

シミュレーションを用いた首都高速道路の混雑緩和の分析

01606150 明海大学 三浦英俊 MIURA Hidetoshi

1. はじめに

東京都心部と周辺地域を結ぶ首都高速道路は、朝夕の混雑時には混雑増大の防止をねらって、いくつかの入口を閉鎖する。本研究では、首都高速道路の混雑を解消する効果的な戦略を考察することを目的として、首都高速道路の詳細な交通シミュレーションモデルを作成して、戦略ごとの混雑箇所の変化と混雑の度合いを調べた。OR研究の本来の枠組みから見れば、特定の都市・特定の高速道路に焦点を当てるよりは、高速道路網の混雑とその対策に関して広く適用できる知見を得ることに努力を傾けるべきかもしれないが、本研究では対象を首都高速道路のみに絞ったシミュレーションモデルを用いた。

2. シミュレーションモデルの概要

対象とする道路網は、首都高速道路の主として東京都内部分であり(図1)、路線総延長は約200kmである。トリップ数のデータは[2]を参考とした。都内、都外を問わず首都高速道路を利用する全てのトリップを含んでいる。

図1の黒点で示す市区役所と、東名・中央・京葉・東関東・外環の各高速道路との端点を代表点と定めて、シミュレーションモデルで発生するトリップは全てこれら代表点を起点または終点とし、時間あたり一定密度で発生するものとする。起点または終点から5km以内の入口・出口が利用可能とする。また、首都高速道路の走行速度情報が10分間隔で提示される。全ての旅行者は、次の3つのことを義務付けられている：

1. 出発直前に最新の交通情報を必ず見ること。
2. 交通情報を基にして最も旅行時間が短くなるように経路を決定すること。経路の選択肢には、一般道路のみで構成された経路も含む。
3. その後直ちに移動を開始すること。

首都高速を除いた一般道路は、東西・南北の格子状に隙間なく張り巡らされていると仮定し、一定速度15km/hで走行できるとする。つぎに、首都高速道路上の速度と通過台数の関係、さらには混雑について説明する。首都高速道路の隣り合う入口または出口間の道路の片側車線をまとめてリンクと呼ぶ。リンク上の走行速度 v (km/時)は、リンクの流入トリップ数 q (トリップ/時)に依存する。

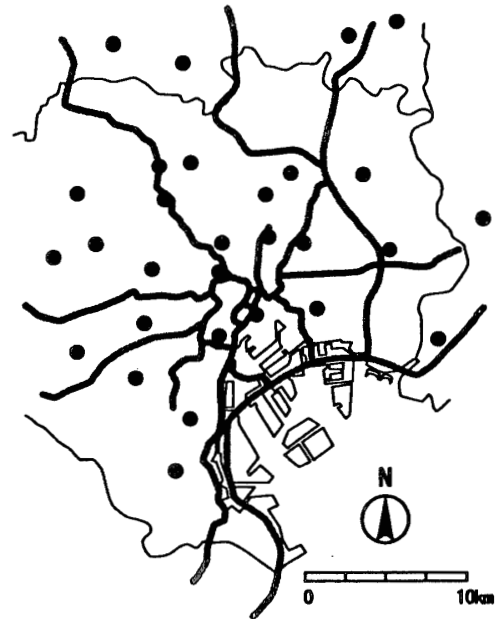


図1: 首都高速道路と市区役所

- $0 < q \leq 3000$ の場合

$$v = \sqrt{-0.3q + 900} + 30 \text{ (km/時)}.$$
- $3000 < q$ の場合

$$v = 30 \times \frac{3000}{q} \text{ (km/時)}.$$

q が3000(トリップ/時)以下の場合には、いわゆる qv 曲線と呼ばれるモデルに従って速度が決定される。最高速度は60(km/時)であり、3000(トリップ/時)の流入・流出トリップ数がある場合の速度は30(km/時)である。 q が3000(トリップ/時)を超える場合には、 $3000/q$ に比例して速度が定まると仮定して渋滞を表現する。渋滞の取扱いについては、いくつかの方法が考えられるので、もっとよいやり方を検討したほうがよいかもしれない。特に、このシミュレーションでは流入するトリップのみを取り扱っているが、これを流出するトリップ、滞留するトリップの2つに区別してモデルに取り込むことにより、渋滞をより実際に近いかたちで表現できるかもしれない。

市区役所を起点と終点とする移動の発生密度は、1995年9月20日～21日の24時間のランプ間利用データ(文献[2])をランプの属する市・区ごとに集計し、1日全体の6.5%(午前7～10時の平均発生密度に相当する)が時間当たり一定密度で発生すると仮定してシミュ

