

氏名	井上博司 いのうえひろし
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第876号
学位授与の日付	昭和51年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	道路網における等時間原則による交通量配分に関する基礎的研究

論文調査委員 (主査) 教授 佐佐木 綱 教授 天野光三 教授 吉川和広

### 論文内容の要旨

道路網計画において交通量配分手法は極めて重要である。従来の交通量配分手法は大きく分けて最短経路法、時間比配分法、等時間配分法および輸送計画的配分法となる。本論文は等時間原則による交通量配分の新しい効率的な計算法を開発したもので、序論と結論を含め7章よりなっている。

第1章は序論であって、本研究の意義と目的および従来の交通量配分理論の概要について述べている。

第2章は等時間原則交通量配分における基本的事項について述べたものである。すなわち、未知数としてリンクフロー（区間交通量）を採用するか、パスフロー（経路別OD交通量）を採用するかによって計算法が大きく変ること、ならびにそれぞれを未知数とした場合の利害得失について考察し、リンクフローにおける解の一意性とパスフローにおける非一意性について指摘している。また等時間原則配分を一層現実に近いものにするためには、リンクについての交通容量制限を加えなければならない。容量制限を行う場合の問題点は均衡状態の定義および均衡解の存在の有無である。著者はこの点について考察した後、容量制限の方法を走行時間関数の適当な選び方によって置換し、実際に容量制限のある場合についても同じ計算法が成立することを示している。

第3章では、走行時間関数を線形と仮定した場合の等時間原則配分の計算法を説明している。この計算法では順番にODペアーを遷移させながら、毎回の最短経路探索によって得られた何本かのOD間経路に対して等時間原則が満足されるようにOD交通量を配分するという方法をとっている。OD交通量を配分するアルゴリズムは、等時間原則が満足されるようにOD交通量を零から所与の値にまで段階的に増加させていくものである。このアルゴリズムでは、OD交通量の増加によるフローパターンの変化を連立1次方程式によって追跡していくことになるが、求解のための逆行列が、1つ前のフローパターンでの逆行列から計算できるという利点がある。そして、このアルゴリズムによる計算が途中で続行不可能となることはなく、かならず均衡解に到達することを証明している。

第4章では、走行時間関数を非線形に仮定した場合の等時間原則交通量配分の計算法を説明している。

走行時間関数を非線形に仮定する場合の利点は、漸近線をもつ走行時間関数を用いることによって容量制限が可能となることである。この解法においては、走行時間関数を逐次線形近似すると2次計画問題となるので、2次計画法における Wolfe の解法を適用し、その有効性を確かめている。また SUMT 変換法（制約条件に罰金関数を付与するこちによって目的関数に組み込み、制約条件のない最適化問題に変換して解を求める方法）を適用した場合に、計算の収束性に難点があることを示している。その理由は SUMT 変換法では目的関数が真に凸になることが必要であるが、等時間原則配分ではパスフロー、リンクフローのいずれを変数にとっても真に凸とはならないからである。この際、収束性については摂動パラメータの選択にも大いに関係していることが指摘されている。

第5章では、交通量配分と道路網計画に関連するいくつかの問題を取り扱っている。これまで総走行時間最小化原則と等時間原則とはまったく別のものとして計算法の開発が行われてきた。著者は、その両配分法の上に密接な関連があることを指摘し、互換性について考察を加えている。その結果、走行時間関数の適当な変換によって総走行時間最小化原則配分の等時間原則配分への、または等時間原則配分の総走行時間最小化原則配分への変換が可能であることを示している。この互換性は両配分の目的関数がリンクに関して分離形になっていることによるものである。

等時間原則配分ではパスフローは一意的には定まらないが、実際の計画に当ってパスフローを求めることが必要な場合がある。著者は、等時間原則を満足する道路区間交通量がすでに求められているとしたときに、等時間となる各経路を通る先験確率を与えた場合に、同時確率が最大となるすなわち実際に最も起りやすいパスフローのパターンを求める方法を提案している。このとき先験確率を各経路について等しいと仮定したときには、その解は配分比条件式を満足するパスフローを与えることを明らかにしている。

第6章は分割配分法を用いた場合の計算の効率化の手法を述べたものである。分割配分法では所与のOD表を $n$ 等分することになるが、それは計算技術上からは得策ではない。最終的な結果への収束性を早めるためには、走行時間関数の凸性から増加交通量を次第に小さくしていくべきである。この意味で所要走行時間の修正量が平均的に等しくなるようなOD表の分割方法を提案している。

第7章は以上をとりまとめて結論としたものである。

## 論文審査の結果の要旨

起終点交通量が与えられたときに、これらを道路網に流す手法である交通量配分法には、最短経路法、走行時間比配分法、等時間配分法および輸送計画的配分法がある。本論文は等時間配分法を中心に考察を加えたもので、かなり複雑な道路網に対しても等時間原則を満たす区間交通量を算出することのできる実用上有効な計算手法を見出したものである。研究によってえられた主な成果は以下のとおりである。

1) 交通量配分手法を取り扱う場合の未知数として、リンクフロー（区間別交通量）を採用する場合とパスフロー（経路別交通量）を用いる場合とがある。著者はパスフローを変数にとり、等時間原則を満たす区間交通量が与えられたOD交通量に対して一意的に定まることを示すと同時に、逆にパスフローは一意的に定まらず、ある一定の自由度をもつことを明らかにした。

2) パスフローを一意的に定める方法として、等時間経路のそれぞれを選択する先験確率を仮定して0

D交通量の条件式の下で同時確率を最大とする方法（エントロピー最大法の一つ）を提案し、これらの先験確率の等しい場合には、従来提唱されていた「配分比一定の条件」の場合の解と一致したパスフローを与えることを示した。

3) 等時間配分法は総走行時間最小化配分と密接な関係を持ち、OD条件式および等時間条件式の下である目的関数を最小にする計画法の問題に帰着することを明らかにしたので、非線形計画法の多くの手法を等時間配分問題にも適用することができるようになった。

4) 著者は既存の非線形計画法を用いた等時間配分手法は実用計算に当って、かならずしも得策ではないことを指摘し、ODペアを順序よく遷移させながら、毎回の最短経路探索によって得られた何本かのOD間経路に対して等時間原則を満足させるようにOD交通量を配分するという独自の方法を開発した。

5) 道路網の各道路区間（リンク）に交通容量の制約がある場合の計算法として、交通容量時に無限大の漸近線をもつ走行時間関数を採用すればよいとし、その際著者の方法は十分実用性に富むということを示している。

6) 走行時間関数が交通量によって急増していくような場合には、OD交通量を均等に分割し経路に配分していく方法では収束効率が悪いので、むしろ走行時間の上昇が等分になるようにOD交通量を分割配分していく方法を提案し、収束計算を著しく改善した。

7) 大規模な道路網における等時間配分計算を改善するため、ネットワークをいくつかのサブネットワークに分割して、各サブネットワークでの等時間配分結果を接合させることによって大ネットワークにおける等時間配分計算を可能にするアルゴリズムを求め、実用性の向上に努めた。

以上を要するに、本論文は従来不明確な点が多かった等時間配分手法の基本的課題に対して有用な知見を与え、かつ大規模な道路網に対して困難とされていた等時間配分に展望を与えたもので、学術上、実際上寄与するところが大きい。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。