Ⅳ-7　松山都市圏における環状線道路網の整備順序

愛媛大学大学院　学生員　○山本朋広
東京大学　正会員　羽藤英二
国土交通省四国地方整備局松山河川国道事務所　正会員　平口正雄
オリエンタルコンサルタンツ　正会員　金築亮敦

1.　はじめに

近年，道路投資の評価を客観的に予測することが求められており，こうした要請に対応できる配分原則として利用者均衡モデルに関する期待が高まっている．利用者均衡モデルはフロー変数（交通量）とサービス変数（時間）の整合性が明確であり，さらに均衡解は理論解として求められるので，その計算過程において人為的操作を排除することができる．よって，利用者均衡配分モデルを用い将来交通量を予測することで，事業の効果を客観的に評価することが可能となる．

松山都市圏道路ネットワークは環状線と国道の接続部で朝夕の通勤時間帯は固より慢性的に渋滞が発生しており，松山都市圏の深刻な社会問題となっている．

2.　配分原則

本研究では，一日をいくつかの時間帯に区切り，各時間帯での交通量の変化を考慮し，それぞれの時間で配分を行うモデルである準動的均衡配分を用いた．動的特性を表現するため，リンク容量を時間帯ごとに設定を変更する方法を用いた．ある時間帯で配分されたリンク交通量がその時間帯のリンク容量を超過したとき，その時間帯のリンク容量から超過したリンク交通量を引いたものを次の時間帯のリンク容量に設定する方法である（図１参照）．

また,本研究では確率的利用者均衡配分を用いた．等価な最適化問題を式(1)に示す．解法に Simplicial Decomposition 法を適用した．この解法は，リンク交通量による経路コストの変動に対して他の最短経路が生じた場合その経路を考慮できるため，特定のリンクへの交通量の集中を防げる．

$$\min.Z(f)=\sum_a\int_0^{x_a}t_a(w)dw+\frac{1}{\theta}\sum_{rs}\sum_k f_k^{rs}\ln\frac{f_k^{rs}}{q_{rs}} \quad (1)$$

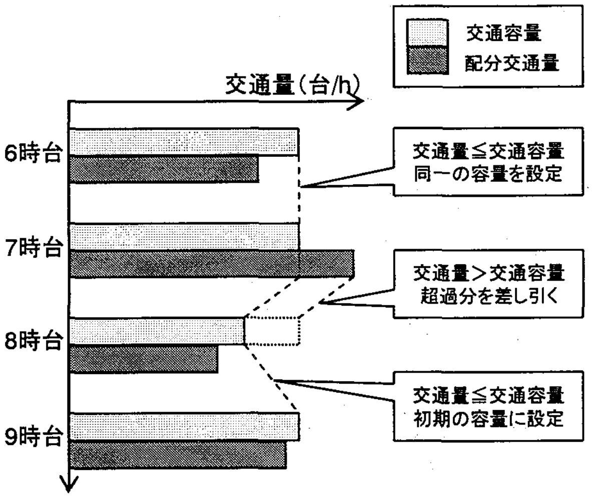

図１　準動的均衡配分の容量設定方法

3.　データ概要

本研究では，デジタル道路地図(DRM)を基に作成した松山都市圏道路ネットワークデータを用いる．道路ネットワークはノード個 2031 個，リンク 4666 本で構成され，セントロイドは松山都市圏を C ゾーン(122 ゾーン)に分け，そのゾーンに一つずつ設定した．また，確率的利用者均衡配分のパラメータを以下のように設定し交通量配分を行った．

- BPR 関数のパラメータ $(\alpha=1.0, \beta=3.0)$
- 経路選択パラメータ $\theta=0.5$
- 時間価値 31.9 円/分

4.　松山都市圏道路ネットワークへの適用

3 章で適用した時間価値（標準的な値とし道路経済研究所(1986)が道路計画での費用・便益分析マニュアルの策定に向けて検討した値）の場合，高速道路の再現性が極めて低い値を示した（表 1 参照）．そこで，松山都市圏道路ネットワークに最適な時間価値の推定を行った．推定方法は，利用者均衡配分の解を観測された交通量と整合が得られるようにパラメータを調整する方法を用いた．%RMS 誤差を評価指標とし，次式を最小にする時間価値を求める．

$$f(v) = \frac{1}{\bar{q}_a^*}\sqrt{\frac{\sum_n \left\{q_a(v) - q_a^*\right\}}{n}} \tag{2}$$

ここで,

q_a ：昼 12 時間配分交通量（台/12h）

q_a^* ：センサスの昼 12 時間交通量（台/12h）

$\bar{q}_a^*$ ：センサスの昼 12 時間交通量の平均（台/12h）

n ：対象リンク数（本）

v ：時間価値（台/分）

推定結果, 時間価値は 108.7（円/分）と得られた. 本研究の時間価値の位置づけは, 高速道路の利用率を現況と整合を取るためのパラメータであるので, 時間価値自体には意味を持たない. 31.9（円/分）と比較すると極めて高い値を得たが, 再現性の向上が見られたのでこの値を用いる（表 2 参照）.

