

マリーン・エクスプレス型リニアによる福岡・北九州圏における 次世代物流システムのFeasibility Study

アルファコンサルタント(株) 正会員○日和田 希与志

九州大学工学部 正会員 太田 俊昭

九州大学工学部 学生員 荒瀬 健介

1. はじめに

本研究では、21世紀に向けての次世代物流システムに課せられる諸条件を分析し、それに適合するリニア方式を選択し、最適軌道分岐構造や建設工法を提案のうえ、それを用いた新しい地下物流システムの構築を試みるとともに、そのF.S.を行い、わが国の物流問題の解決の一助にすることを意図している。

ここでは、対象として福岡・北九州両都市圏間をモデルとして取り上げ、約450kmの路線網を構築した場合の経済性について検討を行う。

2. (次世代) 物流システムの必須条件

現在の、労働力問題、交通渋滞、環境問題、エネルギー問題等を解決するためには、相当量の貨物自動車輸送を新物流システムに転換しなければならない。そのためには、新物流システムは、次のような条件を満足している必要がある。

- ①人手不足時代に対応し、徹底した省人化・無人化が可能なシステムであること。
- ②都市環境や、地球環境に適したクリーンなハードシステムであること。
- ③ターミナルの省人化・無人化や自動運転等による人件費の低減化が図れること。また、車両のメンテナンス費が少なく、システムの輸送エネルギーが小さいこと。つまり、低コストであること。
- ④局所的な流通障害が生じても物流システム全体として稼働しうる複合ネットワークシステムを採用すること。そのキーポイントは、分岐構造が簡易であること。
- ⑤社会情報(生産、消費、経済、エネルギー等)と物流機能情報を一体・統合化することによって、輸送量・ストック量等の適正化を行なえること。
- ⑥多品目の物流に対応し、生産者と消費者との直結度合いが高いシステムであること。

以上の条件を満足しうるためには、システム全体を地下に構築し、浮上型リニア方式を採用することが最適である。本ケースでは、路線およびターミナル施設については公道下の地下にできる限り建設し、大口利用者に対するサービス路線をも含め、肌理細かなサービスを提供できるようにネットワークを構築する。輸送量については、平成元年度の統計をもとに高成長(年率3%)の場合と低成長(年率1.5%)の場合について比較を行う。

3. 経済評価分析

経済評価分析に際しては、基本的な指標変数(①調査・研究費②路線建設費③ターミナル建設費④地上建物建設

費⑤車両費⑥輸送量⑦電気使用料⑧維持・管理費⑨人件費⑩端末輸送費⑪トラック運賃⑫新物流システム運賃⑬返済金⑭借入利率⑮運用利率)を決定し、完全営業開始後15年間について、A、B2つの方法により計算を行う。以下で、その2法について、西暦 x 年における計算を例に説明する。

(1) A法

本法では、新物流システムで輸送可能総量を決定し、それに対する本システムへのシフト量を変化させることによって、開業後の収益性がどのように異なるかを比較・検討する。

★西暦 x 年での輸送量: T_x の計算

$$T_x = S_M \times T_0 \times (1 + R_T)^{x-1}$$

★西暦 x 年での支出の計算

①調査・研究費: E_{1x}

$$E_{1x} = P_1 \times W_x \times (1 + R_1)^{x-1}$$

②路線建設費: E_{2x}

$$E_{2x} = \sum_i \{P_{2i} \times l_{ix} \times (1 + R_2)^{x-1}\}$$

③ターミナル建設費: E_{3x}

$$E_{3x} = \sum_i \{P_{3i} \times t_{ix} \times (1 + R_3)^{x-1}\}$$

④地上建物建設費: E_{4x}

$$E_{4x} = \sum_i \{P_{4i} \times y_{ix} \times (1 + R_4)^{x-1}\}$$

⑤車両費: E_{5x}

$$E_{5x} = \sum_i \{P_{5i} \times v_{ix} \times (1 + R_5)^{x-1}\}$$

⑥電気使用料: E_{6x}

$$E_{6x} = \sum_i \{P_{6i} \times T_x \times S_x \times (1 + R_6)^{x-1}\}$$

⑦維持・管理費: E_{7x}

$$E_{7x} = \sum_i \{P_7 \times (\sum_{j=1}^{x-1} l_{ij} + k_{ix}) \times (1 + R_7)^{x-1}\}$$

