

必要性の高まる地下物流ルートの具現化に向けた一提案 A PROPOSAL FOR CREATION OF UNDERGROUND DISTRIBUTION ROUTES THAT ARE BECOMING MORE AND MORE NECESSARY

粕谷 太郎¹・堀川 滋雄²・柴田 俊夫³・菊地 弘明⁴

Taro KASUYA・Shigeo HORIKAWA・Toshio SHIBATA・Hiroaki KIKUCHI

The Kyoto Protocol went into effect in Japan in February 2005. In addition, environmental preservation has become a vital issue in the physical distribution area including carbon dioxide reduction.

Tokyo is a densely populated region requiring a large volume of commodities. It is the core of a metropolitan area with numerous physical distribution bases including Tokyo Bay that handles the largest amount of foreign trade containers within Japan and Haneda Airport that has been enlarged with more functions as a result of additional expansion and internationalization.

Under these circumstances, innovation in physical distribution is essential in the metropolitan area around Tokyo, to achieve more effective physical distribution, thereby becoming more competitive in the international market and improving daily life and the environment.

In February 2006, the Tokyo metropolitan government set up the "Integral Physical Distribution Vision: Physical Distribution Innovation Beginning from Tokyo." This plan states that effective utilization should be studied in depth not only for surface space but also for underground space.

In 2001, a special measure law on public use of deep underground space was put into effect. This law specifies potential utilization of deep underground for diverse structures such as roads, railways and essential infrastructure.

Considering the current situation, this paper discusses a preliminary study on the feasibility of a new physical distribution system utilizing underground space..

Key Words :Kyoto Protocol,deep underground space use,Underground spacing effective use, Underground distribution, Distribution base

1. はじめに

わが国では、京都議定書が平成17年2月に発効し、物流分野においても二酸化炭素（「CO₂」）の削減等をはじめ、環境問題への取り組みが大きな課題となっている。

東京は、人口が集中する大消費地であるとともに、外資コンテナ貨物取扱量が全国第一位である東京港や、再拡張・国際化により機能が一層充実する羽田空港など物流の重要拠点を擁する首都圏の中核である。

このような現状を踏まえ、東京から首都圏を見据えた物流改革に取り組み、物流のさらなる効率化を進め、国際競争力の強化や暮らしと環境の向上を実現していくことが、重要となっている。

平成18年2月に、東京都が「総合物流ビジョン～東京からはじまる物流改革～」を策定、この中で、都市空間に限られた東京で物流を効率化するには、地上空間だけでなく、地下空間も含めた有効活用の検討が必要であるとしている。

キーワード：京都議定書、大深度地下空間利用、地下空間有効活用、地下物流、物流拠点

¹フェロー 鉄建建設(株) 土木本部

²正会員 サンコーコンサルタント(株) 地盤調査・防災部

³正会員 東亜建設工業(株) 土木本部

⁴正会員 応用地質(株) エネルギー事業部

平成13年には、大深度地下の公共的使用に関する特別措置法（大深度地下法）が施行され、大深度地下を道路、鉄道、ライフラインなど様々な用途に利用する可能性が示された。

本稿では、このような状況を踏まえ、地下空間等を利用した新たな物流システム構築の実現可能性に関する概略検討について述べる。

2. 首都圏を取り巻く環境

(1) 求められる東京発の物流改革

近年、物流を取り巻く環境は急激に変化している。経済の国際化、企業間競争の激化、人々のライフスタイルの多様化などが進展するなか、より低コストで高サービスの物流が求められつつある。その一方で、平成17年2月に発効した京都議定書に基づく二酸化炭素（以下「CO₂」という。）の削減等も大きな課題となっている。

このような背景から、現在、わが国においても、広範な視点から物流の改革が求められており、首都圏、とりわけ東京はわが国の経済・産業の中心であるとともに、物流においても一大拠点であり、わが国の物流改革に向けて、首都圏を視野に入れた東京発の物流改革が不可欠である。

a) わが国経済の中心としての首都圏

東京の人口は全国の約1割、首都圏（東京、茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、神奈川、山梨）では全国の約3割を占めるとともに、総生産額の割合においても、東京は全国の17%、首都圏では全国の約4割と高い割合を占めている。商品年間販売額、製造品出荷額等においても、首都圏全体で高い割合を占めており、東京及び首都圏は、わが国経済の中心であるとともに、大消費地となっている。

