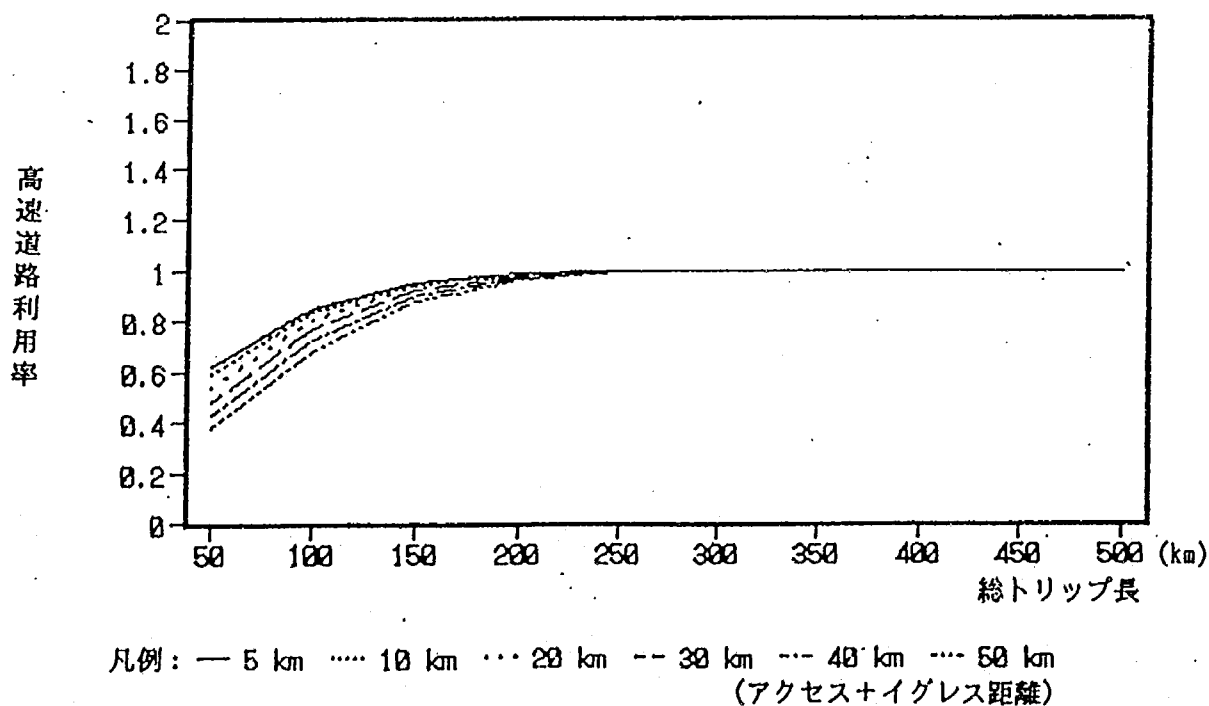


図2.5-8 モデルの概形

(6) DMT転換可能交通量の算出

(3)から(5)のステップを踏まえ、平成2年度道路交通センサスによりDMT転換対象貨物交通量を集計し、第11次道路整備五箇年計画における貨物車類の将来フレームをもとに設定した2010年までの走行台キロの伸び率1.39を乗ずると、2010年におけるケース1のDMT転換対象貨物交通量は台数ベースで106,400台/日、台キロベースで12,800千台キロ/日と推定される。また、ケース2では、台数ベースで135,000台/日、台キロベースで25,700千台キロ/日と推定された。

2. 5. 5 転換率の設定

(1) DMT転換率予測モデル

①手段選択基準

2.5.4で設定したDMT転換対象交通量を母集団として、各ゾーン間のOD毎に新物流システム(DMT)利用及び各高速道路利用(一般の貨物車を利用)の手段選択を予測する。ここでは、手段選択基準として最小費用手段選択を仮定し、各ゾーン間毎に選択可能な必要費用を算出した後、各ゾーン間毎の最小費用手段に全てのDMT転換対象貨物交通量を配分することとした。

DMT転換率予測モデル

$$\text{Prob(DMT)} = \begin{cases} 1: \text{if } C_{\text{DMT}}^j < C_i^j \text{ for all } i \\ 0: \text{otherwise} \end{cases}$$

ここで、 C_{DMT}^j : ゾーン間jにおいてDMTを利用する場合の費用

C_i^j : ゾーン間jにおいて一般貨物車で経路iを利用する場合の費用

ただし、各手段の費用は各ゾーンからICまでのアクセス部分を含めた全行程に必要とされる費用とし、項目としては7)通行料金、1)走行費用、9)保有費、1)人件費を対象とする。

$$\text{すなわち、} C_i^j = C_{i1}^j + C_{i2}^j + C_{i3}^j + C_{i4}^j$$

C_{i1}^j : 通行料金

C_{i2}^j : 走行費用

C_{i3}^j : 保有費

C_{i4}^j : 人件費

②車種設定

2.5.4で設定したDMT転換対象貨物交通量は、道路交通センサスの集計条件として、普通貨物車を対象としたものである。したがって、手段選択を検討する場合においても基本的には、普通貨物車及び普通貨物車相当のDMTを選択対象車種とした。

また、普通貨物車の積載可能重量には幅があるが、ここでは、積載可能重量2t以上4t未満と4t以上の2区分とし、DMTに関しても同じ区分で車両が用意されるものとした。

③空車の取り扱い

都市間貨物輸送は、都市内貨物輸送に比較して出発から到着までに長時間を要する。したがって、その時間を利用して情報システム等を用いて車両および運転者を効率的に配置し、都市間における空車運行を防ぐことができると仮定した。このため、DMTへの転換を検討するにあたって、空車の配分は行っていない。

(2) 費用設定

①前提条件

手段選択にかかる各種費用のうちには、走行速度に依存するものがある。このため、費用設定の前提条件として、走行速度を以下のように仮定した。

表2.5-4 設定走行速度

車 種		貨物車	DMT	備 考
幹線	東名・名神高速道路	70km/時	—	おおよそ現在の高速道路の平均旅行速度
	第二東名・名神高速道路	90km/時	—	走行時の平均速度を100km/時とし、休憩時間を考慮
	新物流システム	—	100km/時	(別途デポにて運転者の乗り降りに1トリップあたり2分×2分を考慮)
アクセス	一般道路	20km/時	20km/時	おおよそ現在の国道の平均走行速度

また、手段選択における車種区分(2t以上4t未満/4t以上)に応じて貨物車の費用を設定するため、現行の4t車および11t車をそれぞれの車種区分の代表車種に位置づけた。

表2.5-5 代表車種

		貨物車	DMT
区分1	2t以上4t未満	4t車	左と同等のサイズのDMT
区分2	4t以上	11t車	左と同等のサイズのDMT

②費用の設定結果

以上の前提条件を踏まえ、以下のように費用を設定した。

表2.5-6 費用の概要

		貨 物 車	D M T	
			都市内	都市間
7)車両費※1	車体価格	・サンプリング例より	・同サイズの貨物車の2倍	・都市内と同じ
	消費税	・現行とおり	・現行とおり	
	取得税	・現行とおり	・電気自動車に対する優遇措置：1%	
1)保有費※1	自動車税 重量税	・サンプリング例より	・同サイズの貨物車と同額	・都市内と同じ
	自賠責保険		・同サイズの貨物車と同額	
	任意保険		・車両保険は同サイズの貨物車の2倍 ・基本契約は同サイズの貨物車と同額	
	施設使用料	・サンプリング例より (都市間は都市内の60%)	・同サイズの貨物車と同額	・都市内の60%
	耐用年数	・都市内では営業用8年、自家用10年 ・都市間では事業者インタビュー、廃車率から8年	・同サイズの貨物車と同値	・都市内と同じ
9)走行費用	燃料費	・11次五計の算出方式より	・文献をもとに算出	
	油脂費		・計上しない	
	タイヤチューブ費		・同サイズの貨物車の2倍	・都市内と同じ
	整備費			
1)人件費		・既存統計資料より		
2)料金 ※2		・現行とおり	・収支最大となるものを想定	・2ケースのみ想定

※1：車両費、保有費は耐用年数、年間走行距離・時間から走行距離あたり、あるいは時間当たりの値を算出して原単位とした。

耐用年数：事業者インタビュー、廃車率から年数を算出し、DMTもこれに習うこととした。

年間走行距離・時間：貨物車については道路交通センサスの1日あたりの値から算出。

DMTは同サイズの貨物車と同値であるとした。

※2：貨物車の通行料金は現行の日本道路公団の設定値、DMTについては政策変数とした。

7)車両費

貨物車については、営業用の代表車種の車両価格をもとにして、道路交通センサスから集計した年間走行キロを勘案して、走行キロ当たりの単価を設定した。なお耐用期間はヒアリング等の結果から8年とし、消費税、取得税も考慮した。

表2.5-7 貨物車の車両費 (円/台km)

車種区分	車両費 ¹⁾
貨物車区分1 (2t以上4t未満)	10.19
貨物車区分2 (4t以上)	29.48

注：1) 消費税3%、取得税3%

一方、DMTの車両費について二ケースを設定した。ケースAでは、ヒアリング等によりケースAでは、ヒアリング等により車両価格を対応する貨物車の2倍とした。また、取得税については電気自動車に対する特例措置を適用して1%とした。また、ケースBでは、同サイズの貨物車の1.5倍とした。

表2.5-8 DMTの車両費 (ケースA)
(円/台km)

車種区分	車両費 ¹⁾
DMT区分1 (2t以上4t未満)	20.00
DMT区分2 (4t以上)	57.86

注：1) 車両価格は貨物車の2倍、消費税3%、取得税1%

表2.5-9 DMTの車両費 (ケースB)
(円/台km)

車種区分	車両費 ¹⁾
DMT区分1 (2t以上4t未満)	15.00
DMT区分2 (4t以上)	43.39

注：1) 車両価格は貨物車の1.5倍、消費税3%、取得税1%

イ)保有費

貨物車に関しては、営業用の代表車種の実態をベースとして、平成2年度道路交通センサス（全国集計）から集計した日当たり走行台キロを勘案して、台キロ当たり単価を設定した。

表2.5-10 貨物車の保有費（円／台km）

車種区分	税 ¹⁾	保険料 ²⁾	施設使用料	合 計
貨物車区分1 (2t以上4t未満)	0.79	13.07	22.42	36.28
貨物車区分2 (4t以上)	1.99	16.03	22.42	40.44

1) 自動車税、重量税

2) 自賠責保険、任意保険

一方、DMTに関しては、任意保険の車両分を貨物車の2倍に設定した。（車両費1.5倍のケースについては、同様に任意保険の車両分を1.5倍に設定した。）

表2.5-11 DMTの保有費（ケースA）（円／台km）

車種区分	税 ¹⁾	保険料 ²⁾	施設使用料	合 計
DMT区分1 (2t以上4t未満)	0.79	17.36	22.42	40.57
DMT区分2 (4t以上)	1.99	23.28	22.42	47.69

1) 自動車税、重量税

2) 自賠責保険、任意保険

表2.5-12 DMTの保有費（ケースB）（円／台km）

車種区分	税 ¹⁾	保険料 ²⁾	施設使用料	合 計
DMT区分1 (2t以上4t未満)	0.79	15.21	22.42	38.42
DMT区分2 (4t以上)	1.99	19.66	22.42	44.07

1) 自動車税、重量税

2) 自賠責保険、任意保険

ウ) 走行費用

貨物車に関しては、平均走行速度を説明変数とした車種別台km当たりの走行費用算定式により設定した。

表2.5-13 貨物車の走行費用 (円/台km)

		車種区分	燃料費	油脂費	タイヤチューブ費	整備費	合 計
幹 線	東 名・ 名 神	貨物車区分1 (2t以上4t未満)	7.64	0.18	4.36	5.62	17.80
		貨物車区分2 (4t以上)	13.61	0.31	4.36	5.62	23.91
	第 二 新 幹 線	貨物車区分1 (2t以上4t未満)	9.33	0.21	4.14	5.55	19.23
		貨物車区分2 (4t以上)	15.03	0.35	4.14	5.55	25.06
ア ク セ ス	一 般 道 路	貨物車区分1 (2t以上4t未満)	13.08	0.30	4.63	5.71	23.73
		貨物車区分2 (4t以上)	29.69	0.68	4.63	5.71	40.72

一方、DMTに関しては、電気代とタイヤチューブ費、整備費を仮定した。なお、タイヤチューブ費、整備費は車両価格に比例するとして同サイズの貨物車の2倍あるいは1.5倍とした。

表2.5-14 DMTの走行費用 (ケースA) (円/台km)

	車種区分	電気代 ¹⁾	タイヤチューブ費 ²⁾	整備費 ²⁾	合 計	(参考)電気消費量 (kWh/台km)
幹 線	DMT区分1 (2t以上4t未満)	1.81	8.05	11.03	20.89	0.19
	DMT区分2 (4t以上)	2.74	8.05	11.03	21.82	0.28
ア ク セ ス	DMT区分1 (2t以上4t未満)	5.35	9.27	11.42	26.04	0.55
	DMT区分2 (4t以上)	10.88	9.27	11.42	31.57	1.11

注) 1) 1kWh = 9.8円とした
2) 貨物車の2倍

表2.5-15 DMTの走行費用（ケースB）

（円／台km）

	車種区分	電気代 ¹⁾	タイヤチューブ費 ²⁾	整備費	合 計	（参考）電気消費量 （kWh/台km）
幹 線	DMT区分1 （2t以上4t未満）	1.81	6.04	8.27	16.13	0.19
	DMT区分2 （4t以上）	2.74	6.04	8.27	17.06	0.28
ア ク セ ス	DMT区分1 （2t以上4t未満）	5.35	6.95	8.57	20.87	0.55
	DMT区分2 （4t以上）	10.88	6.95	8.57	26.40	1.11

注）1）1kWh＝9.8円とした

2）貨物車の1.5倍

I) 人件費

貨物車とDMTの双方とも有人走行の場合は、陸運業の全人件費、人員数および道路運送業の月間総労働時間をもとに時間当たり2,051.9円／台とし、平均走行速度を勘案して台km当たりに換算した。

なお、DMTに関しては、幹線部分については無人走行のため、人件費は0とした。ただし、運転者乗り降りのため、各ICで2分（1トリップ当たり4分）相当の人件費を考慮した。

表2.5-16 貨物車の人件費 （円／台km）

		人件費
幹線	東名・名神	29.31
	第二東名・名神	22.80
アクセス	一般道路	102.60

表2.5-17 DMTの人件費

		人 件 費	
		走行中	ターミナル
幹線	新物流システム	— (無人)	136.79 円／トリップ°
アクセス	一般道路	102.60円／km	—

わ) 通行料金

貨物車については、幹線道路（第二東名・名神高速道路および東名・名神高速道路）の通行料金として日本道路公団の平成6年現在の距離当たり通行料金およびターミナルチャージを適用した。なお、アクセス部分については無料とした。

表2.5-18 貨物車の通行料金

	車種区分	通行料金 ¹⁾	
		幹線 (第二東名、東名)	アクセス (一般道路)
距離当たり単価 (円/台km)	貨物車区分1 (2t以上4t未満)	24.38	0.00
	貨物車区分2 (4t以上)	35.65	0.00
ターミナルチャージ (円/trip)		150	

1) 高速道路の利用料金＝走行距離×距離当たり単価＋ターミナルチャージ

DMTに関しても通行料金を設定した（ケースA、ケースB）。

表2.5-19 DMTの通行料金

	車種区分	通行料金			
		ケースA		ケースB	
		幹線 (システム)	アクセス ¹⁾ (一般道路)	幹線 (システム)	アクセス ¹⁾ (一般道路)
距離当たり単価 (円/台km)	貨物車区分1 (2t以上4t未満)	10.00	—	22.00	—
	貨物車区分2 (4t以上)	10.00	—	33.00	—
ターミナルチャージ (円/trip)		150		150	

2. 5. 6 需要予測結果

(1) 需要予測のケース

都市間システムの費用の積み上げを行うと、車両価格を貨物車の2倍程度に設定する基本ケースAでは、幹線部分については11t車、4t車のいずれについても10円/km程度の通行料金となった。また、ケースBでは、33円、22円/kmの料金となった。

表2.5-20 需要予測のケース設定

ケース名	通行料金の設定			DMTの車両価格	結節ターミナル	
	幹線	アクセス	ターミナルコスト		1. なし	2. あり
ケースA (基本ケース)	11t: 10円/km 4t: 10円/km	0円/km	150円/trip	・同サイズの貨物車の2倍	A-1	A-2
ケースB	11t: 33円/km 4t: 22円/km			・同サイズの貨物車の1.5倍	B-1	B-2

注：1) 11t車のみ一部を90%に低減

ここでは、積み替え機能なしを基本ケースとして位置づけ、需要予測結果を整理した。

表2.5-21 コスト総括表

		ケースA			ケースB		
		幹線 (円/km)	アクセス (円/km)	ターミナルコスト (円/trip)	幹線 (円/km)	アクセス (円/km)	ターミナルコスト (円/trip)
貨物車	東名	158.79	213.24	150.00	158.79	213.24	150.00
		117.96	172.79	150.00	117.96	172.79	150.00
	第二東名	153.43	213.24	150.00	153.43	213.24	150.00
		112.88	172.79	150.00	112.88	172.79	150.00
DMT	新物流システム	137.83	239.71	286.79	137.52	216.45	286.79
		91.46	189.21	286.79	91.55	176.89	286.79

注：上段=11t車、下段=4t車

(2) 基本ケースの需要予測結果

基本ケースの需要予測結果を見るとDMTの総走行台キロは10,210千台km/日で、DMT転換可能貨物交通台キロの84%を占める。また、台数ベースでは52千台/日となりDMT転換可能貨物車台数の59%を占める。

表2.5-22 需要予測結果（ケースA・B）

車種 項目		DMT			貨物車			合計	単位
		2-4t	4-11t	計	2-4t	4-11t	計		
総走行台キロ	計	2,669	7,540	10,210	646	1,358	2,004	12,214	千台km/日
	幹線	2,305 (65)	6,782 (183)	9,087 (248)	412	1,031	1,443	10,530	
	アクセス	365	758	1,123	234	327	560	1,683	
台数		16,041	35,784	51,825	15,391	20,926	36,317	88,143	台/日
平均trip長	計	166.4	210.7	197.0	42.0	64.9	55.2	138.6	km/trip
	幹線	134.7	189.5	175.3	26.8	49.3	39.8	119.5	
	アクセス	22.7	21.2	21.1	15.2	15.6	15.4	19.1	

注：（ ）内は都市内新物流システム利用分

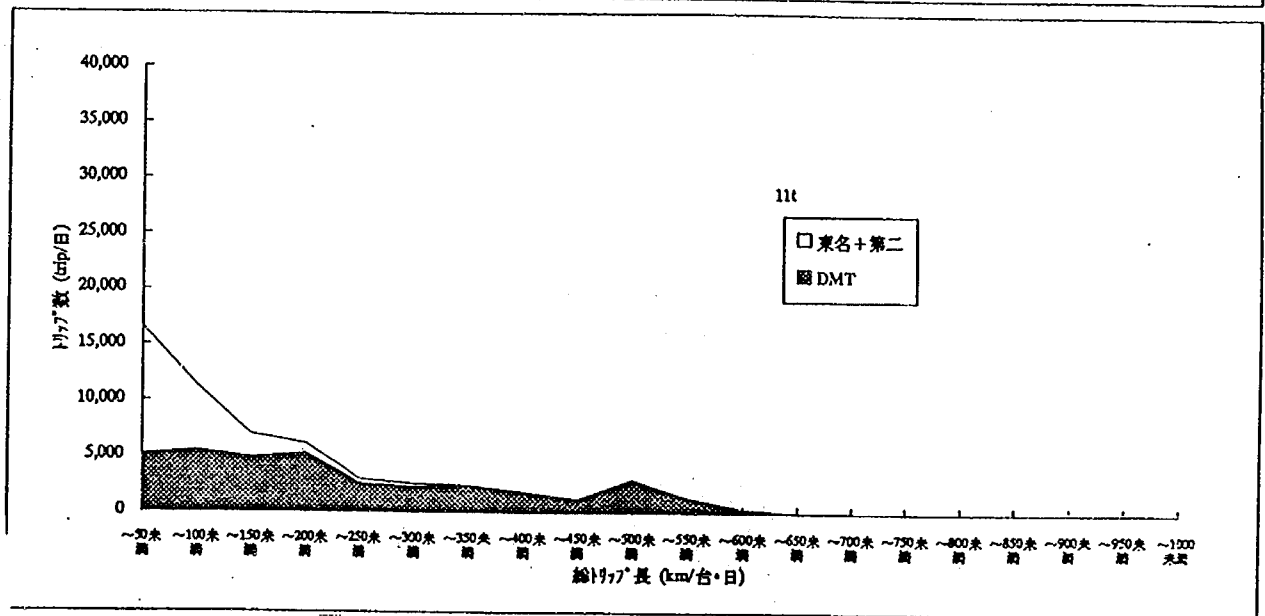
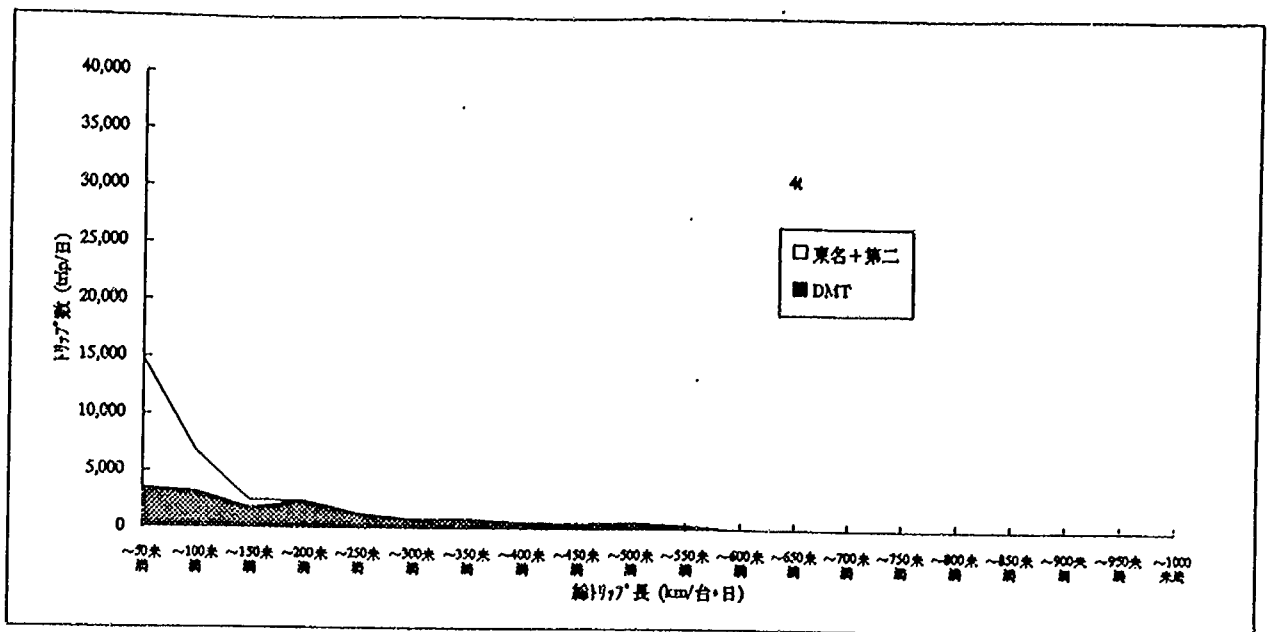


図2.5-9 総トリップ長の分布

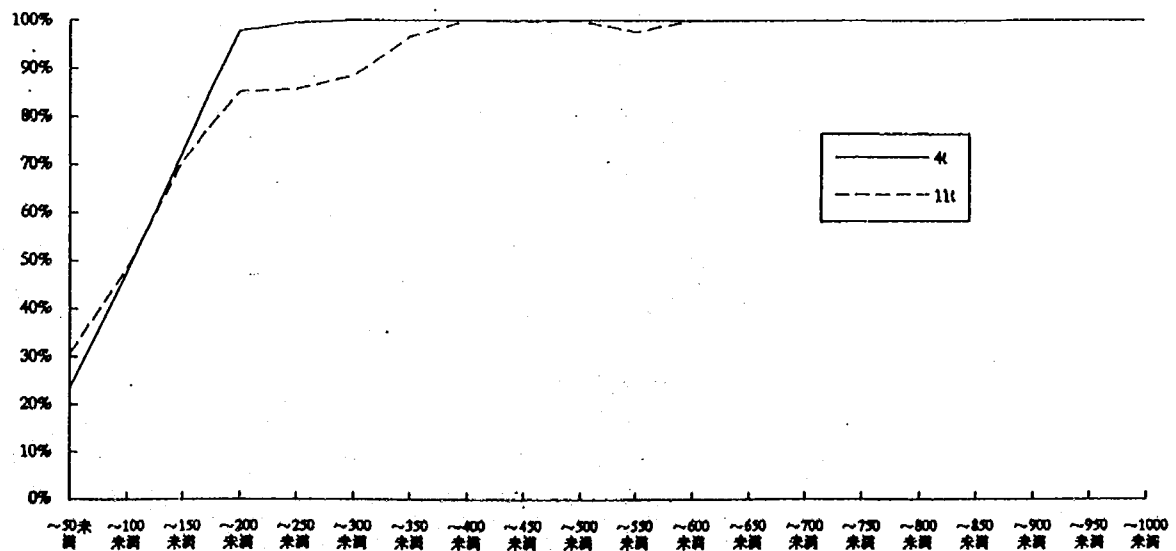


図2.5-10 総トリップ長別のDMTへの転換割合

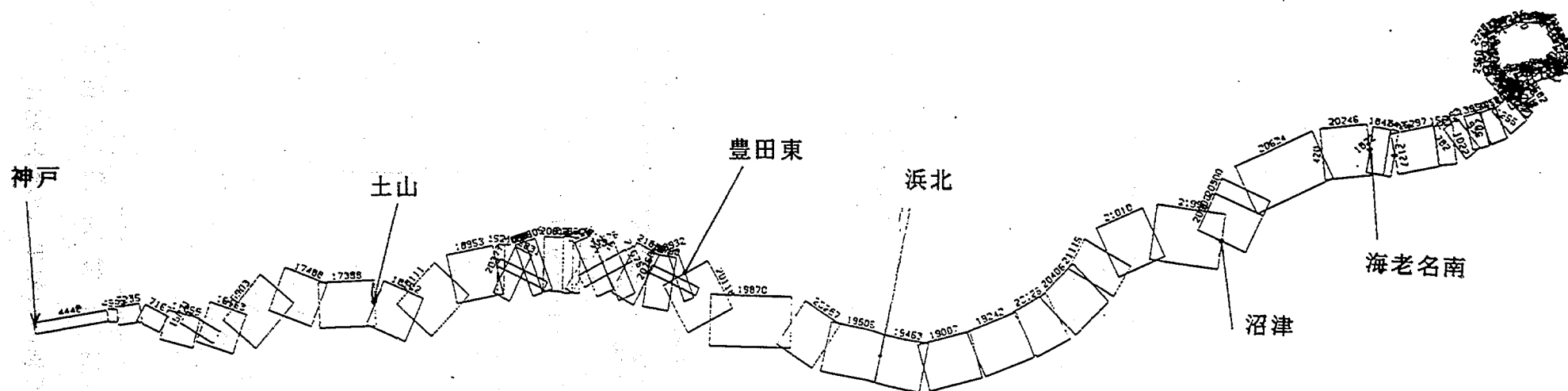


図2.5-11 新物流システムの利用交通量

都市間新物流システムの各デポの利用量を示すと、以下のとおり名古屋周辺の大府、東海の流入・流出量が多い。

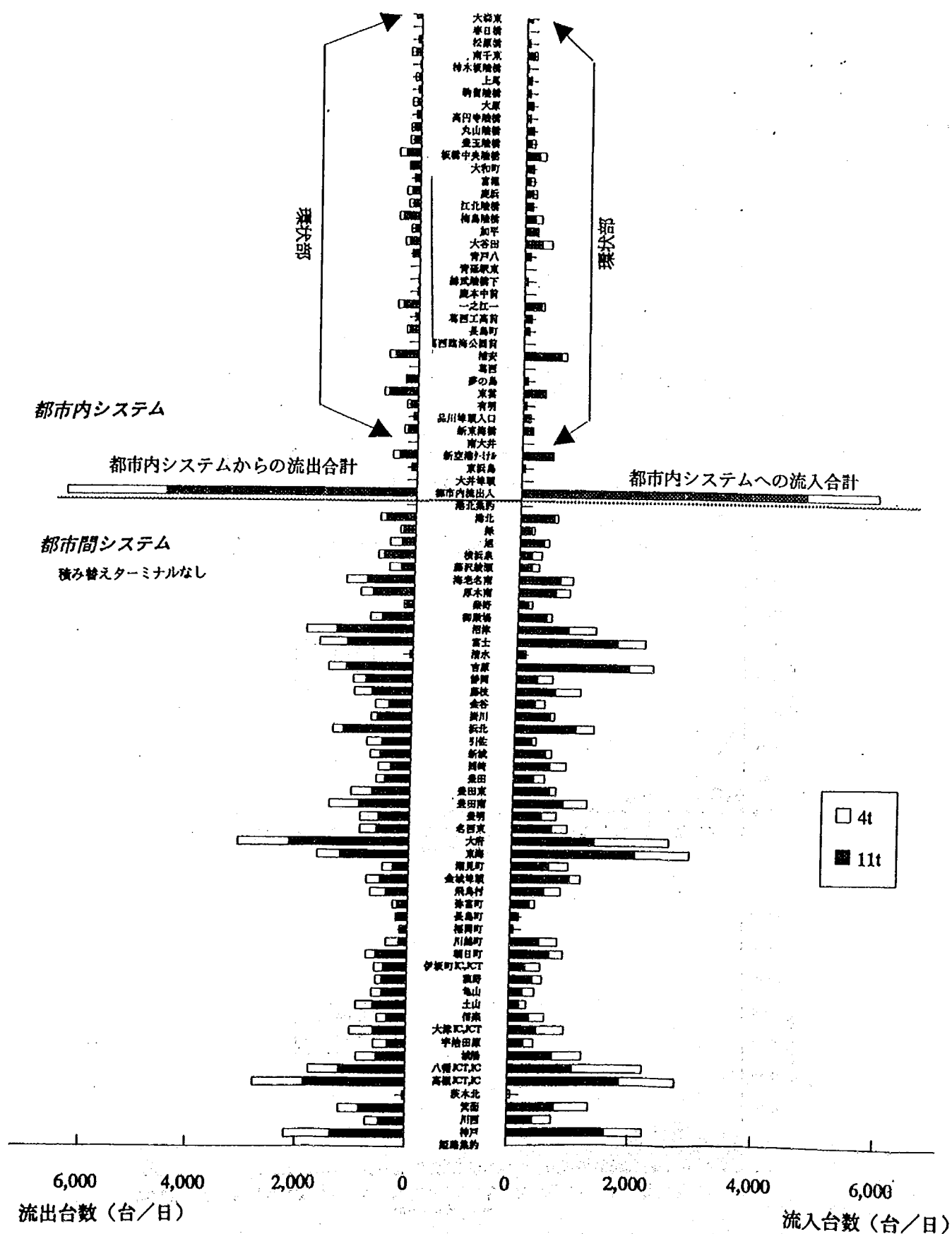


図2.5-12 各デポの流入・流出量（基本ケース・積み替えなし）

(3) ケース別需要予測結果

① 積み替え機能の有無

新物流システムネットワーク両端部に積み替え機能を付加することによるDMT需要量変化をケースA-1とケースA-2で比べると、DMTの都市間システム内走行台キロは9,087千台km/日から14,304千台km/日へ約1.6倍となった。

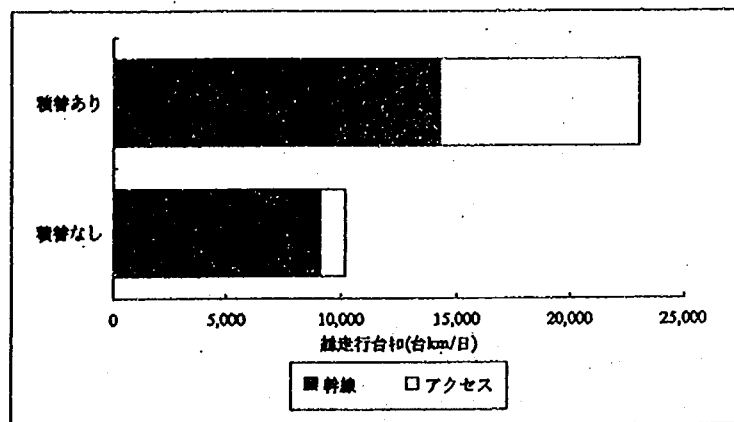


図2.5-13 積み替え機能付加によるDMT需要量変化

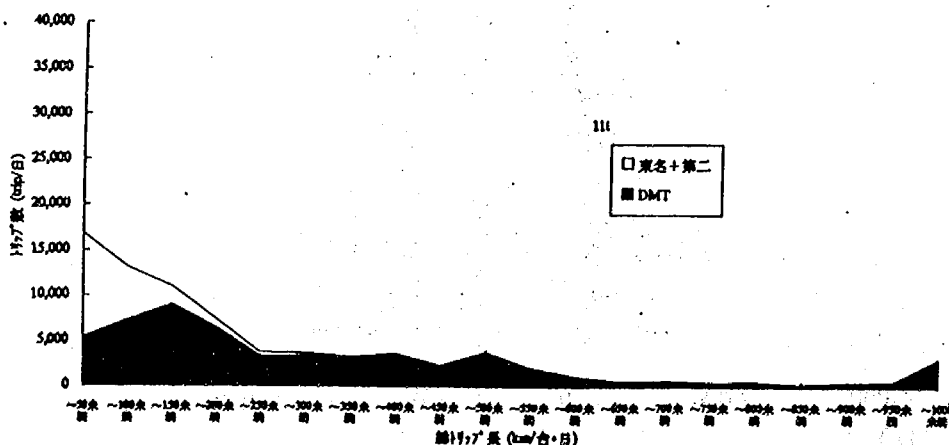
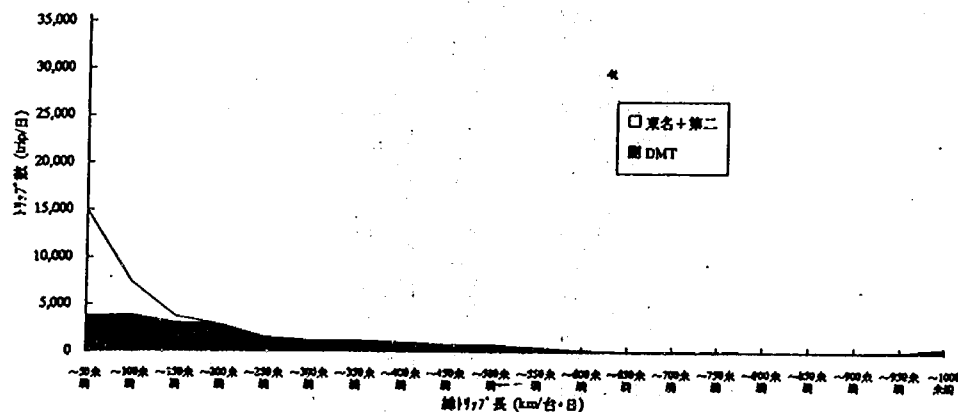


図2.5-14 積み替え機能付加した総トリップ長の推移

2. 6 都市間新物流システムの評価

2. 6. 1 整備効果

都市間新物流システムの整備効果を以下の5項目について検討した。各項目の検討の方法と結果の概要を次に示す。

表2.6-1 整備効果の検討方法と結果

分野		評価項目	検討方法	削減量
新物流システム利用者に与える効果		労働時間の短縮	新物流システム内の無人走行による運転労働時間の削減	・1,413億円／年
社会・経済への波及効果	道路利用者に与える効果	一般車両の時間短縮	高速道路利用車両の減少による走行速度の向上による走行時間の短縮	・1,425億円／年 (48.0%)
		一般車両の走行費用削減		
	生活者に与える効果	NO _x 排出量の削減	軽油利用から電気利用に変化することによる削減	・1,556t/年 (57.5%) ・194億円／年
	社会・経済に与える効果	エネルギー消費量の削減		・57,183kcal/年 (65.4%)
		CO ₂ 排出量の削減		・42万t／年 (65.4%) ・42億円／年

注：年間300日運行と仮定

(1) システム利用者の運転労働時間の短縮

新物流システム内が無人走行であるため、新物流システムの利用者は高速道路利用の場合に比べ、幹線部分の運転時間を短縮できる。この結果、高速道路利用時に比べ、運転労働時間が短縮され、年間1,413億円の節約になる。

(2) 一般車両の走行時間短縮と走行費用の減少

新物流システムの整備により、多くの貨物自動車が新物流システムを利用するため、東名・名神、第二東名・名神の各高速道路を走行する乗用車の走行速度が上昇する。走行速度の上昇による走行時間の節約を11次五計の評価に用いた時間価値をもとに貨幣換算して効果を算出すると年間1,425億円の時間短縮効果となった。

この結果、新物流システム整備前の東名・名神高速道路、第二東名・名神高速道路では車両の走行に対し年間5,918億円の時間費用がかかっているが、新物流システムの整備により年間3,080億円に減少する。これは整備前に対し48.0%の減少である。

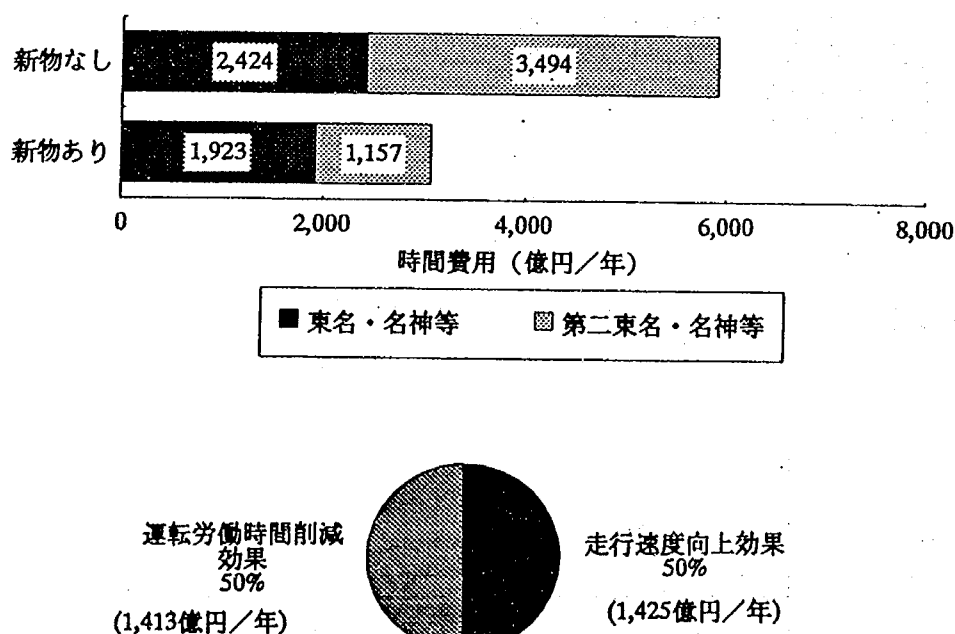


図2.6-1 時間費用の減少

表2.6-2 時間価値の設定

	円／分
乗用車	53.12
小型貨物車	41.00
普通貨物車	54.89

注：11次五計設定値（平成4年度）による

表2.6-3 Q V 式

速度条件(km/h)				交通容量（台／日）			車 線 数	道 路 規 格 種 一 級	主要路線
V max		V 1	V min	Q min	Q 1	Q max			
乗用・小 型貨物車	普 通 貨物車								
120	100	85	65	36,000	72,000	156,000	6	1-A	①
110	100	85	65	36,000	72,000	156,000	6	1-B	②
100	100	85	65	36,000	69,000	156,000	6	1-1, 2	③
100	100	85	65	24,000	60,000	104,000	4	1-1, 2	④
80	80	65	40	51,000	69,000	156,000	6	1-3	
80	80	65	40	34,000	60,000	104,000	4	1-3	

①第二東名神A規格（6車、140km/h）

②第二東名神B規格（6車、120km/h）

③現東名神（6車区間）

④現東名神（4車区間）

V（走行速度）

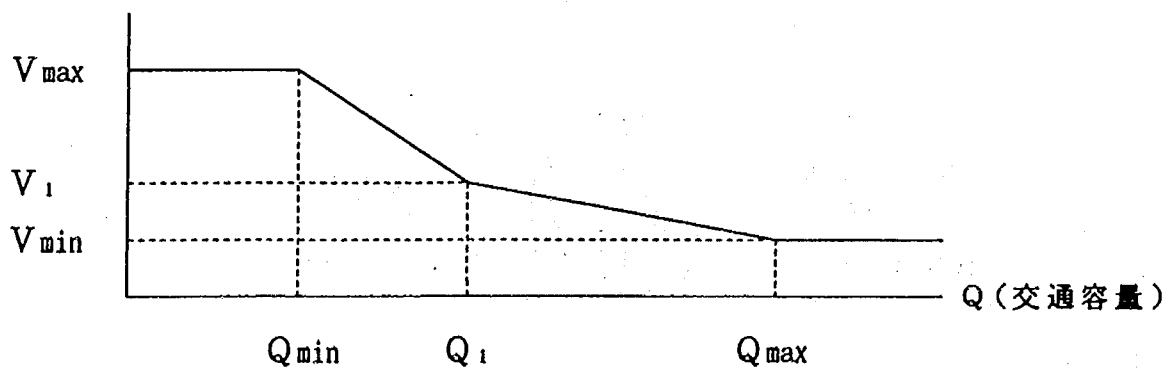


図2.6-2 Q V 曲線

(3) NO_xの削減

沿道環境問題への対応として、DMTへの転換によるNO_x削減効果を算出した。この結果、DMT転換対象貨物交通が全て貨物車を利用する場合に発生するNO_x量9,014kg/日と比較すると、新物流システム整備後は、5,187kg/日(57.5%)のNO_x量が削減されることがわかった。これを金額換算すると年間194億円の効果となる。

表2.6-4 NO_x算出の前提

		前提条件	備考
対象母集団		DMT転換対象 貨物交通量	
DMT需要量		需要予測結果 (基本ケースA-1)	
原単位	DMT	0.24g/kWh	・新物流システム内では受電、一般道路ではスタント充電 ・重油精製による火力発電(水力発電、原子力発電を含まない) ・送電・発電ロスを考慮 ・発電所建設時の発生量を含まない
	貨物車 (ディーゼル)	0.738g/台km	・中量カソリン車長期目標より ・精製、燃料輸送を含む ・軽油

表2.6-5 NO_x削減効果

(1,000g/日)

		車種区分1 (2t以上4t未満)		車種区分2 (4t以上)		計
整備前		2,447		6,566		9,014
整備後	DMT	614	アクセス 0.55kWh/km 幹線 0.19kWh/km	1,734	アクセス 1.10kWh/km 幹線 0.28kWh/km	2,348
	貨物車	477		1,002		1,479
	計	1,091		2,736		3,827
削減量		1,356		3,830		5,187
削減割合		55.4%		58.3%		57.5%

