

首都圏における電力を利用した地下物流システム

ELECTRICAL UNDERGROUND PHYSICAL DISTRIBUTION SYSTEM FOR METROPOLITAN TOKYO

石橋道生*

By Michio ISHIBASHI

Recently, the number of road vehicles has been increasing in Metropolitan Tokyo, and the radial trunk roads extending from its center are always congested. Traffic research has shown that 90% of the physical distribution is carried out by these road vehicles, and most of them are diesel trucks. Diesel trucks emit much more NO_x as compared with passenger cars, which is causing serious environmental problems. Therefore, not only is traffic congestion a problem but air pollution as well. In this connection, this report evaluates the present situation and suggests an electrical underground physical distribution system as a solution.

1. はじめに

近年、首都圏における自動車交通は、東京への一極集中化とあいまって増加の傾向にあり、特に都心から放射状にのびる幹線道路と主要道路の渋滞は日常茶飯事となっている。

また、首都圏交通の現状調査では、都心からの放射状の交通は、人流については鉄道輸送によるものが約8割であるのに対し、物流は自動車輸送によるものが9割以上である¹⁾。このため自動車交通においては、貨物自動車の比率が過半数を占めており、そのほとんどはディーゼル自動車である。ディーゼル自動車は乗用車と比較して数倍のNO_x排出量があると言われており、環境保全に対する大きな阻害要因となっている。そのため、本来の自動車交通機能を生かせぬばかりでなく、大気汚染および騒音等の都市環境の悪化をもたらしている。

一方、経済のソフト化・サービス化に伴い、多様化したニーズに対してきめ細かな対応が可能な自動車交通に対する需要は年々高まってきており、首都圏における交通問題の改善を図ることは、必須の課題となっている。

これらの状況を踏まえ、首都圏の交通緩和、環境改善のために主要輸送手段を自動車に依存している物流システムの見直しを行うことが重要と考え、電力を利用した地下物流システムを提案することとした。

* 正会員 東京電力株式会社 技術研究所

(〒182 調布市西つつじヶ丘2丁目4番1号)

2. システムの概要

(1) ネットワーク

首都圏の既存の放射状道路（高速道路は除く）のピーク時交通特性は図-1²⁾に示すとおりであり、以下の特徴を持っている。

- ・最も走行速度が遅い（時速10km程度）地点は都心から12～13km程度のところ（環8近辺）である。
- ・都心から半径10km圏内ではむしろ走行速度は速くなる（時速20km程度）。
- ・都心から12～13km以遠では、次第に走行速度は速くなり都心から40km程度の地点では時速30kmとなる。

