LNL-SUE による環状線整備効果分析のケーススタディ

愛媛大学大学院　学生員　○村上公一
愛媛大学工学部　正会員　羽藤英二
愛媛大学工学部　フェロー　柏谷増男

１．はじめに

大都市における環状線整備は渋滞解消の切り札とされる．この際，環状線は様々な OD ペアを利用するトリップの経路が重複し，十分な容量をもった環状線の整備が重要となる．しかし実際の環状線整備においては暫定的に路線供用を行う場合も多く，工事渋滞などが発生するケースも多い．環状線整備の際の路線供用の基準などについて一貫性のある評価結果が求められている．

本研究では，このような環状線の整備効果の分析に，LNL-SUE 配分モデルを考える．LNL-SUE は道路混雑を経路の重複を考慮することが可能である．松山市の道路ネットワークを対象に LNL-SUE 配分を行い，環状線の容量増加効果の分析を行う．

２．LNL―SUE 配分に基づく確率的利用者均衡モデルの定式化

LNL(Link-Nested Logit)モデルは，MNL の重複経路問題を緩和する確率的意思決定モデルである．リンクを上位にパスを下位に階層化した上で，リンクの下に関連するパスをネストする．LNL 型利用者均衡配分では，道路混雑の有無に関係なくネットワークの構造に基づく選択肢の類似性を考慮した配分結果を導くことができる. 以下に LNL 型配分に基づく確率的利用者均衡の定義と等価な最適化問題を示す.

$$\min .Z = Z_1 + Z_2 + Z_3 \qquad (1)$$

$$Z_1 = \sum_a \int_0^{x_a} t_a(w)dw \qquad (2)$$

$$Z_2 = \frac{\mu}{\theta}\sum_{rs}\sum_m\sum_n f_{mn}^{rs} \ln \frac{f_{mn}^{rs}}{\left(\alpha_{mn}^{rs}\right)^{1/\mu}} \qquad (3)$$

$$Z_3 = \frac{1-\mu}{\theta}\sum_{rs}\sum_m\left(\sum_n f_{mn}^{rs}\right)\ln\left(\sum_n f_{mn}^{rs}\right) \qquad (4)$$

subject to

$$x_a = \sum_{rs}\sum_m\sum_n f_{mn}^{rs}\delta_{a,k}^{rs} \qquad \forall a \in A \qquad (5)$$

$$q^{rs} = \sum_m\sum_n f_{mn}^{rs} \qquad \forall rs \in W \qquad (6)$$

$$f_{mn}^{rs} \geq 0 \qquad \forall mn \in K_{rs} \ , \ \forall rs \in W \qquad (7)$$

ここで

f_{mn}^{rs}: $OD(r \to s)$、ネストm、経路nの交通量
q^{rs}: $OD(r \to s)$の交通量
t_a: リンクaのコスト
α_{mn}^{rs}: $OD(r \to s)$、ネストm、経路nの
　　アロケーションパラメータ
μ：非類似度パラメータ

３．数値計算例

（1）ネットワークの概要

松山市を想定したネットワークを図 3-1 に示す．図 3-1 は松山市を想定した簡易的なネットワーク図である．ノード 2－7 は郊外部の発生セントロイドを示している．これらのセントロイドから中心市街地であるセントロイド 1 に交通需要が発生し，環状線が利用される．

OD 交通量は平成 11 年度道路交通センサスの平日 24 時間，松山市の内内交通量のみを使用している．リンクコスト関数は以下の BPR 関数を用いる．

$$t_a(x_a) = t_{a0}\left\{1 + \alpha\left(x_a / C_a\right)^{\beta}\right\} \qquad (8)$$

キーワード:均衡配分，交通量配分
連絡先:〒790-8577　愛媛県松山市文京町3番、℡089(927)9825、FAX089(927)9843

ここで

t_{a0}：リンクaの自由走行速度

x_a：リンクaの交通量

C_a：リンクaの容量

α, β：パラメータ

（本研究では$\alpha=1., \beta=3$とする）

LNL モデルで配分を行う場合は，予め経路及び経路数を指定しておかなければならない．k 番目経路のアルゴリズムを用いて各セントロイド間の経路及び経路数を求める．各セントロイド間の経路数は 5 本と設定した．