⑧人件費: E_{8x}

$$E_{8x} = P_8 \times z_x \times (1 + R_8)^{x-1}$$

⑨端末自動車輸送費: E_{9x}

$$E_{9x} = P_9 \times T_x \times B_x \times (1 + R_9)^{x-1}$$

⑩返済金: E_{10x}

$$E_{10x} = \sum_k \frac{D_k \times (1 + R_{Dk})^{Y_0}}{Y_0}$$

*西暦 x 年での支出の合計: Φ_x

$$\Phi_x = \sum_{i=1}^{10} E_{ix}$$

★西暦 x 年での収入の計算

①運賃収入: I_{11x}

$$I_{11x} = \sum_j \{P_{11j} \times T_{xj} \times (1 + R_{11j})^{x-1}\}$$

②運用収益: I_{12x}

*西暦 x 年での収入の合計: Ψ_x

$$\Psi_x = \sum_{j=1}^{12} I_{j,x}$$

★西暦 x 年での収支: Δ_x

$$\Delta_x = \Psi_x - \Phi_x$$

★西暦 x 年での累積黒字: Ω_x

$$\Omega_x = \sum_{i=x_0}^x \Delta_i$$

ただし、 $x = x_0$ のとき、 $I_{12x_0} = 0$

$$\Omega_{x-1} \geq 0 \text{ のとき、} I_{12x} = \Omega_{x-1} \times R_w$$

$$\Omega_{x-1} < 0 \text{ のとき、} I_{12x} = 0$$

S_M : 新物流システムへのシフト率

T_0 : 平成元年度の当該地域輸送総量 (ton)

R_T : 成長率

$P_{j,i}$: 各指標の基準年における基準単価 (円)

R_j : 各指標の上昇率、 $Y_{j,i}$: 各指標の基準年度

D_k : 各借入金の元本、 Y_0 : 返済期間

x_0 : 計算開始年

R_{Dk} : 借入利率、 R_w : 運用利率

その他は、各指標固有の変数。

(2) B法

本法では、新物流システムの輸送可能総量を決定したのち、A法とは異なりその輸送可能総量を品目別、輸送距離帯別に細分・要素化し、各要素ごとに本システムへシフト可能か否かを判定する。その場合の判定基準として、各要素に対するトラックと本システムとの運賃高低比較および所用輸送時間長短比較を行い、シフト率を判定し、本システム収益性の動向を分析する。

★西暦 x 年での収入の計算

①運賃収入: I_{11x}

$$I_{11x} = \sum_i \sum_j \{ \alpha_i^M (l_M - 20) + \beta_i^M \} (1 + R_M)^{x-Y_M} \\ \times S_j C_{i,j} (1 + R_{C,j})^{x-Y_I} + \left(\sum_{u_D} u_D + \sum_{u_A} u_A \right) \\ \times \left[\sum_k \{ \alpha_k^T (l_T - 20) + \beta_k^T \} (1 + R_T)^{x-Y_T} \right. \\ \times \sum_i \sum_j S_j \times C_{i,j} \times W_{i,j} (1 + R_{C,j})^{x-Y_I} \times P_k \\ \left. + \gamma (1 + R_T)^{x-Y_T} \times \sum_i \sum_j S_j C_{i,j} \right. \\ \left. \times (1 + R_{C,j})^{x-Y_T} \right]$$

$$\text{ここで、} E_M = \{ \alpha_i^M (l_M - 20) + \beta_i^M \} (1 + R_M)^{x-Y_M}$$

$$E_T = \{ \alpha_k^T (l_T - 20) + \beta_k^T \} (1 + R_T)^{x-Y_T}$$

$$\text{ただし、} l_M - 20 < 0 \text{ ならば } l_M - 20 = 0 \\ l_T - 20 < 0 \text{ ならば } l_T - 20 = 0$$