これらの特徴を考慮して、ネットワークとしては、

- ・都心から10km付近（内輪）と40km付近（外輪）を結ぶ放射状ルート
- ・都心から半径10km程度の環状ルート

とした（図-2参照）。

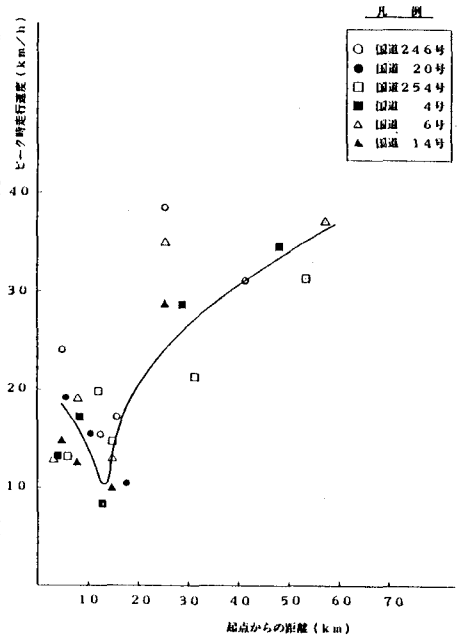


図-1 ピーク時走行速度と起点からの距離

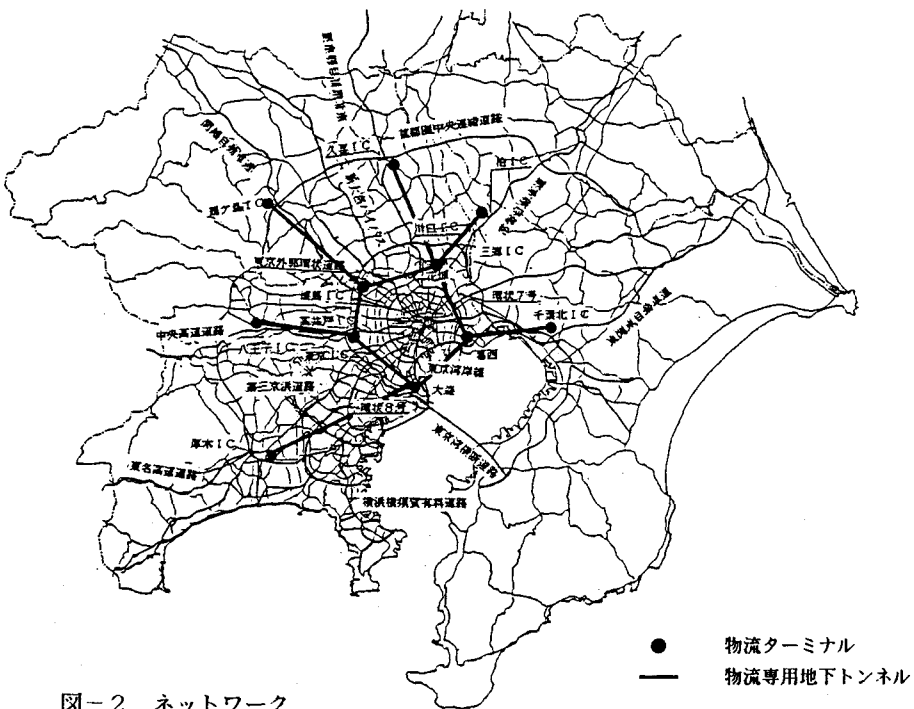


図-2 ネットワーク

さらに、ネットワークの内輪、外輪の結節点には、物流ターミナル施設を設けることとし、外輪ターミナルは首都圏外とのアクセス性を考慮して高速道路のインターチェンジ近傍に配置した。

ネットワークは大深度地下トンネル（地下50m程度）とし、物流ターミナルも地下に設置し、地上部はデパート・展示場・多目的ホール等を建設し、土地の有効利用を図るものとする。

（２）対象輸送品目

安全性・混載性・貨物規模・速配ニーズの観点から、対象とする輸送品目は表－１に示す26品目とした。これらの対象輸送品目は東京都区部・横浜市・川崎市の総発生集中量に対して件数ベースで約80%となる³⁾。

（３）輸送手段

ネットワークは大深度地下トンネルとするため、既存の貨物自動車を走行させた場合、換気、防災および環境保全の面で多大な設備費を投入することが必要となる。そこで、クリーンなエネルギーとして電力を利用した電気自動車を輸送手段とする。

電気自動車の大きさは既存の2トントラック程度とし（輸送対象品目の約86%が対象となる）、トンネル内は無人自動運転（接触集電：時速 100km程度）、トンネル外は有人運転（バッテリー走行）とする。

これらの内容を踏まえ、前述の輸送対象貨物量の20%が本システムに転換すると仮定した場合の首都圏における大深度地下利用物流システムのイメージを図－３に、システムの諸元を表－２に示す。

表－１ 小分類によるマトリックス評価

品 目	小 分 類	システム要求					合 計
		安全性	混載性	貨物規模	速配性	評価	
1 農林水産品	1 穀物	○	○	○	○	○	○
	2 野菜・果物	○	○	○	○	○	○
	3 その他の農産品	○	○	○	○	○	○
	4 水産品	○	○	○	○	○	○
	5 畜産品	○	○	○	○	○	○
	6 原木	○	×	×	×	×	×
	7 製材、その他の林産品、薪炭	○	△	△	×	×	×
2 鉱産品	8 砂利、砂、土、石材	○	×	×	×	×	×
	9 原油	×	×	×	×	×	×
	10 天然ガス	×	×	×	×	×	×
	11 金属鉱	○	×	×	×	×	×
	12 石炭	×	×	×	×	×	×
	13 石灰石	○	×	×	×	×	×
	14 その他の非金属鉱	○	×	×	×	×	×
3 金属機械工業品	15 鉄鋼	○	×	×	△	×	×
	16 非鉄金属	○	×	×	△	×	×
	17 金属製品	○	△	△	○	○	○
	18 一般機器	○	△	△	○	○	○
	19 電気機器	○	△	△	○	○	○
	20 輸送機器	○	×	×	○	×	×
	21 精密機器	○	△	△	○	○	○
4 窯業品	22 陶磁器、ガラス	○	○	○	○	○	○
	23 セメント	○	×	×	△	×	×
	24 生コンクリート	○	×	×	△	×	×
	25 その他のセメント製品	○	×	×	△	×	×
	26 レンガ、石灰、その他の窯業品	○	×	×	△	×	×
5 化学工業品	27 揮発油	×	×	×	△	×	×
	28 灯油、軽油	×	×	×	△	×	×
	29 重油	×	×	×	△	×	×
	30 石油ガス	×	×	×	△	×	×
	31 その他の石油製品	△	○	△	○	○	○
	32 石炭製品	△	○	△	○	○	○
	33 化学薬品	△	○	○	○	○	○
	34 化学肥料	○	△	○	○	○	○
	35 その他の化学工業品	△	△	△	○	○	○
6 軽工業品	36 紙、パルプ	○	○	△	○	○	○
	37 繊維工業品	○	○	○	○	○	○
	38 食料品	○	○	○	○	○	○
	39 出版印刷物	○	○	○	○	○	○
	40 家具、装飾品、台所用品	○	△	△	○	○	○
	41 衣服、身用品、はきもの	○	○	○	○	○	○
	42 文房具、楽器、玩具、運動娯楽用品	○	○	○	○	○	○
	43 その他の日用品	○	○	○	○	○	○
	44 ゴム製品	○	○	○	○	○	○
	45 皮革製品	○	○	○	○	○	○
7 廃棄物等	46 その他の製造工業品	○	○	○	○	○	○
	47 建設残土	○	×	×	×	×	×
	48 金属くず	○	×	×	×	×	×
	49 動植物性飼料	○	×	△	△	×	×
	50 その他の廃棄物	○	×	×	×	×	×