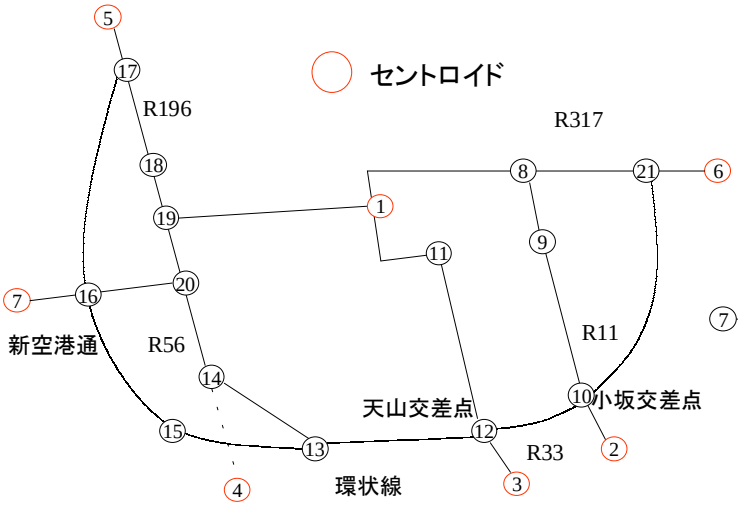

図 3-1　松山市を想定したネットワーク図

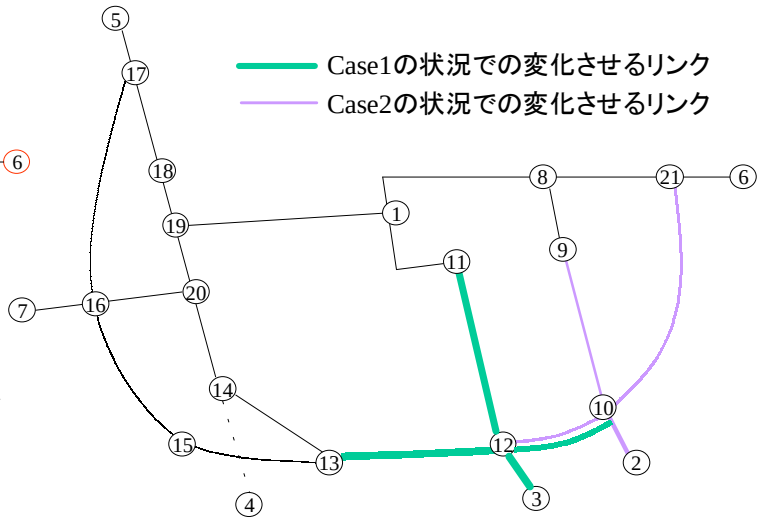

図 3-2　ネットワークパターン図

本研究では工事中を想定した 2 つのケースにおいてそれぞれネットワークパターン設定を行った．それぞれのケースにおける設定を以下に示す．

・Case1：天山交差点付近のリンクの容量を低下させる．図 3-2 に示したリンクの容量を現在の容量の 0.1～1.0 倍にした 10 パターン．

・Case2：小坂交差点付近のリンクの容量を低下させる．図 3-2 に示したリンクの容量を現在の容量の 0.1～1.0 倍にした 10 パターン．

表 3-1　総旅行時間の変化（単位：台･day）

縮小倍率	天山	小坂
0.1	3792563	3042206
0.2	648674	466177
0.3	270231	201533
0.4	156357	127013
0.5	110200	95932
0.6	87823	80393
0.7	75767	71841
0.8	68755	66801
0.9	64424	63662
1.0	61614	61614

（2）分析

表 3-1 に天山交差点工事中，小坂交差点工事中の容量変化に伴う総旅行時間の変化を示す．

天山交差点の容量増大のための工事をした場合，セントロイド 3 から発生する交通量及び集中する交通需要に対して，天山交差点付近のリンクの容量が縮小されたことにより経路時間の遅れが発生する．また容量が縮小されたリンクで構成される複数経路で，現状の経路所要時間よりも遅れが生じる．このことにより，天山付近リンクを経由しない経路に需要が集中する．

表 3-1 に総所要時間の比較結果を示す．工事を実際に実施した場合，天山交差点付近のほうが小坂交差点付近より総旅行時間が大きくなることがわかる．経路選択確率は，天山交差点付近のリンクを含む経路が小坂交差点付近のリンクを含む経路よりも選択確率が高いことが理由と考えられる．

4．今後の課題

経路重複が発生しやすい環状線整備では，LNL-SUE 配分がより適していると考えられる．今後は，実際の道路整備では，工期が長期にわたることから，建設順序決定問題として考えたい．