b) 求められる首都圏物流の効率化

物流においては、首都圏内での貨物輸送量は年間約16億トンに達し、全国の約3割を占める一大貨物輸送地域となっている。さらに、首都圏は東京港、横浜港、成田空港といった主要な国際物流拠点が立地し、国際物流の面でもわが国の重要拠点となっている。特に、首都圏内での地域間の貨物輸送状況を見ると、東京と他県間の貨物輸送量が多く、東京は首都圏物流の中心となっている。

c) 役割を増す東京港

国際化の進展に伴い、海外との貨物輸送が増加するなか、東京港は背後に大消費地を抱え、首都圏内の他港に比べて背後圏と距離的にも近いことなどから、荷主企業にとって東京港の重要性はより一層高まっている。図-1に示すように、東京港における外貿コンテナ取扱量は年々増加しており、平成15年にはわが国で初めて300万TEUを超える取扱量となっている。今後は、東京港第7次改訂港湾計画の外貿コンテナ貨物量の推移と推計（図-2）に示すように、着実に増加しているため、これらに対応する施設の整備が重要である。

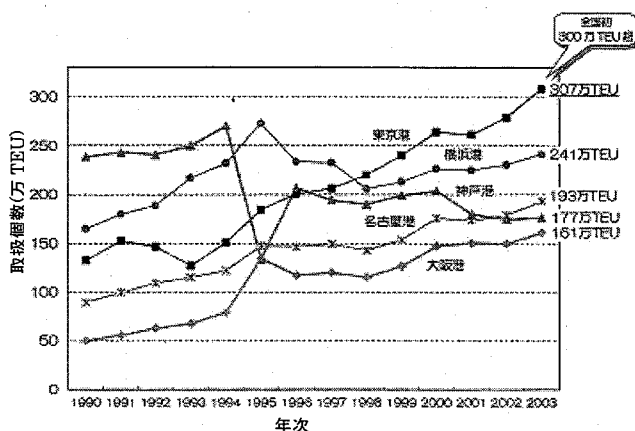


図-1 5大港外貿コンテナ取扱個数の推移

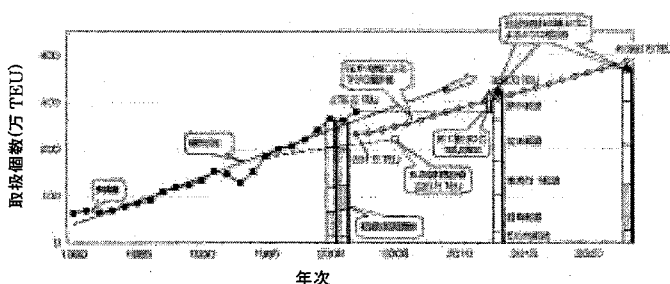


図-2 東京港外貿コンテナ貨物量の推移と推計

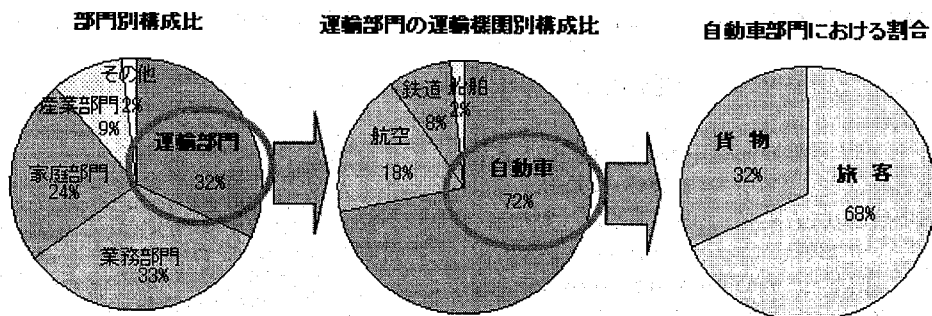
このように、首都圏物流において、東京港は極めて重要な役割を果たしている。

(2) 物流を取り巻く環境変化

a) 地球環境問題への対応

物流は産業・生活の基盤である一方で、トラックなどの輸送機関から排出される浮遊粒子状物質（以下「SPM」という。）、窒素酸化物（以下「NO_x」という。）など、大気汚染とも密接にかかわっている。物流の効率化等を通じて、これらの環境負荷を低減し、生活環境を改善していくことが求められる。