３．経済性の検討

システムの建設費は約1兆6千億円となり、表－３に示す検討条件において、転換率を対象輸送品目の20%とした場合の採算性は、トン当たり料金を12,000円に設定すると、供用15年後（平成26年）に単期黒字転換し、供用20年後（平成31年）には累積赤字も解消する。

参考に、現行の運送料収入は2トントラック混載の場合1台当たり50～100万円と推定され、本システムの利用ニーズは十分見込まれる。ただし、本システムは非常に公共性の高いものであり、補助金の割合が大きくなればさらに利用者の料金負担の低減を図ることができる。

４．システムの効果

本システムの効果は前述の採算性の確保はもちろんであるが、社会的費用の低減効果において重要な役割

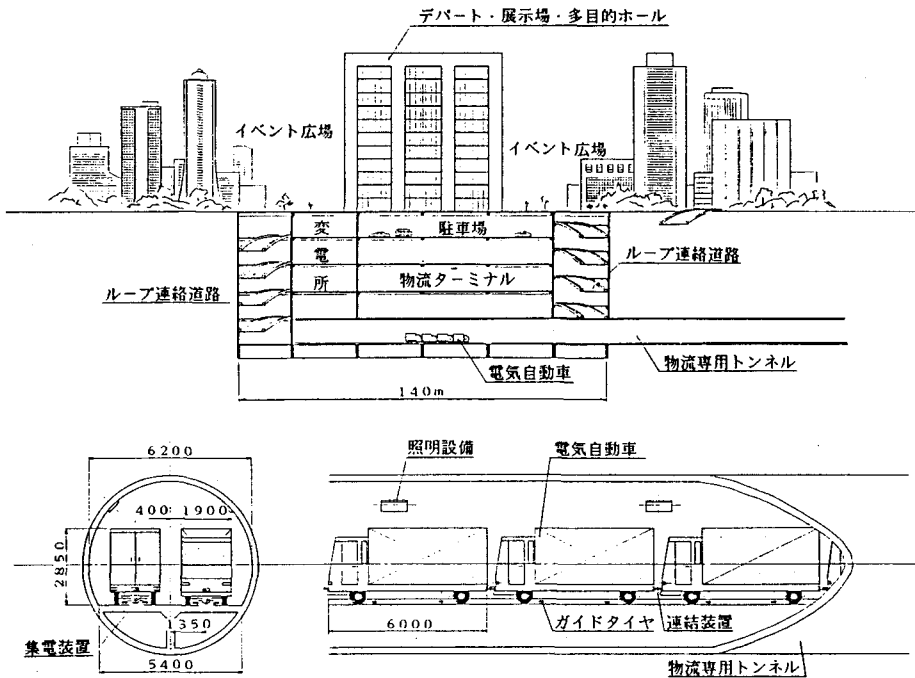


図-3 首都圏における大深度地下利用物流システムのイメージ

表-2 システムの諸元

構成要素	諸元
ネットワーク	- 放射状ルート：6路線、外輪・内輪物流ターミナル間20km～30km、総延長約160km - 環状ルート：内輪物流ターミナル間延長約70km - 形態：複線シールド大深度地下トンネル（地下50m）
物流ターミナル	- 立地場所：外輪6ヶ所、内輪5ヶ所 - 設備： - アクセス部（地上部、地下トンネル部） - 電気自動車・トラック用駐車、積降しスペース - 貨物積替え、仕分けスペース - バッテリー充電、積替えスペース - 集中運行コントロールセンター（1ヶ所のみ） - 車庫、倉庫、事務所
電気自動車	- 大きさ：2tトラック程度（6.0mL×1.9mW×2.85mH、2t/件以下の貨物で輸送対象品目の約86%が対象となる） - 速度：100km/h（トンネル内） - 種類：普通貨物用、冷蔵貨物用、冷凍貨物用 - 駆動：トンネル内は接触集電により補助充電を行いながら無人自動運転、トンネル外はバッテリーによる有人運転（1充電走行時間10時間） - その他：簡易なバッテリー着脱機能を有する
取扱対象貨物	安全性、混載性、貨物規模、運配ニーズの点から26品目に限定