貨物車のNO_x排出量がエネルギー消費量に比例すると仮定すれば、DMT転換対象貨物交通の全貨物車交通に対するエネルギー消費の割合が2.3%であることから、新物流システム整備により削減されるNO_x排出量は、全貨物車輸送の1.3%(2.3%×57.5%)となる。

(4) エネルギー消費量

地球環境問題への対応として、DMTへの転換によるエネルギー消費量削減効果を算出した。この結果、DMT転換対象貨物交通が全て貨物車を利用する場合に消費するエネルギー消費量29,128百万kcal/日と比較すると新物流システム整備後は、19,061百万kcal/日(65.4%)のエネルギー消費量が削減されることがわかった。これは、全国の貨物車によるエネルギー消費量1,276,947百万kcal/日の約1.5%に相当する。

表2.6-6 エネルギー消費量算出の前提

		前提条件	備考
対象母集団		DMT転換対象貨物交通量	
DMT需要量		需要予測結果(基本ケースA-1)	
原単位	DMT	1,449kcal/kWh	・新物流システム内では受電、一般道路ではスタント充電 ・重油精製による火力発電(水力発電、原子力発電を含まない) ・送電・発電ロスを考慮 ・発電所建設エネルギーを含まない
	貨物車	10,749kcal/t	・精製、燃料輸送を含む ・軽油

表2.6-7 エネルギー消費量削減効果 (100万kcal/日)

		車種区分1 (2t以上4t未満)		車種区分2 (4t以上)		計
整備前 ¹⁾		5,575	7ヶセス 幹線 0.19ℓ/km 0.16ℓ/km	23,553	7ヶセス 幹線 0.42ℓ/km 0.25ℓ/km	29,128
整備後	DMT	852	7ヶセス 幹線 0.55kWh/km 0.19kWh/km	3,733	7ヶセス 幹線 1.10kWh/km 0.28kWh/km	4,585
	貨物車 ¹⁾	1,246	7ヶセス 幹線 0.19ℓ/km 0.16ℓ/km	4,237	7ヶセス 幹線 0.42ℓ/km 0.25ℓ/km	5,482
	計	2,098		7,970		10,067
削減量		3,477		15,584		19,061
削減割合		62.4%		66.2%		65.4%

1)休憩時を除き100km/hrと仮定

(出所)貨物車は土木研究所資料より算定

DMTは石谷他「電気自動車転換による地域交通エネルギー需要の分析と評価」、エネルギーに関する社会経済的諸問題、昭和62年度研究成果報告書、文部省科学研究費補助金重点領域研究(1988)

表2.6-8 貨物車による燃料消費量（1日当たり）＊

区分	燃料消費 (k ㍻)	エネルギー消費 (100万kcal)
ガソリン (8400kcal/㍻)	44,130	370,692
軽油 (9200kcal/㍻)	98,506	906,255
合 計		1,276,947

＊自動車輸送統計年報、平成2年度分より365日／年として、2010年までの増加率1.39を考慮して算出

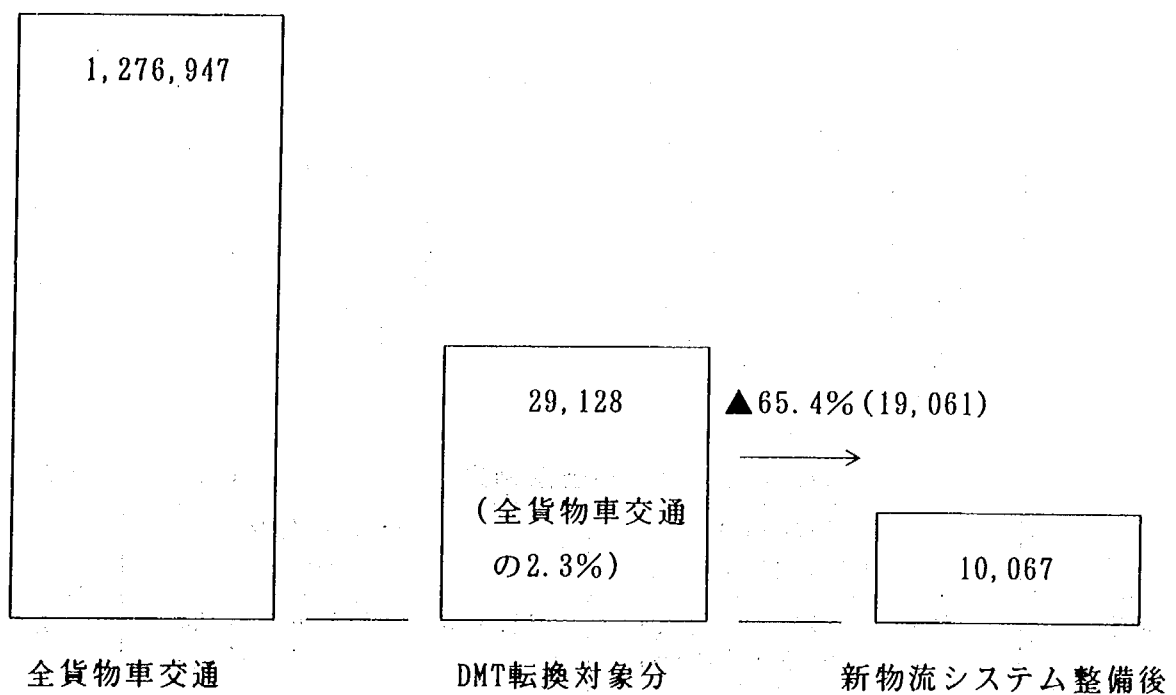


図2.6-3 エネルギー消費量

(5) CO₂の削減

地球環境問題への対応として、DMTへの転換によるCO₂削減効果を算出した。この結果、DMT転換対象貨物交通が全て貨物車を利用する場合に発生するCO₂量2,127百万g-C/日に比較すると新物流システム整備後は1,391百万g-C/日(65.4%)のCO₂量が削減されることがわかった。なお、この削減量を回収コストをもとに貨幣換算すると、年間42億円となる。

表2.6-9 CO₂算出の前提

		前提条件	備考
対象母集団		DMT転換対象貨物交通量	
DMT需要量		需要予測結果(基本ケースA-1)	
原単位	DMT	117.16g-C/kWh	・新物流システム内では受電、一般道路ではスタント充電 ・送電・発電ロスを考慮 ・発電所建設時の発生量を含まない
	貨物車	717.93g-C/t	・精製、燃料輸送を含む ・軽油

表2.6-10 CO₂削減効果

(百万 g-C/日)

		車種区分1 (2t以上4t未満)		車種区分2 (4t以上)		計
整備前 ¹⁾		407	7ヶセ0.19ℓ/km 幹線0.16ℓ/km	1,720	7ヶセ0.42ℓ/km 幹線0.25ℓ/km	2,127
整備後	DMT	69	7ヶセ0.55kWh/km 幹線0.19kWh/km	302	7ヶセ1.10kWh/km 幹線0.28kWh/km	371
	貨物車 ¹⁾	83	7ヶセ0.19ℓ/km 幹線0.16ℓ/km	283	7ヶセ0.42ℓ/km 幹線0.25ℓ/km	336
	計	152		585		737
削減量		255		1,136		1,391
削減割合		62.7%		66.0%		65.4%

1)休憩時を除き100km/hrと仮定

貨物車のCO₂排出量はエネルギー消費量に比例すると考えられる。DMT転換対象貨物交通の全貨物車交通に対するエネルギー消費の割合が2.3%であることから、新物流システム整備により削減されるCO₂排出量は、全貨物車輸送の1.5%(2.3%×65.4%)となる。

2. 6. 2 経済分析

(1) 建設およびスケジュール

幹線部建設期間：2002～2014年

供用開始：2015年

なお、事業規模が大きく全線同時供用は難しいため、2.7では段階整備計画について検討した。

(2) 建設費

日本道路公団資料をもとに以下のように設定した。ただし、高速道路空間を有効利用した場合を想定している。

インフラ部	：13,965億円
インフラ外部	：17,213億円
設計・管理費	：3,118億円
計	：34,296億円

(3) 整備効果

2.6.1で得られた2010年における効果額を用い、2010年以降の効果の増加は需要に比例すると仮定して、年1.62%の増加とした。

整備効果：3,075億円／年（2010年時点）

(4) 運営費

年間営業日数を300日として計算した。

運営費：482億円／年（人件費、稼働費、維持費、管理費）

(5) 結果

供用期間を30年とした場合の経済分析結果は表2.6-13のとおりである。経済分析上は、経済内部収益率6.3%とインフラ部を含む全建設費を十分償還できるプロジェクトであることがわかった。

表2.6-11 都市間システムの経済分析の結果

割引率	7%	6%	5%
B/C	0.91	1.05	1.21
内部収益率	6.3%		

2. 6. 3 財務分析

(1) 建設およびスケジュール

幹線部建設期間：2002～2014年

供用開始：2015年

なお、事業規模が大きく全線同時供用は難しいため、2.7では段階整備計画について検討した。

(2) 資金調達

市中銀行より短期借り入れ及びインフラ補助による。

(3) 需要量

2.6.1で得られた2010年における効果額を用い、2010年以降の効果の増加は需要に比例すると仮定して、年1.62%の増加とした。

総走行台キロ（千台km／日）：2,305(4t)、6,781(11t)

総トリップ数（台／日）：16,041(4t)、35,784(11t)

(4) 通行料金

距離当たり単価（DMT車両価格がトラックの2倍のケース） 10円／km(4t, 11t)

（DMT車両価格がトラックの1.5倍のケース） 22円／km(4t)

33円／km(11t)

ターミナルチャージ 150円/trip

運送収入 321億円／年(2.0倍のケース)、847億円／年(1.5倍のケース)

運営費 482億円／年

(5) 結果

供用期間を30年とした場合の財務分析結果は表2.6-14のとおりである。財務分析上は、DMT車両価格が1.5倍のケースでインフラ補助100%に加え、インフラ外部についても相当の補助が必要であることがわかった。

表2.6-12 都市間システムの財務分析の結果

		DMT車体価格2倍のケース			DMT車体価格1.5倍のケース		
インフラ補助		0%	100%		0%	100%	
インフラ外部補助		0%	0%	50%	0%	0%	50%
収入 支出	7%	0.09	0.17	0.28	0.25	0.48	0.79
	6%	0.10	0.19	0.30	0.29	0.53	0.86
	5%	0.12	0.21	0.33	0.33	0.60	0.95
内部収益率(%)		—	—	—	—	0.4	4.4

本四架橋、東京湾横断道路、第二東名・名神の3プロジェクトの経済効果と建設費を以下に示す（調査実施年のデフレーター補正は行っていない）。都市間新物流システムの建設費34,296億円、整備効果3,075億円／年は、他の事業と比較しても遜色のないものであることがわかる。

（参考）他の大規模事業の経済効果と建設費

		本四架橋	東京湾横断道路	第二東名・名神
効 果	効果項目	①生産所得の向上	①総走行距離短縮効果 ②総走行時間短縮効果 ③GNPの増加 ④生産額の増加 ⑤地方税収の増加	①走行便益 ②走行時間便益
	帰属主体	①西日本17府県	①不明 ②不明 ③全国 ④南関東4都県 ⑤南関東4都県	①全経路利用者 ②全経路利用者
	予測手法	①計量経済	①原単位法 ②原単位法 ③計量経済 ④産業連関モデル ⑤産業連関モデル	①原単位法 ②原単位法
		①1,211億円／年	①＋②（誘開発なし） 730億円／年 ①＋②（誘開発有り） 2,482億円／年 ③13,000億円／年 ④50,000億円／年 ⑤2,000億円／年	①1,042億円／年 ②14,279億円／年
建設費予測		4,885億円 （三架橋建設時）	8,000億円	5兆6,000億円 （303km, 6車線供用時）
出典		本州四国連絡橋の経済効果：建設省道路局、運輸省鉄道管理局、S45.5	東京湾横断道路が地域社会に与える影響について：日本道路公団、S61.2	第二東名・名神の整備効果に関する調査：日本道路公団、H5.5

2. 7 都市間新物流システムの段階整備計画

2. 7. 1 基本的な考え方

都市間新物流システムに関しては、全体の規模が大きいため施工期間も長く、漸進的に整備を進め、供用を開始する段階整備を行うことが考えられる。整備を進める順序と区間の決定にあたっては、次の2点を考慮することが必要である。

①十分に需要が発生する区間

都市間新物流システム全線が開通していなくても、利用量が多く採算性の高い区間を初期の整備区間として選定する。

需要予測の結果より、区間内々トリップの多い区間がその対象となる。

②第二東名・名神の建設計画において早期に建設される区間

現在のところ、都市間新物流システムは建設コストを下げることを目的として、第二東名・名神の空間の一部に建設することを前提としている。したがって都市間システムの段階整備を考えるにあたっては、第二東名・名神の施工計画においても、早期に建設が進められる区間から整備することが必要である。

2. 7. 2 段階整備の方向

(1) 十分に需要が発生する区間

第二東名・名神の区間を図のように6つの都市圏に分類すると、都市圏相互の需要は都市間新物流システム利用交通量の需要予測結果より、静岡圏～東京圏、名古屋圏～東京圏、京都圏～名古屋圏、大阪圏～名古屋圏が多い。また、全体としては、大阪圏～浜松圏の間と、静岡圏～東京圏の2つのブロックそれぞれの内々の需要に大きく分けることができる。都市圏内々では、名古屋圏の内々の交通量が多い。

したがって、段階整備の初期の段階は、

- ・ 静岡圏～東京圏
- ・ 大阪圏～浜松圏

のいずれかで、さらに区間を特定すると、都市圏内に交通量の多い名古屋圏が適当である。

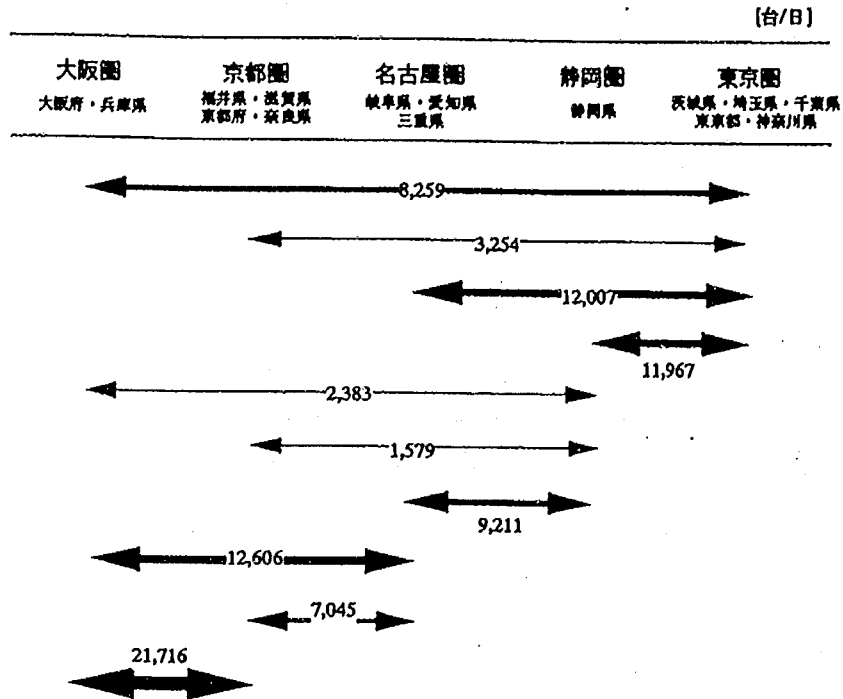


図2.7-1 DMT転換対象貨物交通量（都市圏間相互）

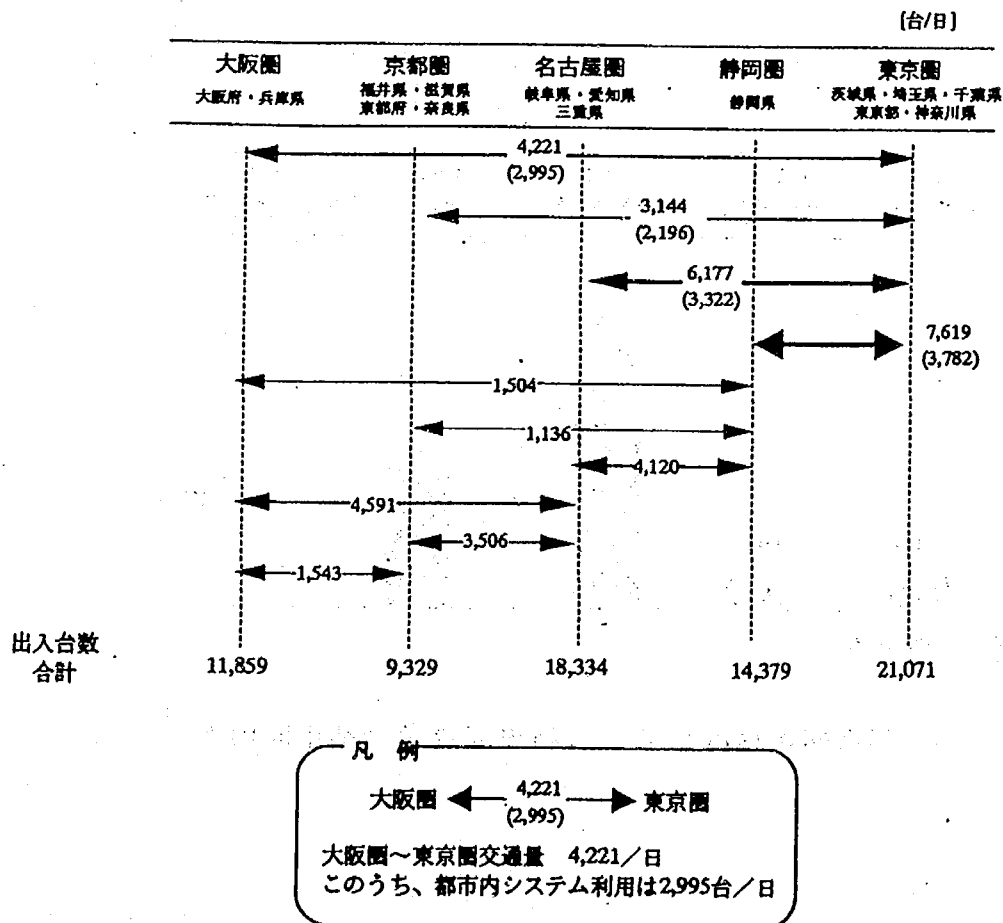


図2.7-2 都市間新物流システム利用交通量（都市圏間相互）

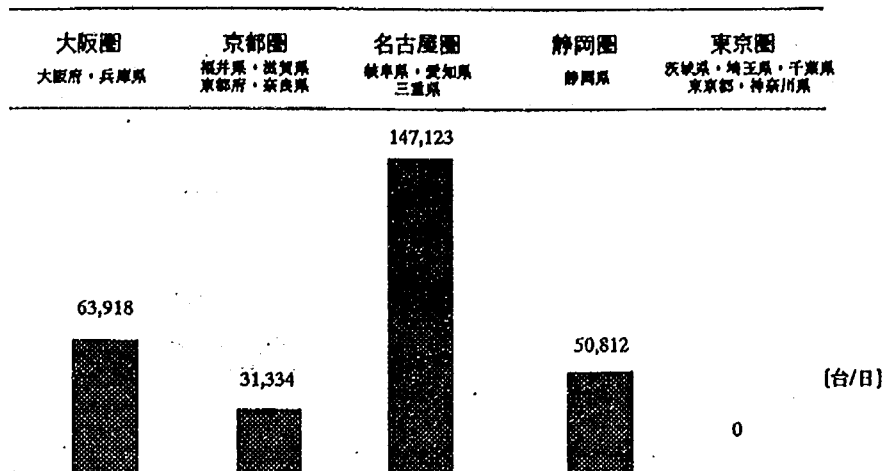
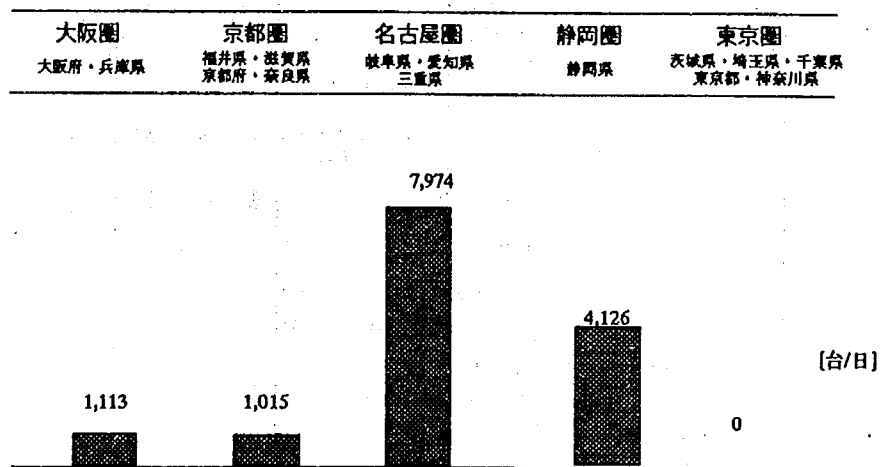


図2.7-3 DMT転換対象貨物交通量（都市圏内々）



新物流システム利用流動量
実車、2以上

図2.7-4 都市間新物流システム利用交通量（都市圏内々）

また、都市内システムとの接続を優先的に行うことも考えられるが、第二東名・名神と同時に建設するという前提に立てば、後述するように接続部分の完成は、他の区間に比べ遅くなると思われる。ここではこの問題を別途、都市内システムの採算性に影響がある事項と捉え、都市内システムにおいて検討する。

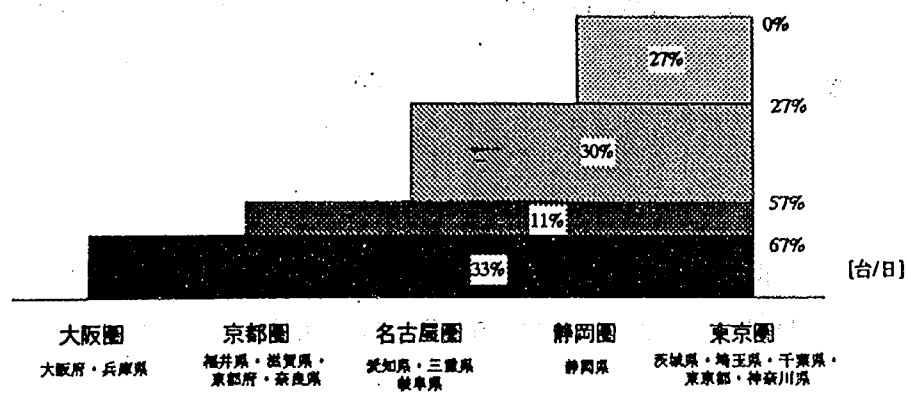


図2.7-5 都市間システム緑～港北間のDMTのOD内訳

(2) 第二東名・名神の建設計画において早期に建設される区間

国土開発幹線自動車道は、国幹道法による手順をふまえ、整備をされる。

整備計画区間（施工命令済）：工事実施計画の認可、路線発表、設計協議、用地買収後建設工事

第二東名・名神高速道路では、整備計画区間である、城陽～亀山、四日市～飛島、東海～長泉の区間および伊勢湾岸道路として整備される飛島～東海の区間が最も早く整備され、施工命令後、供用まで約10年を要するものと見込まれている。

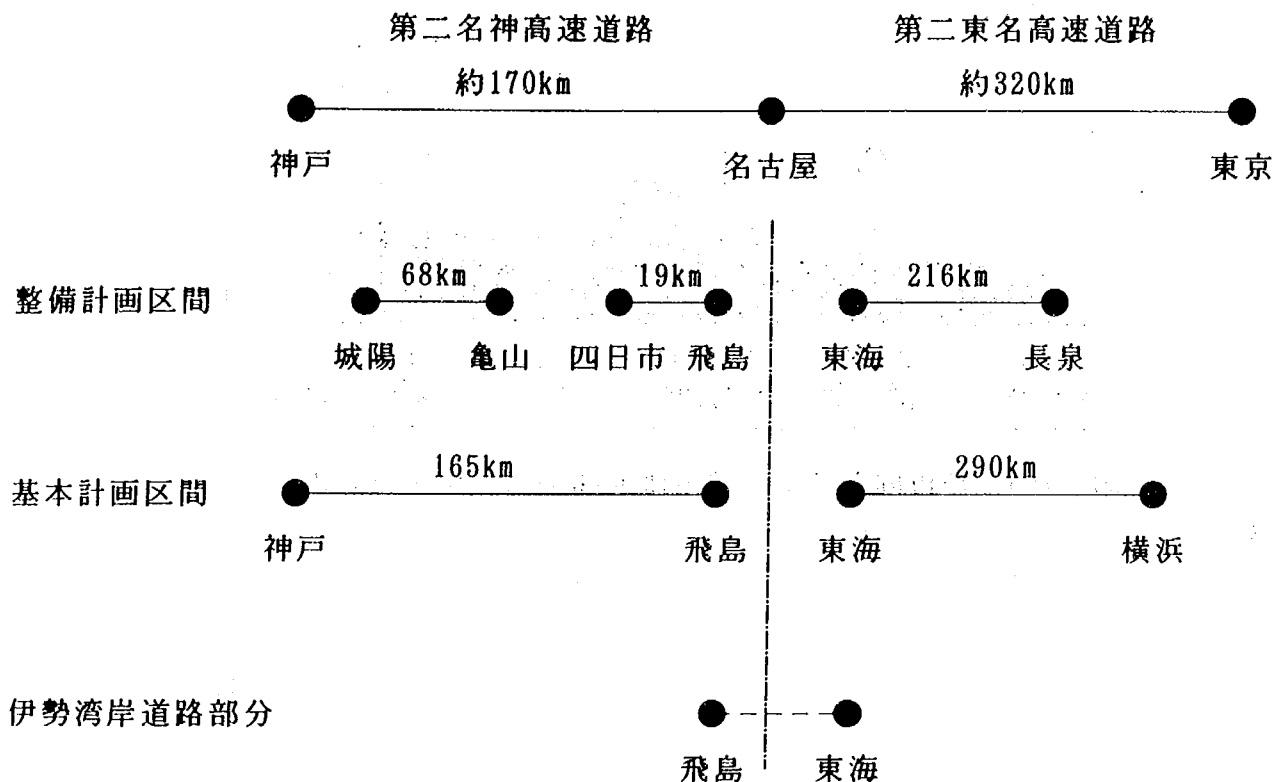


図2.7-6 第二東名・名神高速道路の計画

(3) 段階整備の方向性

これまでの検討をふまえると、都市間システムを単独で考えれば、内々交通量が多い名古屋都市圏の一部から着手するのがよいと考えられる。この場合、整備段階を3段階で考えると、おおよそ次のとおりである。

第1段階：四日市～新城

内々の新物流システムの利用交通量が多く、また、第二東名の整備計画区間に指定されているため、早期の整備が行われる。

第2段階：城陽～新城

第二名神高速道路の基本計画区間の亀山から四日市の開通を待って、城陽～沼津間で供用する。京都圏から名古屋圏は比較的新物流システムの利用量が多いため、整備効果が高い。

第3段階：神戸～東京

全線について新物流システムを整備し、供用を開始する。

以上のような方向性に従い、各段階における需要量の変化をネットワークの整備段階に合わせて推計した。

表2.7-1 段階整備の対応区間

	新物流システム対応区間	第二東名・名神対応区間
段階整備 step1	伊坂町～新城	四日市～新城
step2	城陽～沼津	城陽～沼津
step3(全線)	神戸～港北+都市内	神戸～東京

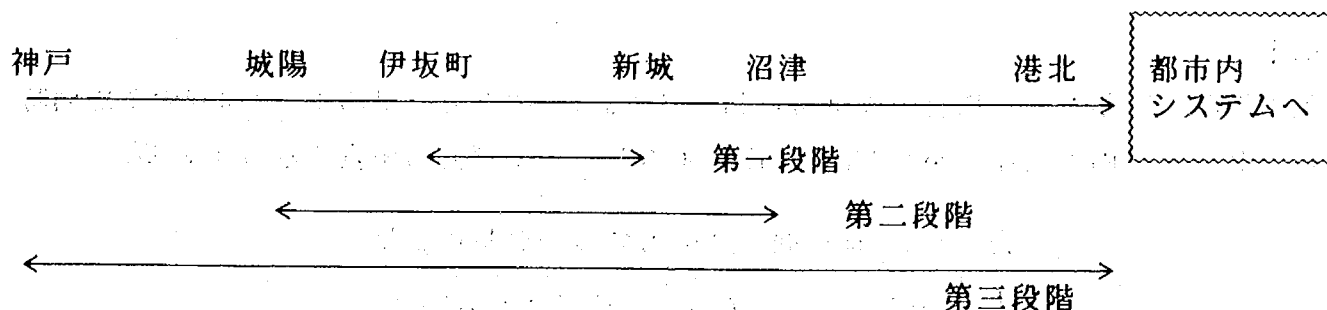


図2.7-7 新物流システムの段階整備イメージ

2. 7. 3 分析結果

(1) 経済分析

①建設及びスケジュール

第1段階建設期間：2000～2009年、2010年供用開始

第2段階建設期間：2010～2014年、2015年供用開始

第3段階建設期間：2015～2019年、2020年供用開始

②建設費

インフラ部：13,965億円

インフラ外部：17,213億円

設計・管理費：3,118億円

計：34,296億円

③整備効果

2.6.1で得られた2010年における効果額を用い、2010年以降の効果の増加は需要に比例すると仮定して、年1.62%の増加とした。

表2.7-2 各段階における整備効果 単位：億円／日

	第1段階	第2段階	第3段階
走行時間短縮効果	204	622	2,838
C O ₂ 削減効果	1	7	42
N O _x 削減効果	5	34	195

④運営費

年間営業日数を300日として計算している。

運営費：482億円／年（人件費、稼働費、維持費、管理費）

⑤結果

供用期間を30年とした場合の経済分析結果は表2.7-3のとおりである。2.6.2の全線同時供用のケース（内部収益率が6.3%）に比較すると若干ではあるが良くなっている。

表2.7-3 都市間システムの経済分析の結果

割引率	7%	6%	5%
B／C	0.91	1.07	1.25
内部収益率	6.4%		

(2) 財務分析

① 建設およびスケジュール

第1段階建設期間：2000～2009年、2010年供用開始

第2段階建設期間：2010～2014年、2015年供用開始

第3段階建設期間：2015～2019年、2020年供用開始

② 資金調達

市中銀行より短期借入れ及びインフラ補助による。

③ 需要量

2.6.1で得られた2010年における効果額を用い、2010年以降の効果の増加は需要に比例すると仮定して、年1.62%の増加とした。

表2.7-4 各段階における需要量

	第1段階		第2段階		第3段階	
	4t	11t	4t	11t	4t	11t
総走行台km（千台km／日）	60	91	374	1,033	2,305	6,782
総トリップ数（台／日）	2,851	4,219	6,208	13,864	16,041	35,784
運送収入（億円／年）	16		136		847	
運営費（億円／年）	104		194		482	

④ 通行料金

距離当たり単価（DMT車両価格がトラックの1.5倍のケース） 22円／km(4t)
33円／km(11t)

ターミナルチャージ 150円/trip

⑤ 結果

供用期間を30年とした場合の財務分析結果は下表のとおりである。財務分析上は、③で分かるように第1段階及び第2段階は単年度収支がマイナスであり、段階整備によるメリットが確認できなかった。

表2.7-5 都市間システムの財務分析の結果

		DMT車体価格1.5倍のケース		
インフラ補助		0%	100%	
インフラ外部補助		0%	0%	50%
収入 支出	7%	0.24	0.42	0.69
	6%	0.28	0.48	0.78
	5%	0.33	0.55	0.88
内部収益率(%)		—	0.8	3.9

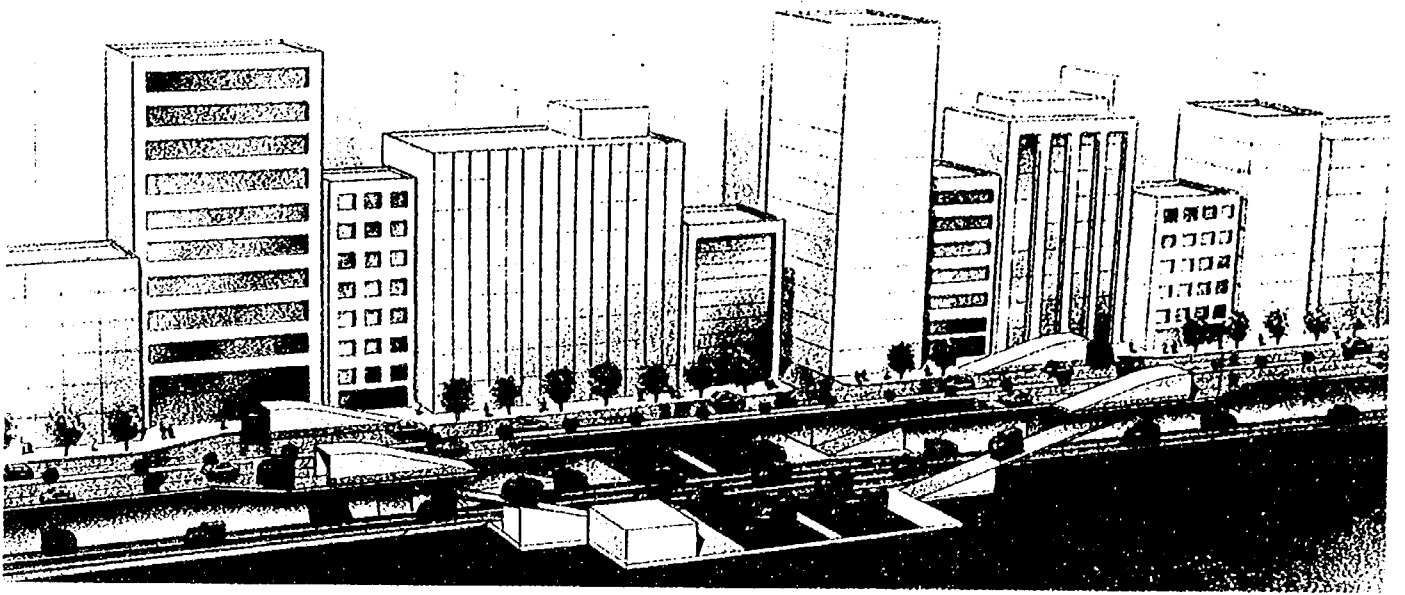


図 3.1-2 デュアルモードトラック方式のデポのイメージ

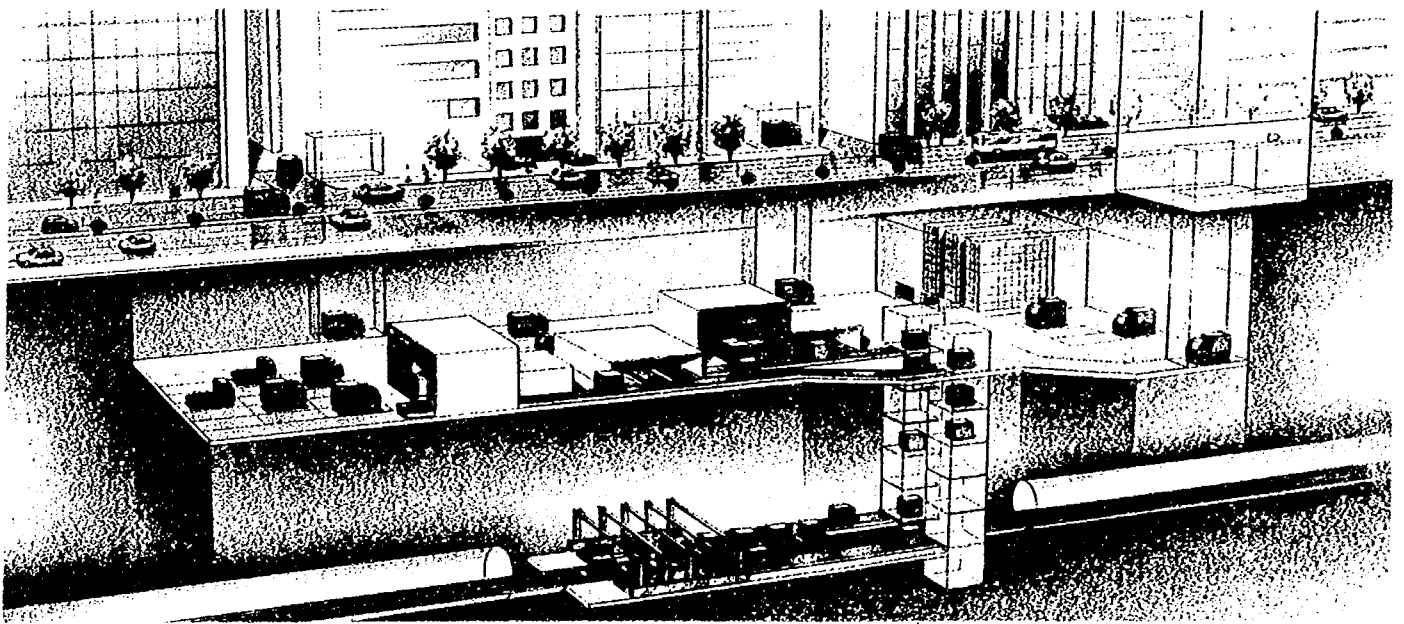


図 3.1-3 リニアモータ・コンテナ台車方式のデポのイメージ

3. 2 DMT方式とコンテナ台車方式の比較

現在検討を進めている新物流システムには都市内システムと都市間システムがある。都市内システムは大都市内の輸送を対象とするもので、例えば東京23区を中心とした地域では、路線の総延長が約200km、デポの数が約100箇所という地下鉄並のネットワークを想定している。また、都市間システムは大都市間の輸送を受け持つもので、東京と神戸を結ぶ路線では、首都圏環状路線等を含めた総延長が650～800kmに達するシステムを想定している。

都市内システムは、DMT方式の場合、積載重量2t程度の大きさのDMT、コンテナ台車方式の場合、2tコンテナ台車×20両を基本構成とした。それぞれの方式の特性について比較した結果を表3.2-1に示す。

表 3. 2 - 1 輸送方式による特性の比較（都市内システム）

		①DMT方式	②コンテナ台車方式
輸 送 貨 物		トラック単位 (コンテナが付加されても可)	コンテナ単位
貨 物 重 量		2ト	40ト (2ト×20個)
走 行 方 法		軌道：自動運転 一般道路：マニュアル運転	軌道：自動運転
表 定 速 度		45km/h程度	45km/h程度
車 頭 間 隔		3 秒	30秒
最 大 輸 送 力 (片方向)		4,800ト/時・2車線 (2,400台/時)	4,800ト/時 (2,400個/時)
動 力 源		電気 (集電+バッテリー)	電 気
備 考	システムに必要な機能	駐車施設	滞留コンテナスペース 積卸機器 集配車両
	開発レベル	実用化段階	実用化段階

項目	コンテナ台車方式（地上一次LIM）	デュアルモードトラック方式
④迅速性・速達性	コンテナの積み替えが必要であり、荷役設備の処理速度・能力に左右される。	専用軌道入線時に車両の機能検査が必要であり、この検査状況によっては速達性を損なうおそれがあるが、貨物の積み替えが不要なため速達性には問題ない。
⑤定時性	デポ間は良好。ただし集配デポにおいて端末集配トラックへのコンテナ積み卸しが必要であり、この処理能力との関係から、定時制を損なうおそれがある。	デポ間は良好。ただし、輸送容量の課題が解決されない場合には、デポでの入線待の滞留が生じて定時制を損なうおそれあり。
⑥省エネルギー性	回転型モータに比べて電気効率は劣るが、車体重量が軽いため、比較的省エネルギー性に優れる。縦断線形に応じてLIMの配置間隔を設定できる。 リフトモータの効率：70%程度（現行）	接触集電方式では、コンテナ台車方式に近い省エネ性を有する。
⑦保守性 車両	回転・支持部分、リアクションプレート、制御用車載器	タイヤ及び駆動系全般、制御用車載器
走行路	レールの精度管理、レール交換、LIMコイル。台車重量が軽く、しかも粘着力によらない駆動のためレール寿命は長くなる。 ギャップの管理は不可欠。	案内レールの精度管理、走行路面の補修が必要。
デポ	荷役機器の保守が不可欠であり、作業量・コストも大。	荷役機器を必要としない。 デポ内DMT移動用の自動輸送パレットの保守が必要だが、比較的容易。
⑧技術開発課題	現状技術の延長で実現可能 （自動荷役装置の開発） （非常ブレーキの方式検討） （多頻度運行の制御技術の開発）	高密度運行を実現する制御技術の開発 有人の場合の保守システムの開発
⑨経済性 建設コスト	デポ建設費が大きいが、DMT方式と比べて全体の建設費はほぼ同等。 （1kg当たり200億円程度）	コンテナ台車方式に比べてトンネル断面は大きくなるが、全体の建設費は同等。（軌道上を有人運行する場合はデポ規模が小さくなるが、防災建設が必要）
運行コスト	車体重量が小さく（1.5t）、かつ集約輸送（20～30両連結）方式のため輸送のみのコストはDMTより低廉。ただし荷役設備の運行コストがあるので、トータルコストはやや高くなるものと想定される。	車体重量が大きく（4t）個別輸送であるが、荷役系のコストがかからないためコンテナ台車方式より有利。
収益性	建設費が高いため、あまり期待できない。	現行の輸送体型を維持できるため転換し易く、コンテナ台車方式よりも収益性は高い。

項目	コンテナ台車方式（地上一次LIM）	デュアルモードトラック方式
⑩安全性	荷役装置の処理速度との関係から、ピーク時30秒ヘッド運行の確保には課題がある。 運行制御技術そのものには問題ない	車頭時間が2～3秒程度の高密度運行を行うには、現行技術では対応困難。特に、有人の場合は安全性の確保が必要。
⑪施工性	デポの建設は空間制約等から困難。	無人運行の場合、集配デポの建設は空間制約等から困難。 路線間の分合流部の建設に問題あり
⑫転換可能物流量	各種サイズのコンテナを使用するため、ある程度の小口需要にも対応可能であり、転換が期待できる。ただし、小口の集配方法が問題となる。	DMTのサイズを変えることである程度の小口～大口までの需要に柔軟に対応でき、かつ現行輸送体型を維持できるため、多くの転換が期待できる。ただし、小口の需要を集約する必要がある。
⑬整備効果 環境の改善	一般道路のトラックの減少、混雑の緩和によって、大幅な改善が期待できる。 支線が整備されれば更に改善される	同 左
人手不足の改善	情報システムを活用してデポへのアクセスを効率よく行えば、必要トラック運転手数を削減できる。	同 左
交通渋滞の改善	トラックの減少によって渋滞が緩和される。 支線システムの整備で端末集配が減少すれば、駐停車車両も減って更に改善される。	同 左
⑭社会の受け入れ イメージ 輸送業者	発側と着側で異なる「トラック＋運転手」によるアクセスが必要なためコンテナも含めて効率的な運用体制がとれるかが問題視される。支線によって軌道と営業所等が接続されれば受け入れられ易い。	有人運行の場合には、現行輸送体型をそのまま維持できるため受け入れられ易い。ただし、DMT購入費が高額となるため経営を圧迫する可能性がある。 DMT車両のリース制度も考慮する必要がある。
一般市民	一般道路からトラックが減少し、走り易くなるとともに環境が改善されるため、利用料金・諸物価等の高騰さえなければ問題はない。（サービスの低下がないのが条件）	同 左
財政当局	渋滞・環境問題等に対しての導入効果（どれだけ利用されるか）と経済性で判断。	同 左