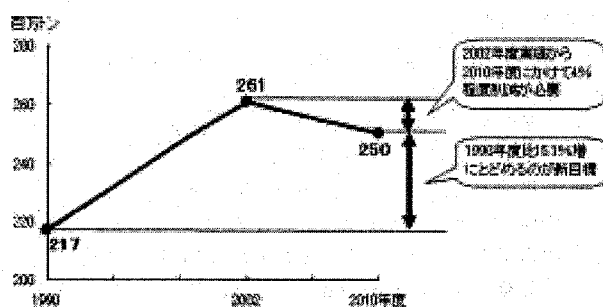
また、平成 17 年 2 月に京都議定書が発効した。わが国においても地球温暖化の原因となる CO₂ 等の排出削減目標が定められ、運輸部門から排出される CO₂ についても排出量削減が求められており、地球環境の面からも物流の効率化が課題となっている。（図・3）



図・3 東京都における二酸化炭素排出量の構成比

b) 京都議定書でのわが国の温室効果ガス排出削減目標

京都議定書（条約）では、6種類の温室効果ガス（CO₂、CH₄、N₂O、HFC、PFC、SF₆）について、温暖化防止のための具体的な取組として、先進国に対し、これらの温室効果ガスの削減を義務づけている。2005 年（平成 17 年）2 月に条約の批准が正式に発効し、わが国では、2008 年（平成 20 年）から 2012 年（平成 24 年）までの間に 1990 年（平成 2 年）比で 6%の削減が義務付けられている。（図・4）



図・4 京都議定書目標達成に向けたわが国運輸部門での削減目標

これに基づき、国では平成 17 年 4 月に「京都議定書目標達成計画」を閣議決

定し、各分野における排出削減目標を定めている。これに基づけば、エネルギー起源二酸化炭素について、運輸部門では、2010 年度（平成 22 年度）において、1990 年度（平成 2 年度）比の増加幅を 15.1%までに抑制するという目標に対し、乗用車の増加等により、2002 年（平成 14 年）時点で既に 1990 年（平成 2 年）比で約 2 割増加しており、国を挙げて対策に取り組むことが課題となっている。

3. 物流拠点とネットワーク

(1) 物流の実態に即した課題把握

「総合物流ビジョン」（案）では、東京の物流が都内だけで完結することは少なく、首都圏、さらには全国・海外との広域的な輸送により成り立っており、東京が首都圏物流の中心となっている。

東京を起点・終点とする物流の効率化を進めるためには、首都圏を視野に入れ、物流の現場において何が効率化を阻害しているのか、問題点を的確に把握・分析する必要がある。

そのため、これまで十分ではなかった品目ごとの流れの把握に着目し、産業の競争力や都民等の生活にかかわる代表的な品目について、その流れを一貫して捉えたうえで、各段階での現場における問題点を分析した。

「総合物流ビジョン」（案）に示されているように、東京の物流が都内だけで完結することは少なく、首都圏、さらには全国・海外との広域的な輸送により成り立っており、東京は首都圏物流の中心となっている。

分析対象とする品目は、都内製造業における製造品の出荷額や、都民等の家計消費支出額に着目して選定されている。

都内製造業の製造品出荷額等は、「電気機器」、「輸送機械」、「機械・金属製品」、「印刷関連製品」の4品目で約7割を占めており、これらの品目を分析対象とした。また、都内の家計消費支出では、「衣類など日用品」、「生鮮食料品」、「加工食料品」3品目で約7割を占めており、これらの品目を分析対象とした。

ここでは、主な品目として、「電気機器」、「輸送機械」、「加工食料品」について、概説する。

a) 電気機器

パソコン、通信機器など電気機器は、わが国の主要な輸出品目のひとつであり、生産地から東京港、横浜港、成田空港といった港湾・空港への輸送も多い。

都内では、多摩地域が主な生産地となっており、輸出に向けて、国道16号や府中街道等の特定ルートを利用して、東京港や横浜港へ輸送される場合が多い。

電気機器の流れにおける主な問題点

輸送ルート上における問題点や、輸出時に利用する港湾・空港やその周辺の物流機能に関する問題点が多く挙げられた。

- ① 首都圏各県における走行ルート上における物流ボトルネック
- ② 多摩地域の道路整備の遅れ
- ③ 港湾エリア・内陸部の接続
- ④ 港湾周辺における物流施設・機能不足