また、 S_j の値は次の4つの場合で異なる。

- (1) $E_M < E_T$ or $T_M < T_T$ 、(2) $E_M < E_T$ or $T_M \geq T_T$
(3) $E_M \geq E_T$ or $T_M < T_T$ 、(4) $E_M \geq E_T$ or $T_M \geq T_T$

②運用収益: I_{12x} A法と同様。

*西暦 x 年での収入の合計: Ψ_x

$$\Psi_x = \sum_{j=1}^{12} I_{j,x}$$

★西暦 x 年での支出の計算

⑨端末自動車輸送費以外は、A法と同様。ただし、

T_x は、要素ごとのシフト量の総計。

⑩端末自動車輸送費: E_{9x}

$$E_{9x} = \left(\sum_{u_D} u_D + \sum_{u_A} u_A \right) \\ \times \left[\sum_k \{ \alpha_k^T (l_T - 20) + \beta_k^T \} (1 + R_T)^{x-Y_T} \right. \\ \times \sum_i \sum_j S_j \times C_{i,j} \times W_{i,j} (1 + R_{C,j})^{x-Y_I} \times P_k \\ \left. + \gamma (1 + R_T)^{x-Y_T} \times \sum_i \sum_j S_j C_{i,j} \right. \\ \left. \times (1 + R_{C,j})^{x-Y_T} \right]$$

収支計算についてはA法と同様。

i : 新物流システムのコンテナ種別 (3種類)

j : 輸送品目種別

k : トラックの積載可能重量 (ton)

u_D : 発地側端末輸送の有無 ($u_D = 0$ or 1)

u_A : 着地側端末輸送の有無 ($u_A = 0$ or 1)

β_i^M : コンテナ i の基本運賃 (円)

α_i^M : コンテナ i の距離毎割増運賃 (円)

l_M : 新物流システムの輸送距離 (km)

R_M : 新物流システムの運賃上昇率

Y_M : 新物流システム運賃の基準年

S_j : 品目 j の新物流システムへのシフト率

$C_{i,j}$: 品目 j をコンテナ i で輸送した場合のコンテナ i の個数

$W_{i,j}$: 品目 j をコンテナ i 1箱に満載した場合の品目 j の重量 (ton)

$R_{C,j}$: 品目 j の輸送量の伸び率

Y_I : 品目 j の輸送量の調査年度

β_k^T : k トン車の基本運賃 (円)

α_k^T : k トン車の距離毎割増運賃 (円)

l_T : 端末輸送距離 (km)

R_T : トラック運賃の上昇率

Y_T : トラック運賃の基準年

P_k : k トン車の輸送分担率

γ : コンテナ1箱当たり1回の積み替え料金 (円)

R_T : コンテナ1箱当たり1回の積み替え料金の上昇率

E_M : 要素 i, j 輸送の場合の新物流システム運賃 (円)

E_T : 要素 i, j 輸送の場合のトラック(k トン車)運賃 (円)

T_M : 要素 i, j 輸送の場合の新物流システムの輸送時間

T_T : 要素 i, j 輸送の場合のトラック(k トン車)の輸送時間

上述の2法による分析結果の詳細については紙面の都合上、講演時に行う。

参考文献

- (1) 物流と経済成長研究会報告書、通商産業省産業政策局調査課、平成3年3月25日
- (2) 陸運統計要覧、運輸省運輸政策局、平成2年版
- (3) 一般区域トラック「運賃早見表」、(社)全日本トラック協会、平成2年8月
- (4) 積合せ「運賃早見表」、(社)全日本トラック協会、平成2年12月