都市間システムは、DMT方式の場合の車両は現行の20tトラック（積載可能重量10t）と同程度のDMT、コンテナ台車方式の場合は10tコンテナを用い、10tコンテナ台車×4両を基本構成とした。各方式の都市間システムの機器特性の比較を表3.2-2に示す。

表 3.2 - 2 輸送方式による特性の比較（都市間システム）

		①DMT方式	②コンテナ台車方式
輸 送 貨 物		トラック単位 (コンテナが付加されても可)	コンテナ単位
都市内システムとの接続性		都市内用DMTも走行可能	都市内用コンテナも積載可能
貨 物 重 量		10トン	40トン (10トン×4 個)
軌 道 内 の 走 行 方 法		自 動 走 行	自 動 走 行
最大輸送量 (片方向)		1,400台/時	1,400個/時
車 両 基 本 編 成		1 台	4 個/編成
最 少 運 転 間 隔		2.6秒	10秒
動 力 源		電気 (集電+バッテリー)	電 気
表 定 速 度		100km/h程度	100km/h程度
最 高 速 度		130km/h	150km/h
加 速 度		4.0km/h/s	4.0km/h/s
減 速 度		4.0km/h/s	4.0km/h/s
備 考	システムに必要な機能	駐車施設	滞留コンテナスペース 積卸機器 集配車両
	開 発 レ ベ ル	実用化段階	実用化段階

3. 3 トータルシステムの検討

3. 3. 1 DMT方式の概念

DMTシステムは、一般道路と専用走行路を走行することが可能な車両を用いて物資輸送を行う新物流システムである。一般道路では、従来のトラック輸送が持つきめ細かい集配サービスの特徴がそのまま活かされ、専用走行路では、コンピュータによる完全自動制御により車両が走行する。このため、貨物輸送の効率化と省力化を図ることができ、しかも積み替えをしないで戸口から戸口への一貫した輸送が可能となる。

DMTシステムは、専用走行路、デポまたはターミナル、DMT車両、中央管理センター等で構成される。

(1) 専用走行路

専用走行路は、車路・案内誘導壁・通信用施設・給電設備等で構成され、DMT車両を電動機で無人自動走行させるための機能を有する。通常、専用走行路は道路地下空間あるいは高速道路へ併設される。専用走行路内の走行速度は、都市間システムで約100km/h、都市内システムで約60km/h（表定速度45km/h程度）を想定している。また、平均車頭間隔は3秒程度を目標としている。

(2) デポ

デポ（ターミナル）は、一般道路と専用道路との結節点であり、一般道路を走行してきた車両の運転モードをここで自動運転に切り替え、また反対に一般道路に出るために手動運転に切り替える機能を有する。自動運転のためのDMT車両の検査及び運転者の乗降を行う場所でもある。さらに、輸送の効率化のために貨物の集約あるいは分散を行ったり、仕分け機能を兼ね備えることも考えられる。

(3) DMT車両

DMT車両は、通常のトラックと同様の寸法諸元を有しているが、専用走行路での自動運転のための案内装置、制御機器及び集電装置等を搭載した電気自動車である。一般道路はバッテリー電源で有人走行し、専用走行路では集電しながら自動運転される。なお、積載可能重量は都市内システムの車両で4t積み程度まで、都市間システムでは10t積み程度が想定されている。

(4) 中央管理センター

中央管理センターは、コンピュータを中心に車両の通信制御や運行管理等を総合的に行うもので、システムの頭脳ともいえる施設である。通信制御装置、中央操作卓、コンピュータ、入出力機器等で構成され、システムの安全性・確実性・迅速性・経済性を左右する重要な部分である。

3. 3. 2 DMTシステムの技術課題の整理

1976年～1980年にかけて建設省が中心となって開発したDMTシステムの技術を、現在検討中の新物流システムに適応させる際の問題点として以下の項目が挙げられる。

①輸送容量の不足

既存技術での運行間隔は10秒であり、これを3秒程度にまで縮めた高密度運行制御技術の実現が求められる。

②最高速度の限界

既存の技術では、専用走行路内の走行速度は40km/hが限度であり、これを60km/h（都市内）あるいは100km/h（都市間）にまで高めることが要求される。

③総重量に比べて可能積載量が小さい

電動機、バッテリー、案内装置及び制御機器等の機装品の重量が大きいため、20t車の可能積載量が8t弱であり、小型軽量・高性能な電動機、バッテリーを開発して、車両の自重を小さくすることが求められる。

④高速走行時の集電技術

剛体トロリ（側方）方式の採用が有力であるが、100km/hといった高い速度での運用に際してトロリー及び集電子すり板の耐久性の確認が必要とされる。

保守性の向上のためには非接触集電等、他の方式の検討も必要である。

⑤高速走行時の分岐・合流技術

車上方式による分岐・合流制御を想定しているが、高密度で高速運行される本線車両群に合流させるための制御技術の確立が要求される。

これらの課題に関する最近の技術動向と適応性を整理すると以下のとおりである。

（1）高密度運行

輸送容量を大きくするためには車両の高密度運行が必要であり、閉塞制御とリモートセンシング技術を組み合わせたシステムが有効と考えられる。閉塞制御方法には固定閉塞と移動閉塞の2通りがある。固定閉塞は一般に制御情報量が少なく車両の位置検知や制御が粗くなり、ショートヘッドウェイでの運行制御は困難である。一方、移動閉塞には車両の相対位置により閉塞区間を設けて制御する方式（相対位置移動閉塞）とこれをさらに高度化して相対速度情報も取り込んで制御する方式（相対速度移動閉塞）がある。この2つの移動閉塞の方式について、車両速度別の減速度と制御可能時隔の関係を調べると、ヘッドウェイが3秒の運行を実現するためには相対速度移動閉塞方式による制御が不可欠と判断される。

さらに、ショートヘッドウェイでの運行の安全性をより高めるためにリモートセンシング技術を併用して、車両及び障害物等との追突防止を図ることが考えられる。リモートセンシング技術としては、マイクロ波・ミリ波等の電波を利用するもの、レーザ等の光波を利用するもの、あるいは画像処理技術による方式等が開発されてきており、レーザレーダ方式のものは実車への適用が進んでいる。

（2）最高速度

現在、試作あるいは試験運用されている電気トラックはエンジン自動車の改造車両であ

り、モータも含めた電気自動車としての全体システム設計が十分ではない。一般産業機械に用いられているモータは、エンジンに比べて出力／重量の比率が低い。高速走行のための高出力モータは自重が大きくなり、しかもモータの車載制御系機器の重量も小さくなく、車両の自重が大きくなることが想定される。現在の技術でも100km/h程度の走行は可能ではあるが、DMTシステムの実用化にあたっては小型・軽量の高出力モータの設計開発が必要と判断される。

(3) 車両の軽量化

車両の軽量化は走行エネルギー効率の面から不可欠の問題であり、エンジン車両においては量産化レベルでサイズの小型化、構造の合理化、軽量材料への転換等によって軽量化が図られてきている。電気自動車の軽量化の考え方も基本的には同じであるが、電気トラックが試作レベルの域を脱しておらず、全体の設計、軽量化手法は確立されていない状況にある。電気自動車の軽量化における問題は、前述のモータ系の他、バッテリー重量が最も大きな問題である。電気自動車のバッテリーは現状では主に鉛蓄電池が使用されているが、その場合バッテリー重量が車両重量の20～30%を占めている。鉛蓄電池のエネルギー密度は、市販レベルで40wh/kg程度、将来予測で50wh/kg程度と低く、軽量化を阻害する大きな要因となっており、よりエネルギー密度の高いバッテリーの適用を検討する必要がある。しかしながら、ニッケル・カドミウムやニッケル・水素等、他のバッテリーについても使用条件、コストなどの点で実用レベルには達しておらず、開発待ちの状況にある。なお、鉛蓄電池の一充電当りの走行可能距離は、販売実績の最も多い電気自動車の40km/h定地走行の場合で140kmである。

(4) 集電方式

集電方式としては、架線方式と剛体方式（架空、側方）の接触集電方式が実績、効率の面で優れており、中でも比較的構成機器がコンパクトで建設コストが低い剛体方式の採用可能性が高い。一方、接触摩耗がなく保守性に優れる非接触集電方式も将来的には有望と考えられるが、開発段階の技術であり、現在のところ集電効率が70%程度と低いため、実用化に向けたさらなる開発が待たれる。

(5) 合流制御

高密度に運行されている本線車両群へ入線ランプからの車両を合流させるための制御方法として、CVS (Computer-controlled Vehicle System)あるいはDMB (Dual-Mode Bus) システムの開発実験で採用されたムービングターゲット (MT) 法の適用可能性が高いと考えられる。MT法とは、ガイドウェイ上を仮想的に動く点を車両の運行を管理するコンピュータ内部に想定し、これに追従するように実際の車両の速度を制御するものである。この方式の採用によってCVSでは1秒ヘッドの高密度運行を実現した。MT法を用いた合流制御により合流車の待ち時間の短縮が可能となり、さらに論理構成も比較的単純であることからコンピュータの負荷も軽減される。

3. 3. 3 コンテナ台車方式の概念

コンテナ台車方式は、貨物をコンテナに収納しリニアモータ駆動台車によって輸送するシステムである。リニアモータの採用により、トンネル断面を小さくすることができ、軌道の線形（勾配及び曲線）もきびしくしてよい。また、地上一次方式にすることにより台車の軽量化及び保守の簡素化が図れる。専用走行路での台車の運行及びコンテナの路線間乗り換えは自動化される。末端のサービスについては電気トラック等による集配送が必要になるが、大規模な物流センターやビル等は支線で直結することが可能であり、荷役作業についても自動化される。専用走行路のトンネル断面直径を複線で約6.3mと小さく設定することが可能であるが、末端集配送のための荷役施設とその設置スペースが必要となる。

コンテナ台車方式物流システムは、専用走行路、集配端末デポ、乗り換えデポ、リニア駆動台車、コンテナ、中央管理センター等で構成される。

(1) 専用走行路

専用走行路は、地上一次リニアモータを敷設し、軌道（レール）・通信用施設・電気設備等で構成され、コンテナ台車を連結した列車を無人自動走行させるための機能を有する。DMTシステム同様、専用走行路は道路地下空間や高速道路へ併設される。専用走行路内の走行速度は、都市間システムで約100km/h、都市内システムで約60km/h（表定速度45km/h程度）を想定している。また、列車の車頭間隔は30秒程度を目標としている。

(2) 集配端末デポ

集配端末デポは、物流業者等のトラックが直接アクセスする場所で、コンテナの発生集中の拠点となる。集配端末デポに必要な機能として、コンテナの積み卸し、仕分け、トラックの運行管理及びトラックバースがある。以下に集配端末デポに必要と考えられる主な装置について示す。

①トラック移載装置

トラックバースの所定位置に停止したトラックにコンテナを積み卸しする装置。

②コンテナ搬送装置（コンベア）

トラックバース階のコンベアで、トラックから降ろされたコンテナをエレベータへ、またトラックに積み込むコンテナをトラック移載装置へ搬送する。

③垂直搬送装置（エレベータ）

トラックバース～専用軌道間のコンテナ搬送を行うエレベータ。

④自動積み卸し機

台車へのコンテナの積み卸しを行う装置

⑤自動倉庫

コンテナを一時保管する高速型自動倉庫。

(3) 乗り換えデポ

乗り換えデポは、コンテナが目的の集配端末デポに効率よく到着できるように、他のル

ートへの乗せ換えを行う。乗せ換えデポでは各ルート間のコンテナの乗せ換えの他、集配端末デポの機能を有する場合も考えられる。

(4) リニア駆動台車

リニア駆動台車には、リアクションプレートだけが取り付けられるため、軽量化及び保守の簡素化が図られる。1列車で20両の台車を連結させ運行することを想定している。

(5) コンテナ

コンテナサイズは、フルサイズの他に1/2、1/4サイズのコンテナを設定する。コンテナに必要な機能としてトラック及び台車上で安定していること、積み卸しが容易にできること、折りたたむことができること等が考えられ、システム専用のコンテナとなる。

3. 3. 4 コンテナ台車方式物流システムの技術課題の整理

コンテナ台車方式物流システムの実用化にあたって、以下に示す技術的課題を解決する必要がある。

①地上一次リニアモータ方式の評価

リニアモータの性能及び特性に関するデータの蓄積を行い、システムに必要な仕様を明らかにするとともに、リニアモータによる列車の速度制御及び定点停止技術について検討する必要がある。

②コンテナ移載方法の検討

システムは最小30秒の車頭間隔で運行されるため、短時間でのコンテナの積み卸し方法の技術開発が必要となる。

③台車への給電技術の開発

台車には電源等がないため、非常用ブレーキを作動させたり、冷蔵・冷凍用コンテナを輸送するための給電技術の開発が必要である。給電方法としてはDMTシステムと同様に接触集電あるいは非接触集電方法が考えられる。

④運行管理システムの構築

トラックの運用管理から始まり、システム内の列車の運行及びコンテナの荷受け・荷渡しまで安全かつ確実に運搬できるようにコンテナの流れを監視、制御、管理できる運行管理システムの構築が必要となる。運行管理システムは列車運行管理システム、コンテナ搬送管理システム、コンテナ情報システムで構成される。

運行管理システムは列車の走行位置、速度、車頭間隔等の制御を行い、ダイヤどおりの列車運行を管理する。コンテナ搬送管理システムは、集配端末デポの物流量の予測や適切なトラック配備計画等の配送計画、システム内を動くコンテナの効率的輸送を行うためのリアルタイム処理やデポ内の各搬送装置制御、さらにコンテナの流動状況の把握やトラックの運転手に対する配送先指示を行う。コンテナ情報システムは、コンテナ毎のIDの設定及び読み取り、ID読み取りのトラッキング、誤り制御を行う。

3. 4 要素技術の評価実験

3. 4. 1 DMT方式の実験装置概要

新物流システムに適用可能なDMT方式について、実用化に向けての要素技術の実験に供するための実験装置を土木研究所構内のデュアルモード実験場に整備した。このDMT実験装置の整備はシステム開発の全体計画に基づきフェイズ1、2に分けて行う予定であり、平成5年度はフェイズ1、平成6年度にフェイズ2の一部の実験装置整備を行った。

(写真3.4-1～3.4-3)

(1) システム概要

フェイズ1で整備したDMT実験装置は、専用走行路内を実験車両1台で無人自動運転するシステムである。無人自動運転制御は、地上側から遠隔操作により車両のモード切替・発進・停止・進路変更（分岐）を行うものである。車両は、電気自動車（蓄電池方式）で専用走行路及び一般道路のいずれも走行可能なDMTとした。なお、実用段階では集電装置を装備した車両を想定している。実験装置の全体構成を図3.4-1、機器員数を表3.4-1に示す。フェイズ2では、フェイズ1のシステムに機能及び装置を追加し、専用走行路内で複数（2台）の実験車両を無人・自動運転させるシステムとする。DMT車両に車間距離センサーを搭載して、分合流部を除く一般区間では、DMT車両に搭載した車間距離センサーの情報で自動追従走行する。一方、分合流区間では、路側に敷設した誘導線を介した通信によってムービングターゲット法（MT法）での分合流制御を行う。

(2) 実験装置仕様

1) DMT車両

試作した車両は制御機器類を搭載し、バッテリー電源によってモータで走行するDMTで、主電動機、電源装置、制御装置類は原則として床下に配置した（一部機器については荷台に配置）。車両及び機器配置図を図3.4-2に、車両諸元及び仕様を表3.4-2に示す。操向は一般道路走行時の運転者のハンドル操作による操向と専用走行路での案内装置による誘導操向が可能な機構とし、運転室内で一般道路モードと専用走行路を走行する軌道モードの切替が可能な仕様となっている。専用走行路内の案内方法は前軸案内輪によって案内軌条を検知し、機械的リンク機構によって結合された走行輪を操向する。また、車上分岐機能として安定化装置による案内輪片側押し付け機能を有している。なお、案内輪は一般道路走行時には車両限界内へ収納できる仕様とした。

2) 自動制御装置

信号通信装置は実績・信頼性があり、運用が簡便なトランスポンダ方式を採用した。通信はトランスポンダによる地点情報伝送とし、信号内容は地上側から走行車両への走行制御指令、案内装置制御指令で、この通信により地上側では車両位置を検知する。

自動運転装置は、車両群制御を前提にした装置構成となっている。地上側の運行操作盤から車両への制御指令は、トランスポンダ制御器を介して専用走行路上の地上子から送信



写真 3.4-1 DMTシステム実験装置

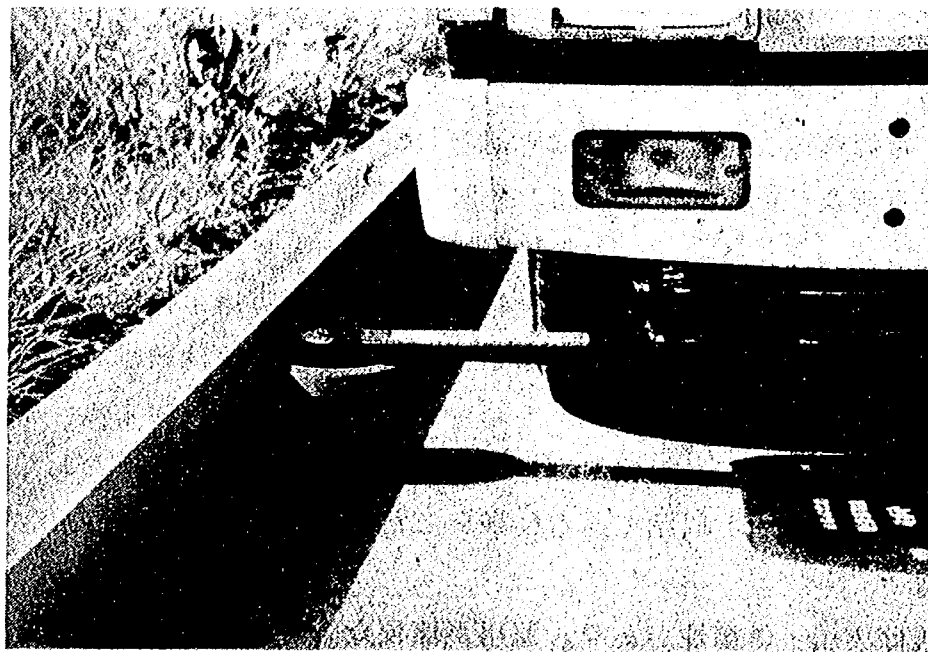


写真 3.4-2 DMTシステム実験装置
DMTの案内装置



写真 3.4-3 DMTシステム実験装置

信号通信：車両が地上子の下を通過する時に通信を行い、
地上側から車両へ制御信号が送られる

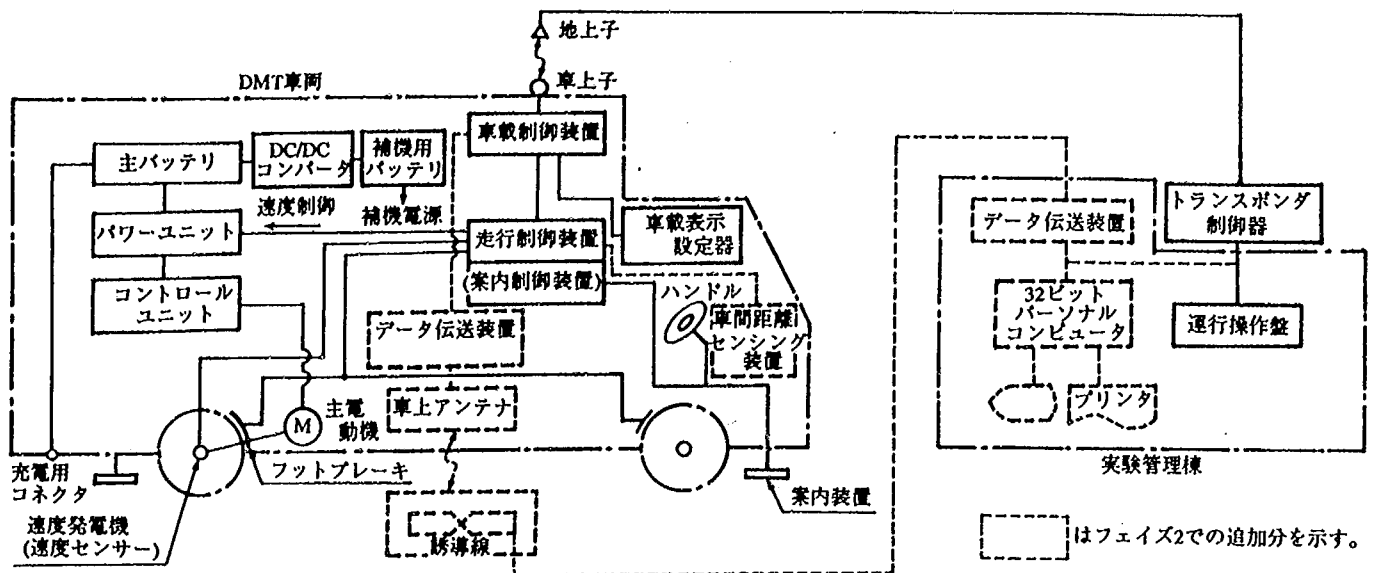


図 3.4-1 実験装置の全体構成 (フェイズ1)

表 3.4-1 実験装置の機器員数 (フェイズ1)

機 器 名	員数	備 考
DMT車両	1	
自動制御装置		
①信号通信装置		
・トランスポンダ制御器	1	
・地上子	6	
・車上子	1	
・車載案内制御装置	1	走行制御装置に内蔵
・車載表示設定器	1	
・運行操作盤	1	
②自動運転装置		
・車載制御器	1	
・走行制御装置	1	
専用走行路	1	H型案内軌条

※平成7年1月現在

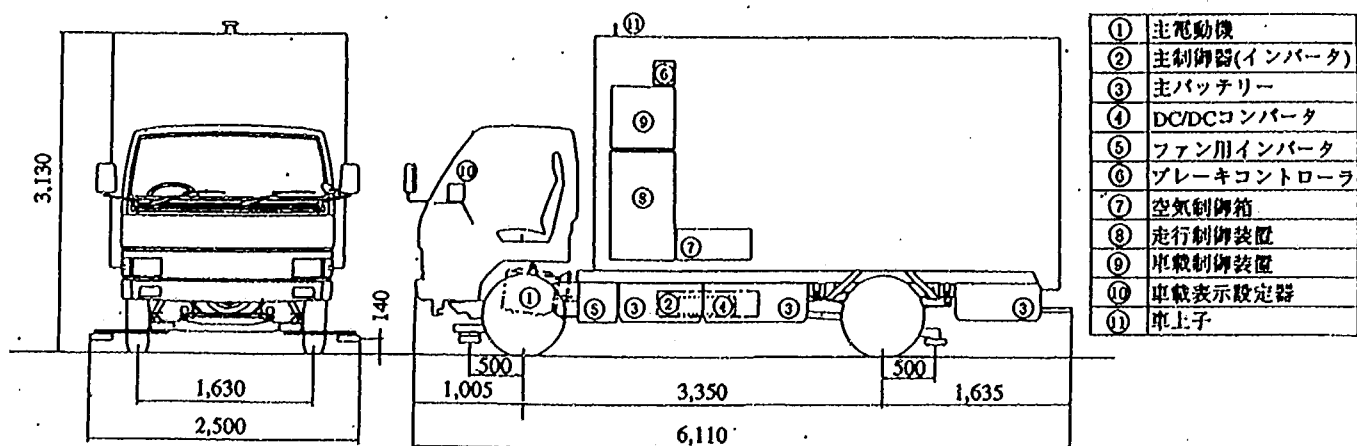


図 3.4-2 車両及び機器配置図 (フェイズ1)

表 3.4-2 車両諸元及び仕様 (フェイズ1)

車両諸元	車種 車両性能	パネルバン型電気自動車	
		最高速度 40km/h (専用走行路内)	
	車両寸法	最大加速度 3.5km/h/s (")	
		減速度 3.5km/h/s (常用)	
	重量	14.0km/h/s (非常用)	
		最小回転半径 6.1m	
	充電方式	最大登坂能力 6.0%	
		一充電走行距離 125km (40km/h定速走行時)	
	走行装置	全長 6,110mm	
		全幅 2,190mm	
	仕 様	全高 3,130mm (バン高)	
		軸距 3,350mm	
	案内装置	地上最低高 130mm (案内装置を除く)	
		案内輪間隔 2,500mm	
	案内方式	案内輪高 140mm	
		側方案内方式	
	主電動機	種類 3相交流かご型誘導電動機	
		定格出力 37kW (1h定格)	
	主バッテリー	トルク 235N・m	
		冷却方式 全閉強冷型 (ファン別置)	
	種類	外形寸法 φ450mm×650mm	
		開放型鉛蓄電池	
	電圧	DC12V	
		容量 150Ah/5HR	
	接続方式	26個直列接続	
		外形寸法 W500mm×L180mm×H260mm	
	構成	輪軸、案内操向装置、懸架装置	
		動力伝達装置、制御装置	
	走行輪	ウレタン充填ゴムタイヤ (前輪)	
		空気入りゴムタイヤ (後輪)	
	走行輪径	約780mm	

し、車両は地上子通過時に車上子にて指令を受信し、車載制御装置を介して走行制御装置を制御する。走行制御装置は、車両の自動運転制御を行う中枢で速度制御指令をパワーコントロールユニットへ、制動指令を制動装置へ、押し付け指令を案内制御装置へ出力する。主要機器の仕様を表3.4-3に示す。これらの自動制御装置は以下の機能を有している。

①運転保安機能

地上からの信号により車両の案内装置制御と車両走行制御を行う。

②車両走行制御

各地上子からの情報を受信し車両を自動運転させる。なお、自動運転と手動運転のモードの切替は車両運転室内で操作できるものとした。

③案内装置制御

専用走行路内の車両の案内装置に対して、中立制御、左押し付け・右押し付け制御を行う。

④速度照査機能

自動運転時、速度センサーの情報から車両の走行速度を判定し、判定速度と地上子からの指定速度を比較し上限速度を超えた場合に速度超過を検出し、車載表示設定器に警告を表示し、走行制御装置に停止を出力し、車両を停止させる。

⑤距離照査機能

自動運転時、速度センサーの情報から車両の走行距離を判定し、判定距離と地上子からの指定距離を走行しても次の地上子と交信を行えない場合に距離照査異常を検出し、車載表示設定器に警告を表示し、走行制御装置に停止を出力し、車両を停止させる。

⑥運行操作機能

地上側から車両の出発制御（走行開始）、入庫制御（走行終了）の遠隔操作を行う。

3) 専用走行路

専用走行路は既存のデュアルモード実験線を利用し、出入線部についてはH型案内軌条を新たに設置した。専用走行路における地上機器の配置及び自動運転時の案内装置制御を図3.4-3に、専用走行路直線部の横断面を図3.4-4に示す。

表 3.4-3 主要機器の仕様（フェイズ1）

装 置 名	項 目	仕 様
信号通信装置	方 式 電 源 処 理 対車通信	トランスミタ方式 AC100V(±10%) フェルト-マイコン方式 通信方式：電磁誘導方式(70mm間1.5m以内) 動作方式：半二重ホッピング方式 搬送周波数：96kHz
自動運転装置	電 源 処 理 接続機器	DC24V(±15%) フェルト-マイコン方式 速度センサー

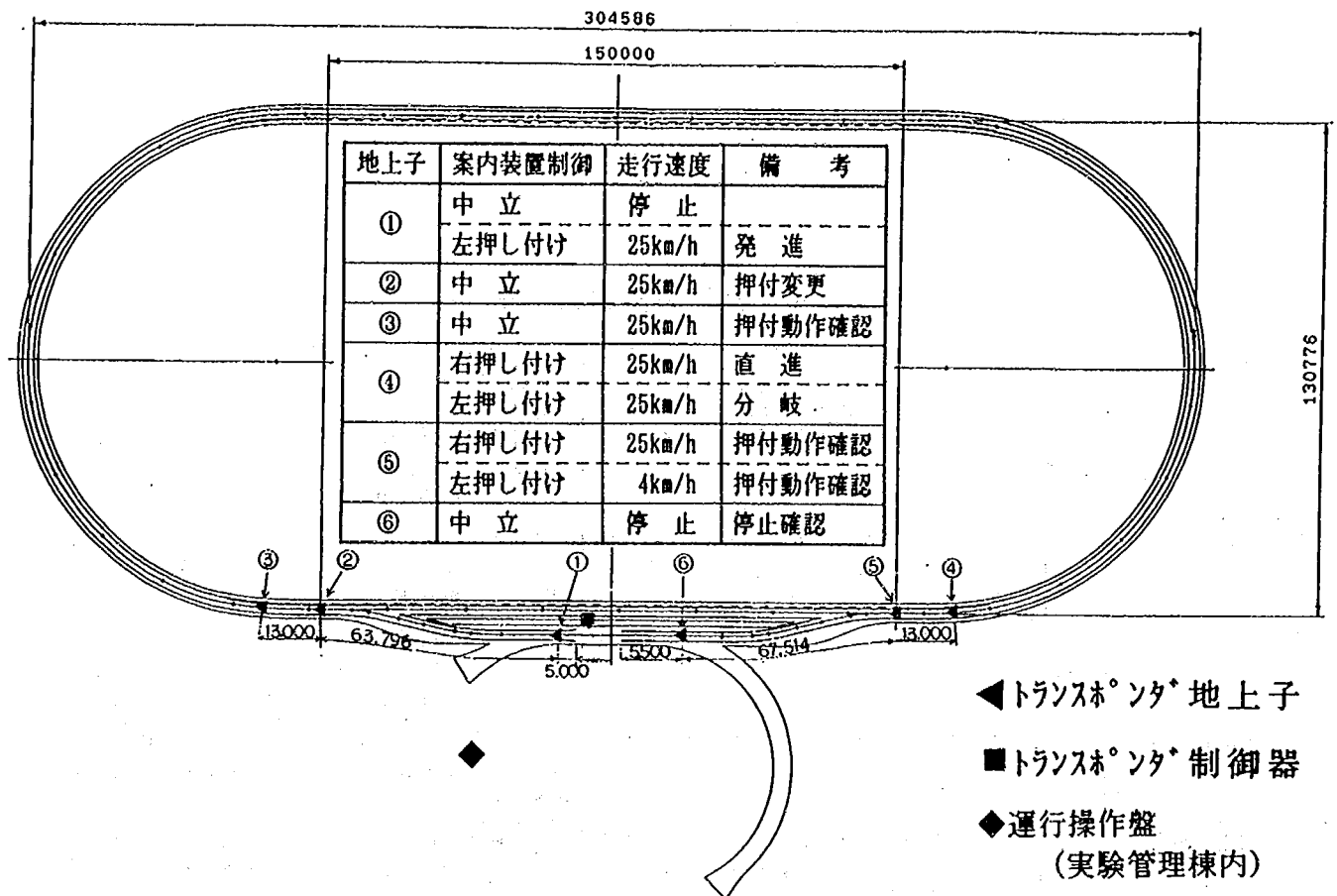


図 3.4-3 専用走行路の地上機器の配置と案内装置制御 (フェイズ 1)

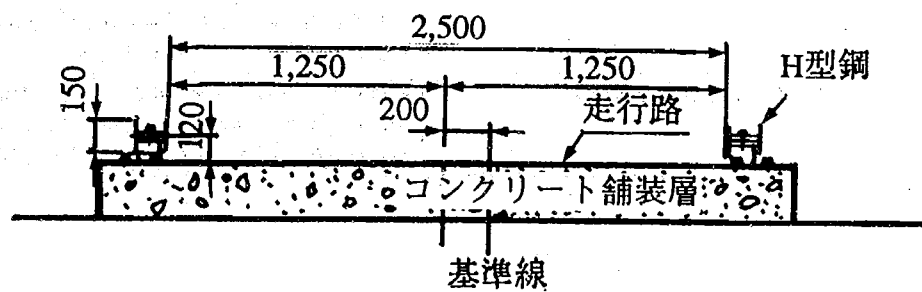


図 3.4-4 専用走行路横断面

3. 4. 2 DMT方式実験装置の機能確認試験

フェイズ1で整備したDMT実験装置について、表3.4-4に示す機能確認試験を実施した。

表 3. 4 - 4 機能確認試験一覧

試 験 項 目	試 験 目 的	試 験 方 法
1. ブレーキ試験	車両のブレーキ性能・特性を計測し、所要の制動性能を有していることを確認するとともにブレーキ制御特性を把握する。	道路上(土研試走路内)を自動運転(操向は手動保持)し、減速度及び回生/油圧ブレーキの負担率の相違によるブレーキ制御特性(応答性・制御制度)を計測。また、ジャーク調整の実施。
2. 加速試験	車両の加速性能・特性を計測し、所要の加速性能を有していることを確認するとともに加速制御特性を把握する。	道路上(土研試走路内)を自動運転(操向は手動保持)し、加速度の違いによる加速制御特性(応答性・制御制度)を計測。
3. 高速走行試験	車両の高速走行性能(最高速度・安定性)を把握する。	道路上(土研試走路内)を手動運転で走行し、速度を段階的に上げて車両の挙動(操舵角・ヨー角速度・振動加速度・部材応力)の変化と安定性を計測。
4. 電力消費試験	車両の消費電力を測定し、エネルギー経済性を把握する。	バッテリーの電力消費量(電流・電圧)の変化を測定。また、手動運転で一定速度で走行し、一充電走行距離を測定。
5. 専用走行路内 運行試験	車両を専用走行路内に入線させ、車両の基本動作が正常であることを確認し、正規の運行パターンで走行させ、システムの制御特性及び車両の挙動を測定する。	専用軌道内にて車両と構造物との干渉がないこと、手動走行での基本動作及び正規の運行パターン(無人・自動運転)で走行させ、システムの制御特性及び車両の挙動(操舵角、振動、部材応力)を測定し、各制御パラメータの調整を行いシステムの最適化を図る。また、定点停止精度を把握するため定点停止距離を測定。
6. 保安機能試験	システムにおける各機器の保安機能が正常に作動することを確認する。	車載制御装置及び走行制御装置の保安機能の作動状況を記録。車載制御装置の保安機能試験は自動運転で距離照査及び速度照査試験、車載制御装置故障試験、制御不一致試験を実施。走行制御装置の保安機能試験として自動運転で走行制御装置故障試験及び案内制御異常試験、ブレーキ装置異常試験を実施。
7. 通信性能試験	トランスポンダの通信性能を確認する。	DMT車両のトランスポンダ車上子を使用し、地上子に対する通信可能領域を測定。また、運行操作盤から走行制御装置までの伝送遅れ時間を測定。

(1) ブレーキ試験

自動ブレーキ性能試験結果を表3.4-5に示す。仕様の減速度 (3.5km/h/s) に対する実測値の許容範囲については、システム設計時には±10%と設定したが、今後運行管理を含めた全体システムの構築において再度検討する必要がある。

減速時のブレーキ制御の特性は、停止する場合は減速開始から停止までほぼ一定の減速度に制御されるのに対し、一定速度まで減速する場合はアンダーシュートまたは減速度の低下が見られる。この原因は、回生制動による過減速及び制御系の分解能によるものと考えられる。ブレーキの応答性については、ブレーキの無駄時間40ms、時間定数400ms (ジャーク調整後) となり、従来の新交通車両 (空走時間約 1 s) と比べ応答性は優れている。

表 3.4 - 5 自動ブレーキ性能試験結果

試 験 条 件					試験結果
初速度	終速度	減速度	回生負荷	積載条件	(平均減速度)
4 0 km/h	0 km/h	3. 5 km/h/s	100%	空 車	3. 33km/h/s
			50%		3. 24
			0%		3. 22
4 0 km/h	2 5 km/h		100%		3. 61
			50%		3. 55
			0%		3. 15
2 5 km/h	0 km/h		100%		3. 33
			50%		3. 39
			0%		3. 13
4 0 km/h	0 km/h		100%	積 車	3. 32km/h/s
4 0 km/h	2 5 km/h				3. 56
2 5 km/h	0 km/h				3. 31

※ 空車重量：5,380kg (車両5,050+乗員180+計器150)
 積車重量：6,370kg (空車重量5,380+デッドウェイト990)

(2) 加速試験

自動加速試験結果を表3.4-6に示す。発進時の加速度は、システムの仕様 (3.5km/h/s) をほぼ満たすが、25km/h (定速走行) からの再加速については、電動機トルクの減少に伴い上記の加速度に達していない。また、0→40km/hへの加速においても、30km/h前後から電動機トルクの減少による加速度の低下がある。

表 3.4 - 6 自動加速試験結果

試 験 条 件				試験結果
初速度	終速度	加速度	積載条件	(平均加速度)
0 km/h	40 km/h	3.5 km/h/s	空 車	3.80km/h/s
0 km/h	25 km/h			3.85
25 km/h	40 km/h			2.89
0 km/h	40 km/h		積 車	3.43km/h/s
0 km/h	25 km/h			3.70
25 km/h	40 km/h			2.42

※ 空車重量：5,380kg (車両5,050+乗員180+計器150)

積車重量：6,370kg (空車重量5,380+デッドウェイト990)

(3) 高速走行試験

試験結果より試作車の最高速度80km/h（空車及び積車）を確認した。これは都市内で用いる貨物車両としての水準に達していると判断できる。また、走行中の車両に異常な振動及び応力、異常な挙動、異音等の発生がないことも確認した。

(4) 電力消費試験

バッテリー電圧の低下傾向を図3.4-5に示す。これより走行開始直後はバッテリー電圧の低下速度が早くその後はなめらかに低下する傾向があることがわかる。また、一充電走行試験を実施した結果、走行距離113km（平均速度37km/h・5速定地走行）を記録した。これは都市内の貨物の末端集配送に必要な走行距離を満たしていると考えられるが、今後実用性を考慮し、10・15モード等による走行距離等を計測することにより、車両の基本性能についてさらに検討する必要がある。

(5) 専用走行路内運行試験

専用走行路内において車両と軌道構造物の干渉はなく、車両の基本動作が正常であること、車両の挙動（操舵角、振動、部材応力）に異常がないことを確認し、システム制御特性と車両の挙動の測定結果をもとにシステムの各制御パラメータの調整を行った。調整は速度センサのノイズ対策・車載制御装置の距離照査設定値の見直し・抑速ブレーキ制御方法の改良を実施した。

また、定位置停止精度については、減速制御のばらつきが無い場合の停止距離はトランスポンダ地上子より0.108～0.438mとなる。試験結果は0.077～0.465mの範囲で停止しており、減速制御のばらつきによる定位置停止精度への影響は小さいと考えられる。

(6) 保安機能試験

表3.4-7～8に保安機能試験結果を示す。距離照査機能及び速度照査機能について正常に機能することを確認した。しかしシステムの実用化に際しては、走行路の線形条件及び信号方式の再検討を含め保安機能の必要条件を詳細に見直す必要がある。

また、車載制御装置が制御不一致を検出した場合、自動運転時に走行制御装置の制御電源が切れた場合、案内制御装置の異常を検出した場合に非常ブレーキが作動することを確認した。さらにブレーキ故障時の機能として、常用ブレーキ故障時に非常ブレーキが作動すること及び非常ブレーキ作動不可能状態時には駐車ブレーキが作動することを確認した。

(7) 通信性能試験

表3.4-9に通信可能領域測定結果を示す。トランスポンダの通信周期が0.225msであることから25km/hで通過中の伝送可能回数は、最も領域の狭い地点においても3回あり、伝送上の問題はないが、40km/hで通過する場合には通信周期を短くする必要がある。

伝送遅れ時間を測定した結果は1.05sであり、フェイズ1における走行上の問題はない。フェイズ2における分岐・合流制御においてもトランスポンダに即応性は求めないため問題はないと考えられる。

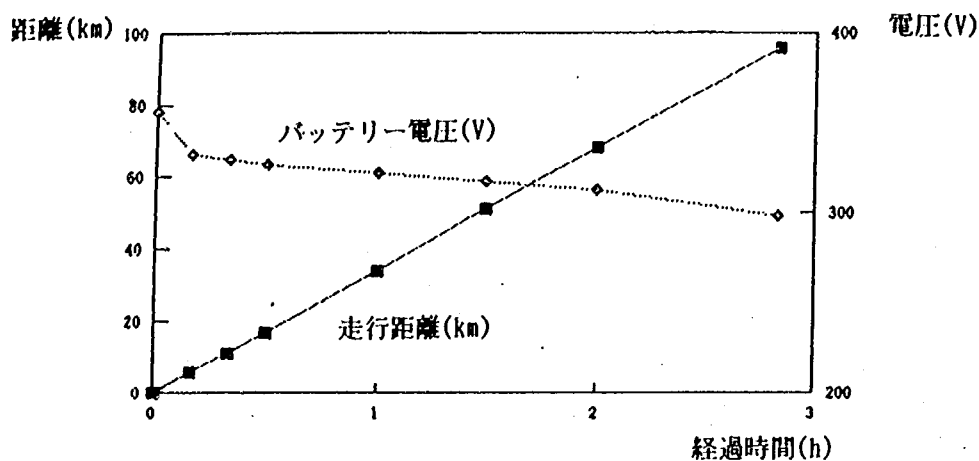


図 3.4-5 バッテリー電圧の低下傾向

表 3.4-7 保安機能試験結果（距離照査試験）

受信地上子	地上子間実測値	設定値	動作値
①	①～② 58.2m	64m	76.9m
②	②～③ 13.0m	17m	22.7m
③	③～④ 591.0m	600m	620.6m
④	④～⑤ 13.0m	17m	25.5m
⑤(直進)	⑤～② 143.7m	154m	166.8m
⑥(分岐)	⑤～⑥ 62.4m	67m	70.7m

※ 地上子番号については図3.4-3参照

表 3.4-8 保安機能試験結果（速度照査試験）

照査位置	走行速度	速度照査設定値	速度照査作動値
②～④	25km/h	30km/h	30km/h
⑤～⑥	4km/h	7km/h	7km/h
⑥	0km/h	2km/h	動いて作動

※ 地上子番号については図3.4-3参照

表 3.4-9 通信可能領域測定結果

	地上子番号					
	①	②	③	④	⑤	⑥
前側	2.95m	2.95m	2.85m	2.94m	2.74m	2.85m
後側	2.65m	2.66m	2.68m	2.68m	3.08m	3.07m
総合領域	5.60m	5.61m	5.53m	5.62m	5.82m	5.92m

※ 地上子番号については図3.4-3参照

3. 4. 3 コンテナ台車方式の実験装置概要

(1) システム構成

コンテナ台車方式の要素技術評価のため、各種荷役・搬送方式及び制御方式の適合性評価を行う目的で平成3～5年度にかけて土木研究所構内新交通実験棟内に実物の1/5スケールの実験装置（写真3.4-4）を整備した。システム機器の全体構成及び環境条件を表3.4-10及び表3.4-11に示す。