この他、港湾コストやリードタイムなどについて一層の改善が求められるほか、港湾周辺で効率的に輸送や保管等を行う拠点立地の適地が不足している。

b) 輸送機械

自動車やその関連部品など輸送機械は、海外での生産が進みつつある一方で、国内での生産や輸出も多く関連産業のすそ野も広いいため、その効率化は競争力強化を図るうえで重要である。そこで、特に、工場間など製造過程の輸送とともに、製品が輸出に向けて港湾に輸送されている。

輸送機械の生産は、太田など北関東の工場集積地のほか、埼玉から日野など多摩地域を経て神奈川にかけて多く、これらの地域は物流の発生量でも大きくなっている。

輸送機械の製造過程では、関連産業間で部品や材料等を大量に輸送するため、埼玉、多摩地域、神奈川の集積地間で、国道16号や129号、府中街道等の特定のルートを経由し、多摩南北方向に輸送されることが多い。

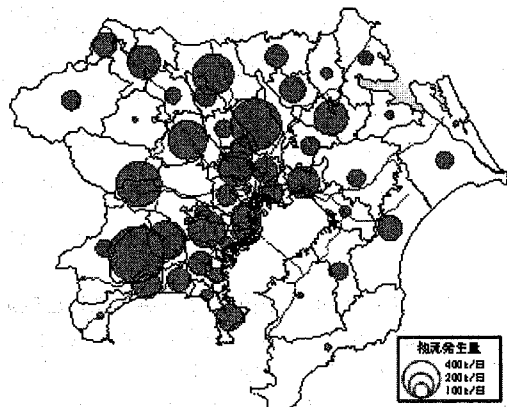


図-5 電気機器の地域別物流発生量

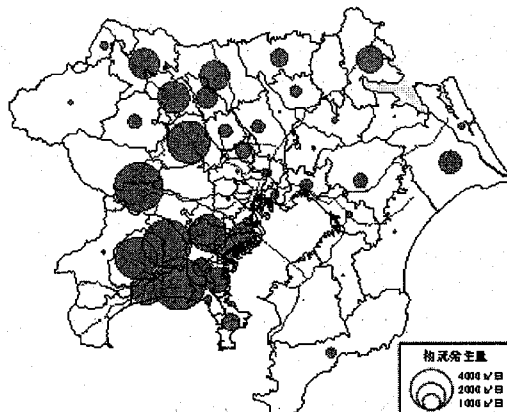


図-6 輸送機械の地域別物流発生量

輸送機械の流れにおける主な問題点

- ① 多摩地域の道路整備の遅れ
- ② 主要走行経路上のボトルネック

c) 加工食料品

冷凍食品や飲料など様々な加工食料品は、生鮮食料品とともに暮らしに密着した製品となっている。これらの製品は全国各地から輸送されるとともに、海外からの輸入も多い。

全国各地で生産された加工食料品は、高速道路を利用して、多摩地域、埼玉など郊外部の幹線道路周辺に立地する大規模な物流拠点に輸送されることが多い。また、輸入品は港湾エリアの物流拠点に輸送されることが多い。これらの物流拠点で、広域的な輸送や保管を担っている。

そこから、区部やその周辺部に立地している集配センターへ輸送され、流通加工や細かな仕分け等が行われ、各地区に配送されることが多い。特に、区部に立地している配送拠点は、主に小規模な集配を行う拠点多い傾向にある。

加工食料品の流れにおける問題点

- ① 物流拠点立地の難しさ
- ② 拠点の機能を支えるネットワークが未完成
- ③ 流通加工など新たなニーズへの対応の難しさ
- ④ 港湾・空港周辺での物流施設・機能の不足

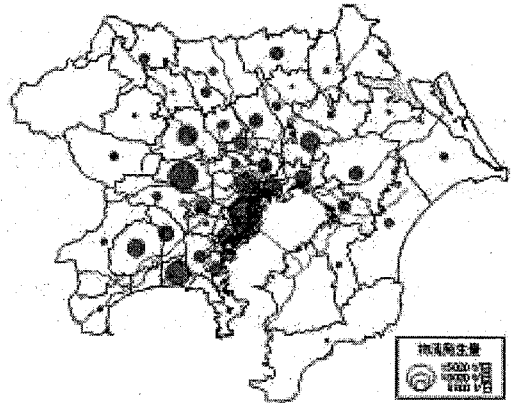


図-7 加工食料品の地域別物流発生量

(2) 物流効率化に向けた課題

主要な品目の流れの分析結果によると、道路整備の遅れや大型貨物車の走行ルート上のボトルネック箇所など、道路ネットワークに関する問題点や、国際貨物の増大に伴い、港湾・空港等の機能に関する問題点が多く挙げられている。