表 1　時間価値推定前の再現性

	一般道	高速道	全体
%RMS誤差	68.9	99.4	84.2

表 2　時間価値推定後の再現性

	一般道	高速道	全体
%RMS誤差	68.0	39.0	53.5

5.　検証結果

整備順序の変更は利用者の便益に影響を与え, その検討は各建設の有用性の検討と同様に有益であると考えられる. そこで, 松山市で現在整備が検討段階にある外環状線と天山交差点立体化の整備順序を変更したとき利用者の便益の影響の評価を行う. 整備順序のパターン（整備パターン 1：天山交差点立体化前に外環状線を建設. 整備パターン 2：天山交差点立体化後に外環状線を建設）を 2 つに分け, それぞれの整備パターンを検証する.

整備順序 1 の総旅行時間の変化（図 2 参照）は外環状線建設前後で 3.79%減少がみられ, 天山交差点立体化後で 2.61%増加が確認された. 外環状線建設は松山都市圏道路ネットワークの交通状況の改善がみられるため有益であるといえるが, その後の天山交差点立体化は交通状況の悪化がみられるため無駄であるといえる.

整備順序 2 の総旅行時間の変化（図 3 参照）は天山交差点立体化後 0.51%の減少がみられ, その後の外環状線建設で 0.77%の減少が確認された. この場合, 外環状線, 天山交差点立体化の両整備事業は松山都市圏道路ネットワークの交通状況を改善し有益であるといえる.

ここで両整備パターンの比較を行う. 小坂交差点立体化後, 外環状線建設か天山交差点立体化を行うかで総旅行時間の減少に大きな差がみられた. この差は利用者にとって無駄であると考えられる. よって, 外環状線建設前に天山交差点を立体化することは松山都市圏道路ネットワークの交通状況の改善に有益ではないといえる. また, 整備パターン 2 では有益であった天山交差点立体化も整備パターン 1 では無駄であると示され, 整備順序の検討が道路ネットワークの交通状況改善に効果的な事業の選択にも有益であることが確認できた.

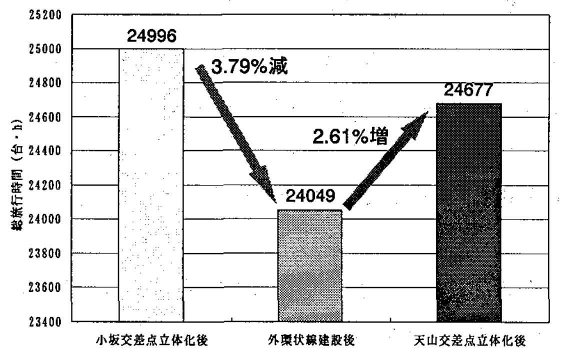

図 2　建設パターン 1 の総旅行時間の変化

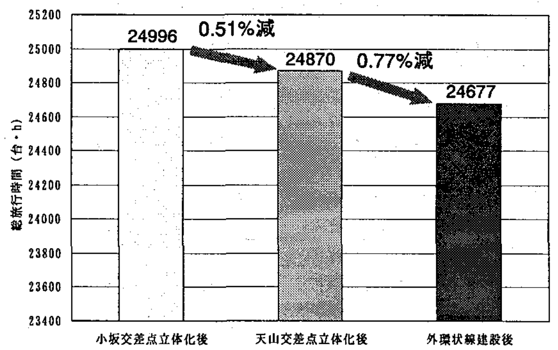

図 3　建設パターン 2 の総旅行時間の変化

6.　まとめ

本研究では準動的な確率的利用者均衡配分を松山都市圏に適用し総旅行時間の変化から最適な整備順序の検討を行った. 結果, 外環状線建設を天山交差点立体化後に行った場合は, 天山交差点立体化前に建設を行う場合と比較し無駄が生じることを示した. このことより, 整備順序の変更が道路ネットワークの交通状況の悪化をまねく要因になることが示され, その検討が有益であると考えられる.