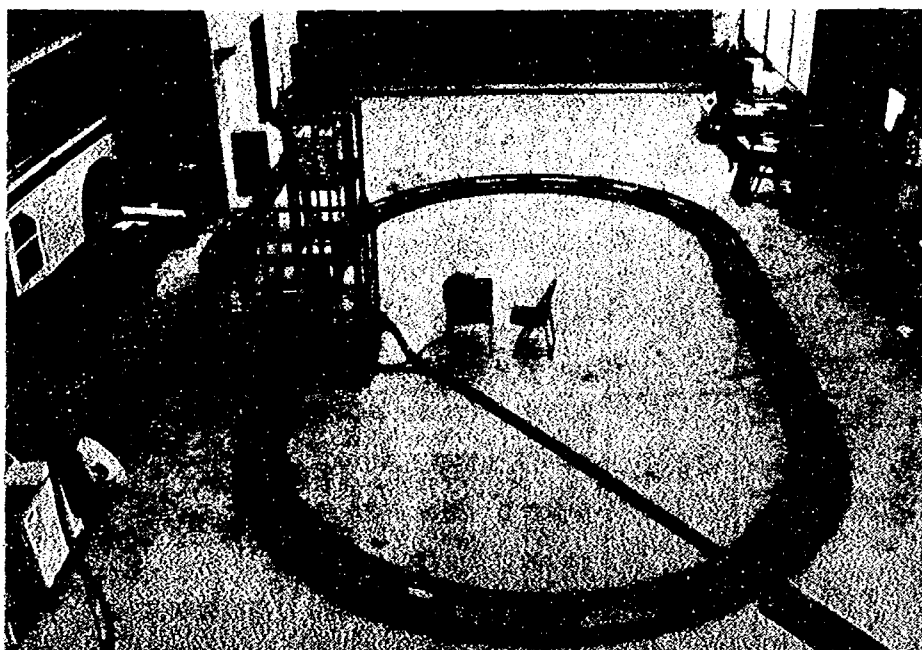


写真3.4-4 コンテナ台車方式実験装置

表 3.4-10 システム機器の全体構成

機 器 等	数 量	基 本 仕 様
コ ン テ ナ	4 個	寸法：H400mm×W340mm×D400mm 重量：20kg（満載時）
走 行 路	1 ループ	延長：24m楕円形周回路 円曲線部R：2.5m 軌道幅：400mm
レ ー ル	1 ループ	延長：24m 軌間：350mm
リニアモータ	24 個	寸法：H100mm×W165mm×D294mm 方式：LIM 性能：加減速度 1.0Km/h/s 起動推力：約3kgf（静止状態、空隙5mm） 電源：3相200V 50Hz
位置検出センサ	28 組	方式：光学式 精度：±5mm
台車減速装置	1 組	方式：ローラ押し付け
地上ブレーキ	1 組	方式：側方押し付け
非接触集電装置	1 組	構造：鉄心入り励磁コイル（一次側）
走 行 台 車	4 台	台車構造：4 輪独立回転車輪 寸法：W380mm×D500mm、床面高さ100mm 台車重量：17kg リアクションプレート寸法：W120mm×D500mm
実験計測用台車	2 台	速度検出器および通信機搭載台車：1 台 通信方式：無線（使用周波数296.45MHz） 電源：バッテリー 台車重量：30kg 非接触集電装置搭載台車：1 台 集電方式：非接触 台車重量：30kg
搬 送 装 置	1 組	積み卸し装置：天井走行方式×2 ホーク式移載機×1 垂直搬送装置：・高さ 3m （2層式エレベータ）・速度 10m/分（最高速度） ・最大積載重量 20kg 垂直搬送施設用タワー構造物
制 御 装 置	1 式	制御盤Ⅰ（台車・コンテナ搬送制御） VVVFインバータ装置：1 架 ・入力電源：3相200V 50Hz ・機能：LIM 8台分を同時制御 制御盤Ⅱ（通電・通信制御） VVVFインバータ装置：2 架 制御盤Ⅲ（非接触集電装置制御） VVVFインバータ装置：1 架 ・機能：出力電圧および周波数制御 ・最大周波数：360Hz

表 3.4-11 システム機器の環境条件

周 囲 温 度	0℃～40℃
相 対 湿 度	雨期：90%RH（結露なし） ただしコンピュータ装置：35～80%RH
電 源 電 圧	AC100V±10% 50Hz±1% 単相 AC200V±10% 50Hz±1% 3 相
振 動	0.2G以下（垂直、水平方向）
塵 埃	事務室内相当（拡張時のコンピュータ装置）

軌道関連のシステムは高速性、勾配・曲線条件及び保守面において優れている地上一次のリニアモータ駆動によるコンテナ台車方式を採用している。

リニアモータ（写真3.4-5）は、重量37kgのコンテナ積載台車4両及び実験計測用機器（速度検出器及び通信機器、非接触集電装置）搭載台車2両の計6両を連結した台車を最高速度10km/hで搬送できる出力を持ち、楕円形周回路の全周にわたって設置した。軌道には台車の走行位置を検出するための光学式の位置検出センサーを取り付け、走行台車を定点停止位置に停止させるためのモータ駆動によるローラー押し付け方式の台車減速装置及び地上ブレーキを設置してある。また、地上側の電力を車両に給電するシステムとして非接触集電装置（写真3.4-6）を取り付けた。これは、地上側の鉄心入り1次側励磁コイルから車上側の鉄心入り2次ピックアップコイルに磁気結合して電力を非接触で給電するもので、エアギャップ3mmで地上側AC200V・50～360Hzの供給に対し車上側で無負荷電圧AC100Vが発生する仕様とした。

走行台車（写真3.4-7）は地上リニアモータの2次側導体であるリアクションプレートを下部に取り付けてあり、上面にはコンテナ固定用の円錐形突起部を持たせた。リアクションプレートについては、その構造によるリニアモータ効率の相違を検証するため、通常のアلم板と鉄板の複合型リアクションプレートのほか、銅版と鉄板の複合板及びコイル形式の2種類の改良型リアクションプレートを製作した。車輪についてはゴムタイヤ方式を採用した場合を想定してベアリング内臓の4輪独立車輪とし、軌道のレールは台車の走行車輪とガイド車輪を受けることのできるL字形構造となっている。コンテナは堅固な箱構造で、台車に固定及び積み卸しができる構造とした。

デポ内でのコンテナ搬送装置は積み卸し装置、垂直搬送装置、垂直搬送施設タワー構造物から成り、台車1台あたりそれぞれ1組の装置で対応することを想定している。積み卸し装置はデポ上段、下段の天井走行方式のコンテナを吊下げるタイプ2種とホーク式の移載機で構成され、台車へのコンテナ積み卸しを20秒以内で処理する能力を持つ。垂直搬送装置は2層エレベータ式の構造で、コンテナを載せるボックスは積み卸し装置が乗入れできる構造としてあり、積み込みと積み卸しを同時に行うことができる。

制御装置は、制御盤Ⅰ～Ⅲで構成され、走行台車の自動運行及び積み卸し装置の自動運転、非接触集電装置ならびに各装置の連携を制御する。制御盤Ⅰで走行台車の速度制御（リニアモータ8台分）と搬送装置制御、制御盤Ⅱで走行台車の速度制御（リニアモータ16台分）及び通信制御、制御盤Ⅲで非接触集電装置制御を行う。これらの制御ブロック図を図3.4-6に示す。

制御可能な項目は、手動運転によるリニアモータ、地上ブレーキ装置、各種積み卸し装置、垂直搬送装置の個別運転と各種積み卸し装置、垂直搬送装置のみの自動運転、及び全装置の全自動運転である。VVVFインバータ装置は3台分のリニアモータを同時制御する容量をもち、走行台車の速度制御を行う。

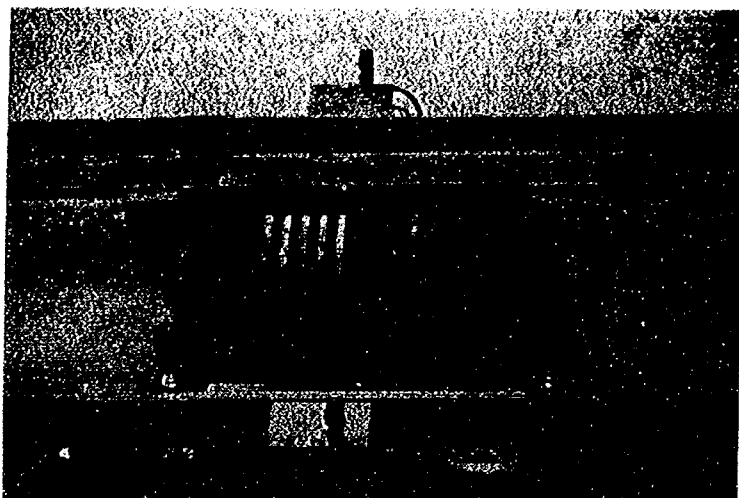


写真 3.4-5 リニアモータ

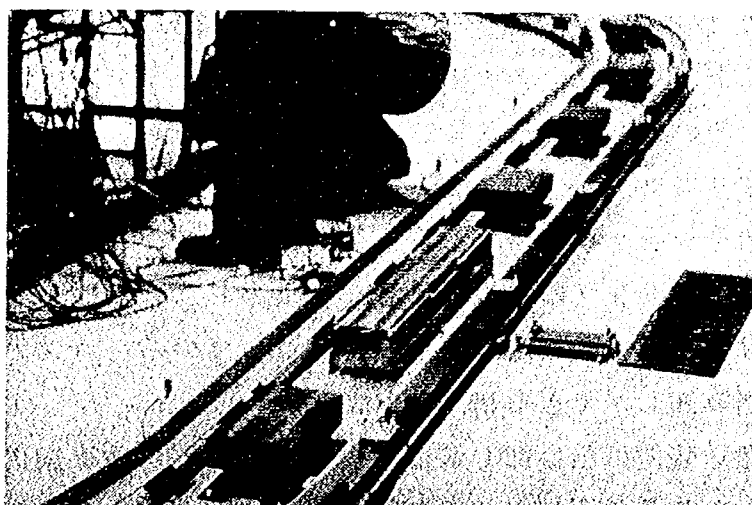


写真 3.4-6 非接触集電装置

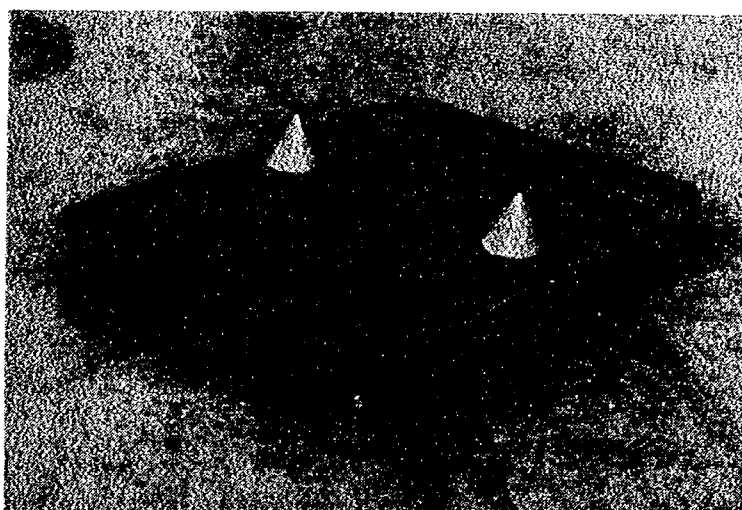


写真 3.4-7 走行台車

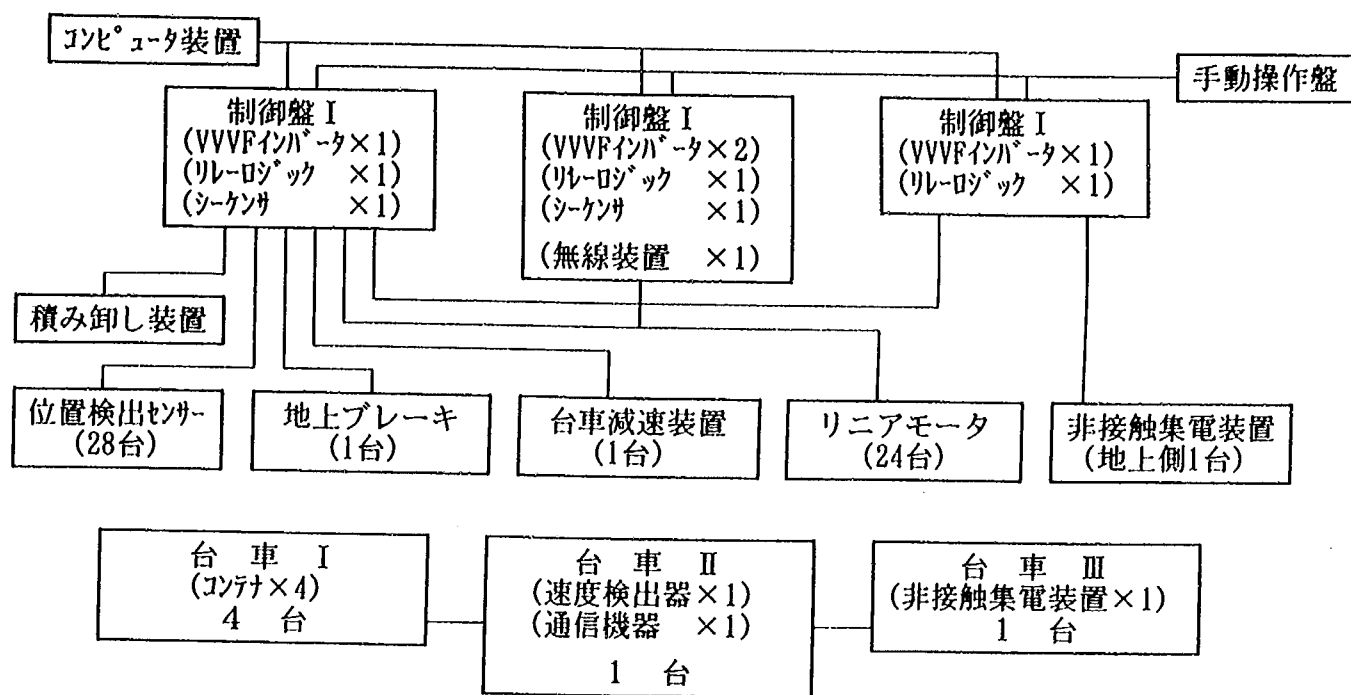


図 3.4-6 制御ブロック図

(2) 制御ソフトの開発

1) 制御ソフトの構築

実験装置の制御及び総括管理をすることを前提に制御ソフトを開発した。実験装置の各装置の動作がある程度固定化されたシーケンシャルな動きをすること、また、装置及び機能を拡張する場合、シーケンスの変更が出てくる可能性があることから各装置の制御用にはプログラマブルシーケンスコントローラを使用することにした。これによりコンテナの運行管理を行う総合制御用コンピュータの負担が軽くなり、パソコンで処理することが可能となる。パソコンの機種はシーケンスコントローラと相性のよい日立製B16EX30形を採用した。

2) 全体制御のソフト

パソコンのソフト及びパソコン・シーケンスコントローラ間通信手順ソフトによってシーケンスコントローラに信号が送られ、シーケンスコントローラのソフトを動かすことにより自動運転が可能なソフトの構成とした。なお、パソコンからの入力によって下記のとおり操作が可能である。

- ①正サイクル自動運転（次は逆サイクル運転しかできないように、ソフトインターロック付き）
- ②逆サイクル自動運転（次は正サイクル運転しかできないように、ソフトインターロック付き）
- ③繰り返し自動運転（正サイクルと逆サイクル自動運転を繰り返し行う）
- ④自動運転停止（自動運転を停止させる）
- ⑤運転終了（運転を終了させる）
- ⑥非常停止（異常発生時に、機器を緊急停止させる）

パソコンの電源投入によって初期画面が表示されるソフトとなっており、パソコン画面を通じた対話により操作者が容易に操作できるようにした。

3) 各機器の制御ソフト

シーケンスコントローラの制御ソフトは、簡易操作盤による手動運転制御ソフト、各装置の誤動作防止のための制御シーケンスのインターロック、コンテナ積み卸し自動運転サイクルのソフトから構成され、運転項目は固定しているものとした。

(3) 動作機能

実験装置の動作機能は以下のとおりである。

- ・VVVFインバータによってリニアモータの推力を制御し、走行台車を出発点から軌道を周回走行させて定点に停止させる。
- ・駆動モータによって、各種積み卸し装置（上段、下段、移載）及び垂直搬送装置を運転して、走行台車ならびに垂直搬送装置へのコンテナの積み卸し、移載を行う。
- ・上記の機能の連携により、コンテナの搬送を行う。

・非接触集電装置により地上側から車上側への給電を行う。

全自動運転（正サイクル）の場合のシステムの一連の動作は以下のとおりである。

- ①走行台車が出発点から軌道を1周走行し、定点停止位置で停止、地上ブレーキがかかる。
- ②台車の進入に合わせてデポ内（地上側）の垂直搬送装置が降下し、デポ上段の積み卸し装置によってコンテナが搬送される。
- ③走行台車に搭載されたコンテナがデポ下段の積み卸し装置によって垂直搬送装置に積み込まれる。
- ④③と同時にホーク式移載機によってコンテナがデポから走行台車に積み込まれる。
- ⑤地上ブレーキが解除され走行台車が発進する。
- ⑥台車から積み込まれたコンテナを持って垂直搬送装置が上位置に上昇する。
- ⑦次に台車に積み込むコンテナがホーク式移載機へ搬送される。

また、逆サイクルの運転も可能である。

3. 4. 4 コンテナ台車方式の機能確認試験

地上一次のリニアモータ駆動・コンテナ台車方式によるシステムについて、要素技術の蓄積と評価を行うとともに、デュアルモードトラックシステムにも適用できる技術の開発を行うため、各種の実験及び計測を行った。

（1）実験方法

①コンテナ積み卸し動作試験

自動運転による台車及び積み卸し装置の動作状況を電磁オシログラフによって記録し、各装置の動作時間を測定した。実験条件は、リアクションプレート材質をアルミ、ギャップ3mm、コンテナ重量6.5kgとした。

②走行台車の加速性能試験及び停止精度試験

走行台車を自動運転で走行させ、各インバータの起動状態・出力電圧／電流、台車減速装置及び地上ブレーキの動作状態、台車走行速度・時間、台車停止精度を記録した。実験条件は、台車走行速度を約3km/h、約5km/h、約7km/h、リアクションプレート材質をアルミ、銅板、カゴ型（コイル形式）、ギャップを3mm、5mm、7mmとした。

③リニアモータの推力特性試験

走行台車1台を推進コイル上に停止させ、インバータを起動させた時の台車の推力をバネ秤で測定した。インバータの出力周波数は10Hz、20Hz、30Hz、40Hz、50Hzとし、リアクションプレートは、アルミ、銅板、カゴ型の3種類、ギャップを5mmで測定した。また、銅板についてはギャップ3mm、7mmの場合についても測定した。

④非接触集電装置の特性試験

地上1次側コイルを非接触集電装置用インバータにより励磁し、地上1次側と車上2次側のコイル電圧、コイル電力、コイル力率及び台車走行速度を測定することにより、車上2次側の集電効率を求めた。実験条件を表3.4-12に示す。

(2) 実験結果

①コンテナ積み卸し動作試験

コンテナ積み卸し動作の全所要時間は、平均16.9秒であった。現在、各装置の動作完了後、それぞれ0.5秒の確認時間を設けて制御しているが、この確認時間を短縮すること、または関連動作を見直して位置検出センサーを追加し、次動作を前動作の進行中に開始させることにより、積み卸し動作時間の短縮が可能である。また、垂直搬送装置は2階床式の採用によって、迅速な積み替え動作の準備が可能となり、動作時間の短縮に有効であることが確認された。

②走行台車の加速性能試験及び停止精度試験

各リアクションプレートの加速性能特性を図3.4-7に示す。リアクションプレート材質は銅板のものが最も加速性能が良く、次にカゴ型、アルミの順であった。良好な加速性能が得られると期待されたカゴ型のリアクションプレートについては、アルミ材質のものと大差ない結果であった。この原因としては、カゴ型リアクションプレートの鉄部分に吸着力が働いてしまうためと推測される。

ギャップの相違による比較では、ギャップが狭いほど加速性能が良く、また1次側リアモータの周波数が高いほど加速性能が良いことが確認できた。

台車の停止精度については、位置検出センサー及び台車減速装置の設置により、いずれの条件においても、停止精度 $\pm 10\text{mm}$ 以内に停止できることが確認された。しかし、停止時の進入速度によっては停止動作に時間を要し、全体の走行時間を長くさせる場合があり、停止動作において円滑に減速・停止を行うためには、リアモータ材質、ギャップ、速度等の条件をもとにインバータの出力周波数を的確に設定する必要がある。

③リアモータの推力特性試験

各リアクションプレートの推力特性を図3.4-8に、ギャップの違いによる推力特性を図3.4-9に示す。この結果からもギャップが小さいほど推力が大きく、材質では銅板、カゴ型、アルミの順に推力が大きいくことがわかる。

④非接触集電装置の特性試験

ギャップの違いによる集電効率の特性を図3.4-10に、台車の走行速度の違いによる非接触集電装置の特性を図3.4-11に示す。非接触集電の特性として、ギャップが小さいほど2次側電力が大きく、集電効率も良いという結果が得られた。台車の走行速度については、速度が異なっても2次側電力の変化は、ほとんど認められなかった。また、共振コンデンサの容量については、小さいものほど2次側電力が大きくなった。これは、共振コンデンサの容量が大きくなると共振周波数が低くなり、2次側電力が小さくなったことが原因と考えられる。コイルの巻数については、大きいものほど2次側電力が小さくなる傾向が見られた。巻数が大きくなると巻線抵抗が増加しコイルのリアクタンスの増加も生じ、2次側電力が小さくなることが原因と考えられる。

表 3.4-12 非接触集電装置の特性試験 実験条件

項 目	実 験 条 件
ギャップ	3mm、5mm、7mm
インバータ出力周波数	50~360Hz
共振コンデンサ容量	2 μ F、4 μ F、8 μ F
台車走行状態	0km/h、2km/h、5km/h
2次側コイル負荷抵抗	100 Ω 、200 Ω 、500 Ω
1次:2次コイル巻数	100:200、150:300、200:400

平均加速度
(km/h/s)

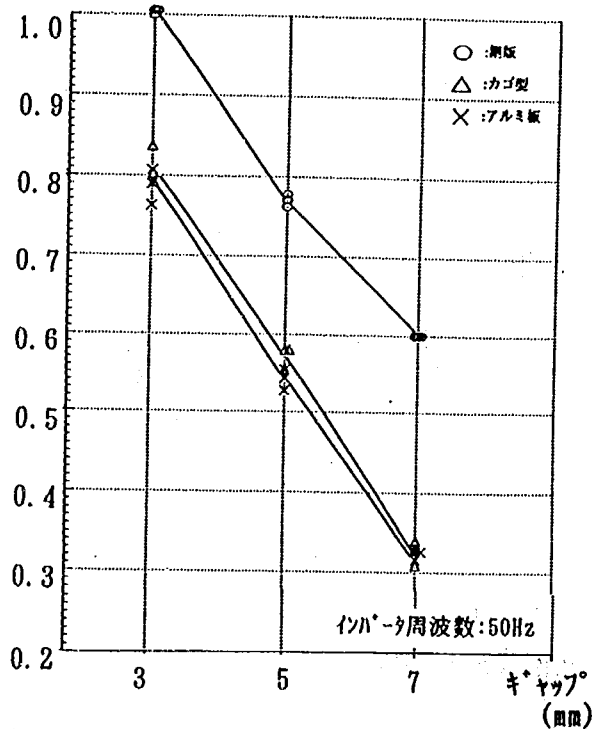


図 3.4-7 各リアクションプレートの
加速性能特性

推力 (kgf)

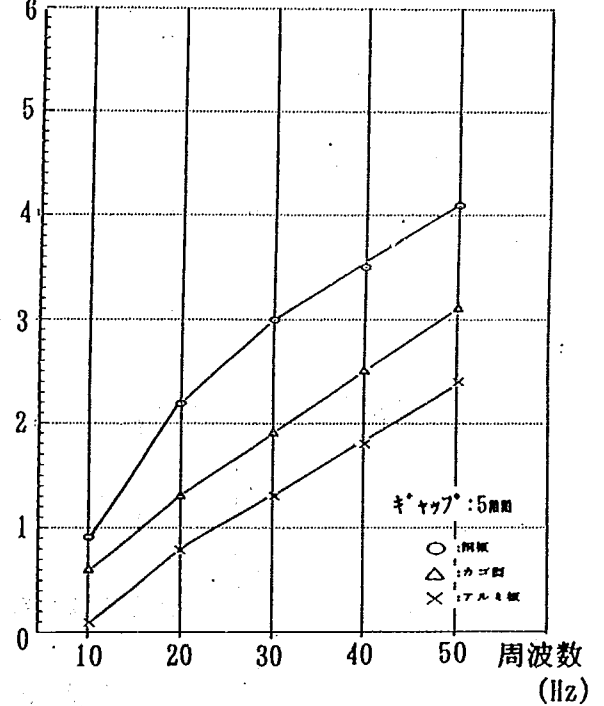


図 3.4-8 各リアクションプレートの
推力特性

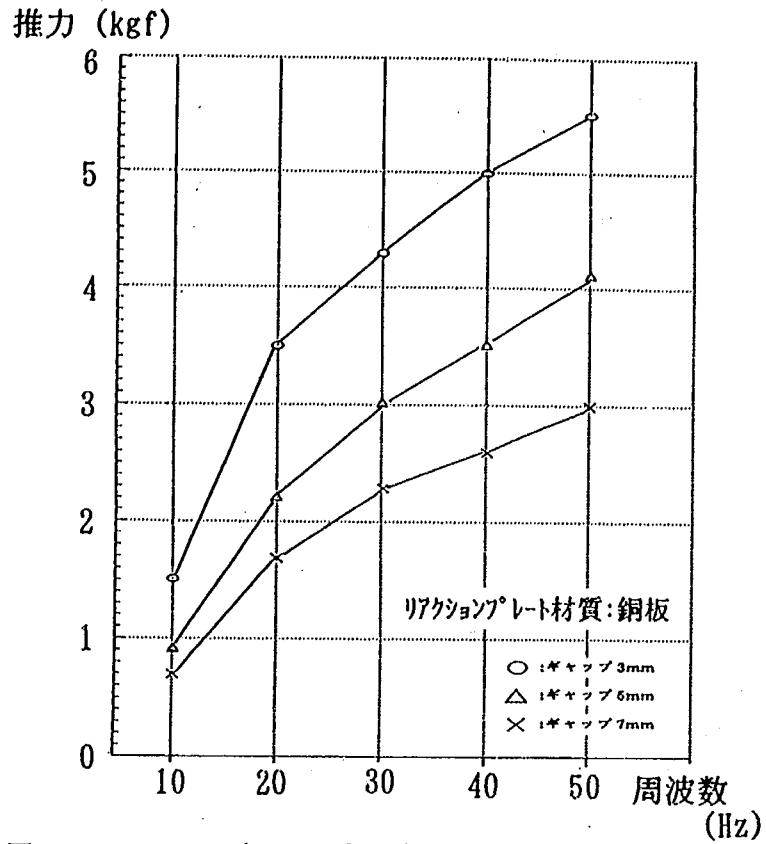
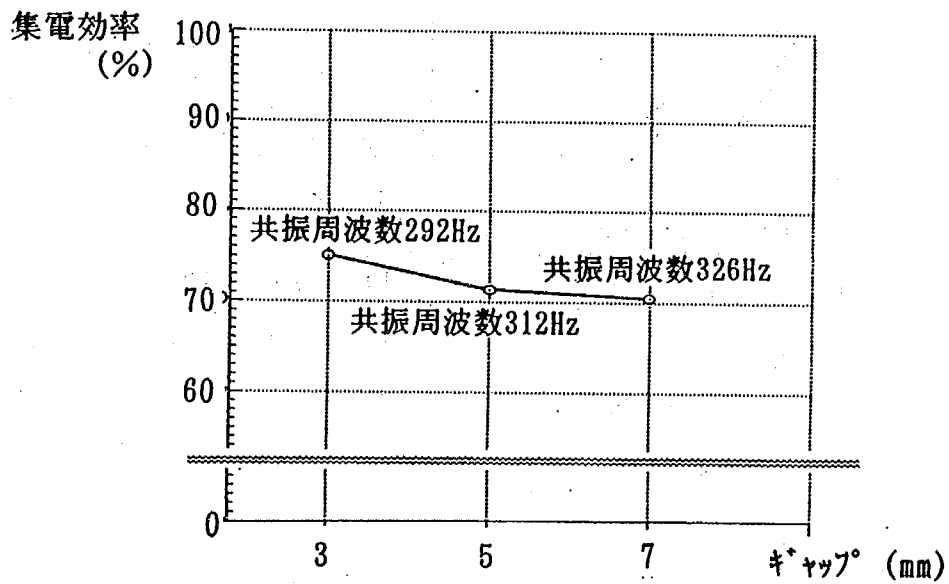


図 3.4-9 ギャップの違いによる推力特性



コイル巻数比 150:300 抵抗 500Ω 速度 0km/h 共振コンデンサ 4μF

図 3.4-10 ギャップの違いによる集電効率の特性

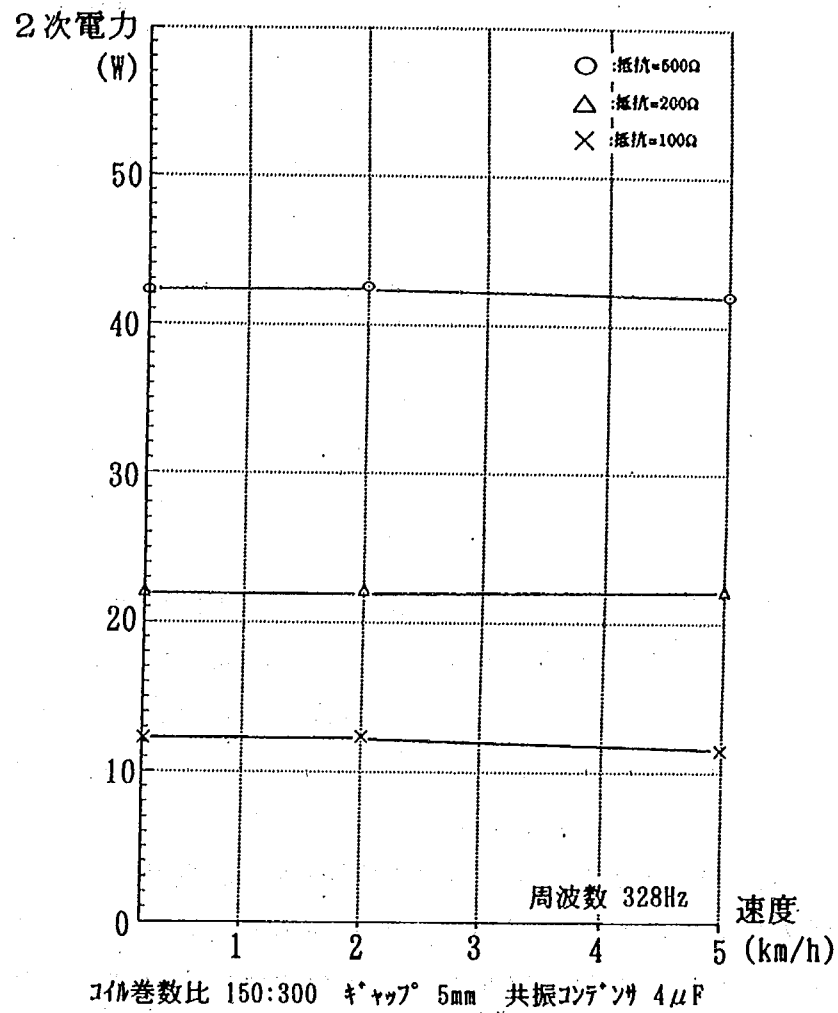


図 3.4-1.1 台車の走行速度の違いによる非接触集電装置の特性

3. 4. 5 今後の課題

DMTシステムについては、今までに整備した実験装置について機能を拡張し、システムの全体調整、電気自動車としての性能の確認試験、無人自動運転を含め専用走行路を走行する車両としての性能試験及び地上設備の機能試験を続ける予定である。さらに複数車両を用いた車両群制御技術の開発、分合流技術の開発及び集電技術の開発を行い、システム実用化に向けての技術の蓄積を行う。また、都市間システムとの連絡を考慮し、高速走行等の都市間システムに要求される仕様の検討も必要である。

コンテナ台車方式のシステムについては、これまでの試験によって地上1次のリニアモータ方式の基本的性能についてデータが蓄積できた。今後実用化を進めるためには、走行制御を行う各インバータの出力周波数とギャップ管理方法について詳細な検討を行うとともに、複数の走行台車制御方法、分岐装置の検討及び分岐装置上の走行特性のデータ、勾配区間の走行特性のデータの蓄積が必要である。また積み卸し装置に関しては、2.5t程度のコンテナについてフルスケールでの実験を行いハンドリングの可能性を確認する必要があると思われる。非接触集電技術については、開発段階の技術ではあるものの、デュアルモードトラックシステムへの適応可能性が高く、実用化に向けて集電効率を高めるための方策や施工性を配慮して巻数を少なくしたコイルの特性把握及び1次側あるいは2次側損失を少なくする技術の開発を進める必要がある。

新物流システムの整備により、定時性に優れたドアツードアに近い高度なサービスの提供、道路混雑の緩和、NO_xの減少による環境問題の改善が期待でき、システムを自動化することにより労働力の軽減にも効果がある。最も効率の良いシステムを整備するためには、各要素技術の開発及び蓄積を重ね、フルスケールの実験線を建設し、実用化試験を行う必要がある。本研究ではシステム実用化に向けて、今後も各種の技術の開発及び蓄積を行っていく予定である。

第4章 構造等に関する研究

4.1 システム建設上の制約条件の検討

(1) 新物流システムに關与する施設

新システムの導入が予定される道路用地と、導入予定の地下空間の利用状況を把握するために、新システム路線に關与する施設の調査を行った。新システムのネットワークを図4.1-1に示す。また、新システムの路線概要を表4.1-1に示す。

調査対象としたのは、新システムの代表的な路線に關し、地下空間を利用している大規模な線的施設である地下鉄道と、それに付随した施設、加えて地中に埋設されている基礎を有する高架道路、橋梁である。

道路敷を利用したこれら以外の大規模施設には、下水道、N T T洞道等があるが、今回の調査の対象にはしていないため、今後より詳細な調査を行うことが必要である。

新システムの路線に關する大規模施設を、図4.1-2に示す。關与形態として、新システム路線と交差（短区間で關与）または、並列（長区間で關与）する施設を区分している。

この図で明らかなように、多数の大規模施設が輻輳し、新システムの計画に数々の制約を与えるものと考えられる。

(2) 既存地下利用施設の状況

新システムが導入される地下空間について、大規模施設、特に線的な利用施設の代表として、地下鉄道の状況を調査した。調査方法としては、各事業体が保有している、または計画中の設計図書により構造形式、利用深度、規模などに関する調査を行った。その結果を、表4.1-2(1)～(6)に示す。

これらの資料に基づき、新システムが導入される路線の線的施設の状況を縦断的にとらえ、図4.1-3(1)～(3)に示した。

(3) 高架道路・橋梁基礎の状況

新システムを導入する道路の地下には、高架道路または橋梁等の構造物を支持する基礎がかなり深く設置されているものと考えられる。新システムの導入空間に関する重要な要素となるため、その設置深度および基礎形式に関する調査を設計図書または管理台帳により行った。首都高速の高架を表4.1-3に、また国道および都道の橋梁を表4.1-4(1)～(3)に示す。

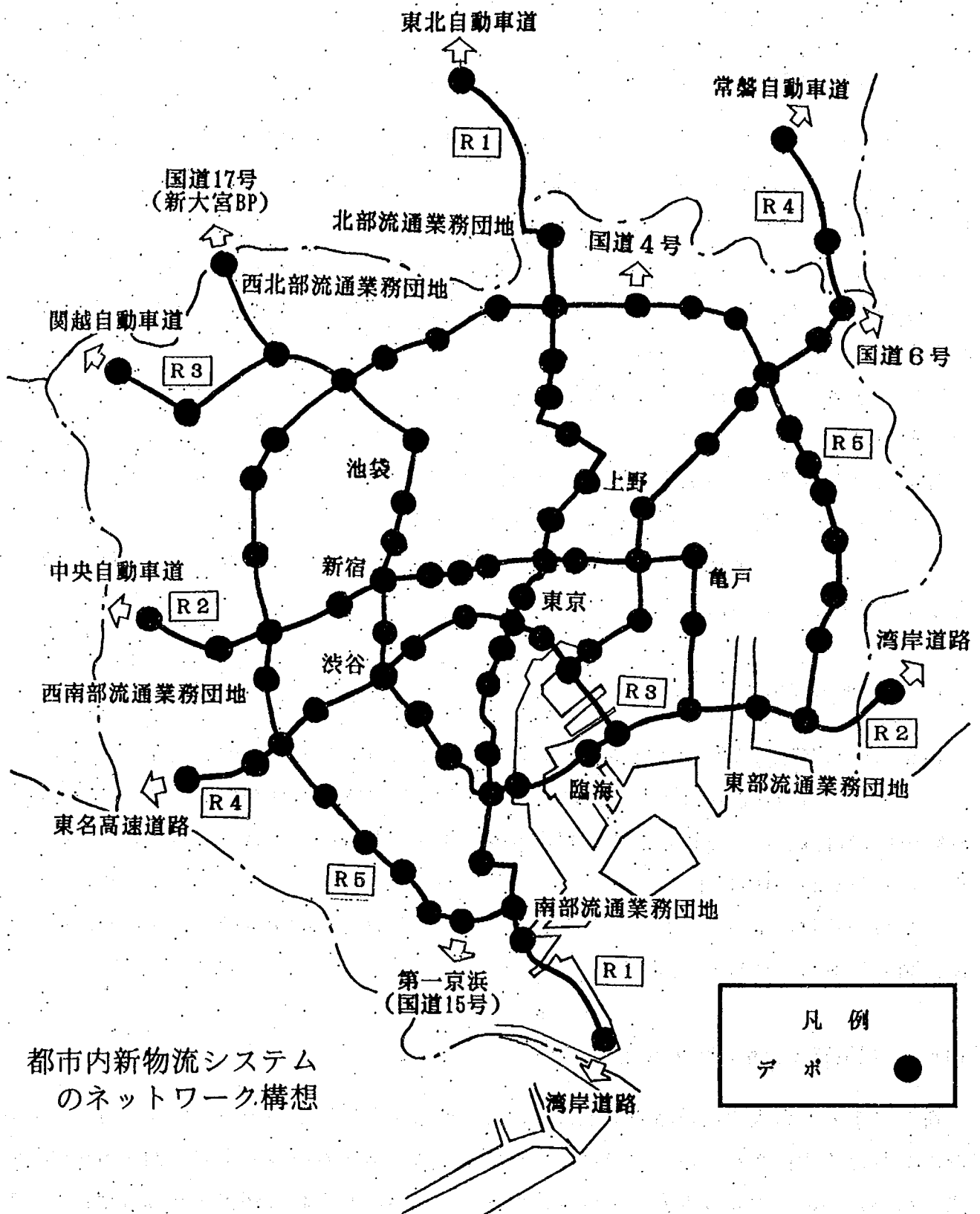


図4.1-1 ネットワーク図 (案)

表4.1-1 新システム路線概要（案）

路 線			段 階 整 備				備 考
路線番号	区 間	道 路 名	1 次	2 次	3 次	以降	
R 1	舎人～三ノ輪	尾久橋通り 明治通り		○			ダブルトラック
	三ノ輪～羽田	昭和通り 蔵前橋通り 昌代通り 永日比谷通り 内堀通 愛宕下 国道1号線 旧海岸 勝島橋 国道357号線	○				ダブルトラック ----- シングルトラック
R 2	甲州街道～神田	甲州街道 靖国通り				○	シングルトラック
	神田～新木場	靖国通り 京葉道路 明治通り			○		(神田～緑間) ダブルトラック
	新木場～浦安	湾岸道路		○			ダブルトラック
R 3	高島平～北町	新大宮バイパス				○	シングルトラック
	関越道～北町	環状八号線				○	シングルトラック
	北町～平和島	国道254号線 明治通り 第一京浜				○	(板橋～北町間) ダブルトラック
	平和島～有明	湾岸道路			○		シングルトラック
	有明～新木場	湾岸道路		○			ダブルトラック
R 4	有賀～勝どき	玉川通り 青山通り 内堀通り 晴海通り		○			ダブルトラック
	勝どき～有明	晴海通り		○			ダブルトラック
	勝どき～緑	清澄通り 葛西橋通り 三ツ目通り				○	シングルトラック
	緑～常磐道	三ツ目通り 水戸街道			○		シングルトラック
R 5	羽田～葛西	環状七号線				○	シングルトラック

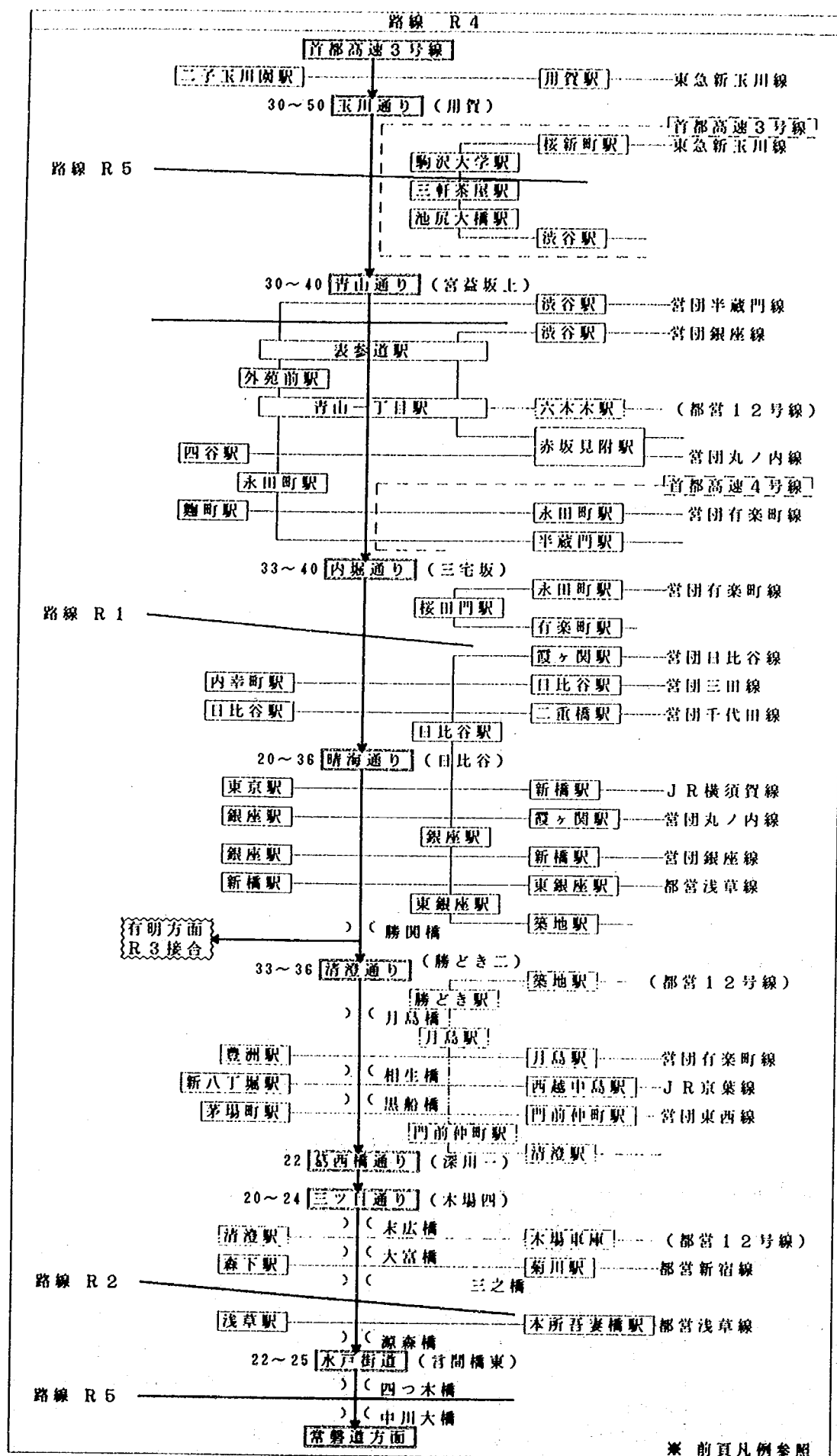


図4.1-2(3) 路線 R 4 新システム関与施設

表4.1-2(1) 地下利用線の施設と新システムの関与形態および施設概要
R1ルート (その1)