このほか、物流拠点の新規立地時の適地の不足や、地域での配送時の混雑など、事業者等が物流の効率化を進めるなかで、取組を阻害する様々な要因が挙げられている。

一方で、物流効率化を進めるうえで、環境や安全性の確保、都市づくりとの調和など社会的な課題も多く、これらの面からも様々な取組が必要になってくる。

そこで、事業者等から挙げられた問題点を基に、道路ネットワーク、国際化への対応、事業者等の取組、環境・安全・都市づくり等への要請の高まりといった観点から物流の動向を分析し、首都圏を視野に入れた物流の効率化に向けた課題を解決することが重要である。

(3) 物流ネットワークの早期構築

首都圏内や全国各地との間で貨物をより早く確実に運ぶうえで、高速道路は非常に重要な役割を果たしている。

首都圏では、高速道路のネットワークとして、3環状9放射の道路整備が進められている。現在、放射状の高速道路の整備はほぼ完了しているが、3環状道路（首都圏中央連絡自動車道〈圏央道〉、東京外かく環状道路〈外環道〉、首都高速道路中央環状線〈中央環状線〉）については、中央環状新宿線及び品川線、外環道の大泉や三郷以南などの区間が未完成であるとともに、圏央道では供用された鶴ヶ島〜あきる野間以外の大半の区間が未完成であり、3路線とも未開通部分が多数残されている。

このため、高速道路ネットワーク整備の遅れによる一般道路への迂回や混雑が生じ、非効率な輸送になるとともに、貨物車による環境負荷も少なくない。

効率的な輸送を実現し、あわせて環境負荷を低減するためにも、3環状道路をはじめとした高速道路ネットワークの早期構築が不可欠である。

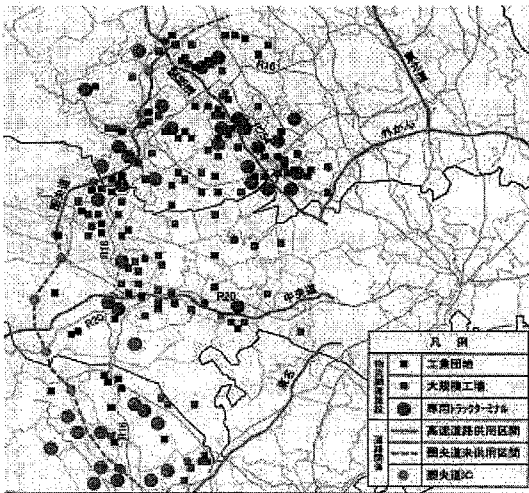
そこで、これらの課題解決策としての地下を利用した流通ルートの確立は、新しい計画として期待できると考える。

(4) 物流拠点の立地動向

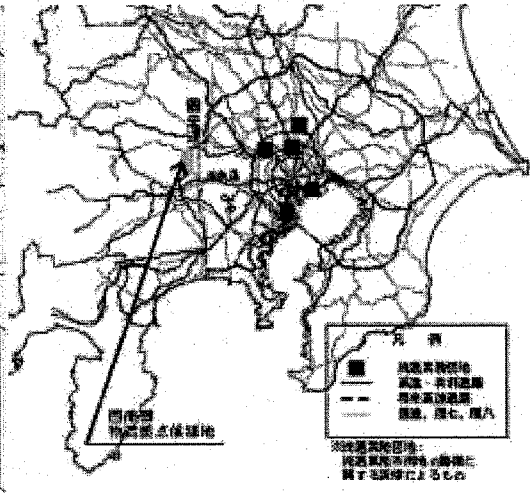
a) 圏央道周辺部や港湾エリアなどに新たに立地する物流拠点

1990年(平成2年)以降に新たに立地した物流拠点の分布を見ると、港湾エリアや区部北部～埼玉南部などの地域のほか、鶴ヶ島～青梅等の圏央道周辺、厚木周辺など、高速道路などが整備されている郊外部で多くなっている。

「東京西南部における物流拠点整備計画調査報告書」(H15.12, 東京都都市計画局)の国道16号周辺における物流関連施設の立地状況(図・8)でわかるように、専用トラックターミナルがこの地区に集積している。