を持つ。本効果を計測する上での参考のために、大気汚染および騒音という環境悪化要因によって失われる便益の貨幣的評価に着目し、首都圏交通に電気自動車を導入した場合の社会的費用の低減効果についての試算を行った。

(1) 大気汚染の低減効果

総量規制が実施されている東京特別区等地域では、昭和58年度のNO_x排出量は約58,200t/年であり、同年度の貨物自動車走行量は約2,852万台km/日⁴⁾となっている。

貨物自動車の20%が電気自動車に転換すると仮定すれば、NO_xの低減量は約4,300t/年となる(総量の約7.5%)。同じく本地域のNO_x濃度の1時間値の年平均値は0.061ppmであり、環境基準を上回っている。ここで、総量の低減率と濃度の低減率が等しいと考えるとNO_x濃度は、0.056ppmとなり環境基準内におさまる。

この低減量を社会的費用の低減効果として計測するために、大阪市環境保健局の採用した大気汚染による1世帯当りの被害額評価式⁵⁾を用いて求めると、1世帯当りの被害低減額は約7,000円/年となり、これを東京都全体でとらえると年間約250億円に相当する。

(2) 騒音の低減効果

自動車騒音の影響は、道路の沿道に限定され则认为、特に混雑が激しい都心から放射状にのびる主要国道において、都心から40km圏での交通状況をモデル化し、内燃系自動車の20%が電気自動車に転換すると仮定し、音響学会騒音予測式によって、モデル道路の騒音低減量を計測すると約0.5dB(A)となる。これに森杉ら⁶⁾が用いたトレードオフ法によって住宅の心理的価値の低下を計測すると1世帯当り約40万円/dB(A)(現在価値換算)となる。これを適用すると沿道の騒音低減効果の価値は約70億円となる。

5. 実現への課題

実現に向けての課題については、次のことが考えられる。

(1) 管理・運用ルール の策定

運送事業法では、一般路線貨物自動車運送事業と一般区域貨物自動車運送事業に大別され、貨物事業区域を限定している。

本提案における大深度地下トンネル利用物流システムでは、現行法に定める運送事業形態の双方の意味合いを持ち、かつ無人化運転という特殊性を考慮した管理・運用ルールを策定する必要があると考えられる。

(2) 電気自動車の開発

電気自動車の開発は、財団法人日本電動車両協会を中心に各自動車メーカーの開発部門において研究・開発が行われているが、本システムではさらに高速走行(100km/h以上)、集電方式および無人化運転方式の開発促進が必要である。

(3) 物流ターミナルの有効利用

首都圏の内輪・外輪の結節点に設ける物流ターミナルの地下利用に加えて、地上の土地有効利用について、地域と密着した施設計画を行い、地上・地下を一体化した総合的な利用方法の検討が必要である。

6. 将来への展望

今後、実現に向けて、前述の課題の解決には未だ時間的猶予が必要と思われる。また、本システムの場合は、貨物自動車の本システムへのトリップ転換率は約4%と見なされ、4項に示す試算のような社会的費用

表-3 採算性検討条件

項 目		条 件
資金調達	資本金	1,000億円(総建設費の約6.5%)
	補助金	300億円(総建設費の約2%)
	無利子借入金	3,150億円
連	長期借入金	11,317億円(金利6%、20年返済)
その他	建設期間	10年(平成2年~11年)
	インフレ率	3%
	取 扱 量	1803.6万t(転換率20%)

の低減効果は期待できない。しかしながら、さらに電気自動車の利用を拡大することにより都市環境の改善が図られ、都市社会への貢献が期待できる。

さらに、本システムを電力・熱・通信システムと一体化することにより、都市トータルインフラの形成に寄与することとなろう。

参考文献

- 1) 建設省：昭和60年物資流動調査
- 2) 建設省道路局・（社）交通工学研究会：昭和60年度道路交通センサス（昭62）
- 3) 東京都市圏交通計画協議会：昭和57～59年度東京都市圏総合都市交通体系調査報告書（昭58～60）
- 4) 環境庁大気保全局：大都市地域における窒素酸化物対策の中期展望（昭60）
- 5) 大阪市環境保健局環境部：公害による経済被害調査結果報告書（昭49）
- 6) 森杉寿芳・宮武信春・吉田哲生：騒音の社会的費用の計測方法に関する研究／土木学会論文報告集第302号（昭55）