道 路	関与	線 的 施 設		構 造 諸 元							備 考
道 路 名 (幅員)	形態	地下鉄路線	駅 部 名 称	路線測点	地盤高 (AP+)	土被り (m)	構底高 (AP+)	掘削深 (m)	構築幅 (m)	構造形式	
明治通り (35)	交差	営団千代田線	西日暮里駅～町屋駅	6*440m	103.3	5.0	85.5	17.8	6.1	2層箱型	宮地ローラー
昭和通り	(33) (43) (43)	並列 営団日比谷線	三ノ輪駅～仲御徒町駅 三ノ輪駅	1*160m	103.6	4.8	91.4	12.2	—	箱型	三ノ輪駅直下
			入谷駅	2*280m	102.2	3.7	91.7	10.5	14.4	1層箱型	
			上野駅	3*480m	102.5	3.9	86.9	15.6	20.3	2層箱型	
			仲御徒町駅	4*260m	102.7	4.7	91.2	11.5	15.0	2層箱型	
	(35)	交差 営団銀座線	上野駅～稲荷町駅	12*500m	102.9	2.2	94.6	8.3	12.7	1層箱型	12*500m下部で営団日比谷線と交差
		交差 都営12号線	(計) 上野広小路～元浅草	9*000m	103.5	13.0	85.7	17.8	—	1層箱型	9*007m上部で営団日比谷線と交差
		交差 常磐新線	(計)	0*440m	103.0	32.6	62.6	40.4	10.0	複線シールド	外径φ10.0m
蔵前橋通り	交差	常磐新線	(計)	1*020m	102.6	36.4	57.9	44.7	10.0	複線シールド	外径φ10.0m
	交差	東北新幹線	東京駅～上野駅	2*520m	103.2	2.5	91.3	11.9	—	1層箱型	支持杭
	(27)	交差 営団銀座線	末広町駅	11*100m	103.8	3.0	95.3	8.5	15.0	1層箱型	
昌平橋通り	(22)	並列 営団千代田線	湯島駅～新御茶の水駅	11*180m	105.0	6.4	91.5	13.5	14.5	1層箱型	
	(22) (22～27)	並列 営団丸の内線	淡路町駅～大手町駅 淡路町駅	7*060m	104.4	3.8	94.6	9.8	17.7	1層箱型	7*200mで都営新宿線小川駅と交差
			大手町駅	8*400m	103.2	6.5	90.8	12.4	19.9	1層箱型	8*206m下部で営団半蔵門線と交差 8*403m下部で営団東西線と交差
		交差 都営新宿線	小川町駅	6*540m	106	5.7	81.7	24.3	—	3層箱型	6*543m下部で都営丸の内線と交差
	(22)	交差 営団半蔵門線	大手町駅	8*980m	103.0	4.1	74.3	28.7	17.8	3層箱型	8*980m上部で都営丸の内線と交差
永代通り	並列	営団東西線	大手町駅～竹橋駅	7*080m	103.2	3.4	80.3	22.9	—	4層箱型	7*080m上部で都営三田線と交差 7*080m上部で営団千代田線と交差
日比谷通り	交差	営団千代田線	二重橋前駅～大手町駅	13*180m	103.2	4.6	88.4	14.9	—	2層箱型	13*180m下部で営団東西線と交差
	交差	都営三田線	神保町駅～大手町駅	5*800m	104	4.3	90.7	13.3	—	2層箱型	5*797m上部で営団東西線と交差

注) 路線測点: 各営業キロ程を示す。 構底高: 構造物下端高さを示す。

表4.1-2(2) 地下利用線の施設と新システムの関与形態および施設概要
R1ルート(その2)

道 路 名 (幅員)	関与 形態	線 的 施 設		構 造 諸 元							備 考
		地下鉄路線	駅 部 名 称	路線測点	地盤高 (AP+)	土被り (m)	構底高 (AP+)	掘削深 (m)	構築幅 (m)	構造形式	
内堀通り (41)	交差	営団有楽町線	有楽町駅～桜田門駅	18*800 ^m	104.6	14.6	83.6	21.0	6.5×2	φ6500単線 シールド	Wφ2500と交差 シールド2本
愛宕下通り	(30) 交差	営団日比谷線	日比谷駅～霞ヶ関駅	10*940 ^m	104.6	9.1	88.5	16.1	—		S□4700×2950交差 建設省計画道路交差 平面図無し
	交差	営団丸の内線	銀座駅～霞ヶ関駅	10*720 ^m	105.3	7.4	91.8	13.5	—	2層箱型	
	交差	営団千代田線	霞ヶ関駅	15*220 ^m	105.1	3.3	94.8	10.3	—	1層箱型	
	(22) 交差	営団銀座線	新橋駅～虎ノ門駅	5*800 ^m	105.9	3.2	97.3	8.6	—	1層箱型	
内堀通り	交差	都営12号線	(計) 赤羽橋駅～浜松町駅	21*220 ^m	106.0	18.5	82.7	23.3	—	単線シールド φ5.3×2	上部に東電環三、芝公園洞道 下部に麻布共同溝(計画)、 千代田幹線下水(計画) φ3.8
旧海岸通り	交差	都営浅草線	泉岳寺駅～三田駅	7*900 ^m	106	5.6	94.8	11.2	—	1層箱型	
	交差	JR横須賀線		5*000 ^m	103	20	68.9	34.1	—	単線シールド	
湾岸道路	交差	JR東海貨物線		11*200 ^m	102.2	9	86.0	16.2	—	1層箱型	潜函工法

注) 路線測点: 各営業キロ程を示す。 構底高: 構造物下端高さを示す。

表4.1-2(3) 地下利用線の施設と新システムの関与形態および施設概要
R2ルート(その1)

道 路	関与	線 的 施 設		構 造 諸 元							備 考
道 路 名 (幅員)	形態	地下鉄路線	駅 部 名 称	路線測点	地盤高 (AP+)	土被り (m)	構底高 (AP+)	掘削深 (m)	構築幅 (m)	構造形式	
甲州街道	(40)	京王帝都京王線	幡ヶ谷駅～新宿駅 幡ヶ谷駅	2*340 ^m	138.9	2.6	126.0	12.9	23.1	2層箱型	上部に首都高速を支持
	(40)		初台駅	1*410 ^m	141.4	2.9	123.2	18.2	21.9	3層箱型	上部に首都高速を支持
	(40)		新宿駅	0*000 ^m	139.6	3.6	110.4	29.2	21.4	5層箱型	
	交差	都営12号線	(計)新宿駅	—	—	—	—	—	—	—	資料不足
	(40)	京王帝都京王線	新宿駅	-0*076 ^m	140.6	2.7	124.8	15.8	15	1層箱型	下部に京王帝都新線と交差
	(40)	小田急線	新宿駅	0*140 ^m	143.6	0	129.0	14.6	31.5	1層箱型	上部に新宿跨線橋の橋脚を支持
	交差	都営13号線	(計画中)	—	—	—	—	—	—	—	資料不足
	並列	都営新宿線	新宿駅～新宿三丁目駅 新宿駅	0*000 ^m 0*353 ^m	141 137	4.4 4.6	112.7 108.0	28.3 29.0	— —	箱型 単線シールド	0*078 ^m 上部で京王帝都京王線と交差
御苑大通り	並列		新宿三丁目駅	0*800 ^m	137	4.9	115.3	21.7	—	箱型	0*697 ^m 上部で営団丸ノ内線と交差
	交差	営団丸の内線	新宿三丁目駅～新宿御苑駅	16*080 ^m	136.4	3.6	127.4	9.0	—	1層箱型	
靖国通り	並列	都営新宿線	曙橋駅～岩本町駅 曙橋駅	2*300 ^m	121	7.4	102.4	18.4	—	2層箱型	下部に共同溝
			市ヶ谷駅	3*700 ^m	123	3.6	104.0	19.0	—	3層箱型	3*508 ^m 下部で営団有楽町線と交差
			九段下駅	4*970 ^m	109	5.2	87.3	21.7	—	3層箱型	4*999 ^m 上部で営団東西線と交差
			神保町駅	5*600 ^m	105	4.3	94.2	10.8	—	1層箱型	5*603 ^m 上部で都営三田線と交差 上部で営団半蔵門線と交差
			小川駅	6*480 ^m 6*857 ^m	106 106	5.7 23	82.7 75.8	23.3 30.2	— —	3層箱型 単線シールド	6*318 ^m 上部で営団千代田線と交差 6*543 ^m 上部で営団丸ノ内線と交差
			岩本駅	7*250 ^m	105	10	78.0	27	—	3層箱型	7*312 ^m 上部で営団日比谷線と交差
	交差	営団南北線	(計画中)	7*990 ^m	108.6	12	86.7	21.9	9.8	複線シールド	7*992 ^m 上部で都営新宿線と交差
	(38) 交差	営団有楽町線	市ヶ谷駅～麴町駅	15*860 ^m	119.3	9.8	93.9	25.4	—	2層箱型	15*847 ^m 上部で都営新宿線と交差

注) 路線測点: 各営業キロ程を示す。 構底高: 構造物下端高さを示す。

表4.1-2(4) 地下利用線の施設と新システムの関与形態および施設概要
R2ルート (その2)

道 路	関与	線 的 施 設		構 造 諸 元							備 考
		地下鉄路線	駅 部 名 称	路線測点	地盤高 (AP+)	土被り (m)	構底高 (AP+)	掘削深 (m)	構築幅 (m)	構造形式	
靖国通り	(40)	並列 営団半蔵門線	九段下駅～神保町駅	6*800 ^m	108.5	4.4	83.7	24.8	40	3層箱型	同レベルで都営新宿線と並列 6*800 ^m 上部で営団東西線と交差
	(32)		九段下駅 ----- 神保町駅	7*300 ^m	103.3	4.3	79.1	24.2	30	3層箱型	7*450 ^m 上部で都営三田線と交差
		交差 営団東西線	九段下駅	9*090 ^m	106.0	5.7	93.0	13.0	—	1層箱型	9*090 ^m 下部で都営新宿線と交差 9*090 ^m 下部で営団半蔵門線と交差
		交差 都営三田線	神保町駅	7*230 ^m	105	4.5	86.9	18.1	—	2層箱型	7*230 ^m 上部で都営新宿線と交差 7*230 ^m 上部で営団半蔵門線と交差
	(30)	交差 営団千代田線	新御茶の水駅～大手町駅	12*133 ^m	105.2	5.6	88.8	16.4	—	2層箱型	12*133 ^m 下部で都営新宿線と交差
	(35)	交差 都営丸の内線	淡路町駅	7*200 ^m	104.7	3.8	95.3	9.4	—	1層箱型	7*200 ^m 下部で都営新宿線と交差
	(36)	交差 営団銀座線	末広町駅～神田駅	10*340 ^m	105.1	5.1	91.3	13.8	—	1層箱型、隧道	10*340 ^m 下部で都営新宿線と交差
	(36)	交差 営団日比谷線	秋葉原駅～小伝馬町駅	5*400 ^m	103.4	6.2	90.3	13.1	—	1層箱型	5*400 ^m 下部で都営新宿線と交差
		交差 JR総武本線	馬喰町駅～両国駅	2*360 ^m	104.1	25.5	71	33.1	—		
		交差 都営浅草線	東日本橋駅～浅草橋駅	15*230 ^m	104	5.8	92.9	11.1	—	1層箱型	
京葉道路	交差	都営12号線	(計) 森下駅～両国駅	11*940 ^m	102.5	16.1	81.7	20.8	φ5.3	単線シールド	11*944 ^m 上部で両国江東共同溝と 交差 (計画)
	交差	都営8号線	(計画中)	—	—	—	—	—	—	—	資料不足
明治通り	交差	都営新宿線	西大島駅	12*940 ^m	99	4.5	83.5	15.5	—	2層箱型	
	(16)	交差 営団東西線	東陽町駅～南砂町駅	13*190 ^m	100.5	6.5	87.1	13.4	—	1層箱型	平面図無し

注) 路線測点：各営業キロ程を示す。 構 底 高：構造物下端高さを示す。

表4.1-2(5) 地下利用線の施設と新システムの関与形態および施設概要
R4ルート(その1)

道 路	関与	線 的 施 設		構 造 諸 元							備 考
道 路 名 (幅員)	形態	地下鉄路線	駅 部 名 称	路線測点	地盤高 (AP+)	土被り (m)	構底高 (AP+)	掘削深 (m)	構築幅 (m)	構造形式	
東名道	交差	東急新玉川線	二子玉川駅～用賀駅	—	—	—	—	—	—	—	資料不足
玉川通り	並列	東急新玉川線	桜新町駅～渋谷駅 駒沢大学駅	—	—	—	—	—	—	—	首都高速3号線併設
			三軒茶屋駅	(首都高) 6*738 ^m	133.4	2.0	119.5	13.9	—	2層箱形	首都高速3号線併設
			池尻大橋駅	(首都高) 5*309 ^m	117.3	3.9	104.8	12.5	—	1層箱形	首都高速3号線併設
青山通り	並列	営団半蔵門線(40)	渋谷駅～半蔵門駅 表参道駅	1*425 ^m	134.0	3.0	109.9	24.1	—	2層箱形	下部に共同溝を併設 営団銀座線を抱き込み併設
			青山一丁目駅	2*810 ^m	132.3	5.7	115.2	17.1	17.1	2層箱形	側方に営団銀座線併設 2*810 ^m 下部で都営12号線と交差
			永田町駅	4*270 ^m	124.8	28.2	88.1	36.7	19.2	双設シールド	4*040 ^m 下部で電々洞道φ2.6m
	並列	営団銀座線	渋谷駅～赤坂見附駅 表参道駅	1*433 ^m	133.9	2.8	113.8	20.1	13.9	1層箱形	1*435 ^m 下部で営団千代田線と交差 側方に営団半蔵門線併設
			外苑前駅	2*202 ^m	132.2	5.0	120.7	11.5	13.9	1層箱形	下方に営団半蔵門線併設
			青山一丁目駅	2*855 ^m	131.8	3.1	122.5	9.3	13.6	1層箱形	側方に営団半蔵門線併設
	交差	営団千代田線	表参道駅～乃木坂駅	19*380 ^m	133.9	3.1	113.8	20.1	19.2	3層箱形	19*380 ^m 上部で営団半蔵門線と交差 19*380 ^m 上部で営団銀座線と交差
	交差	都営12号線	(計) 青山一丁目駅	24*420 ^m	133.3	10.1	105.2	28.1	—	5層箱型	
	交差	営団丸ノ内線	赤坂見附駅～四谷駅	12*720 ^m	110.7	4.6	95.5	15.2	—	変形1層箱形	12*710 ^m 下部で営団半蔵門線と交差
	交差	営団7号線	永田町駅	5*860 ^m	126.8	19.9	98.8	27.9	—	駅シールド	
内堀通り	並列	営団有楽町線	桜田門駅	18*420 ^m	107.9	5.2	89.3	18.6	—	2層箱型	
	交差	都営三田線	日比谷駅～内幸駅	4*614 ^m	103	4.3	88.9	14.1	—	1層箱型	4*614 ^m 上部で営団日比谷線と交差

注) 路線測点: 各営業キロ程を示す。 構底高: 構造物下端高さを示す。

表4.1-2(6) 地下利用線の施設と新システムの関与形態および施設概要
R4ルート (その2)

道 路	関与	線 的 施 設		構 造 諸 元							備 考
		地下鉄路線	駅 部 名 称	路線測点	地盤高 (AP+)	土被り (m)	構底高 (AP+)	掘削深 (m)	構築幅 (m)	構造形式	
内堀通り	交差	営団千代田線	二重橋前駅～日比谷駅	14*360 ^m	103.1	4.3	88.5	14.6	—	2層箱型	14*360 ^m 下部で営団日比谷線と交差
晴海通り	並列	営団日比谷線	霞ヶ関駅～築地駅 日比谷駅	10*460 ^m	102.4	4.0	80.2	22.2	—	3層箱型	10*560 ^m 上部で都営三田線と交差 10*573 ^m 上部で営団千代田線と交差
			銀座駅	10*040 ^m	104.1	3.2	86.9	17.2	—	3層箱型	10*176 ^m 上部で営団丸の内線と交差
			東銀座駅	9*600 ^m	102.8	4.0	86.0	16.8	—	2層箱型	9*913 ^m 上部で営団銀座線と交差 9*657 ^m 上部で都営浅草線と交差
	交差	J R横須賀線	新橋駅～東京駅	0*940 ^m	103.5	29.5	68.1	35.4	—	単線シールド	0*940 ^m 上部で営団日比谷線と交差
	交差	営団丸ノ内線	銀座駅	9*880 ^m	104.2	2.3	92.2	12.0	—	2層箱型	9*881 ^m 下部で営団日比谷線と交差
	交差	営団銀座線	銀座駅	7*320 ^m	105.4	1.8	89.8	15.6	—	2層箱型	7*320 ^m 下部で営団日比谷線と交差
	交差	都営浅草線	東銀座駅～新橋駅	11*858 ^m	104.0	4.8	93.1	10.9	—	1層箱型	11*850 ^m 下部で営団日比谷線と交差
清澄通り	並列	都営12号線	勝どき駅～門前仲町駅 (計) 勝どき駅	16*640 ^m	103.0	10.8	86.5	16.5	—	2層箱型	16*642 ^m 下部で都営丸の内線と交差(計) 16*648 ^m 上部でアナーパスと交差(計) 16*655 ^m 下部で都営丸の内線と交差(計)
			月島駅	15*860 ^m	103.0	6.9	86.8	16.2	—	2層箱型	15*960 ^m 下部でNTT 東電シールドと交差 15*787 ^m 下部で営団有楽町線と交差
			月島駅～門前仲町駅	15*200 ^m	99.6	29.2	65.7	33.9	—	単線シールド	15*000 ^m 上部でJR京葉線と交差
			門前仲町駅	14*440 ^m	101.9	5.8	82.3	19.6	—	3層箱型	
	交差	営団有楽町線	月島駅～豊洲駅	—	—	—	—	—	—	—	
	交差	J R京葉線	西越中島駅～新八丁堀駅	—	101.9	—	—	—	—	単線シールド	下部で都営12号線と交差
	交差	営団東西線	門前仲前～茅場町	10*320 ^m	101.1	5.1	88.3	12.8	—	1層箱型	
三ツ目通り	交差	都営12号線	(計) 清澄駅～木場車庫	1*003 ^m	101.9	10.0	85.7	16.2	—	複線シールド	
	交差	都営新宿線	菊川駅	10*340 ^m	101.5	7.6	81.9	19.6	—	2層箱型	
	交差	都営浅草線	本所吾妻橋駅	17*842 ^m	102.5	4.8	91.2	11.3	—	2層箱型	

注) 路線測点：各営業キロ程を示す。 構 底 高：構造物下端高さを示す。

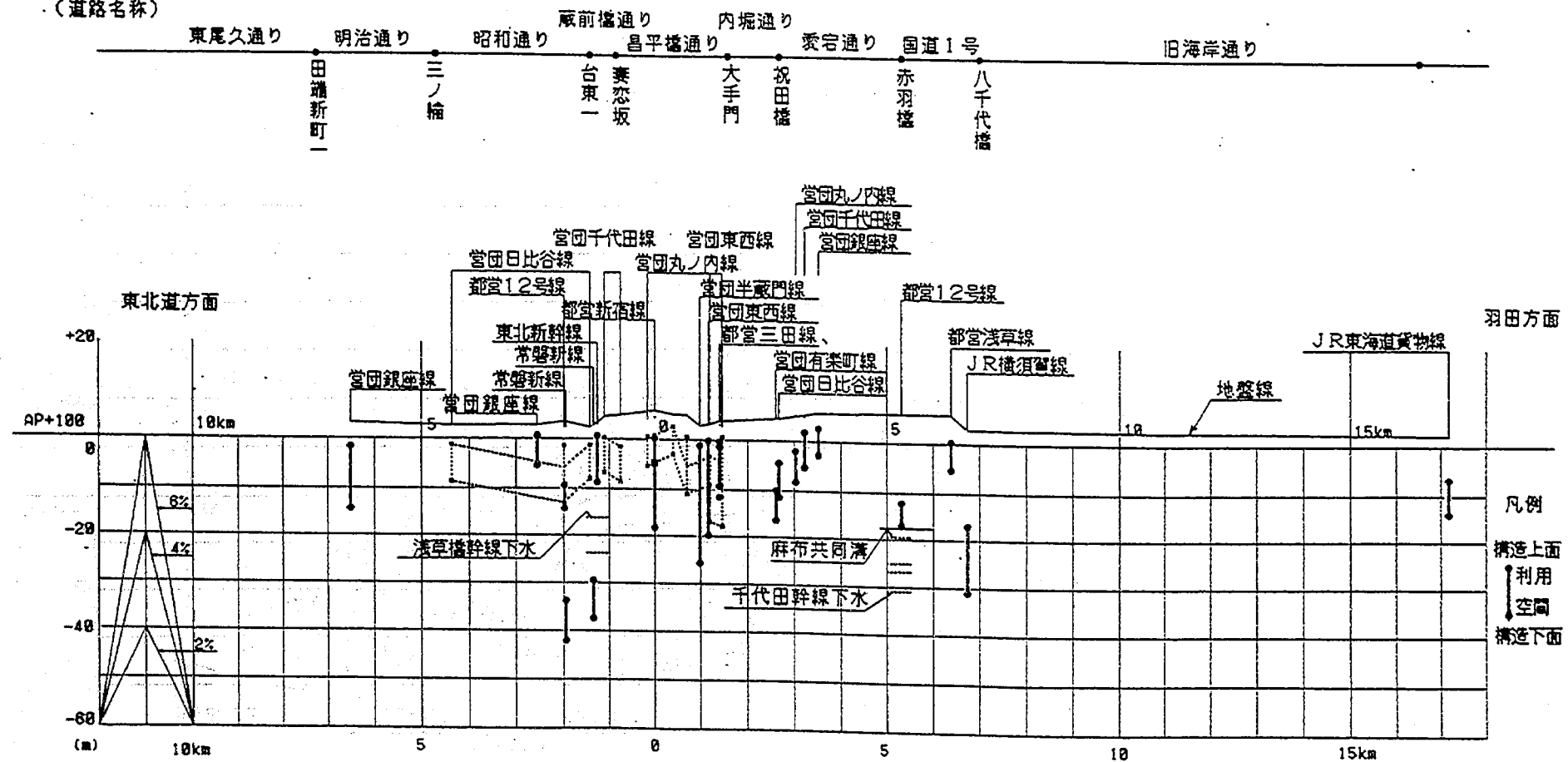


図4.1-3(1) 線の施設の地下利用状況 (路線: R1)

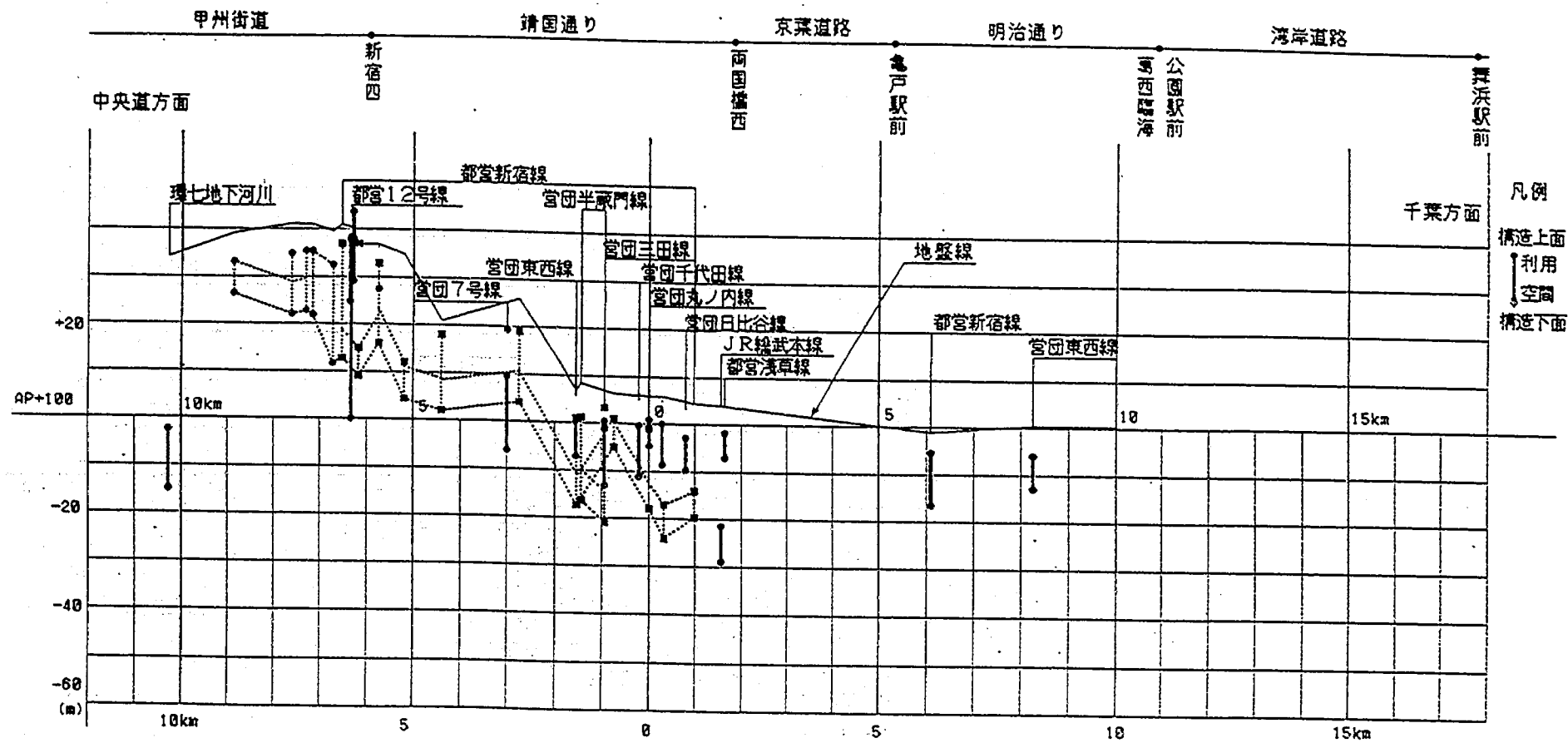


図4.1-3(2) 線の施設の地下利用状況 (路線: R2)

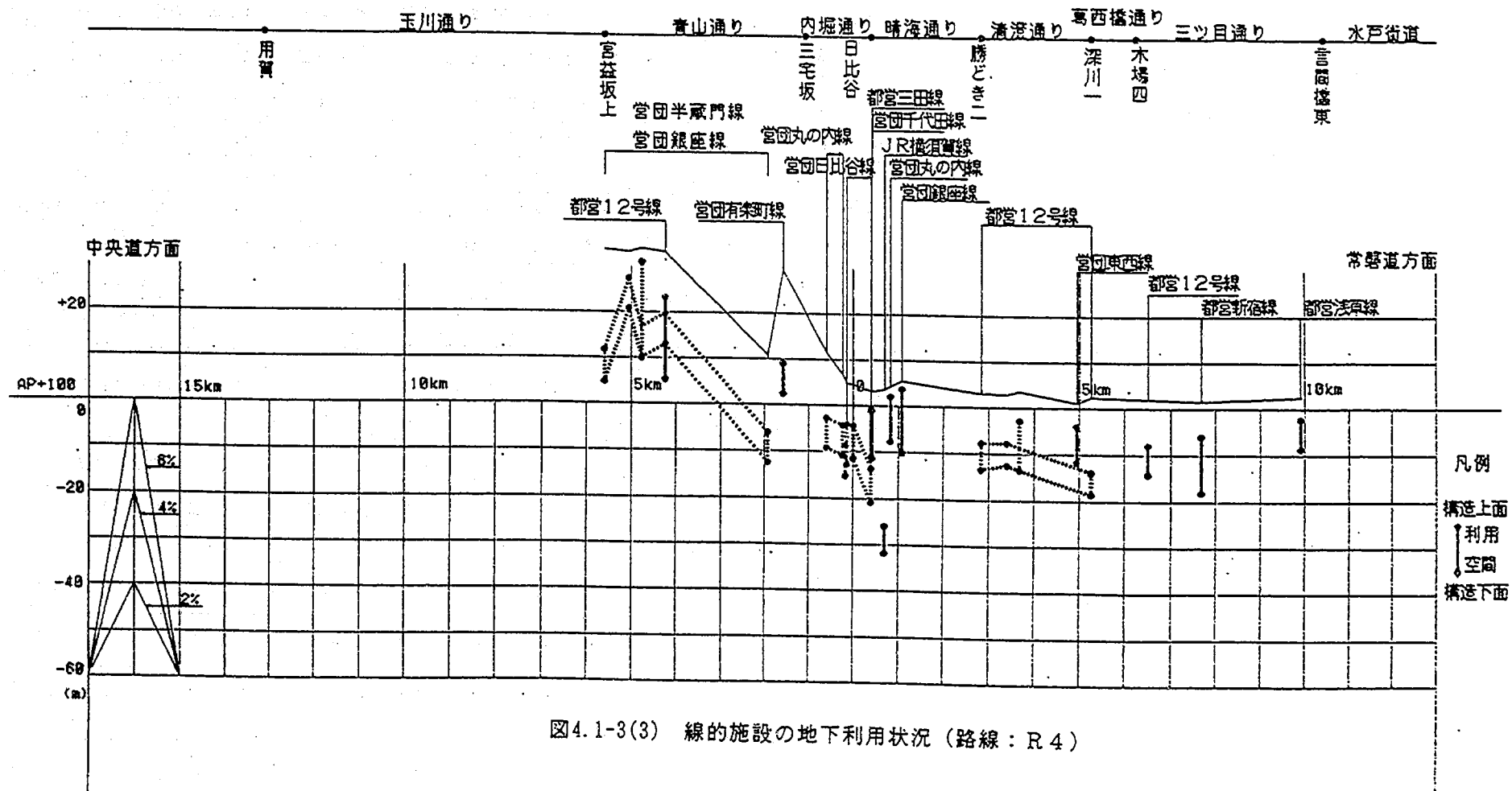


図4.1-3(3) 線的施設の地下利用状況 (路線: R4)

表4.1-3 首都高速道路基礎構造物調査

	施設名称			関与形態		下部構造及び基礎					備考
	路線名	快速線	通過道路名	形態	延長(支線)	構造形式	基礎下層構造	基礎形式	支持層	構造特性	
R 1	高速1号羽田線	38.12	旧海岸通り	並列	600m	多柱式門型ラーメン	AP+ 78	杭基礎	砂礫層	独立フーチング	勝島ランプ入口、旧海岸通り沿、道路幅全面に基礎敷設、杭下方のみ使用可
	高速1号上野線	44. 5	昭和通り	並列	1,980m	2柱式門型ラーメン	AP+ 72 AP+ 74	杭基礎 ケーソン基礎	砂礫層	—	昭和通り沿(江戸橋ランプ～入谷ランプ終点)フーチング下面に日比谷線を抱込み
	高速2号(環状)	42. 7	桜田通り	交差	(52.66m)	2柱式門型ラーメン	AP+ 78	杭基礎 ケーソン基礎	資料不足	独立フーチング	桜田通り(国道1号線)交差、芝公園
	高速都心環状線	39. 8	日比谷通り	交差	(65.63m)	2柱式門型ラーメン	AP+ 73	ケーソン基礎	資料不足	独立フーチング	日比谷通り、神田橋付近
	高速中央環状線	62. 9	尾久橋通り	交差	(70.00m)	2柱式門型ラーメン	AP+ 60	杭基礎	資料不足	—	尾久橋通り交差、扇大橋付近
	高速湾岸線	58. 2	国道357号	並列	300m 840m	1柱式橋脚、多柱式門型ラーメン 盛土	AP+ 69	杭基礎	資料不足	—	京浜大橋～大井中央陸橋
R 2	高速1号上野線	44. 5	昭和通り	交差	(55.00m)	2柱式門型ラーメン	資料不足	杭基礎	資料不足	—	昭和通り沿(江戸橋ランプ～入谷ランプ終点)
	高速4号新宿線	48.10	甲州街道	並行	6,300m	1柱式橋脚、多柱式門型ラーメン	AP+112	杭、ケーソン基礎	資料不足	地下鉄併設	甲州街道(新宿～上北沢)、京王帝都京王線併設
	高速4号新宿線	48.10	甲州街道	並行	資料不足	1柱式橋脚、多柱式門型ラーメン	資料不足	杭、ケーソン基礎	資料不足	—	甲州街道(新宿ランプ)
	高速5号池袋線	42. 3	靖国通り	交差	(66.64m)	1柱式独立橋脚	AP+ 80	ケーソン基礎	資料不足	—	靖国通り交差、西神田付近
	高速6号線	46. 3	靖国通り	交差	(59.82m)	1柱式橋脚	AP+ 69	ケーソン基礎	資料不足	—	靖国通り交差、両国橋付近
	高速7号小松川線	46. 3	明治通り	交差	資料不足	資料不足	杭長28m	杭基礎	資料不足	—	明治通り交差
	高速湾岸線	56. 5	国道357号	並列	資料不足	1柱式橋脚、多柱式門型ラーメン	AP+ 45	杭基礎	資料不足	—	有明～新木場
	高速湾岸線	53. 1	国道357号	並列	資料不足	多柱式門型ラーメン	AP+ 41	杭基礎	資料不足	—	荒川湾岸橋
R 4	高速湾岸線	53. 1	国道357号	並列	資料不足	1柱式橋脚、多柱式門型ラーメン	AP+ 28	杭、ケーソン基礎	資料不足	—	葛西～浦安
	高速1号上野線	37.12	晴海通り	交差	資料不足	半地下構造	AP+ 99	直接基礎	資料不足	—	晴海通り交差、万年橋
	高速3号渋谷線	39. 8 46.12	玉川通り	並行	資料不足	1柱式橋脚、多柱式門型ラーメン	AP+103	杭、ケーソン基礎 直接基礎	資料不足	—	玉川通り(国道246号線)沿、東急新玉川線併設 渋谷ランプ～用賀料金所
	高速7号小松川線	46. 3	三つ目通り	交差	(55.0m)	多柱式門型ラーメン	AP+ 71	杭基礎	資料不足	—	三つ目通り交差
	高速9号深川線	55. 2	清澄通り	交差	(64.0m)	多柱式門型ラーメン	AP+ 67	杭基礎	資料不足	—	清澄通り交差、福住付近
	高速都心環状線	39. 8	内堀通り	並行	資料不足	半地下、隧道	AP+101	直接基礎	資料不足	—	三宅坂IC、内堀通り(桜田門)～青山通り(弁慶橋)
	高速中央環状線	62. 9	水戸街道	交差	(95.0m)	2柱式門型ラーメン	AP+ 66	杭基礎	資料不足	—	水戸街道交差、四つ木IC付近
	高速会社線	資料なし	晴海通り	交差	—	—	—	—	—	—	晴海通り交差

表4.1-4(1) 基礎構造物概要その1
R1ルート

橋 梁 名	道 路			下部構造及び基礎				竣 工 年	備 考
	道 路 名	橋面幅(m)	橋長(m)	構 造 形 式	基礎形式	基礎形式	支持層		
扇大橋	尾久橋通り	26.0	697.2	橋台2基,橋脚11基	AP+59.0	ケーソン、杭	砂 礫 層	資料不足	(一都)105号
尾久橋	尾久橋通り	26.0	431.0	橋台3基,橋脚11基	資料不足	杭	資料不足	資料不足	(一都)105号
熊野前陸橋	尾久橋通り	14.0	537.41	橋台2基,橋脚19基	資料不足	杭	資料不足	資料不足	(一都)105号
宮地陸橋	尾久橋通り	15.0	199.0	橋台2基,橋脚4基	資料不足	杭	資料不足	資料不足	(一都)105号
昌平橋	昌平橋通り	33.57	22.86	橋台2基	杭長5m程	木杭	資料不足	T.12	(特都)402号錦町有楽町線
鎌倉橋	昌平橋通り	22.98	30.175	橋台2基	杭長7.3m	木杭	砂 層	S.4	(特都)402号錦町有楽町線
祝田橋	内堀通り	埋没	—	—	—	—	—	—	(主地)301号白山祝田町線
赤羽橋	愛宕下通り	30.8	17.5	橋台2基	AP+90.0	杭	土 丹 層	S.49	(一都)1号
藻塩橋	旧海岸通り	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	(主地)316号日本橋芝浦大森線
八千代橋	旧海岸通り	23.6	26.9	橋台2基,橋脚2基	杭長13m	鋼管杭,木杭	資料不足	資料不足	(主地)316号日本橋芝浦大森線
高浜橋	旧海岸通り	19.5	56.0	橋台2基,橋脚2基	杭長10m	木杭	資料不足	資料不足	(主地)316号日本橋芝浦大森線
天王洲橋	旧海岸通り	25.8	78.8	橋台2基,橋脚2基	杭長12m	場所打ち杭	資料不足	資料不足	(主地)316号日本橋芝浦大森線
昭和橋	旧海岸通り	25.8	37.7	橋台2基	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	(主地)316号日本橋芝浦大森線
鮫洲橋	旧海岸通り	18.15	72.0	橋台2基,橋脚2基	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	(主地)316号日本橋芝浦大森線
勝島橋	勝島橋通り	18.2	150.0	橋台2基,橋脚3基	AP+70.0	ケーソン	砂 層	S.43	
京浜大橋	国道357号	上流11.3 下流11.5	391.5 391.8	橋台2基,橋脚4基 橋台2基,橋脚4基	AP+63.6	ケーソン、杭 鋼管井筒、杭	砂 層	S.58	(一都)357号

注) (一都) : 一般都道 (一都) : 一般都道 (特都) : 特別都道 (主地) : 主要地方道

表4.1-4(2) 基礎構造物概要その2

R2ルート

橋梁名	道 路			下部構造及び基礎				竣工年	備 考
	道路名	橋面幅(m)	橋長(m)	構造形式	線形	基礎形式	支持層		
新宿跨線橋	甲州街道	30.7	134.6	跨線部橋脚	AP+117.5	場所打ち杭	資料不足	(改)S.57	(一國)20号
両国橋	京葉道路	24.54	165.46	橋台2基,橋脚2基	杭長32.5	PC管(補強)	砂礫層	S.7 (改)S.58	(一國)14号
江東橋	京葉道路	38.5	20.8	ラーメン橋	AP+67.4	杭	資料不足	施工中	(一國)14号
松代橋	京葉道路	40.3	39.2	橋台2基	AP+63.3	杭	資料不足	S.44	(一國)14号
五之橋	明治通り	22.8	30.45	橋台2基,橋脚2基	AP+87.0	木杭	シルト層	T.15	(主地)306号王子千住南砂町線
進開橋	明治通り	22.6	44.15	橋台2基,橋脚2基	資料不足	木杭(不明)	資料不足	S.41	(主地)306号王子千住南砂町線
弾正橋	明治通り	落橋	—	—	—	—	—	—	(主地)306号王子千住南砂町線
日吉橋	明治通り	埋没	—	—	—	—	—	—	(主地)306号王子千住南砂町線
夢の島大橋	明治通り	30.0	171.1	橋台2基,橋脚2基	AP+47.7	場所打ち杭	砂 層	S40~52	(主地)306号王子千住南砂町線
荒川河口橋	湾岸道路	上流15.4 下流14.9	840.0	橋台2基,橋脚6基	AP+50.3	鋼管井筒	東京礫層	施工中	(一國)357号
舞浜大橋	湾岸道路	上流15.0 下流15.0	資料不足	橋脚9基	AP+42.8	鋼管井筒, 杭	資料不足	資料不足	(一國)357号
弁天橋	湾岸道路	13.5×2	248.2	橋台2基,橋脚6基	AP+26.4	杭	資料不足	資料不足	(一國)357号

注) (一國):一般国道 (一都):一般都道 (特都):特別都道 (主地):主要地方道

表4.1-4(3) 基礎構造物概要その3
R4ルート

橋 梁 名	道 路			下部構造及び基礎				竣 工 年	備 考
	道 路 名	橋面幅(m)	橋長(m)	構 造 形 式	護 欄 形 式	基 礎 形 式	支 持 層		
勝関橋	晴海通り	25.8	246.0	橋台2基,橋脚2基	資料不足	資料不足	資料不足	S.15	(主地)304号、隅田川
月島橋	清澄通り	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	(主地)463号
相生橋	清澄通り	36.8	149.1	橋台2基,橋脚2基	AP+61.6	鋼管井筒,杭	資料不足	施工中	(主地)463号、隅田川
黒船橋	清澄通り	33.80	29.6	U型橋台2基	AP+63.5	場所打ち杭	砂 礫 層	施工中	(主地)463号、大横川
末広橋	三ツ目通り	22.8	29.7	橋台2基	AP+66	場所打ち杭	砂 礫 層	S.52	(主地)319号、仙台堀川
大富橋	三ツ目通り	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	(主地)319号
三之橋	三ツ目通り	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	資料不足	(主地)319号
源森橋	三ツ目通り	22.91	24.4	半重力式2基	AP+89.7	木杭	砂 礫 層	S.3	(主地)319号、北十間川
四つ木橋	水戸街道	17.8	452.75 54.6	橋台4基,橋脚17基	資料不足	ケーソン,杭	資料不足	資料不足	(一國)6号、荒川
中川大橋	水戸街道	30.8	134.4	橋台2基,橋脚2基	AP+55.8	場所打ち杭	砂 礫 層	S.61	(一國)6号、中川

注) (一國):一般国道 (一部):一般都道 (特都):特別都道 (主地):主要地方道

(4) 調査結果

地下利用施設について調査した結果をまとめると次のようになる。

a. 線的施設の利用深度

R 1 :

- ・常磐新線及び都営 12 号線が、利用深度約 45 m で昭和通りと交差する計画である。
- ・国道 1 号線の赤羽橋付近で、都営 12 号線、麻布共同溝、千代田幹線下水が重なり合っており、利用深度が約 37 m となっている。
- ・旧海岸通りの八千代橋付近では、J R 横須賀線の利用深度が比較的深く、約 35 m となっている。
- ・計画路線位置で、J R 横須賀線、常磐新線（計画）、都営 12 号線（計画）以外は利用深度が概ね 30 m 以浅となっている。
- ・蔵前橋通りと内堀通りは、利用施設が密集している。
- ・昭和通りでは、営団日比谷線と新システムが並走する。