図・8 物流関連施設の立地状況



図・9 東京西南部物流拠点の候補地域

物流拠点を立地するうえで、道路の利便性を重視する企業は多く、圏央道整備の進捗に伴い、その周辺における物流拠点立地のニーズは今後さらに高まっていくものと考えられる。また、東京港を経由する国際貨物の増加が見込まれるなか、港湾エリアにおける物流拠点の立地意向は今後も強いものと考えられる。

一方で、事業者からは、物流拠点を立地するための適地の不足が問題点として挙げられており、物流事業者の7割以上が立地の際の問題としている。市街化調整区域にも立地したい場所はあるが、許可を得るのが難しいといった声も挙がっており、物流ネットワーク整備とともに、事業者の立地意向も踏まえた適地の確保が課題となっている。

b) 東京西南部物流拠点の整備促進

「総合物流ビジョン」(案)の中で、東京都は圏央道や幹線道路整備の進捗を踏まえ、既存の広域的物流施設との関係や需要を的確に把握し、多摩地域における物流拠点のあり方を検討することを考えている。そのうえで、地域特性に応じた物流機能の配置、規模、種類など物流拠点整備に関する基本方針を関係市町と協力しながら定めていくことが必要である。(図・9)

(5) 期待される物流ネットワークと新しい機能を有した物流拠点の構築

首都圏の物流の中心である東京港での取扱いコンテナ貨物量の増大に対する対応として、輸送網と物流拠点を有機的に結合し、物流を支えるネットワーク整備の推進の一貫であり、かつ広域物流ネットワーク形成に向けた段階的な取り組みの一つとしての地下物流トンネルルートを選定した。現状の流通ルートはボトルネックがあり、物流の効率化を阻んでいる。このため、新しい流通ルートを検討していく中で、「総合物流ビジョン」(案)に着目した。

この中で、高速道路の整備が進展している西南東京地区に物流拠点をつくるという施策に着目、この間の流通ルートのボトルネックを解消するよりは、新しいルートの創出がより効果があるとして、八王子・大井間のルートを選定した。

このルート上には、東名道、第三京浜、中央道等の高速道路のICがあり、ここに中間的拠点をつくり、高速道路を中心とした流通ルートの確立を図ることとした。

最終的には圏央道の八王子北IC付近に拠点を形成し、図-10に示すように、ここから神奈川・埼玉・栃木・群馬等への分散ルートの確立も可能となる。これらの拠点には、コンテナ蔵置場（パンプール）、FTZ（自由貿易地域）等の物流機能を集積した施設をつくり、機能の複合化による効率化を図ることが重要であるとする。

また、国際貿易拠点としての東京港の魅力増強のため、港湾エリアにおける既存老朽施設の再編、機能更新に向けた施策として、物流拠点の分散化を図ることが挙げられる。この対策として、多摩地区での物流機能強化を目指した東京西南部物流拠点の整備促進が考えられる。

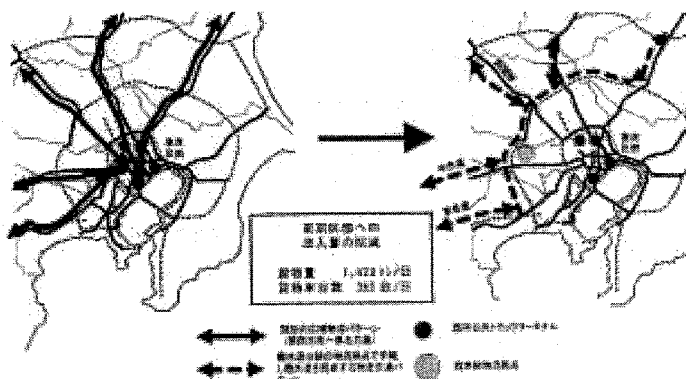


図-10 拠点整備後の中継物流の迂回流動パターン

4. 地下物流トンネル

(1) 輸送ルートの検討

a) 計画ルート

東京港の大井コンテナ埠頭付近から、背後地物流基地（圏央道八王子北IC付近）までの約46km区間を大深度地下法の適用を考えて、40～60m深度の地下をトンネルで結ぶことにした。

ルートは大井コンテナ埠頭を起点とし、東名道東京IC付近～中央道稲城IC付近～中央道八王子IC付近を経て圏央道北八王子ICまでほぼ直線で結ぶ。これら途中にある主要道のIC付近は中間物流拠点とする。トンネルの平面図を図-11に、縦断面図を図-12に示す。