レーションモデルに与えた。ランプ間の利用データが、地域の交通需要を直接反映しているのではないことは承知しているが、現在の首都高速道路の利用の実態を確認することもできるので、これを使用した。これらの仮定のうえでシミュレーションを行い、1時間(つまり交通情報の更新は5回)あたりのリンクの流入トリップ数の平均から混雑箇所を判断する。

3. シミュレーション

閉鎖や規制がない状態で、流入トリップが1時間当たりの平均で4000(トリップ/時)を超える混雑リンクは、次の7ヶ所であった：

- 都心環状線内回り：江戸橋→呉服橋，神田橋→北の丸。
- 都心環状線外回り：霞が関→竹橋ジャンクション。
- 3号線：三軒茶屋→池尻，池尻→三軒茶屋。
- 6号線：浜町→箱崎出口，箱崎入口→清洲橋。

これらの図示は紙面の都合上省略するので、地図を用意して混雑リンクの場所を確認してほしい。

道路混雑についてのシミュレーションと実際の差についての議論はともかくとして、リンクの流入トリップ数を減らすことが可能ならば、混雑の発生は抑えることができる。そこで混雑リンクの最後尾に当たる入口(内回り江戸橋，内回り神田橋，上り三軒茶屋，下り池尻，上り浜町，下り箱崎)を閉鎖したところ、混雑リンクは次のようになった。

- 都心環状線外回り：神田橋→江戸橋。
- 3号線：高樹町→池尻。
- 6号線：浜町→箱崎出口，箱崎入口→清洲橋。

入口の閉鎖によって、それまで該当する入口を利用していたトリップのとり行動は2つである。一つは別の入口を利用する、もうひとつは首都高速の利用をあきらめて一般道路のみを利用することである。後者の場合はリンクの混雑緩和に有効であるが、前者の場合は別の混雑リンクを生じる原因となる。このことを念頭において混雑リンクの箇所を調べると、環状線内回りと3号線上りのリンクは混雑リンクではなくなったが、新しい混雑リンクが現れた。特に3号線下りの高樹町→池尻の混雑は、池尻を閉鎖した影響でトリップが他の入口へ廻ったためであると考えられる。一方で6号線の混雑リンクは流入トリップ数は減少したものの、4000(トリップ/時)を下回るまでには至らなかった。そこでさらに、もうひとつ後ろの入口も閉鎖したところ(上り天

現寺，下り高樹町，内回り霞が関，内回り宝町，上り駒形，上り錦糸町)，混雑リンクは次のように変化した。

- 都心環状線外回り：神田橋→江戸橋。
- 3号線：高樹町→三軒茶屋。

これによっていくつかの混雑は抑えることができることがわかったが、この段階で混雑しているリンクについては、入口閉鎖が混雑緩和対策として有効でないことを示しており、他路線の入口への積極的誘導や、新路線の建設などの対策が必要であろう。一連のシミュレーションによって、一部の混雑については混雑リンクの2つ後方の入口までを閉鎖すれば良いことが明らかとなっただけでなく、入口閉鎖が有効でないリンクを明確にすることができた。

4. 通行不能箇所の対策

次に、事故や災害などによって通行不能箇所が出現したときを想定して、入口閉鎖の有効性を考察する。いくつかのリンクについて、何らかの原因で通行不能になったと仮定し、前章と同じように入口閉鎖の有効性のシミュレーションを行った。詳細については研究発表会にて示す予定である。

5. おわりに

モデルの構築に際しては、渋滞の取扱いや起点終点データなどについて、いくつか悩ましい検討事項があるので、今後現実の観察やデータ収集を行って、もっと納得のゆくモデルに改良していきたいと考えている。また、同じ混雑リンクでも、構造的に入口閉鎖が有効な箇所とそうでない箇所があることがわかったが、これらの区別を明確に示す方法についても検討しているところである。

なお、本研究はOR学会の特別研究助成プロジェクト「ネットワーク構造を有するライフラインシステムの危機対応管理体制に関する研究」ののひとつとして行ったものである。

参考文献

- [1] 酒井大輔，高山純一，川上光彦・永田 恭裕(1997)：高速道路の通行止情報の最適提供位置決定のための検討手法，都市計画論文集，No.32，pp.97-102。
- [2] 首都高速道路公団(1996)：第22回首都高速道路交通起終点調査報告書，首都高速道路厚生会。