R 2 :

- ・最大利用深度約 50 m である環七地下河川は、最も深い施設であるが、その上部地下空間には未利用空間がある。
- ・都営 12 号線の新宿駅付近の利用深度は約 45 m である。
- ・靖国通りでは、都営新宿線と新システムが並走する。
- ・新宿および神田付近は、利用施設が密集している。
- ・靖国通りおよび甲州街道の一部（J R 新宿駅付近）以外は、利用深度が概ね 20 m 以浅となっている。

R 4 :

- ・J R 横須賀線が葛西橋通りと利用深度約 35 m で交差する。
- ・玉川通りでは、東急新玉川線と新システムが並走する。
- ・J R 横須賀線以外は、利用深度が概ね 30 m 以浅である。

b. 高架道路・橋梁基礎の利用深度

R 1 :

- ・ 平坦な地形であり、ほぼ全線にわたって大規模な橋梁は、地表面より約30～40 mに出現する砂礫層を支持層としている。
- ・ 比較的古い年代の橋梁は、基礎の利用深度を20 m程度以浅としている。
- ・ 昭和通りでは、営団地下鉄日比谷線と首都高速1号上野線が併設されており、高架の基礎と地下鉄躯体が競合している。

R 2 :

- ・ 湾岸部では、支持層が地表面から約80 mに達するところもある（弁天橋）。
- ・ 湾岸部以外は、30～60 mを利用している。
- ・ 甲州街道沿いは、地表面下約30 m以浅に、支持層が出現すると推定され、比較的使用深度は浅い。
- ・ 甲州街道では、京王帝都京王線と首都高速4号新宿線が併設されており、高架基礎と地下鉄躯体が競合している。

R 4 :

- ・ 玉川通り沿いでは、地表面下約30 m以浅に支持層が出現していると推定される。
- ・ 晴海通りから水戸街道にかけて地表面下約40～50 mに、支持層が出現していると推定される。
- ・ 玉川通りでは、東急新玉川線と首都高速3号渋谷線が併設されており、高架橋基礎と地下鉄躯体が競合している。

c. 調査内容について

各事業体が保存している既存施設に関する図書には、建設当時の竣工図をそのまま保存している場合と調査推定により復元し管理台帳としている場合が考えられ、その図書の信頼性を評価することも必要であると考えられる。また、図書に明記されていない仮設的なものが存置されている場合もあると考えられるため、施工法によっては思わぬ障害物に遭遇し、対処が困難となることがある。今後詳細な調査を行い、事前に十分な対策を講じることも必要である。

例えば、地下鉄の施工に用いられる仮設の土留壁に関する情報が不足している場合も考えられ、仮に新システムの施工をシールド工法で行った場合には、施工中の障害物に対する対策が非常に困難となる場合もあり、工法選定等には事前の十分な調査が必要である。

4.2 導入空間と設計条件の検討

4.2.1 輸送路断面の設定

新物流システムの輸送手段として、デュアルモードトラック（DMT車両）による方法が考えられる。ここでは、DMT車両を導入した場合について輸送路の断面を検討する。

新システムの輸送路断面を設定するにあたり、車両限界、建築限界等を検討する必要がある。まず、DMT車両の諸元等を次のように設定し、新システムの輸送路断面を検討する。

(1) DMT車両の特性

1) 車両形状

DMT車両はバンタイプトラックを基本に改造されたと考え、車両形状を現在製造されている車両を参考に設定する。

2) 積荷重量

積荷重量は2 t程度とし、従来のDMTの研究より、車両のDMT化による重量増が約1～1.5 tと見込まれるため、現行の4 t積みトラックを基準の車両として検討することとした。

3) 集電・案内装置

「デュアルモードトラックの研究」（昭和62年建設省土木研究所）より、集電装置・案内装置を次のように設定する（図4.2-1参照）。

最大張出し量（片側あたりの車両側方はみ出し量）

集電装置：445mm

案内装置：360mm

案内は側壁誘導方式、集電は側壁接触集電によるものとする。

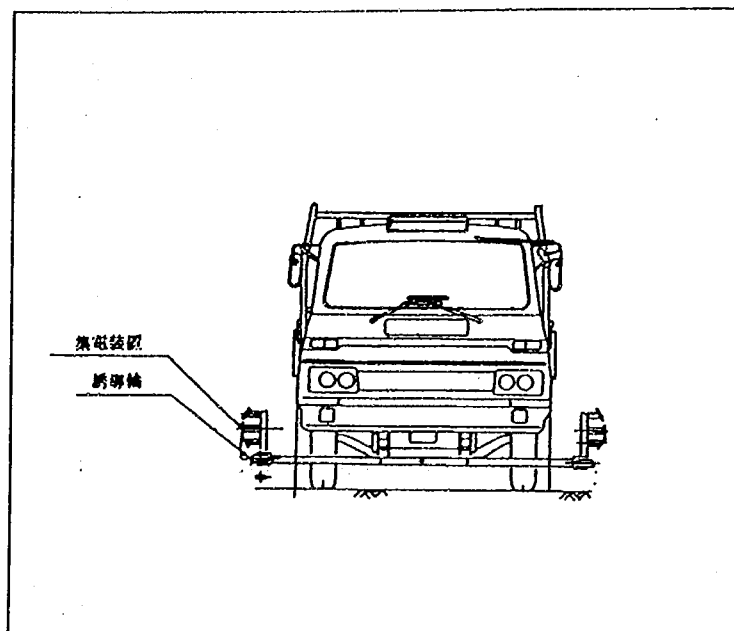


図4.2-1 集電装置・案内装置

4) 車両限界

現行関係法令での設計車両の規定値は、次の通りである。

道路法「道路構造令」（設計車両）第四条

「車両制限令」（車両の幅等の最高限度）第三条

設計車両 高さ：3.8m

幅：2.5m

これに対し、現在製造中の4t積みバンタイプトラックは、地上高さがほとんど3.3m以下であるため、設定車両の地上高さを3.3mまで縮小することが可能であると考えられる。

また、車両幅は表4.2-1に示す参考車両にみられるように限界幅2.5mに近い車両が製造されていることより上記関係法令の規定値2.5mと同じとすることとした。

表4.2-1 参考車両

名称：三菱ふそう ファイターターボ 3.75トン Dバン
形式・車種記号：P-FK515J(S)

	車 体	荷 台 内 寸
全 長	8,030mm	5,730mm
全 幅	2,480mm	2,370mm
全 高	3,230mm	2,120mm
最大積載量	3.75トン	
車 両 重 量	3.96トン	

したがって、新システムの車両限界は、高さ 3.3m、幅 2.5mの矩形とする。

(2) 建築限界

新システムの輸送路における建築限界を、「新交通システムの標準化とその基本仕様」(昭和58年3月社団法人日本交通計画協会)にならって設定し、上記で設定した車両限界に対し、車両の運動等に伴う上下、左右方向の変位量および余裕量を考慮した値とする。

表4.2-2に、建築限界を設定するための車両限界への加算値と上部ハンチの寸法を示す。

図4.2-2には、建築限界の標準断面を示す。

表4.2-2 車両限界への加算値と上部ハンチの寸法

		寸 法(mm)
車両限界への加算値	側 方	300
	上 方	200
上 部 ハ ン チ	水 平	200
	鉛 直	200

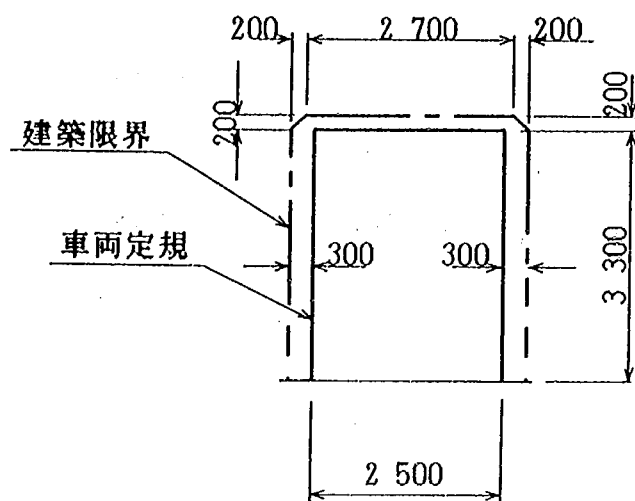


圖4.2-2 建築限界

(3) 曲線部での建築限界の拡幅

新システムの結節点及びデポ付近のランプ部では、小さい曲率半径を使用することが想定されるため、曲線部における車両の偏倚量に応じて、直線正位で設定した建築限界に対し建築限界の拡幅を行う必要がある。

曲線部における建築定規の拡大量は、「ガイドウェイバスシステムに関する共同研究」に示された、「アジア太平洋博覧会会場内輸送システム」の例に基づき、曲線部における建築定規の拡幅量を内軌側、外軌側について求めた。

ここで想定したDMT車両は、「新物流システムの開発—デュアルモードトラックシステムの開発—」（昭和56年3月）で中型車の代表的車両として示されているもので、その諸元に基づいて計算した。ただし、その車両の案内方式は側方案内方式で、前方案内輪のみを有し、後方案内輪がないため、図4.2-3の車両諸元に示すように後方案内輪を想定している。

(検討車両諸元)

L	: 車体長	6.885(m)
L _w	: ホイールベース	3.900(m)
L _{ws}	: 案内輪輪距	5.200(m) (想定値)

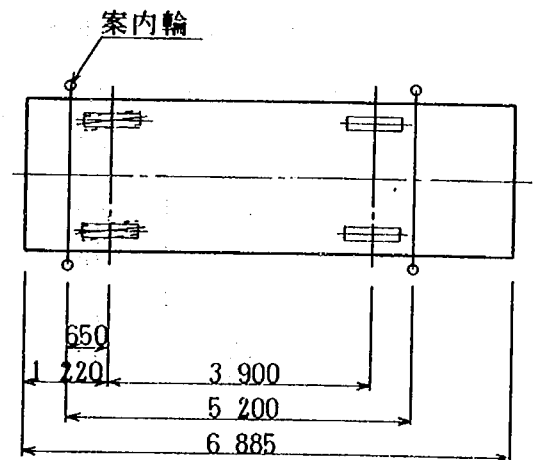


図4.2-3 設定車両諸元

a. 内軌側案内レールの拡幅量

内軌側案内レールの拡幅量は、次式により計算される。

$$D_{BA} = 1000R - \sqrt{(1000R)^2 - L_B^2} - (B_{AF} - B_{AR}) + E_{PC} + \alpha$$

ここに、

D_{BA} : 案内レール拡幅量(mm)

R : 曲線の軌道中心半径(m)

L_B : ホイールベース 3,900 (mm)

B_{AF} : フロント支持輪幅の1/2 1,450 (mm)

B_{AR} : リヤ支持輪幅の1/2 1,430 (mm)

(フロント支持輪より20mm内側にあるものと仮定する)

E_{PC} : カントによる影響分 (カントによる後部のズレ落ち分)

$E_{PC} = 12i$ (mm) (i : カント(%))

表4.2-3 内軌側案内レールの拡幅量

カント 曲線半径	内軌側案内レールの拡幅量 D_{BA}			
	$i = 0\%$	$i = 3\%$	$i = 5\%$	$i = 7\%$
12	631	667	691	715
13	579	615	639	663
14	534	570	594	618
15	496	532	556	580
16	463	499	523	547
17	433	469	493	517
18	408	444	468	492
19	385	421	445	469
20	364	400	424	448
30	235	271	295	319
40	171	207	231	255
50	132	168	192	216
100	56	92	116	140
200	18	54	78	102
300	5	41	65	89
400	-1	35	59	83
500	-5	31	55	79
1000	-12	24	48	72

b. 曲線部における建築限界の外軌側拡幅量

曲線部における建築限界の外軌側拡幅量は、曲線による外軌側の影響分と前出の内軌側案内レールの拡幅を考慮し、次式により計算する。

$$E_o = E_{oD} + D_{Eo}$$

ここに、

E_{oD} : 外軌側曲線の影響分

$$E_{oD} = \sqrt{\left\{ \sqrt{R_o^2 - L_B^2} + (B_B - B_T) \right\}^2 + (L_B * L_B)^2} - R_o$$

D_{Eo} : 案内レール拡大量 (D_{BA}) の影響分

$$D_{Eo} = (L_B + L_{AR} + L_{Fo}) \times \frac{D_{BA}}{L_B + L_{AR}} - D_{BA}$$

R_o : 曲線外軌側案内レール半径 (mm)

$$R_o = 1000R + B_A$$

R : 曲線の軌道中心半径 (mm)

B_A : 直線部案内レール幅の1/2 1,450 (mm)

L_B : ホイールベース 3,900 (mm)

L_{Fo} : フロントオーバーハング 1,220 (mm)

B_B : 車両限界幅の1/2 1,250 (mm)

B_T : フロントタイヤ外幅の1/2 1,170 (mm)

(ここでは、車両限界より80mm内側にあるものと仮定する)

L_{AR} : 後部支持輪のオーバーハング寸法 650 (mm)

L_{BA} : 曲線部における内軌側案内レール拡幅量 (mm)

表4.2.4 外軌側曲線の影響分と案内レール拡大量 (D_{BA}) の影響分

曲線半径	外軌側曲線の影響分 E_{OD}	案内レール拡大量 (D_{BA}) の影響分 D_{EO}			
		$i = 0\%$	$i = 3\%$	$i = 5\%$	$i = 7\%$
12	477	169	179	185	192
13	451	155	165	171	178
14	428	143	153	159	166
15	407	133	143	149	156
16	389	124	134	140	147
17	373	116	126	132	139
18	358	109	119	125	132
19	345	103	113	119	126
20	333	98	107	114	120
30	253	63	73	79	86
40	212	46	56	62	68
50	186	35	45	51	58
100	134	15	25	31	38
200	107	5	14	21	27
300	98	1	11	17	24
400	94	0	9	16	22
500	91	-1	8	15	21
1000	85	-3	6	13	19

表4.2-5 曲線部における建築限界の外軌側拡幅量

カント 曲線半径	外軌側拡幅量 $E_o = E_{OD} + D_{EO}$			
	$i = 0\%$	$i = 3\%$	$i = 5\%$	$i = 7\%$
12	646	656	662	669
13	606	616	622	629
14	571	581	587	594
15	540	550	556	563
16	513	523	529	536
17	489	499	505	512
18	467	477	483	490
19	448	458	464	471
20	431	440	447	453
30	316	326	332	339
40	258	268	274	280
50	221	231	237	244
100	149	159	165	172
200	112	121	128	134
300	99	109	115	122
400	94	103	110	116
500	90	99	106	112
1000	82	91	98	104

c. 曲線部における建築限界の内軌側拡幅量

曲線部における内軌側拡幅量は、車両中央部（ E_{i1} ）と車両後部（ E_{i2} ）における拡幅量を、次式により求め、両者のうち大きい方の値を採用する。

・車両中央部における拡大量： E_{i1}

$$E_{i1} = R_i - \sqrt{R_i^2 - \{ (L_B + L_{AR}) / 2 \}^2} + \{ (B_B - B_T) + (B_B - B_{AR}) \} / 2 + D_{BA}$$

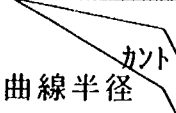
ここに、

R_i : 曲線外軌側案内レール半径 (mm)

$$R_i = 1000R - B_A - D_{BA}$$

B_{AR} : 後部支持輪幅の1/2 1430 (mm)

表4.2-6 車両中央部における内軌側拡幅量

 カント 曲線半径	車両中央部における内軌側拡幅量 E_{i1}			
	$i = 0\%$	$i = 3\%$	$i = 5\%$	$i = 7\%$
12	845	882	907	932
13	767	804	829	853
14	701	738	762	787
15	646	682	707	731
16	598	634	659	683
17	555	592	616	640
18	519	555	580	604
19	486	523	547	571
20	457	493	517	542
30	277	313	337	361
40	188	225	249	273
50	135	172	196	220
100	32	68	92	116
200	-19	17	41	65
300	-36	0	24	48
400	-45	-9	15	39
500	-50	-14	10	34
1000	-59	-23	1	25

・車両後部における拡幅量： E_{12}

$$E_{12} = \frac{(L_B + L_{OR}) \times D_{BA}}{L_B + L_{AR}}$$

ここに、

L_{OR} ：リヤオーバーハング量 1220 (mm)

表4.2-7 車両中央部における内軌側拡幅量

カント 曲線半径	車両後部における内軌側拡幅量 E_{12}			
	$i = 0\%$	$i = 3\%$	$i = 5\%$	$i = 7\%$
12	710	751	778	805
13	652	692	719	746
14	601	641	668	695
15	558	599	626	653
16	521	562	589	616
17	487	528	555	582
18	459	500	527	554
19	433	474	501	528
20	410	450	477	504
30	264	305	332	359
40	192	233	260	287
50	149	189	216	243
100	63	104	131	158
200	20	61	88	115
300	6	46	73	100
400	-1	39	66	93
500	-6	35	62	89
1000	-14	27	54	81

以上の結果から、曲率半径 $R = 15 \text{ m}$ の曲線部を例にとると、曲線部における建築限界の拡幅量は表4.2-8に示すようになる。この場合、1車線あたりの建築限界の拡幅量は、運行速度にもよるが、カント $i = 7\%$ で、 $563 + 731 = 1,294 \text{ mm}$ となり、1.2~1.3m程度拡幅する必要がある。

表4.2-8 曲率半径 $R = 15 \text{ m}$ の場合の建築限界の拡幅量

			拡 幅 量 (mm)			
			$i = 0\%$	$i = 3\%$	$i = 5\%$	$i = 7\%$
内軌側案内レール			496	532	556	580
建築限界	外軌側		540	550	556	563
	内軌側	車両中央	646	682	707	731
		車両後部	558	599	626	653

注) $i = 0 \sim 7\%$ は、路面のカント量を示す。

(4) 維持管理空間

維持管理空間として、待避スペースを設ける。その寸法は、 $\phi 60\text{cm} \times 1200\text{cm}$ 以上とした。

(5) 諸設備空間

システム運営に必要な設備は、輸送路断面の決定要因となる。考慮すべき主な設備は、配管・配線設備空間（通信、電気、照明）と排水装置等であると想定される。ここでは、建築定規外余裕として30cmを考慮し、ここに諸設備を収納することとした。また、排水は、路面排水とし、路面下に排水工を設けるものとし、ここでは特に考慮していない。

(6) 建築定規図

以上の建築限界の設定をまとめると、標準部での建築定規図は図4.2-4に示すようになる。また曲線部は、この定規に曲線による車両の偏倚を考慮した拡幅量を加算した建築限界となる。

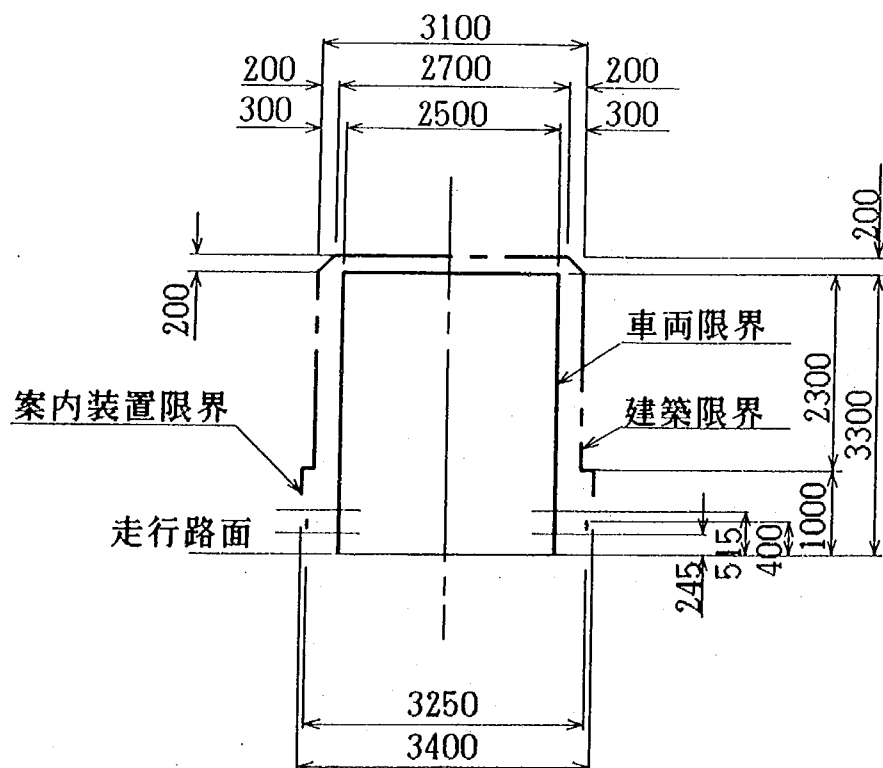


図4.2-4 建築限界定規図（標準部）

(7) 輸送路断面

シールド工法によるトンネル建設を想定すると、円形断面および複合円断面が考えられる。また、開削工法による建設を想定すると矩形断面が考えられる。

ここでは、建築限界の設定に基づき輸送路の内空断面を検討する。また、案内輪・集電方法については、従来の「デュアルモードトラックの研究」を参考にしているため、今後の集電・案内輪方式の詳細な検討により、トンネル断面を再検討する必要がある。したがって、ここで表示している断面寸法は、参考値程度にとどめるものとする。

検討結果を図4.2-5～4.2-7に示す。

1) 円形断面

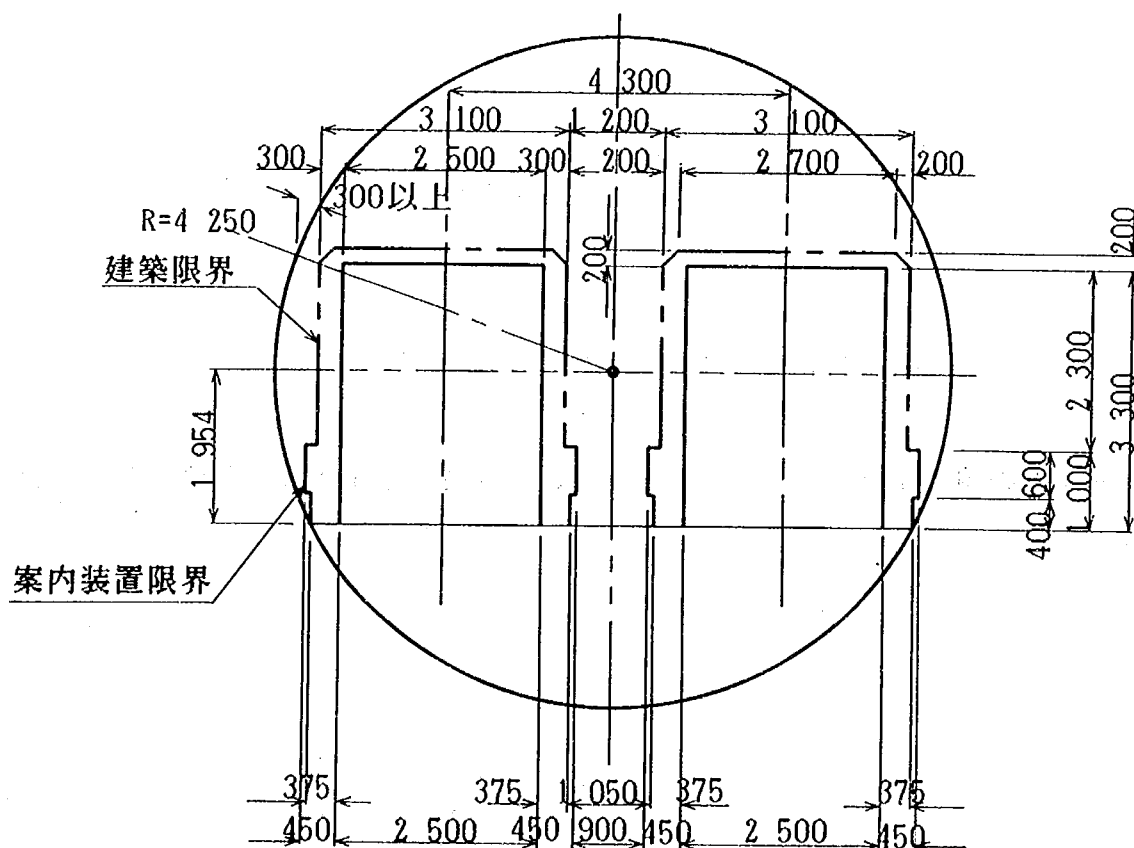


図4.2-5 単円トンネル標準断面図

仮に、シールドの覆工厚を一次覆工厚 $t = 40\text{cm}$ 、二次覆工厚 $t = 20\text{cm}$ とすると、トンネル幅は 9.7m となる。

2) 複合円断面

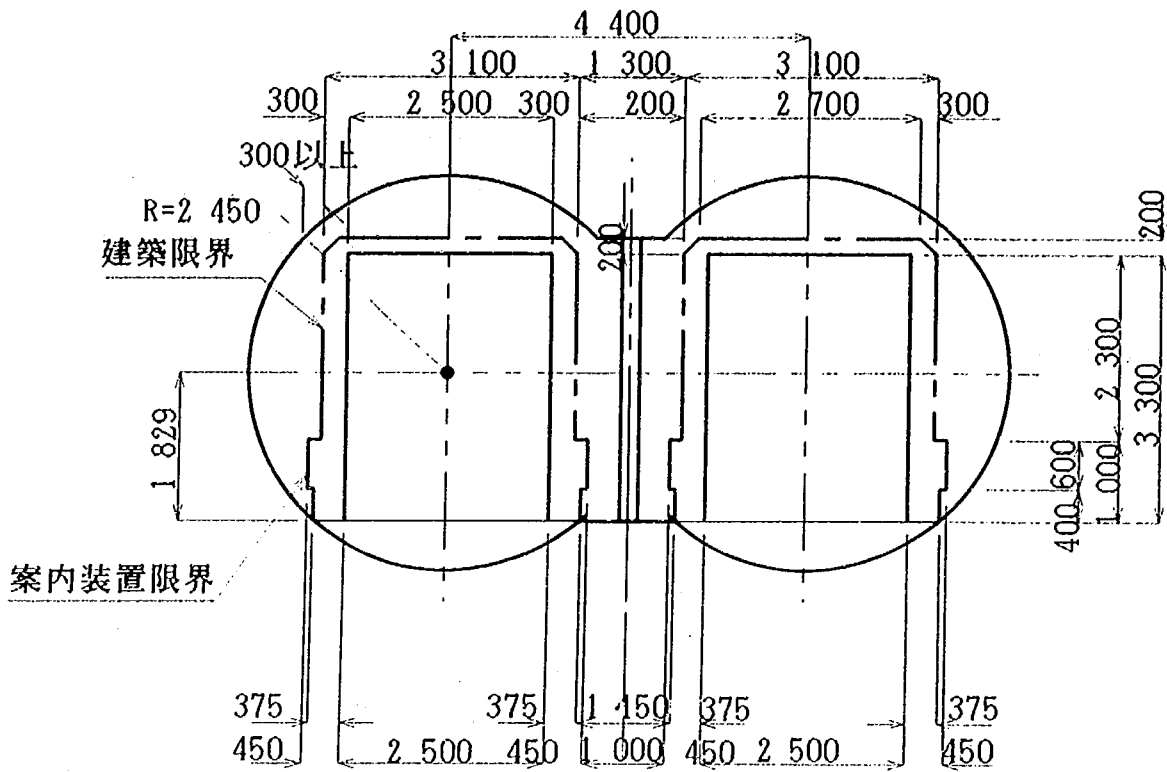


図4.2-6 複合円トンネル標準断面図

仮に、シールドの覆工厚を一次覆工厚 $t = 30\text{cm}$ 、二次覆工厚 $t = 20\text{cm}$ とすると、トンネル幅は 10.3m となる。

3) 矩形断面

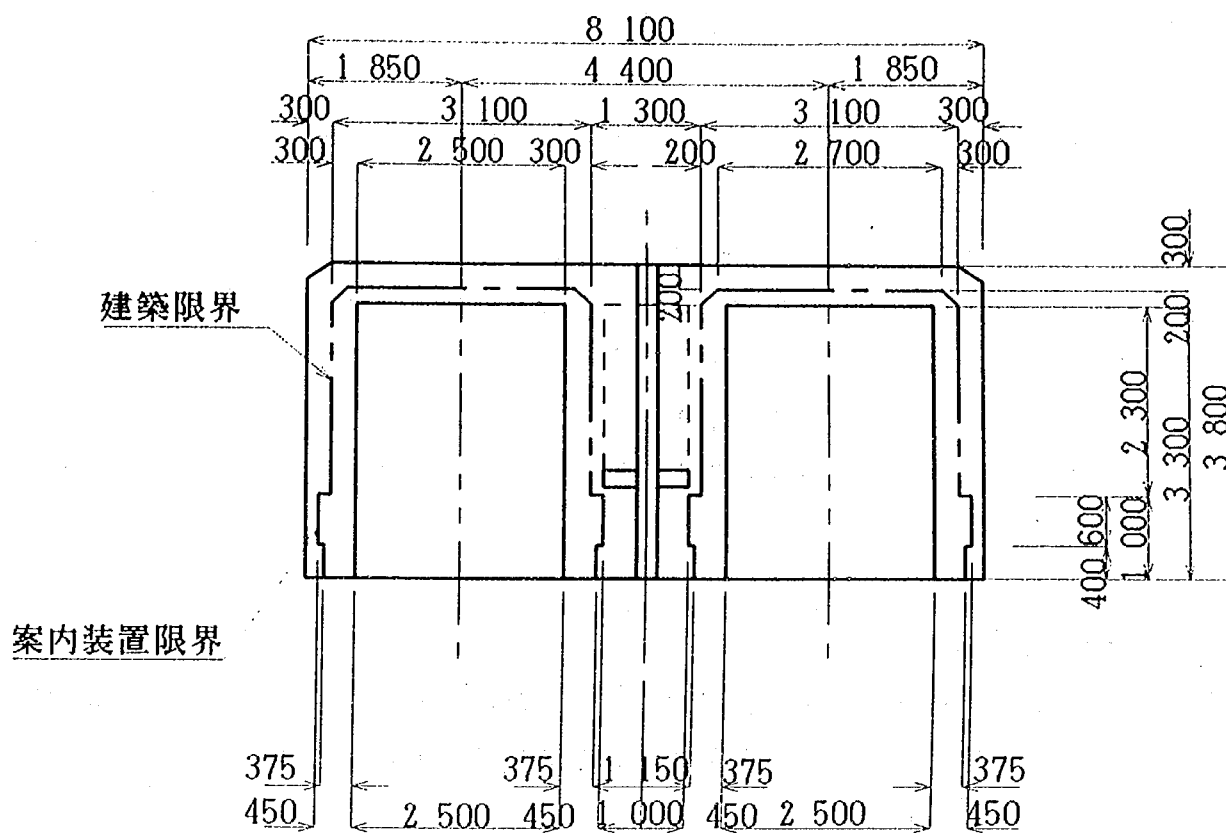


図4.2-7 矩形標準断面図

仮に、側壁厚を $t = 100\text{cm}$ とすると、トンネル幅は 10.1m となる。

4.2.2 輸送路断面配置

前記検討により、新システムの輸送路断面は、シングルトラックの場合約10m程度のトンネル幅となる。

新システムを導入する道路として、22m以上の幅員を有する道路を選定することを原則としているため、新システムのトンネル幅10mは道路敷内で確保できるものと考えられる。しかし、他の占用施設の地下利用状況を鑑みれば、道路幅全てを自由に新システムのみが利用することは困難である。したがって、他の地下利用施設との共存を図るべく、新システムの輸送路断面の効率的な配置を検討する必要がある。

また、物流の需要予測により部分的に輸送能力の増強が必要とされる区間があり、ダブルトラックでの運用を必要とする路線もある。したがって、道路幅員と輸送路の断面配置が極めて重要な要素となるため、併せて検討する。

(1) 輸送路配置形態の検討

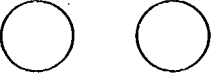
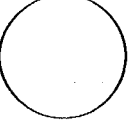
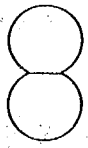
輸送路断面の配置は上り下り車線が合理的に配置されなければならない。その断面配置を決定する要因としては、地下利用状況を考慮した輸送路の線形上の制約（連続性）、施工技術、経済性等が挙げられる。

地下空間における新システム輸送路断面の適用性を、シールドトンネルの断面を例にとり検討してみる。その結果を、表4.2-9に示す。

基本的な路面配置として、1本のトンネルに上下線を配する場合（復路断面）、1本のトンネルに1車線を配する場合（単路断面）が考えられる。また、比較的新しい断面形状として多円形断面の導入も考えられる。立地条件、施工条件等により各々の形式の適用の可否を考慮し、効率的で連続性を有する輸送路の断面配置を検討する必要がある。

ただし、多円形断面は比較的深い深度での利用実績に乏しい形式でもあり、今後の詳細な検討が望まれる。

表4.2-9 輸送路断面配置の検討 (シールドトンネル)

	断面配置	特 徴	新システムでの適用性
単路 (並列横型)		- トンネル断面に余剰部分が少ない。 - 覆工部材が他に比べ薄い。 - 左右のトンネル間に一定の間隔が必要である。 - 中間立坑部、デポ部を他に比べて最も浅くできる。 - 実績は多い。	- 鉛直方向に制限がある場合は有効な手段となる。 - 左右のトンネル間に避難用の連絡坑が必要。
単路 (並列縦型)		- トンネル断面に余剰部分が少ない。 - 覆工部材が他に比べ薄い。 - 上下のトンネル間に一定の間隔が必要で、中間立坑部、デポ部が他に比べ最も深くなる。 - 実績は少ない。	- 水平方向に制限がある場合は有効な手段となる。 - 上下のトンネル間の避難用連絡坑設置は困難となり、各断面に避難用通路を確保する必要がある。
複路		- トンネル断面に余剰部分が最も多い。 - 覆工部材が他に比べ厚い。 - トンネル幅は、多円形(横型)に次いで小さい。 - 中間立坑部、デポ部が多円形(横型)に次いで浅くできる。 - 実績は多い。	- 一般的構造形式。 - 新システムの利用する空間以外に余剰部分があるが、他の施設を混在させることによる有効利用が可能。
多 (円横型)		- トンネル断面に余剰部分が最も少ない。 - 覆工部材を単路トンネルと同程度にすることができ、中柱を必要とする。 - トンネルは複路型に次いで小さい。 - 中間立坑部、デポ部を単路並列(横型)に次いで浅くできる。 - 施工実績が増えつつある。 (MF工法, DOT工法)	- 近年、注目されている断面。 - 地下空間の有効利用からすれば有利。 - 三連、四連への技術開発がなされている。
多 (円縦型)		- トンネル断面に余剰部分が少ない。 - 覆工部材を単線トンネルと同程度にすることができ、中床スラブが必要となる。 - トンネル幅が小さい。 - 中間立坑部、デポ部は深くなるが、単路並列(縦型)に比べれば浅くできる。 - 施工実績が無い。	横型に比し、水平方向の制限がある場合に有効。

4.2.3 新システムの導入空間

地下利用施設の調査結果によると、新システムを導入する道路には、多数の施設が混在している。とくに、大規模な施設である地下鉄路線は、線的に地下空間を利用し営業されている。また、新たに計画、事業化が進められている路線もある。例えば、常磐新線、都営12号線、都営7号線等が計画中または施工中である。

地下利用施設の状況調査結果により、新システムの路線に関与する地下鉄等線的施設は、その利用深度が概ね2～45mの範囲にあることがわかった。

これらの施設と新システムは、同じ道路地下空間を利用することとなり、後発する新システムが未利用の地下空間を利用する。そこで、新システムを導入する場合に、配慮すべき事項を検討する。

(1) 基幹ユーティリティー空間

新システムが導入された後にも、基幹ユーティリティー施設等の布設の可能性が十分考えられる。そのために、次の事項を考慮しておく必要がある。

- ・上部地下空間を基幹ユーティリティー（下水、水道、電電等）設置空間に確保すべく、新システムの最小土被りを設定する。（10～20m程度を考慮する）
- ・開削区間については、共同溝等の他事業との併設を考慮し、事業の促進を図る必要がある。

(2) 線的地下構造物への対応

地下鉄に代表される線的構造物と、新システムとの競合区間において、次に挙げる事項を考慮し、新システムの導入空間を設定する必要がある。導入空間のイメージを図4.2-8に示す。

- ・線的地下構造物のうち大規模な地下鉄の利用深度は、最大で45m程度である。（構造物下端）
- ・線的構造物の線形を変更することは困難である。
- ・道路幅員内に既存の施設がある場合は、その下部または側方を新システムの導入空間とする。
- ・線的構造物の側方に新システムを設置するためには、既存施設に影響を及ぼさないよう離隔をとるか、または何らかの対策が施せる程度の離隔が必要である（近接施工）。

例えば、シングルトラックの輸送路を構築するためには、水平方向に

ϕ (システム構築幅約10m) + α (近接施工に必要な寸法)

が確保できることが必要となる。概ね15m程度の幅が必要と推測される。

- ・ 線的構造物の下部に新システムを配置する場合は、上部の他施設に影響を及ぼさない離隔が必要である。また、何らかの対策を講じて、その安全性に問題がない場合については、その離隔を小さくすることも可能と考えられる。一般的にトンネル径程度以上の離隔をとる場合が多い。

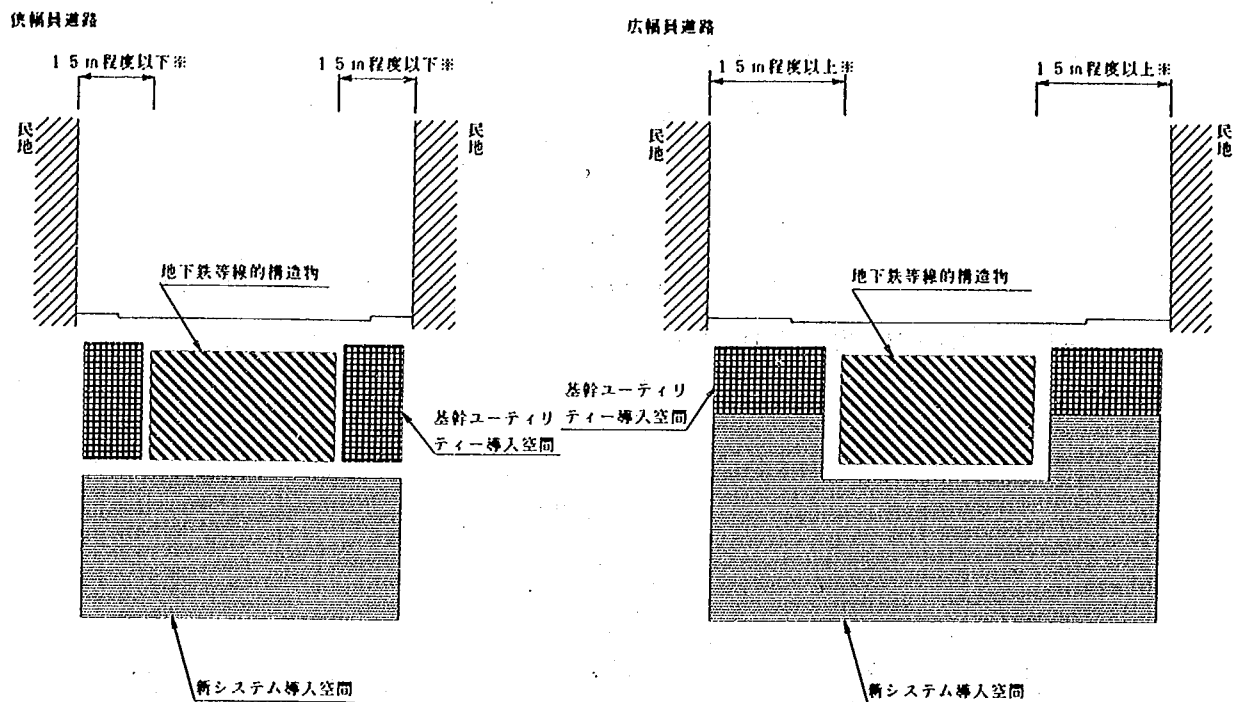


図4.2-8 線的構造物と競合する場合の導入イメージ

※ 推測値であり、詳細な検討は行っておらず、今後検討する必要がある。

(3) 高架道路・橋梁基礎への対応

高架道路・橋梁の基礎は、線的構造物同様、新システムの導入空間に対し制約を与える。橋梁基礎調査の結果、関与する施設は多数あるが、その中でも高架道路・橋梁軸と、新システムの軸が同方向の場合、新システムの導入空間を広範囲にわたり制約する。

高架道路・橋梁と新システムとの競合区間においては、次に挙げる事項に配慮し、新システムの導入空間を設定する必要がある。

高架道路・橋梁との競合区間への導入イメージを図4.2-9に示す。

- ・既存橋梁の基礎先端深度は、最大で80m程度である（橋梁基礎調査結果）。
- ・長尺基礎の下部を新システムが通過するのは、基礎の深度、縦断線形の連続性にもよるが、困難な場合が多いと考えられる。
- ・新システムが長尺基礎を有する高架道路・橋梁と競合する場合は、平面的に離隔を確保できるだけの道路幅が必要である。
- ・基礎の支持方法を更新し、新システムの通過できる空間を確保する方法も考えられる。
- ・新システムの通過路線の変更を検討する。