図-11 ルート平面図

b) 拠点位置の設定

図-11に示すように、物流拠点の基点は大井のコンテナターミナル付近（No. 1立坑）に設け、終点は圏央道の八王子北IC付近（No. 5立坑）とした。

また、東名道東京IC、第三京浜玉川IC付近に中間物流拠点（No. 2立坑）、中央道稲城IC付近に中間物

流拠点（No. 3 立坑），中央道八王子 IC 付近に中間物流拠点（No. 4 立坑）を，それぞれ設けることとした。

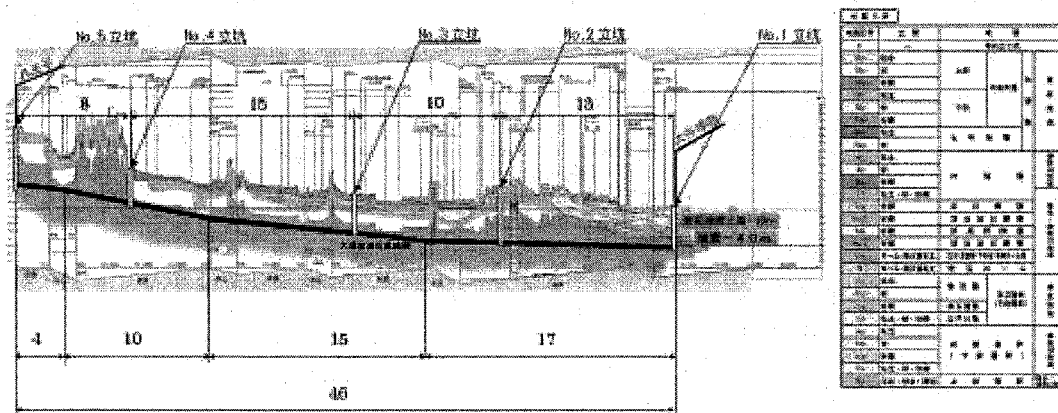


図-12 縦断面図

c) トンネルルート の地盤状況

大深度法対象範囲は，①地下 40m 以深，②支持地盤上面から 10m 以深（東京礫層の上面），のうちいずれか深い方である。図-12 での東京礫層-10m あるいは地表-40m のいずれか深い方に相当する。今回の検討ルートは，いずれも上総層群中に計画した。

上総層群は新版東京港地盤図によれば，主に砂岩・泥岩互層からなり，不規則に半固結状の砂岩が挟在する。所により火砕質火山灰，貝化石，石灰質団塊（ノジュール）などが含まれる。工学的には「軟岩」として扱う八王子周辺ではほぼ南北走向で，東へ緩く傾斜している。

地下水は，泥岩中に挟在する砂層に被圧地下水圧の分布が考えられる。

4. まとめ

本検討は，(財)エンジニアリング振興協会地下利用開発研究センターの地下利用推進部会において，概略検討を行った成果の一部を報告するものである。

選定したルートのトンネル・立坑の概算費用（(社)日本トンネル技術協会編の「大深度地下利用技術調査小委員会報告書」（平成 12 年 11 月），(財)水道管路技術センター編の「大深度水道施設の施工技術」（平成 8 年 3 月）にて試算），環境負荷軽減対策，防災対策等についての概略検討は，地下利用推進部会報告書にまとめてあるので参考にしていただきたい。

概略検討の結果では，大深度地下法の適用により，地下空間を活用したルートの実現の可能性が高いことが確認された。

今後は，物流を取り巻く環境の変化の中，京都議定書に基づく CO₂ の削減等の数値目標への検討，物流新システムの検討，規制の緩和・法改正等の検討，経済効果の推定（各物流拠点地区での雇用機会の創出を含む）等についての詳細検討が望まれる。

さらに，災害時に対応可能な施設の共同化（自然流下を利用した水輸送管，情報通信施設等）による都市機能の確保等についての検討も必要であると考えられる。

参考文献

- 1) (財)エンジニアリング振興協会地下利用開発研究センター，地下利用推進部会報告書，pp.100-170，H17.3.
- 2) 東京都環境局，都における温室効果ガス排出量総合調査，(2002 年度実績，2004 年度調査)。
- 3) 東京西南部における物流拠点整備計画調査報告書，東京都都市計画局，H15.12.
- 4) 東京都，総合物流ビジョン(案)，H17.10.
- 5) 東京都港湾局，HP.