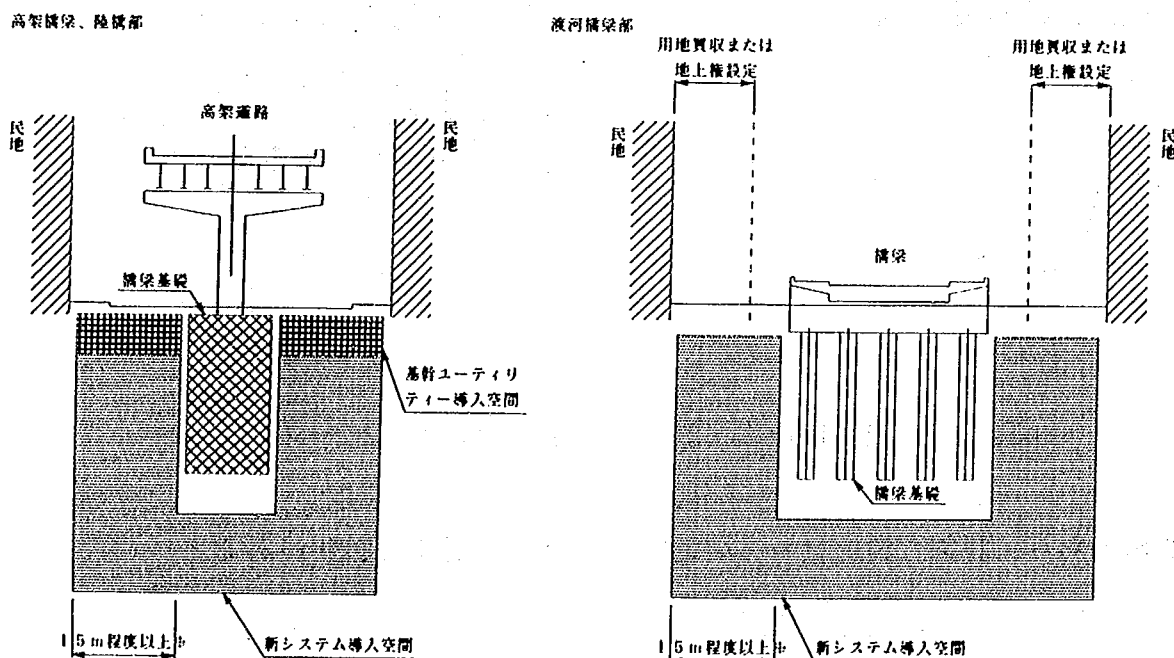


図4.2-9 高架・橋梁基礎と競合しての導入イメージ

※ 推測値であり、詳細な検討は行っておらず、今後検討する必要がある。

4.2.4 システムの利用深度

新物流システムの輸送路の縦断的な線形を各路線ごとに検討する。地下利用施設をコントロールポイントとして新システムの縦断形を図化すると図4.2-10のようになる。図化に当たっては、次のことを考慮した。

a. 新システムの輸送路断面

新システムの輸送路断面は、単円形断面のシールドトンネルとし、その掘削径は、 $D = 9.7\text{m}$ とした。

(掘削径 $D = \text{必要内空} \phi + \text{一次覆工} t_1 \times 2 + \text{二次覆工} t_2 \times 2 = 8.5 + 0.4 \times 2 + 0.2 \times 2 = 9.7\text{m}$)

b. 交差時の近接度

新システムと既存施設が交差する場合、新システムの施工が既存施設に与える影響は、それら施設との近接度により異なる。ここでは、縦断的に近接する場合の影響に対して、種々の対策を施すことによりその影響を最小限とすることが技術的には可能と考え、既設構造物との離隔を3m程度考慮することとした。

c. 並列時の近接度

新システムと既存施設が並走する場合、交差時の近接に比し影響が大きいとため、離隔をトンネル径以上確保するものとした。これは、対策費が多大となり、十分な離隔を保つことにより建設費が廉価となると推測されるからである。

d. 高架道路・橋梁基礎

高架道路・橋梁は、ほとんどが良好な地盤に鉛直荷重を支持する基礎形式を採用しており、長尺の杭基礎、ケーソン基礎等の基礎を有する構造となっている。したがって、新システムが通過できる空間に相当の制限を与えることとなる。

新システムが通過可能な空間として想定できる位置は、杭先端より下部あるいは杭側方の空間となる。杭先端を通過する場合には新システムの縦断が深くなるため利用性に劣ると考えられ、基礎側方の空間または基礎の支持方法を変更し、新システムが通過できる空間を確保するものとして、基礎に対する考慮は行わないこととした。

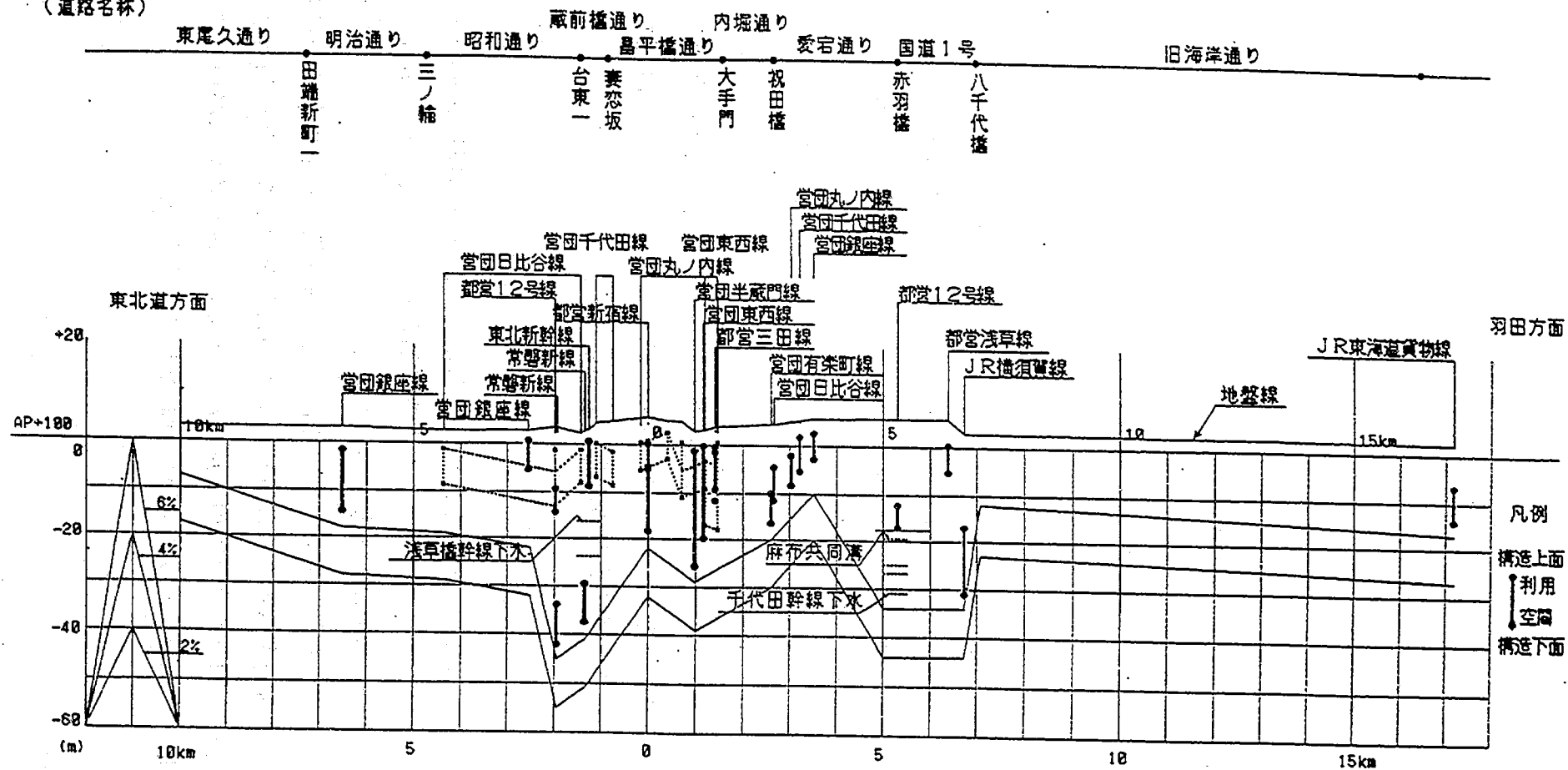
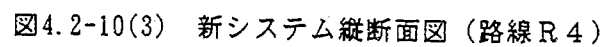


図4.2-10(1) 新システム縦断面図(路線R1)

図4.2-10(2) 新システム縦断面図(路線R2)



4.3 結節点の構造

(1) 結節点付近における輸送路の配置

新システムによる円滑な輸送を確保するためには、輸送路の結節点（高速道路のジャンクションに相当）における方向転換がスムーズに行われることが重要なポイントとなる。そのためには、各結節点は立体的に独立した断面配置とすることが理想的である。ここでは、結節点付近における輸送路の配置について検討する。

上下線輸送路の配置を横並列とした場合、オン・オフランプが本線輸送路に加えて付加されることとなる。したがって、シングルトラックで横並列配置とした場合、同一断面内に輸送路2車線、分岐2車線の計4車線分を確保しなければならないこととなる。すなわち、1車線の占用幅を5mとすると、20m程度以上の占用幅が必要となる。狭幅員道路の場合には道路幅のほとんどを占めることとなり、新システムの線形の自由度が低くなる。

ダブルトラックの場合はさらに広い幅員を要し、狭幅員道路への適用が困難な場合も生じる。

そこで、縦並列の配置について検討する。

車両のステアリングに関するハード面を含めたシステムの開発、段階整備への適用性、後続の地下開発に関する問題等について検討した結果を表4.3-1に示す。この検討結果によると、縦配置の場合の右折分岐のための方法の問題は残るものの、縦配置により占用幅を狭くできるため優位であると考えられる。

交差点部は分岐構造に加え、多層階構造となり、複雑な構造となるため、非開削工法による施工が困難なケースが多く生じると考えられ、路下施工による開削工法についても十分検討する必要がある。

表4.3-1 新システム交差付近の断面配置

	横 並 列	縦 並 列
概 要 図	(水平並列) シングルトラック (水平並列) ダブルトラック	(鉛直並列) シングルトラック (鉛直並列) ダブルトラック
シ ス テ ム	本線からの分岐は、左折分岐を原則とし、右方向へ進行の場合には別途分岐部を設けることとなる。(△)	- 本線からの分岐は、左折右折分岐が可能である。(○) - 右折分岐の集電方法、ハンドリング等の分岐技術に関する開発が必要である。(△)
段階整備の適用性	シングルトラックからダブルトラックへの拡幅は、2車線分の道路幅員の余裕が必要となるため、広幅員道路でしか適用できない。(△)	シングルトラックからダブルトラックへの拡幅は、1車線分の道路幅員の余裕程度ですみ、狭幅員道路での適用性は高い。(○)
地 下 開 発	占用幅が広いため、他の追随する深部開発への地上からのアクセスが困難となる。(△)	地上路面幅が同じとして、水平配置と比較すると、深部へのアクセスは比較的容易である。(○)
施工の難易度	- 比較的浅部を利用する。(○) - 路面交通に与える影響が大である(交通規制等)。(△)	- 比較的深部までを利用する。(△) - 他の地下施設との競合の問題が生じにくい。(○)
経 済 性	開削による施工とすれば、土被りを20m確保した場合、水平配置は鉛直配置に比べ掘削断面積が約2割大きい、反面土留壁の面積が少なくすむため、工事費に大差はないと考えられる。 横配置≒縦配置	

(2) 結節点における乗り換え方式

路線の乗り換え方法としては、インターチェンジ方式によるものと機械式の垂直搬送方式が考えられる。ここでは、インターチェンジ方式について検討する。

インターチェンジ方式では、完全立体交差型と車両の同一平面での交差を許すロータリ型が考えられ、以下これらについて検討する。

イ) 完全立体交差型

各方向に乗り換え可能なように、一つの輸送路から他の輸送路を単路で結ぶ方式が考えられる。通過交通量が多い場合は、乗り換え各車両の動線を完全に分離でき、理想的な乗り換え方法である。

図4.3-1に、完全立体交差型模式図を示す。この方式では交差部の構造が4層となる。

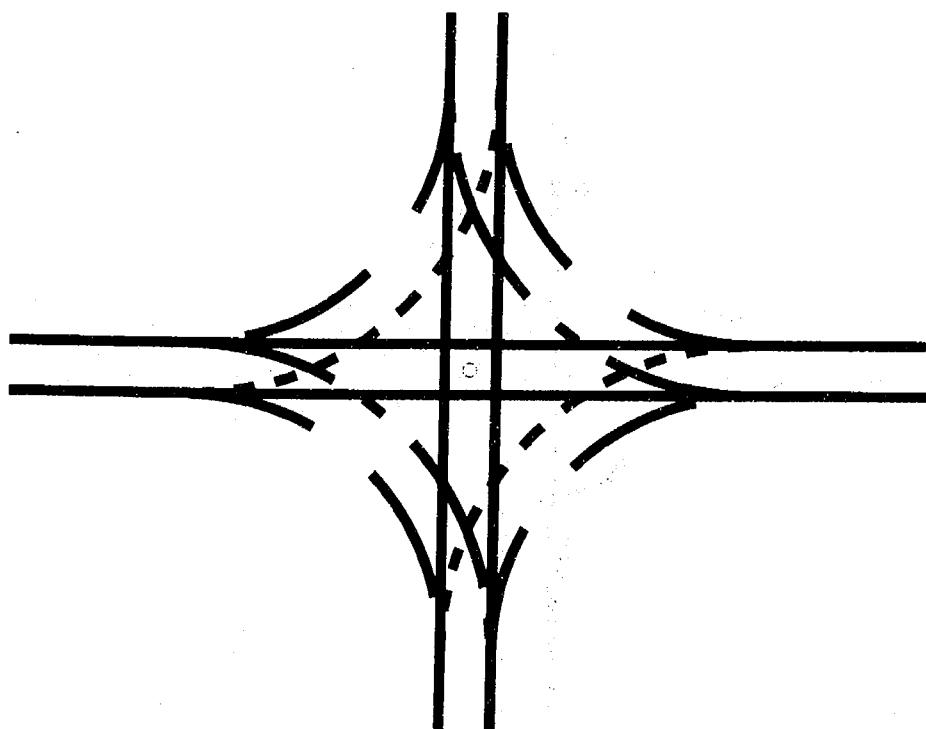


図4.3-1 完全立体交差型

ロ) ロータリー型

比較的方向転換する車両の少ない結節点においては、乗り換える車両を同一平面内で処理するロータリー型の交差形式が可能ではないかと考えられる。

この方式は、運行システムが車両の走行を一括制御することにより、車両が望む路線への方向転換を行うものである。方向転換する交通量と、制御システムが処理できる容量をもとにして、設置可能な結節点を検討する必要がある。

また、ここでは車両の操舵を案内輪方式では行えないため、車両の操舵システムに関する検討も必要となる。車両はこの区間を車両に搭載したバッテリーにより走行するものと考え、車両は無集電の状態で走行するものと想定した。

図4.3-2にロータリー型の模式図を示す。また、図4.3-3に交差点付近の概略の線形検討図を示す。この図によれば、道路幅が約30m以上の交差点でロータリー方式が適用可能であるという結果となる。なお、この方式では交差部の構造が3層となる。

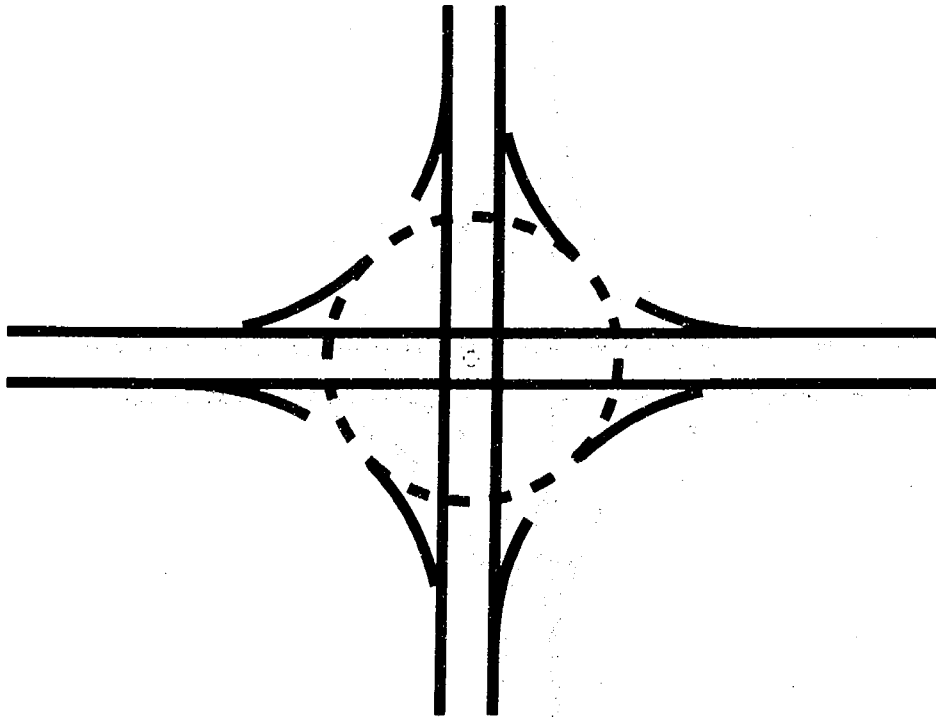


図4.3-2 ロータリー型

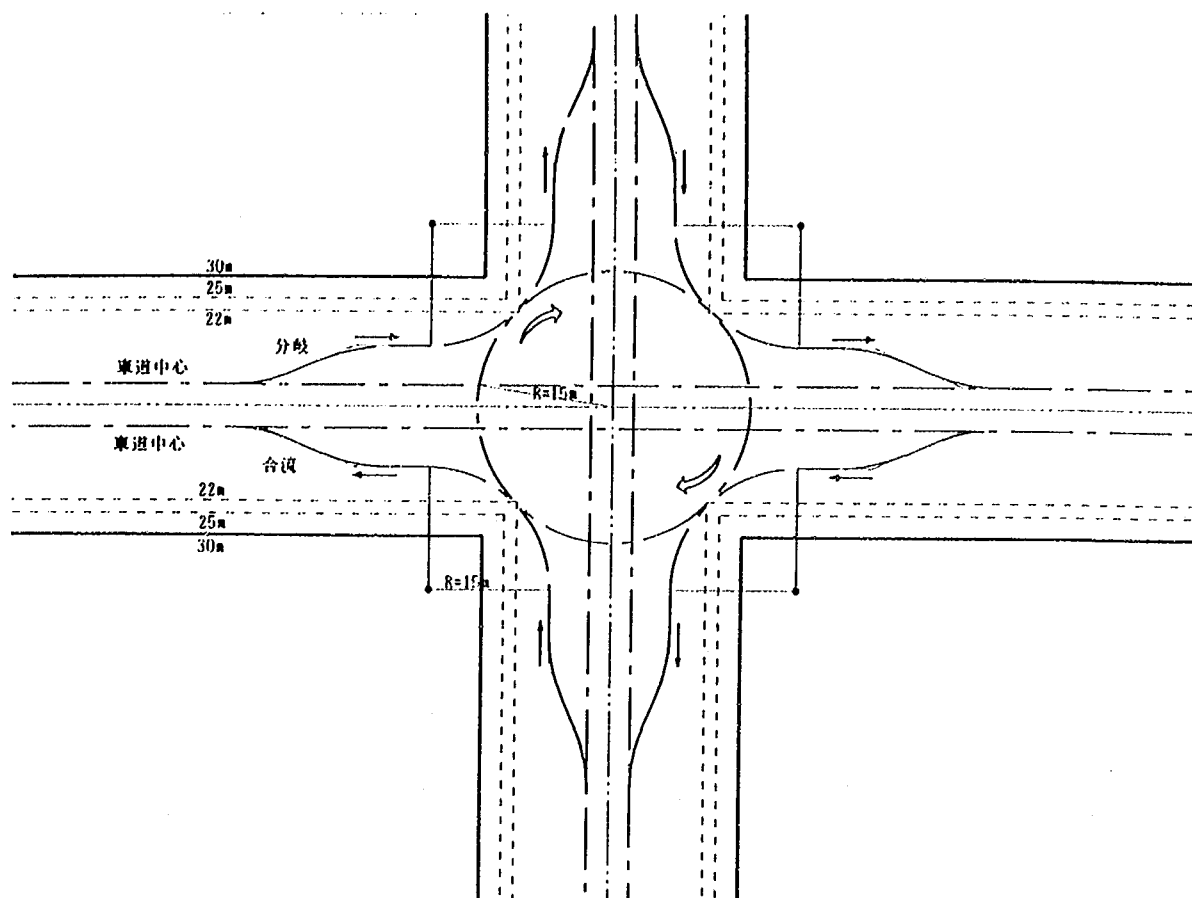


図4.3-3 ロータリー型交差点検討平面図

4.4 施工技術の検討

4.4.1 既存技術

新システムを建設する際の施工法について、大規模地下工事の実績を調べ、その結果をまとめた。ここでは、デポ、輸送路を構築する施工法として採用の可能性が高い、シールド工法、開削工法および補助工法であるアンダーピニング工法の施工事例について調査した。

その結果を、表4.4-1(1)～(2)シールド工法実績表、表4.4-2(1)～(2)開削工法実績表、表4.4-3アンダーピニング工法実績表としてまとめた。

これらの結果をみても、既存技術またはその延長線上で、新システムを構築することは可能と考えられる。

なお、トンネル掘削関連の工法一覧表を巻末資料「参考－1」に添付した。

表4. 4-1 (1) シールド工法の施工例 (その1)

番 号	工 事 名	事業主体	シールドの諸元		トンネルの諸元				土 質	被 圧 地下水 (kg/cm ²)	覆 工						掘進速度 (m/day)	技術的特徴その他特記事項
			シールド 機外径 (m)	切 羽	延長 (m)	平面 曲 線 (m)	縦断 勾配 (%)	土 被り (m)			一 次 覆 工			二 次 覆 工				
											外 径 (m)	材 質	厚さ (m)	幅 (m)	厚さ (m)	材 質		
1	都営地下鉄 10号線南八幡工区	東京都 交通局	10.580	泥水式	1,053	500	0.4	~16.0	洪積砂質土 (成田層)	0.4 ~0.7	10.400	RC中子型	0.55	0.90	0.25	無筋 コンクリート	3.5 昼夜	住宅下 J R 総武線高架橋下環境対策
2	都営地下鉄新宿線 (10号線)延伸工事 (江戸川工区)	東京都 交通局	7.450	泥水式	1,128		3.5	9.0 ~18.0	洪積砂質土 (成田層)		7.300	RC平板型	0.30	0.90				江戸川横断 江戸川横断土被り 1.5D
3	都営地下鉄新宿線 稲荷東工区	東京都 交通局	7.450	泥水 加圧式	430	2,000	0.2	8.5 ~ 9.0	洪積砂質土 (東京砂層)	0.4 ~0.6	7.300	RC中子型	0.30				6.4 稼働日当り	折り返し施工
4	都営地下鉄新宿線 西端江第一工区	東京都 交通局	7.450	泥水 加圧式	1,425	1,000	1.0	7.7 ~14.0	沖積粘土層 (有楽町層)		7.300	RC平板型					5.7 稼働日当り	住宅下 軟弱層
5	都営地下鉄新宿線 一之江工区	東京都 交通局	7.450	土圧式	870	2,000	0.7	9.5 ~12.4	沖積粘土質シルト層 (有楽町層)		7.300	RC平板型	0.30	0.90	0.25			トライアル施工
6	都営地下鉄10号線 西大島第一工区	東京都 交通局	7.414	ドライン	629			13.0 ~19.0										
7	横浜市地下鉄3号線	国鉄 東京第二 工事局	6.770	泥水 加圧式	382	210		16.0 ~	洪積砂質シルト層		6.600	RC平板型	0.30					東海道新幹線高架交差 基礎下面より7m 仮受工
8	京浜東北線台場トンネル	鉄建公団	10.920	圧気式	924				洪積粘土, 砂礫,砂層		10.700		0.60		0.30			ビル近接 パイロットシールドの施工 坑内注入(パイロット)
9	東北新幹線 第二上野トンネル	国鉄 東京第一 工事局	12.660	開放型 手掘式	1,245	420	2.5	18.0 ~19.0	洪積粘土, 砂層,東京砂層	1.7	12.660		0.55	1.00	0.30			ビル直下 アンダーピンニング 耐圧版工法
10	霞が関~東銀座 シールド工事	NTT	4.680	泥水 加圧式	1,136	40	0.2	28.7 ~41.9	洪積砂質土 (江戸川層)	2.5 ~3.1	4.500	スチールセグメント (くさび型)	0.30	0.90				J R 横須賀線交差 (2D) くさび型セグメント
11	地下鉄11号線 九段上シールド	営団 地下鉄	10.000	泥水 加圧式	394			28.2 ~										11号線シールドとの離隔3.5m 早期強度発現の裏込材の開発 裏込注入方式
12	大阪市地下鉄7号線 京橋シールド	大阪市 交通局		泥水 加圧式	1,531	190	3.5	10.0 ~29.7	洪積粘土,砂礫,砂層	1.0 ~1.5	5.300		0.28					各種構造物との交差 同時裏込注入工法 (2液調結性クレセント工法)
13	京浜東北線 京葉トンネル	J R 東日本	7.2×2	泥水 加圧式	613	400	0.7	~	洪積砂質土層		7.200	RC	0.30	1.00			5~6m	MFシールド工法 前後独立切羽型
14	東京湾横断道路 シールドトンネル	東京湾 横断道路	13.900	泥水 加圧式	9,300	3,400	4.0	6.4 ~16.0	沖積粘性土層	5~6	13.900	RC中子型	0.65	1.50	0.40	RC構造		両岸し施工で地中接合 並列シールド,離間距離 (斜路部 0.5D,平坦部 1.0D)
15	南千住共同溝 大深度拡大シールド	東京 国道工事 事務所	10.600	圧気工法	30			~40.0	洪積粘土,砂礫,砂層	2.7								拡大シールド 円周シールド

表4. 4-1 (2) シールド工法の施工例 (その2)

番 号	工 事 名	事業主体	シールドの諸元		トンネルの諸元				土 質	被 圧 地下水 (kg/cm ²)	覆 工						掘進速度 (m/day)	技術的特徴その他特記事項
			シールド機 外径 (m)	切 羽	延 長 (m)	平 面 曲 線 (m)	縦断 勾配 (%)	土被り (m)			一 次 覆 工			二 次 覆 工				
											外 径 (m)	材 質	厚さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	材 質		
16	神田川副状7号線 地下調整池	東京都 建設局	13.940	泥水 加圧式	2,000	300	0.1	40.0 ~		3.4 ~5.1	13.700	RC平板型 ダクタイル	0.60	1.20			4.8m (予定)	
17	営団地下鉄7号線 王子三工区	営団 地下鉄	10.000	泥水式	950	403	2.9	9.3 ~17.7	東京礫層、埋没R-L層 江戸川砂層	1.0	9.800	RC中子型	0.55					二次覆工なし
18	都下水道 第二六郷川幹線	東京都 下水道局	2.480	密閉型	1,600	16		12.0 ~14.0	洪積シルト層		2.350		0.13	0.30				ジャッキによる片押し 超急曲線
19	福岡市高速鉄道1号 線延伸部	福岡市 交通局	10.200	泥水 加圧式	958.3	600			風化花崗岩		10.000	RC中子型	0.55					ファジィ制御 耐候性鋼
20	東葉高速鉄道 海神トンネル (起点側)	JR 東日本	10.000	泥水 加圧式	495.5	750	3.5	5.0 ~17.0	洪積砂質土層		9.800	改良中子型 平板型	0.55	1.00				総延長直下
21	京葉都心線八丁堀駅	鉄建公団																シールド間切延び
22	都営地下鉄12号線 豊島園第二工区	営団 地下鉄	8.660	泥土圧	1,240	165	3.2	14 ~ 24	東京層、東京礫層、 江戸川層		8.500	RC平板型	0.35	1.00			5.9m 稼働日当り	坑内注入(構造物防護)
23	北海道電力 ピリカ発電所放水路	北海道電力	3.370	泥土圧			3.4	15.0 ~50.0	新第三紀砂岩層	2.2 ~3.2	3.200	RC	0.15	1.00				気泡注入 長距離掘進
24	都営地下鉄12号線 練馬第二工区	東京都 交通局	8.660	泥土圧	617	165	1.5	10.8 ~14.0	洪積武蔵野礫層、 東京礫層、江戸川層	0.8 ~1.42	8.500	RC平板型	0.35	1.00	0.25		6.6m 稼働日当り	加泥材と気泡の併用注入 西武池袋線、豊島園線交差
25	福岡市高速鉄道1号線	福岡市 交通局	10.200	泥水式	959	600	2.5	~	風化花崗岩		10.000	RC中子型 ダクタイル	0.55					ファジィ自動制御 学習機能を考慮
26	東京都 森ヶ崎処理場送水管	東京都 下水道局	5.370	泥水 加圧式	1,628	90	2.5	21.6 ~52.2	沖積、洪積層	5.5	5.200	RC						継手止水シール 軸方向挿入式セグメント
27	なにわ大放水路	大阪市 下水道局	7.750	密閉型 機械式	4,000			~	洪積砂質層、粘性土層	2.5	7.600		0.35					地中接合 凍結工法
28	東京上野間 トンネル工事	東日本 旅客鉄道	12.680	半機械 掘り	500	615	2.5	~	洪積砂質、粘性土、 東京礫層	1.3	12.500		0.40	1.10	0.30			圧気パイロットトンネル先行
29	芝浦幹線及び 汐留幹線工事	東京都 下水道局		泥水式	649			~	シルト質砂、砂礫層									地盤変位の対策
30	札幌市高速鉄道 東豊線	札幌市 交通局	6.710	泥土圧	938	202	3.1	11.0 ~23.1	沖積世田状地 堆積物(砂礫層)	2.0	6.560	RC平板型	0.30		0.20			玉石混じり砂礫層、巨礫
31	東電・港北変電所 付近管路	東京電力	5.240	泥水式	2,395	20	27.0	1.4 ~41.0	R-L層、洪積粘性土層、 砂質土層、砂礫層、 第四紀泥岩層	4.0	5.100	RC	0.20	1.00	0.20			急勾配 土被り1D 下り急勾配での先達

表4. 4-2 (1) 大規模立坑施工例 (その1)

番号	工 事 名	事業主体	立 坑 の 諸 元		構造内 法寸法 (mm)	掘削 深度 (mm)	土留め壁の諸元			支保工 種 類	技 術 的 特 徴 そ の 他
			形状 (mm)	平面立坑 内法寸法			種類	壁厚 抗径 (mm)	壁深度 (mm)		
1	京葉都心線隅田川立坑	鉄建公団	矩形	15.0 × 20.5	16.8 × 23.7	37.7	連壁	0.90	52.50		
2	川越火力発電所 ガス導管用トンネル工事	中部電力	円形	φ=12.7	φ=14.6	30.7	連壁	1.00	55.00		
3	川崎臨海地区 トンネル立坑工事	東京電力	円形	φ= 6.6	φ= 8.5	36.8	連壁	0.90	59.00		
4	かもめ共同 トンネル立坑工事	関西電力	円形	φ=13.5	φ=16.3	50.7	連壁	1.00	80.00		
5	かもめ共同 トンネル工事 (発進立坑)	関西電力	円形	φ=13.5	φ=16.3	50.7	連壁	1.00	80.71		BW工法、仮設壁、逆巻工法 埋立地盤 継手構造
6	かもめ共同 トンネル工事 (到達立坑)	関西電力	円形	φ= 9.0	φ=10.8		連壁	1.00	82.86		BW工法、仮設壁、逆巻工法 埋立地盤 継手構造
7	神田川調整池工事 (引込中)	東京都 建設局	円形	φ=23.0	φ=23.2	60.1	連壁	1.00	98.00		
8	墨田幹線その4	東京都 下水道局	円形	φ=10.4		40.4	ケーソン				最大圧気圧 3.8kg/cm ²
9	明石河立坑工事	NTT	矩形	13.1 × 12.7		35.8	ケーソン				最大圧気圧 3.3kg/cm ²
10	日比谷築地 管路新設工事	東京電力	矩形	12.7 × 6.7		38.7	ケーソン				最大圧気圧 3.7kg/cm ²
11	城東上野線 管路新設工事	東京電力	円形	φ=10.5		40.1	ケーソン				最大圧気圧 3.0kg/cm ²
12	地下変電所 (台東区竜泉)	東京電力	矩形	76.5 × 55.7		30.8	連壁	1.20	42.00		
13	地下変電所 (港区高輪)	東京電力	矩形	76.8 × 40.0		36.5	連壁		55.00		
14	袖ヶ浦 14万kL LNG地下タンク	東京ガス	円形	φ=68.0	φ=64.0	51.1	連壁	1.20	99.50		一体壁 高強度コンクリートの使用 (σ _{ck} =510kg/cm ²) 継手構造の開発
15	根岸 6万kL LPG地下タンク	東京ガス	円形	φ=58.4	φ=50.0	30.6	連壁	0.90	35.40		仮設壁、順巻工法
16	京葉線東京地下駅	J R 東日本	矩形	526.0 × 38.7		33.5	連壁		36.15		合成壁、逆巻工法 ポリマー泥水 ラーメン構造
17	地下鉄8号線 (有楽町線) 明石河自換気室工事	営団地下鉄	矩形	12.4		40.5	柱列式		42.50		SMW工法、BH工法
18	地下鉄8号線 (有楽町線) 東雲換気室工事	営団地下鉄	矩形	6.0		38.0	連壁	0.80	43.30		BW工法、部分逆巻工法 横坑掘削 構築本体利用
19	地下鉄7号線 西ヶ原換気室工事	営団地下鉄	矩形		14.8 × 4.0	26.2	柱列式	0.45	32.80		PIPT工法、順巻工法
20	地下鉄7号線 飛鳥山換気室工事	営団地下鉄	矩形		4.0	21.9	柱列式	0.45	23.37		

注) ここで、土留め壁の種類は
連 壁: 連続地中壁工法
ケーソン: ニューマチックケーソン工法
柱列式: 柱列式地中壁工法
を示す。

表4. 4-2 (2) 大規模立坑施工例 (その2)

番号	工 事 名	事業主体	立 坑 の 諸 元		構造内 法寸法 (m)	掘削 深度 (m)	土留め壁の諸元			支保工 種 類	技 術 的 特 徴 そ の 他
			形状 (m)	平面立坑 内法寸法			種類	壁厚 杭径 (m)	壁深度 (m)		
21	第二多摩川幹線 その4工事	東京都 下水道局	円形	$\phi=9.6$	$\phi=64.0$	28.2	連壁	1.00	31.20		BW工法 箱型継手、単独壁方式
22	新川岸処理場 送水管その3 立坑設置工事	東京都 下水道局	矩形	11.0 $\times 8.8$		38.2	連壁	1.20	56.60		BW工法
23	川崎人工島	東京湾 橋新道路	円形	$\phi=98.0$	$\phi=90.0$	74.7	連壁	2.80	119.00		人工地盤
24	川崎航路 トンネル東風島立坑	首都高	矩形		49.0 $\times 44.0$	30.8	鋼板	1.80	48.50		
25	シールド発進立坑 (品川区八潮通り)	NTT	円形	$\phi=10.5$	$\phi=8.5$	45.0	ケーソン	1.00			路下式ロック 最大作業気圧 4.3kg/cm ² 無人自動化
26	神奈川下水処理場 第2ポンプ場	横浜市 下水道局	矩形	55.6 $\times 22.1$		41.8	連壁	1.20	48.00	アース アンカー	BW工法 除去アンカー (セキコ式)
27	平野川調整池流入部	大蔵市			15.0	33.0	連壁				
28	神田川環状七号線 地下調節池発進立坑	東京都 建設局	円形	$\phi=28.2$	$\phi=25.0$	59.9	連壁	1.20	98.00		BW工法、仮設壁
29	地下鉄7号線 後楽園駅千川通り	営団地下鉄	矩形			39.0	連壁	0.80	42.00	切梁支保	逆巻工法
30	北15条駅構築工事	札幌市 交通局	矩形	27.4 $\times 300.0$		20.0		0.60		切梁支保	K-WH工法 泥水固化壁、プレロード
31	東京モノレール 羽田線の延伸	鉄建公団	矩形			10.0	鋼矢板		14.85	切梁支保	TSS工法 飛行場内での施工
32	営団地下鉄7号線 後楽園駅 (仮称)	営団地下鉄	矩形			39.0		0.80			計測管理
33	東京都森ヶ崎 処理場送水管	東京都 下水道局	円形	$\phi=20.0$		63.1	連壁	1.20	99.00	補強リング	BW工法、仮設壁 超音波溝壁測定
34	東京電力 富津火力発電所	東京電力	円形	$\phi=84.6$	$\phi=73.4$	41.8	連壁	1.20	51.50		BW工法 ロボット化
35	営団地下鉄12号線 西新宿駅	営団地下鉄	矩形			21.6	連壁	0.80	28.40	切梁支保	BW工法、一体壁
36	神田川・環状七号線 地下調節池	東京都 建設局	円形	$\phi=28.2$	$\phi=25.0$	59.9	連壁	1.20	98.00		BW工法
37	東京ガス相模工場 LPG地下タンク	東京ガス	円形	$\phi=58.4$	$\phi=50.2$	32.8	連壁	0.90	35.30		
38	営団地下鉄7号線 菊坂下換気室	営団地下鉄	円形	$\phi=3.6$	$\phi=3.2$	11.1	スライ ドゲ ート	0.15			

注) ここで、土留め壁の種類は、
 連 壁：連続地中壁工法
 ケーソン：ニューマチックケーソン工法
 柱列式：柱列式地中壁工法
 を示す。

表 4. 4-3 アンダーピニング工法の施工事例

番号	工 事 名	事業主体	工 法 種 別	構 造 物 名	受 け 構 造	受け荷重	締 結 方 法	支 持 方 法	技術的特徴その他特記事項
1	京都市地下鉄烏丸線	国 鉄	添え梁工法	新幹線京都駅	4線4柱式2層3径間 RCラーメン高架橋	585t/柱	PC鋼棒	RRC杭	開削工法, 逆巻工法 プレロード
2	上野駅地下鉄銀座線	国 鉄	受け桁方式	地下鉄銀座線	1ボックス			深礎杭	メッセル工法, 築50年
3	上野駅地下鉄銀座線	国 鉄	受け桁方式	地下鉄銀座線	1ボックス			深礎杭	
4	上野駅両大師橋	国 鉄	仮受け橋台	両大師橋	単純合成桁			場所打ち モルタル杭	
5	上野駅両大師橋	国 鉄	仮受け橋台	両大師橋	単純合成桁			場所打ち モルタル杭	
6	東京駅改良工事 (中央通路拡幅工事)	国 鉄		東京駅 高架橋	異径間連続 RCラーメン構造			深礎杭	メッセル工法 フーチングのスラブ抱込み
7	福岡市地下鉄博多駅	国 鉄	添え梁工法	博多駅ステー ションビル 新幹線高架	多層多径間 RCラーメン構造	600t 1,370t	PC鋼棒	リバース杭	メッセル工法
8	福岡市地下鉄博多駅	国 鉄	ブラケット 方式	博多駅 在来高架橋	1層多径間 RCラーメン構造	300t	ブラケット	リバース杭	鋼管内膨張モルタル メッセル工法
9	東海道本線 (瀬-三宮間) 生田川西架道橋	国 鉄	版形式	東海道本線 高架橋	1層多径間 RCラーメン構造		壁支柱コン リート	深礎杭	逆巻工法
10	東海道新幹線新横浜駅	国 鉄	添え梁工法	東海道新幹線 新横浜駅	1層多径間 RCラーメン構造		RC井桁		シールド通過の防護工 石田一郎の理論
11	東北新幹線 第2上野トンネル	国 鉄	スラブ工法	日伸ハイッ マンション	地上11階	280t/杭		リバース杭	シールド通過時杭の切断
12	東北新幹線 第2上野トンネル	国 鉄	耐圧版	下谷郵便局	地上4階 地下1階	610t/杭			シールド通過の防護工 シールド通過時の不等沈下 をジャッキにより支
13	東北新幹線御徒町駅付近	国 鉄	PCスラブ 工法	山手線 京浜東北線	1層多径間 RCラーメン構造	90~ 140t/柱	PC ブラケット	リバース杭	開削工法
14	大阪市地下鉄 梅田駅改良工事	JR 西日本	桁受け方式	東海道本線 大阪駅	1層2径間 RCラーメン構造			RC杭	梁を直接受ける 鋼製梁, TBH工法
15	都営地下鉄12号線 新宿駅	東京都 交通局	下受け工法	京王線 地下鉄10号線	1層2径間 5層3径間			リバース杭	軌道部をシールド施工 シールドの切広げ 逆巻工法

4.4.2 開発中の施工技術

前述の各工法の施工実績により、輸送路については現有のトンネル技術をもってすれば、安全な施工が可能と考えられる。

デポ部は、施設規模にもよるが、そのほとんどが大規模な掘削となると考えられる。地下鉄駅部の施工でもみられるように、一般的には開削工法が主であることから、新システムでも開削工法による施工が考えられる。

しかし、開削工法でデポ部を施工する場合、路面交通の規制が長期にわたり生じることが予想され、交通渋滞を招く虞れがある。したがって、これを緩和すべく、非開削工法による大断面掘削の可能性を検討する必要がある。

ここでは、現在研究開発中または実用化に向けて検討されている工法について紹介する。

これらの工法は、いずれもシールド工法による掘進を基本としているが、構築全断面をシールド掘削する従来の工法とは異なり、シールド掘進により外殻を構築し、それにより土留めおよび止水を行い、その内部を土砂掘削することで、効率的な大断面掘削を可能としている。これらの工法はまだ研究開発途上にあるが、実用化されればデポ等の大断面掘削に有力な工法となりうると期待される。

以下、工法の概要を資料より抜粋し添付する。

1. リングシールド工法 (リングシールド工法研究会 研究概要より抜粋)

1. 工法概要

通常のシールド工法が、全断面を円形掘削してトンネルを構築しているのに対し、リングシールド工法は、任意形状のトンネル外殻部のみをリング状に先行掘削し、シールド機内のテール部で覆工体を構築し、その後に内部の土砂掘削を行いトンネルを完成させる工法である。

リングシールド工法では覆工体部分を先行掘削するため、内外二重のスキンプレートを持つリング状の掘削機を使用する。掘削機は多軸ビット等の掘削装置部分の後方に推進ジャッキを備え、組み立てられた鋼殻セグメントに反力を取り、掘進する。

リング部分の一部には、セグメントの搬送・組立や掘削土砂搬出のために、複数の円筒形の作業坑を設ける。セグメントは、ここからリング円周方向に押し出し、組み立てる。鋼殻セグメントは組立時は中空だが、組立後、リング内側地山の掘削開始前までにコンクリートを充填して合成セグメントとする。これは、内部地山掘削前では、覆工にリング内外から作用する土水圧がほぼ釣り合い、覆工断面力が非常になくなるため可能となる。したがって、鋼殻の強度はそれほど大きい必要がなく、また重量も小さくなるため、取扱いも容易になる。さらに、掘削作業とコンクリート注入作業を別々に行うことができる。

内部地山は、リング状覆工体の完成後に掘削するため、掘削土は産業廃棄物とならず、処理は容易になる。

図 1.1 に、リングシールドの概要図を示す。

図 1.2 に施工の全体フローを示す。また図 1.3 に工法説明図を示す。

このようにリングシールド工法は、任意形状の大断面トンネルを効率的に、かつ安全に構築できる新しいトンネル工法である。

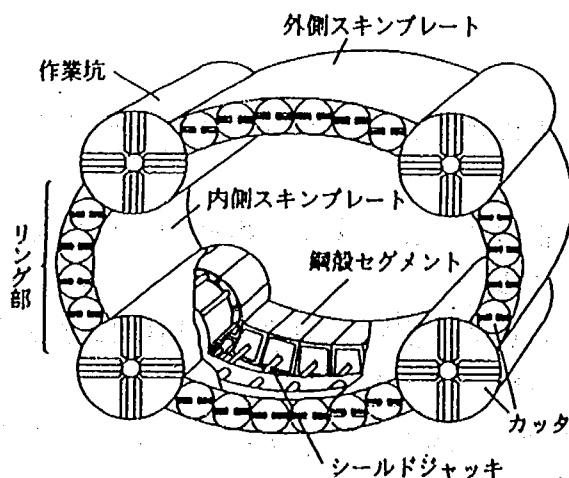


図 1.1 リングシールド概要図

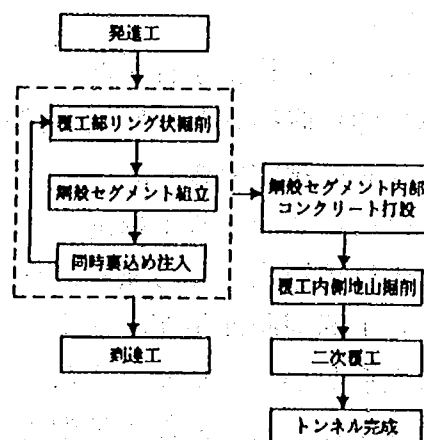


図 1.2 施工フロー

2. 工法の用途・特長

2.1 用途

本工法は大断面トンネルにその特長を活かすことができる。そこで、道路、鉄道、共同溝、調整池、地下河川、地下駐車場などに有効に利用できる。

中空鋼殻セグメント組立

中空のセグメントを作業坑からリング円周方向に押し出し
ながら組み立てます。これは、内部地山掘削前では、リン
グ内外から覆工に作用する土水圧がほぼ釣り合い、発生断
面力が非常に小さくなることから可能となります。

コンクリート充填

内部地山掘削前に、中空セグメント内を超流動化コンク
リート等で充填し、合成セグメントとします。シールド掘
進作業とコンクリート打設充填作業は別々に行うことがで
きます。

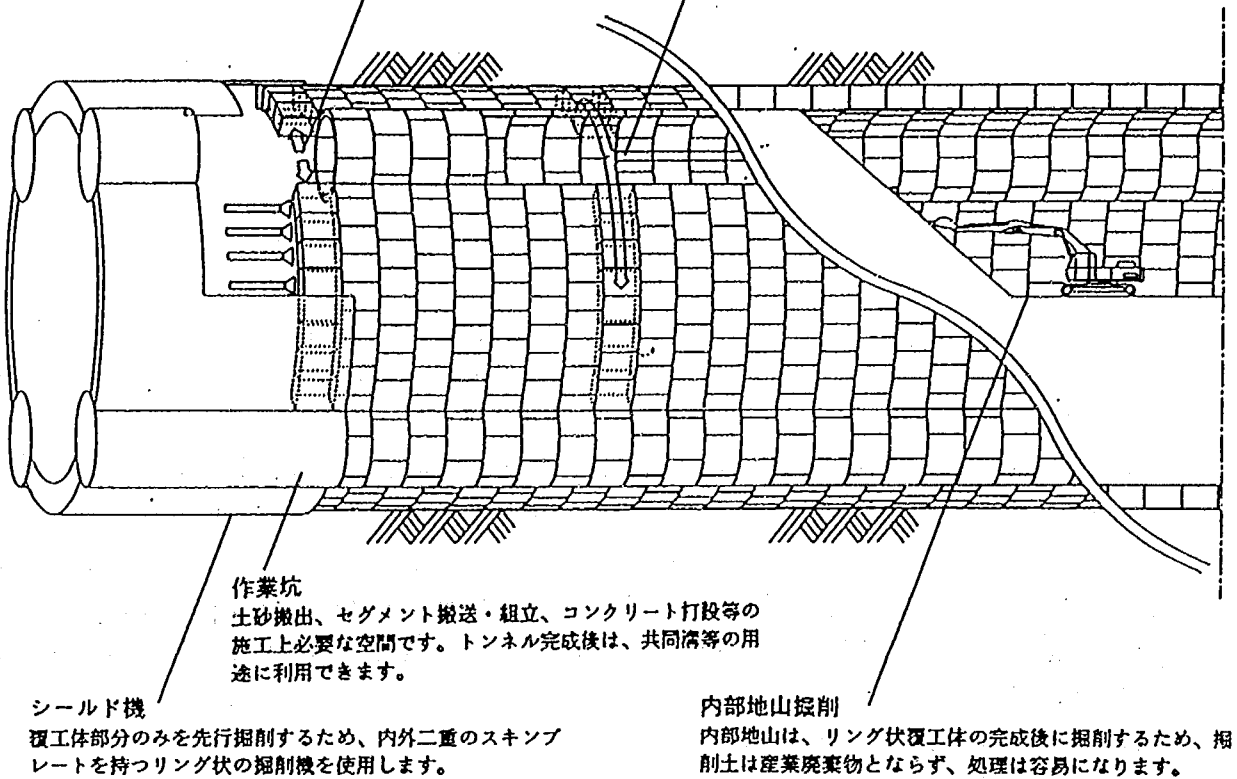


図 1.3 リングシールド工法説明図

2.2 特長

本工法は以下の特長を有する。

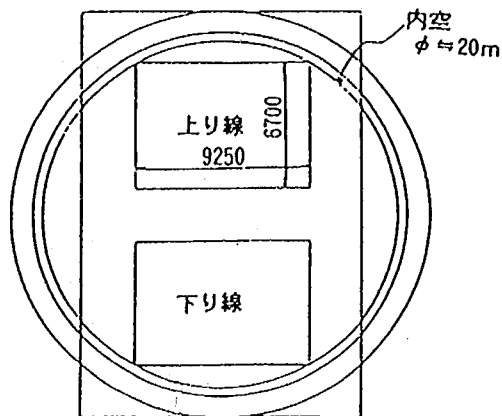
- ① 作業坑間を直線または円弧で構成することにより、大断面トンネルの形状を目的に応じて任意に選定できる。
- ② 覆工部のみをシールド掘削するため、設備の軽減化と産廃土の減少が可能である。内部地山は普通土として取り扱うことができる。
- ③ シールド掘削断面積が小さくなることから切羽が安定しやすく、掘削に伴う沈下等の地盤変形が小さくなる。また、補助工法も軽減できる。
- ④ 先行覆工のもとで内部未掘削土の急速排土が可能である。また、一次覆工と二次覆工の並行作業も可能である。これから工期の短縮が図れる。
- ⑤ 従来のシールド工法と比較すると、シールド機が小規模になることから、コスト低減が期待できる。

II. M-M-B工法 (M-M-B工法研究会 実証施工見学会資料より抜粋)

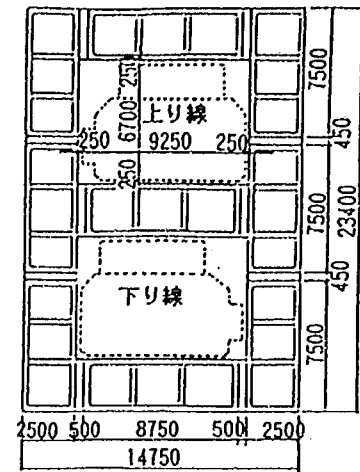
1. 概要

1.1 断面比較

円形シールド

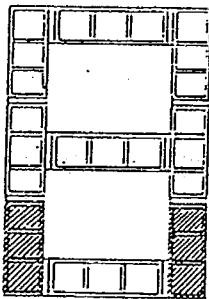


M-M-B工法

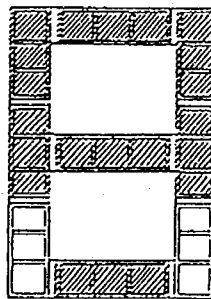


1.2 施工手順

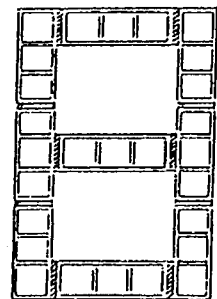
1) 計画断面の外周部を
ボックスシールドで掘削。
(スチールゲメント 使用)



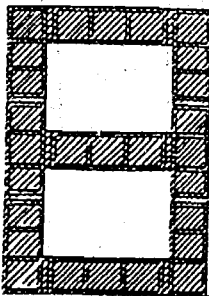
2) シールドを順次施工。
シールド機台数は工期
によって設定する。



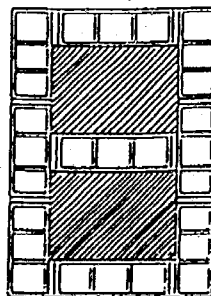
3) トンネル間の接続部の
掘削、山留め。
地盤改良併用。



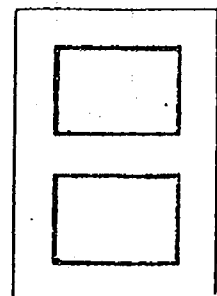
4) 接続部のゲメントを
解体し、構造部材
を築造する。



5) 躯体養生後、内部
を明り掘削。



6) 内部仕上げ、
路盤工。



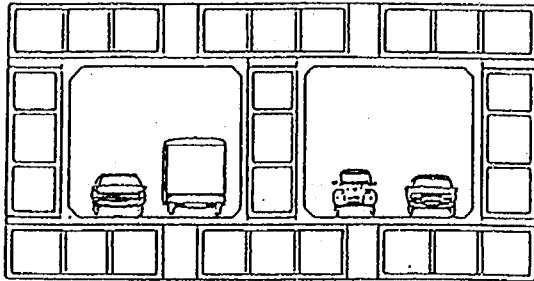
2. 接続部施工

2.1 掘削・山留

機械掘削式

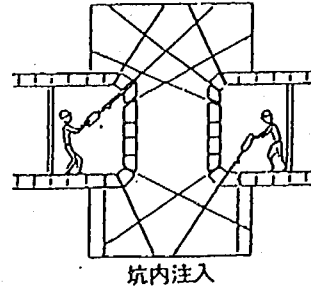
接続部にある程度の間隔（約2m）を設け、シールド掘進後、機械掘削する。接続部間隔の調整により、M-M-Bトンネルの拡張・縮小が可能である。

全体図



掘削前の補助工法

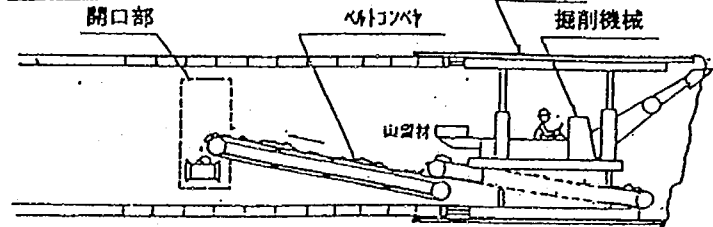
薬液注入（下図）、凍結、圧気



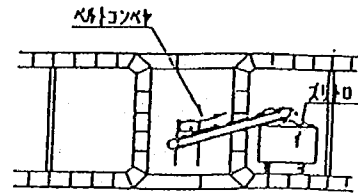
坑内注入

掘削、山留

坑内側面図

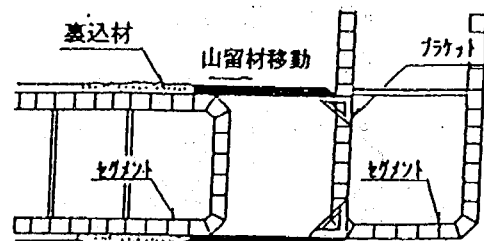
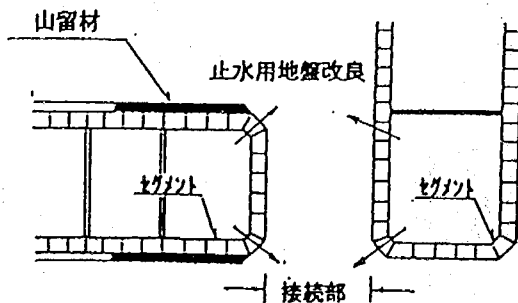


坑内正面図



先行山留式

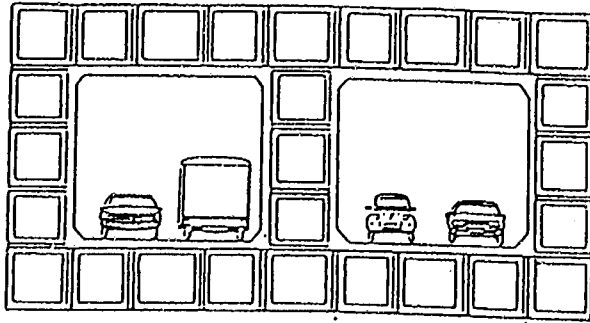
接続部の山留材を組み込んだセグメントを使用し、接続部の掘削前に、トンネル坑内から山留材を設置する。



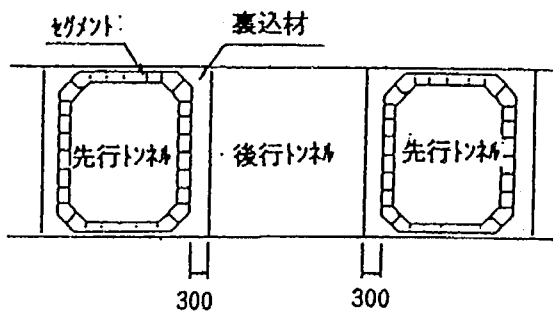
かけ切りラップ式

先行トンネルの間を、裏込めを切削して、後行トンネルを施工する。

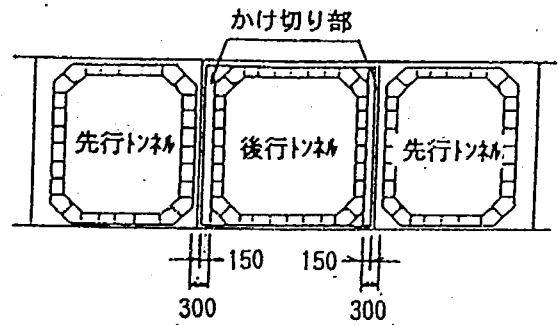
全体図



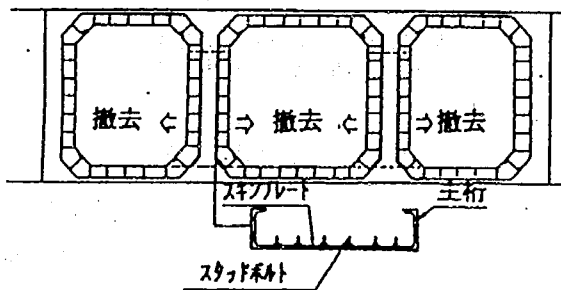
先行トンネルの施工



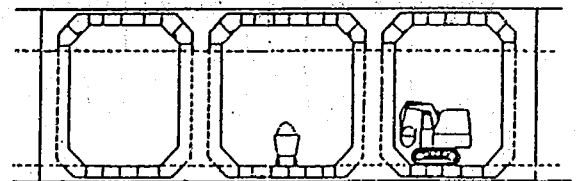
後行トンネルの施工



セメントスクリューの撤去



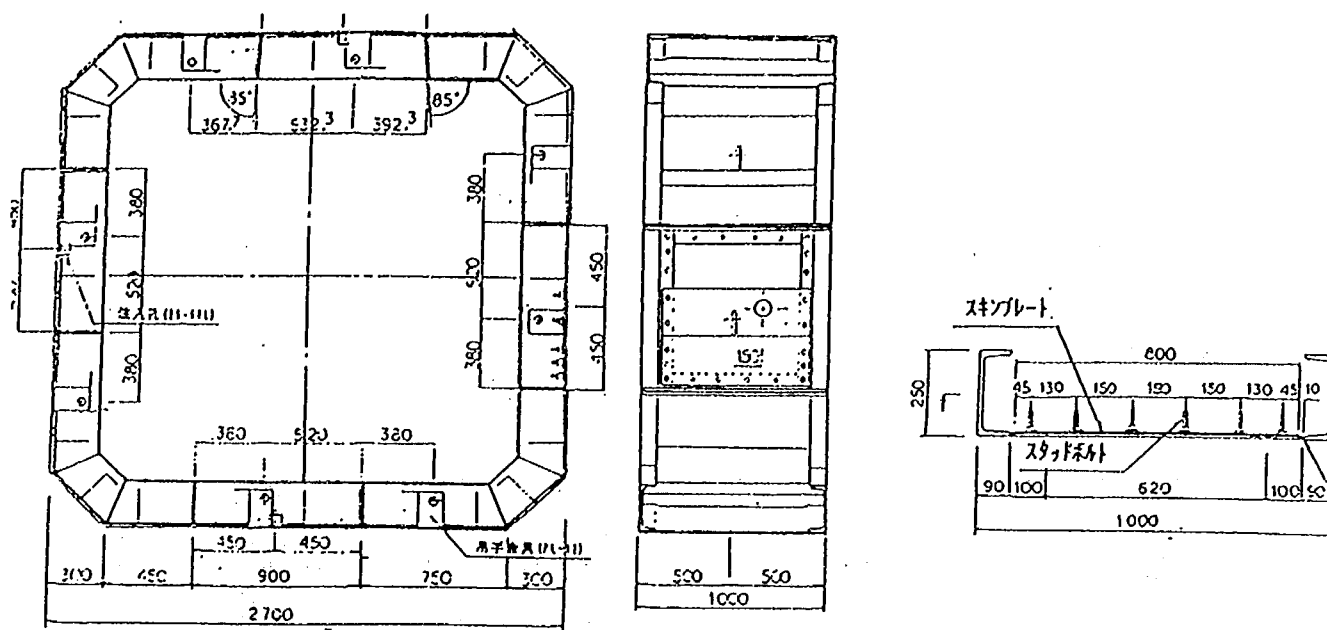
トンネル接続部の掘削



2.2 解体用セグメント

主桁-柱部材タイプ

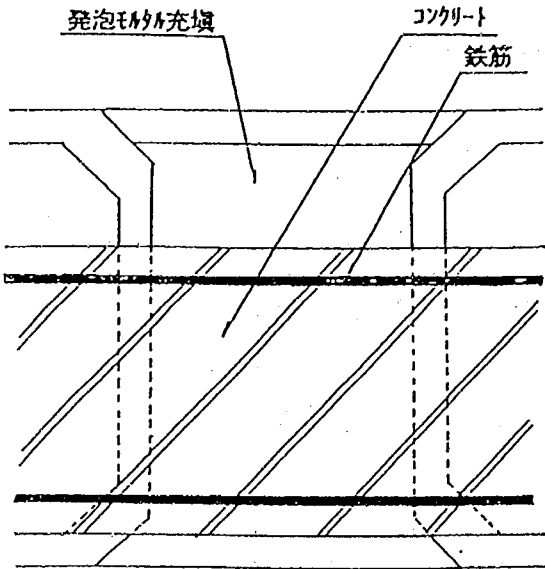
セグメントの主桁は、チャンネル材、H鋼などを使用し、本体構造部のスキムプレートはボルトを外すことにより、解体できる構造とする。



2.3 本体構造

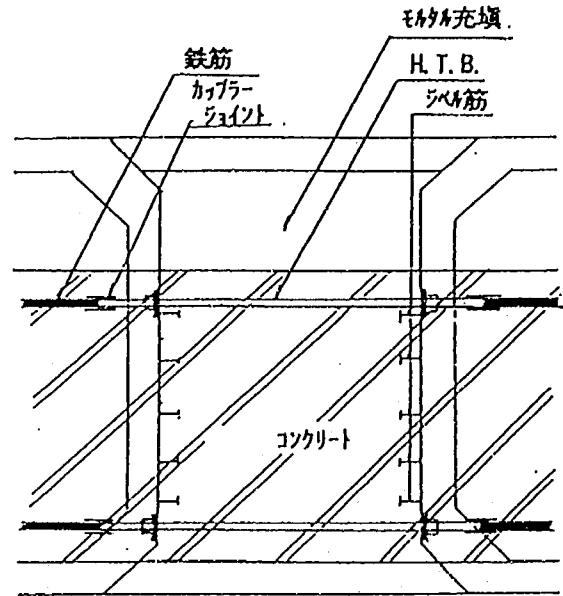
RC構造

新たに構築する鉄筋コンクリートを構造部材とし、セグメントは無視する。



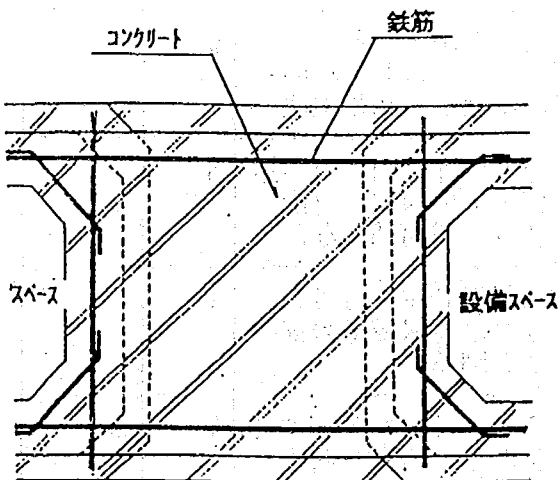
RC-H.T.B構造

トンネル輻体をボルトで連結し、接続部はジベル筋を取付け、コンクリートを充填する。



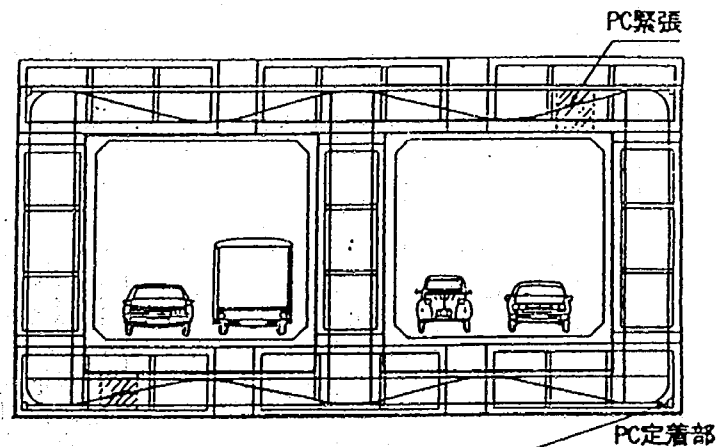
SRC構造

セグメントのスキンプレート、主桁を設計に取り入れる。



PC構造

鉄筋コンクリート内にPC鋼線を設置しておき、緊張力を導入することによって、構造部材とする。



参考-1 トンネル掘削関連工法

トンネル掘削関連工法一覧表(1)

分類	工 法 名 (開発年)	開発者名	特 徴	施工 実績 年数	備 考
掘削、 支保関連技術	SMB 工法 (86)	佐藤工業	大断面NATMの掘削ベンチ長を短く(マイクロ化)して、全断面に近い作業効率を確保する	14	
	KFB 工法 (90)	鹿島	地質の状況に応じてベンチ長を調整し、施工性や作業環境を向上。130m ² 程度までの断面に導入可	1	
	鉄腕ナトム (91)	西松建設	ロックボルト、支保工建て込み、コンクリート吹き付けなどの一連のNATM作業を1台の機械で実施	1	
	多機能が「トリージャンボ」によるトンネル掘削工法 (92)	奥村組, 古河機械金属	削岩機、油圧ブレーカー、吹き付けロボット、リフトブルデッキなどを台車に搭載。作業を効率化する	3	
	大型自由断面掘削機による硬岩掘削技術 (88)	大林組	圧縮強度1500kg/cm ² の硬岩を掘削する。高さ6.5mの大断面トンネル上半掘削が可能。低騒音、低振動	5	
	岩盤ブロックカット工法 (91)	奥村組	岩盤にアブレイシブウォータージェットで溝を切削し、1000kg/cm ² 以上の高水圧でブロック状に取り出す無発破工法	0	
	既設トンネル改築TBM 工法 (91)	奥村組, 川崎重工業, 奥村機械製作	TBMを使って既設トンネルの撤去と新設トンネルの築造を同時に行う。工期短縮が可能	1	
	だ円断面TBM工法 (92)	ハザマほか	カッターヘッドを傾斜させてだ円断面のトンネルを急速施工する。円形に比べて土量削減が可能	0	
	OPAL 工法 (92)	三井建設	マイクロ掘削機による掘削と並行してプレキャスト管で覆工。シールド工法の利点を導入した小断面山岳トンネル工法	0	
	AGF 鋼管ロックボルト工法 (90)	鉄建	鋼管ロックボルトを崩壊性地山に打ち込んで安定させる。ピットの回収が可能。フォアパイル、水抜き、斜面補強など	8	
	レックパイリング工法 (92)	東洋建設	地盤注入併用の小口径鋼管杭を打設し、基礎地盤支持力アップ、支保構造の補強脚部沈下の防止などを図る	1	
	NJD 工法 (91)	飛島建設	孔壁崩落を防止するせん孔。エアー削孔と水削孔の長所を生かし、気泡を混入。軟岩、中硬岩、崩壊性地山などに効果	7	

「日経コンストラクション 1993.5.28」より抜粋

トンネル掘削関連工法一覧表(2)

分類	工 法 名 (開発年)	開発者名	特 徴	施工 実績 件数	備 考
先受け、 プレライニング技術	AB フォアパ イル工法 (89)	鹿島	土砂トンネル掘削に先立ち、円周方向に グラウンドアーチゾーンを形成し、切り 羽を安定させる先受け工法	2	
	RPU 工法 (90)	伊・テレビ社	長尺フォアパイルとグラウトを併用してアーチを 形成し、地山の緩みを防止する先受け（ 芯材補強アンブレ）工法	1	
	注入式長尺先 受け工法 (92)	鉄建	未固結や崩壊性の地山を対象とした長尺 パイルを使った先受け工法。従来の油圧 削岩機を使用。10～15mが精度よく施工	9	
	TOM-JET 工法 (92)	飛鳥建設	削岩機の専用ロッドで削孔し、固化材を 高圧かくはん噴射して地山を安定させる 複数地質対応型トンネル先受け工法。特 殊な機械は不要	1	
	モノベック工 法 (90)	西松建設、日本 鉱機	S字状ベンド型チェーンカッターでスリ ットを掘削しながら覆工する、未固結地 山を対象としたプレライニング工法	0	
	New PLS 工法 (91)	New PLS 工法研 究会（日本国土 開発ほか）	ベント型ダブルチェーンカッターでトン ネル外周部をスリット掘削し、コンクリ ートを即時に充てんするプレライニング	1	
吹き付け、 覆工関連技術	NATM・CERS システム (85)	日本国土開発	遠心力でコンクリートを吹き付けるシス テム。圧縮空気を使った従来方式に比べ て粉じんを1/4～1/6に低減	6	
	高効率・低粉 じんの吹き付 け工法 (86)	佐藤工業	コンクリートポンプ、吹き付けロボット 、急結剤供給装置、4点エアー添加装置 などを車に搭載した低粉じん効率化工法	32	
	TSL 工法 (89)	東京電力、鉄 建	移動型枠と急硬性コンクリートを使用す るトンネル補修の自動化工法。粉じんや 跳ね返りが少ない	3	
	ロータリー吹 き付けシステ ム (89)	大林組	遠心力を利用したロータリー吹き付け機 と急結剤供給装置を組み合わせたシステ ム。粉じん発生量は従来の1/10程度	2	
	K-NTL 工法 (92)	鴻池組	タイヤ式ベースマシンに載ったアーチ方 向に移動する型枠を使用。地山との間に 急硬性コンクリートを流し込んで覆工	1	
	メッセルNATM 工法 (92)	大日本土木	メッセルシールド機をNATM用に改造。ブ レードと地山間にコンクリートを吹き込 む覆工工法	0	

「日経コンストラクション 1993. 5. 28」より抜粋

トンネル掘削関連工法一覧表(3)

分類	工 法 名 (開発年)	開発者名	特 徴	施工 実績 件数	備 考
計測・管理、計画システム、その他	トンネル断面測定システム (88)	熊谷組、富士物産	光波の測定原理を応用したトンネルや内空形状の自動測定システム。単一断面測定方式と連続自動立体測定方式の2種	50	
	トンネル施工計画AIシステム (90)	鹿島	個人が持つノウハウを蓄積して高度な施工計画書を短時間で作成する。複数のエキスパートシステム、CADなどを統合	約30	
	トンネル切り羽マーキングシステム (90)	大林組	レーザー光で掘削外周形状を高精度に照射する。コンピュータ制御でトンネル線形を記憶し自動照射	2	
	トンネル断面自動マーキングシステム (91)	佐藤工業、マック	赤色レーザーに視認性の高い緑色レーザーを組み合わせて切り羽に削孔ラインを自動的にマーキングする	5	
	FACE (91)	奥村組	切り羽前方の地質予知システム。CCDカメラを使って壁面を撮影、画像処理して地質を解析	4	
	NATM-BOY (91)	五洋建設	穿孔位置表示装置と内空断面測定装置を一体化し、発破位置マーキングと掘削後の断面測定。リモコン操作	2	
	トンネルファジー換気システム (92)	清水建設、三井三池製作所	ファジー理論を使い、切り羽で発生する粉じんや一酸化炭素、窒素酸化物を低減する。高温多湿状態も解消	4	
	急勾配搬送システム (92)	大豊建設	急勾配機関車、特殊駆動レールなどで構成する急勾配トンネル坑内の資機材や掘削土の運搬システム	0	

「日経コンストラクション 1993.5.28」より抜粋

トンネル掘削関連工法一覧表(5)

分類	工 法 名 (開発年)	開発者名	特 徴	施工 実績 件数	備 考
セグメント自動組立	セグメント自動 組み立てロボット (86)	熊谷組、三菱 重工業	ロボットのセンサーでセグメントの位置 と姿勢を検出。供給セグメントの把持、 位置決め、ボルト締結までを自動化	1	
	SABIS (90)	ハザマ、NKK 日立建機	セグメントの搬送、供給、ボルト・ナッ トの供給、締結を自動化。セグメントリ ング出来形も自動計測	2	
	小口径シールド用セ グメント自動組み 立て装置 (91)	前田建設工業 コマツ	ボルト締結機を分離独立させて小口径シ ールドの自動組み立てを可能にした装置	1	
	O-SERO (92)	大林組、三菱 重工業	組み立てロボットをシールド機から分離 掘削とセグメント組みの自動施工にも対 応。直径±1mの範囲で転用も可能	1	
	セグメント自動 組み立て装置 (92)	前田建設工業 日立建機	光切断法でセグメントの位置、姿勢を検 出、表示。ボルト締結までの一連の作業 を自動化	1	
	セグメント自動 組み立てシステ ム (92)	西松建設、川 崎重工業	ボルト・ナットを自動連続供給。中空方 式で作業スペースを確保。中口径以上の 泥水、水圧など各機種に対応	0	
ECL工法(直打ちコンクリート覆工)	TEK-ECL 工法 (85)	鉄建	地盤などの条件に応じて無筋、SFRC、鉄 骨・鉄筋コンクリートの覆工形態が選択 できる	2	
	KCL 工法 (85~91)	鹿島	密閉型のシールド機、鉄筋コンクリート による覆工を基本としたECL工法	1	
	SECL 工法 (88)	佐藤工業	鉄筋、鉄骨、無筋の各コンクリート覆工 に対応。ジャッキ揺動、蛇行修正機構、 自動管理システムを装備	2	
	OECL 工法 (90)	大本組	被圧滞水砂層や軟弱粘土層を含めた全土 質対応型のECL工法	0	
	HS-PCL 工法 (92)	ハザマ、西武 建設、新日本 製鉄	ボルトレス構造を基本としたH鋼枠から なるNMライニングと超流動コンクリート で覆工。山岳トンネルやたて坑にも	0	

「日経コンストラクション 1993.5.28」より抜粋

トンネル掘削関連工法一覧表(6)

分類	工 法 名 (開発年)	開発者名	特 徴	施工 実績 件数	備 考
セグメント 関連技術	ネジ締結式ピン 継ぎ手 (90)	熊谷組	締結が確実なボルト・ナット式と施工性のよいピン式継ぎ手の長所を融合。RC、合成、スチールの各セグメントに導入可	1	
	CR セグメント (91)	戸田建設、石川島建機工業	矩形セグメントの隅角部を円弧状(CR: コーナーラウンド)にし、大きな曲げモーメントに対処	0	
	ハニカムセグメント (91)	奥村組、石川島建機工業	組み立て順序に制約のない六角形状。掘進とセグメント組み立ての同時施工が可能。継ぎ手が内面に露出しない	0	
	新型セグメント 継ぎ手 (92)	前田建設工業 フジミ工研	クサビ挿入方式のコッター継ぎ手や雄型部材を雌型部材に押し込むクイックジョイントを使ったボルトレスセグメント	1	
	弓状矩形セグメント (93)	大豊建設	大小2種の曲率をもたせた円弧状矩形セグメント。曲げモーメントを軽減。板厚が薄く配筋量も少ない	0	
後方設備、 搬送設備	A-キャリア SR システム (90)	清水建設	セグメントを発進たて坑内に垂直多層に収納して一連の搬送作業を地下で行う自動搬送システム	2	
	パイプセッター (90)	熊谷組、三菱重工業	流体輸送設備の送排泥管延長作業の自動化ロボット。走行台車からの管取り出し移送、接続の芯出しまでを自動化	1	
	垂直搬送コンベヤーシステム (91)	大林組	ズリトロで運んだ土砂を仕切りのついたベルトと平ベルトの間に挟んでたて坑下から地上に搬出するシステム	4	
	フルオート・パイプレイヤー (91)	清水建設	泥水シールド送排泥管の自動接続システム。パイプ延伸台車、アーム式クレーン、前後の把持・締結装置などで構成	1	
	セグメント自動搬送システム (92)	前田建設工業	セグメントのたて坑下ろし、トンネル内搬送、シールド機内搬送、エレクターへの供給の一連作業を自動化	1	
	シールド坑内掘削土・資機材自動搬送システム (92)	奥村組	ズリトロや資機材台車をけん引する蓄電車を無人化接続システム自動運転。たて坑、切り羽では無線遠隔操作。掘削土も自動積み込み	1	
	モノローラ (92)	清水建設	ガイドレールと自走式バケット台車でレールなどの長尺資材を地上からたて坑下まで自動搬入。段差のあるたて坑で効果	1	
	レールセッター (92)	清水建設	まくら木やレールの敷設ロボット、ボルトの締結ロボットなどで構成される仮設レール延伸作業の自動ロボット	0	

「日経コンストラクション 1993.5.28」より抜粋

トンネル掘削関連工法一覧表（８）

分類	工 法 名 (開発年)	開発者名	特 徴	施工 実績 件数	備 考
制御、 計測、 計画システム	土圧式シールド工法の自動掘進管理システム (92)	佐藤工業ほか	掘削土量と排土量をリアルタイムに計測。結果をフィードバックして土圧と土量の両方で自動的に切り羽を安定	1	
	高速光伝送によるシールドの遠隔制御システム (92)	住友建設	マシン運転、泥水輸送、自動測量などの信号を光ファイバーケーブルで中央制御室まで伝送し遠隔制御	1	
	シールド総合自動管理システム (92～93)	大成建設	汎用EWSを使って工事現場内に分散する各サブシステムを中央監視室に統合。監視、計測、管理を遠隔操作	1	
	シールド地中探査システム (92)	飛鳥建設	カッターフェイスのアンテナから電磁波を地中に放射。反射波を解析して地山の状況をリアルタイムに検地するシステム	1	
残土 利用・ 改良	SSG 工法 (83)	三光	掘削残土を裏込め材として再利用し、残土発生量を抑制する工法	35	
	シールド残土の泥土固化処理装置 (90)	西松建設	加泥型泥土圧式シールド工法の泥土を高速回転ドラム内で高分子ポリマーと石灰系の助材を加えて連続固化	1	
	PMF スーパーシールド工法 (92)	NTTフィールドシステム研究開発センター	製紙スラッジを加工したPMFとフライアッシュを主材にした加泥材で掘削面を安定。掘削土を一般残土並みに改良	6	

「日経コンストラクション 1993.5.28」より抜粋

トンネル掘削関連工法一覧表(9)

分類	工 法 名 (開発年)	開発者名	特 徴	施工 実績 件数	備 考
その他の シールド 関連技術	MSD 工法 (88)	清水建設、三 菱重工業	両方向から進んできたシールド機を茶筒 のふたを閉めるように機械的に接合。補 助工法がなく、期間も短縮	1	
	長距離・急速化 シールド工法のピッ トライズ工法 (91)	奥村組	ピット内蔵の検出装置が摩耗を知らせ、カッ ターアーム内のジャッキでピットをせり上げる無人 化技術。長距離施工に対応	2	
	TULIP 工法 (91)	TULIP工法研 究会(鉄建ほ か)	曲線鋼管パイプを地中にボーリングで埋 設。凍結工法などと併用して地中接合や 分岐、拡幅などに応用	0	
	防水シート自動 溶着システム (91)	清水建設ほか	セグメントに防水シートを張り付ける際 の溶着作業をコンピュータを使って自動 化	0	
	NOMST 工法 (92)	NOMST研究会 (ハザマほか)	炭素繊維と石灰石粗骨材を使用した新素 材コンクリートで壁を築き、地盤改良な しでシールド機を発進、到達	1	
	テールレスター ン工法 (92)	飛島建設	シールド機のテールを切り放して狭いた て坑(従来の68%程度)で回転。新規テ ールを組み立てて掘進を再開	1	
	アクティブ・ノ イズ・コントロ ール (92)	飛島建設	振動機械の超低周波騒音(20Hz以下)を 低減する技術。実工事では騒音を約20dB 低減	1	
	バックフィルシ ールド工法 (92)	三井建設、日 本シールドエ ンジニアリング	不要になった既設管路を機械の前面から 取り込み、解体して搬出。撤去後は土砂 などで充てんして埋め戻す工法	0	

「日経コンストラクション 1993.5.28」より抜粋

トンネル掘削関連工法一覧表 (10)

分類	工 法 名 (開発年)	開発者名	特 徴	施工実績 件数	備 考
推進	SYO CAB 工法 (87)	奥村組、四国電力	複数のケーブル管を内蔵したプレハブ管を泥水加圧推進工法で敷設する工法。一工程方式と二行程方式の2種	2	
	アングルモールZ 工法 (91)	イセキ開発工機	掘進機を4分割して人孔から回収可能。軟弱地盤から固結土層まで対象。適用口径は250~500mm	36	
	ファジー制御を適用した小口径推進システム (91)	NTT フィールドシステム研究開発センタ	ファジー制御の手法を用いて熟練オペレーター並みの高精度制御を可能にした小口径推進システム	1	
	ガイドボーリング工法 (91)	飛鳥建設、吉田鉄工所	ガイドボーリングロッドが先行掘進後、面板(径416.4mm)が掘進する二重掘削方式。礫地盤対応の小口径推進工法	0	
	ペリーモール工法 (92)	イセキ開発工機	完全無排土型。反射型方向誘導装置を内蔵。推進機を4分割して人孔から回収可能。適用口径は200mmと250mm	22	
	アングルモールスーパー工法 (92)	イセキ開発工機	ローラービットで強度2000kg/cm ² の岩盤を掘削。崩壊性地山も可。適用口径は600~1000mm	14	
	エースモールDL35, 50 R (92)	NTT フィールドシステム開発センタ	高水圧砂質地盤対応など、広範囲な地盤で長距離・曲線施工可能。口径は350~450mm (DL35) と500~600mm (DL50)	10	
	エースモールDC15 (92)	NTT フィールドシステム開発センタ	礫混じりの硬土質地盤にも対応できる2工程方式の推進システム。曲線推進も可能。適用口径は300mm	5	
	光ファイバジャイロを用いた連続位置検知技術 (92)	NTT フィールドシステム開発センタ	推進工法であるエースモール工法の位置検知作業を補助するシステム。光ジャイロシステムを開発	6	
	エースモールPL30工法における超長距離推進技術 (92)	NTT フィールドシステム開発センタ	無排土圧入推進工法であるPL30工法の推進距離を延長させる技術。推進距離300m以上を可能にした	3	
	NOLLTECH (92)	西松建設ほか	非開削で小口径管渠を更新する工法。既設管を破壊して回収すると同時に新設管を敷設	0	

「日経コンストラクション 1993.5.28」より抜粋

結 論

自動車交通が引き起こす渋滞や環境等の交通問題を抜本的に解決するためには、地下空間を利用した新しい物流システムが有効であると同時に必要性が高いと考えられる。本共同研究によって得られた主な結果を以下に示す。

- 新物流システムの開発にあたっては、自動車に近い輸送特性（戸口性、随時性等）を発揮できること、軌道系システムの優れた特性（大容量性、省力化等）を有すること、危険物等を受け入れる等により、社会・経済分野において顕在化している課題の解決に役立ち、社会・経済の発展に貢献できること、の3つを基本コンセプトとした。
- 道路地下空間を利用し、電気トラックを用いた新物流システムを整備することにより、東京23区内では一般道路の旅行速度が約2.6km/h上昇し、NO_x排出量を約10%（3.7t/日）、CO₂排出量を約18%（1,451t-C/日）削減する効果がある。
- 新物流システムの整備による走行便益・時間便益は、東京23区内に整備する都市内システムで年間約17,000億円、東京～神戸を結ぶ都市間システムで年間約3,000億円と算定される。
- 新物流システムの財務分析の結果、公的補助があれば採算性が認められる。ただし、今回の検討結果は用地費を考慮しないケースでの分析であり、今後は建設費・車両費等の低廉化の検討を行った上で詳細な分析が必要である。
- 新物流システムの輸送方式として、デュアルモードトラック（DMT）方式または、コンテナ台車方式が考えられる。DMT方式の場合、システム内外とも同一の車両での輸送が可能である。コンテナ台車方式は、地上1次リニアモータを採用することにより、システムの線形をきびしくし、トンネル断面を小さくすることが可能である。
- システム機器について、要素技術の評価実験に供するため、DMTシステム実験装置及びコンテナ台車方式実験装置の整備を行った。
- 各実験装置を用いた基本機能確認試験を実施し、それぞれの実験装置が基本機能を有していることを確認し、実用化に向けたデータの蓄積及び無人自動運転技術、非接触集電技術等の要素技術の開発を行った。
- 地下鉄等の既存の地下施設は概ね2～45mの範囲にあり、新物流システムを建設する場合、これらの施設に対し影響を及ぼさない離隔距離を確保する必要がある。また、システム建設後の基幹ユーティリティ施設等の敷設を考慮する必要がある。
- 新物流システムを建設する際の施工方法としては、シールド工法、開削工法及びアンダーピニング工法の採用が考えられる。

■システムの施工にあたっては、既存の地下施設に関する詳細な調査と工法の十分な選定を要するが、既存技術またはその延長線上の技術で新システムの構築が可能と考えられる。

今後は、新物流システムについて、最も効率の良いシステムを構築するため、システム機器については、実用化に向けた各要素技術の開発を行うと共にフルスケールの実験線を建設し実用化試験を行う必要がある。

また、システムの需要予測に際して道路交通センサスの貨物自動車交通量のみを用いているが、その他の交通モードの輸送量も含めて検討する必要がある。

さらに、流通業・製造業・運輸業など幅広いシステム利用者からの意見を吸収し、システムの最高速度、高密度運行技術、制御技術等のハード面の技術開発状況を考慮した上で採算性の向上方策、運営方法の検討、普及方策などを検討する必要がある。

新物流システムに関する
共同研究報告書

共同研究報告書 第123号

平成7年3月(1995)

要 旨

本報告書は、建設省土木研究所と日本道路公団及び首都高速道路公団の三者が、平成2年度から共同研究として検討を進めてきた「新物流システムに関する研究」の成果をとりまとめたものである。

トラック輸送に関わる問題点として、道路混雑の激化、環境への影響の増大、トラック運転手の高齢化・労働条件の悪化等が挙げられている。本研究では、これらの問題を抜本的に解決して高度化する産業活動を維持し、輸送ニーズに対応していくために、貨物自動車の輸送を代替・補完する、道路地下空間等を利用した新しい物流システムをとりあげた。

本報告書では、物流の特性を分析し、新しい物流システムを導入した場合の事業採算性及び整備効果を分析した結果を示す。さらに、新しい物流システムの機器及び導入空間について検討した結果についてもとりまとめた。

キーワード：物流、物流高度化、貨物自動車輸送、新物流システム、地下物流

郵便はがき

50円切手
はって下さ
い

3 0 5 - □ □

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

新交通研究室 御中

No. 003

No. 003

配布先氏名

配布先住所

○

共同研究報告書 第123号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名 印

○