

工事による渋滞損失額を算出するための 簡易な方法の提案

(財) 国土技術研究センター 下川 澄雄^{*1}

(財) 国土技術研究センター 芦田 義則^{*2}

(財) 国土技術研究センター 山口 英樹^{*3}

国土交通省 大谷 江二^{*4}

By Sumio SHIMOKAWA, Yoshinori ASHIDA, Hideki YAMAGUCHI, Kouji OOTANI

公共工事については、計画・設計段階及び施工段階での種々の取り組みや見直しにより、これまで工事費用は確実に縮減が図られてきた。同時に、これらは、品質の向上や工期の短縮などをもたらしており、これによって得られる効果についても適切に評価する必要がある。この中で、工期短縮にともなって期待される渋滞損失の削減効果は、非常に大きいものと推察されるが、この計測のためには、個々の工事による旅行速度や交通量の変化を観測する必要があるなど多大な作業コストを要することから、網羅的に計測がなされてこなかった。そのため、本研究では、現場での取得が容易な最小限の道路交通データを用いて渋滞損失額を算出する簡易な方法を提案する。具体的には、既往文献のレビューを行うなど、既往の算出方法について整理を行った。その上で、工事による渋滞時間と渋滞長の遷移及び渋滞巻込まれ台数を設定することで工事による渋滞損失額を算出する簡易な方法を提案した。さらに、一般国道を対象に工事によって1車線閉塞した場合における渋滞損失額を算出するためのパラメータの設定を行った。

【キーワード】 渋滞損失額, コスト構造改善, 工期短縮

1. はじめに

工事にもなう通行規制は、道路が本来有する交通容量を低下させるなど、自動車の円滑な走行に支障を来すことで、しばしば交通渋滞をもたらし、外部不経済を発生させる場合もみられる。

これに対して、国土交通省及び警察庁では、「ユーザーの視点に立った道路工事マネジメントの改善委員会」¹⁾を設置し、平成15年10月に提言をまとめている。これによれば、交通工学の専門家を加えた「道路工事マネジメント改善会議」の設置や利用者への情報提供と利用者による監視強化など、これまでの「内部調整型」から「外部評価型」への転換を

図るとしており、この中で提案された施策等を講じることで路上工事時間の縮減は確実に図られてきた²⁾。しかしながら、路上工事時間の縮減によって削減が期待される渋滞損失額は明らかにされていない。

一方で、公共工事のコスト縮減にあたり、平成20年3月に策定された「国土交通省公共事業コスト改善プログラム」³⁾では、これまでの「コスト縮減」から、コストと品質の両面を重視する「コスト構造改善」への転換を図るとしている。その一環として、「工事にもなう通行規制期間の短縮などによる渋滞損失額の削減」がプログラムの一つとして盛り込まれており、その効率的な算出が喫緊な課題となっ

*1 技術・調達政策グループ 首席研究員 03-4519-5005 s.shimokawa@jice.or.jp

*2 審議役 03-4519-5005

*3 技術・調達政策グループ 主席研究員 03-4519-5005

*4 大臣官房技術調査課建設システム係長 03-5253-8111

ている。

このような工事期間の短縮による渋滞損失額の削減効果を算出するためには、予め工事による影響範囲を特定した上で、その範囲内のリンク別旅行時間や交通量などの道路交通データを時間帯別に取得する必要があるため、多大な作業コストを必要とする。これが工事による渋滞損失額の削減効果を示すことができない大きな原因であると推察される。

そのため、本研究では、上記の要請に対応すべく、最小限の道路交通データを用いて渋滞損失額を算出する簡易な方法を提案する。さらに、その中で必要とするパラメータを例示的に算出する。なお、ここで、一般に、渋滞損失の削減額には、走行時間費用のほか、走行経費、交通事故費用、環境費用なども含まれるが、本研究では、これらのうち最も費用の大きい走行時間費用を対象とする。

2. 渋滞損失額を算出するための一般的手法

渋滞損失額を算出する場面としては、道路整備による効果、沿道での開発行為や交通運用施策を含む各種イベントなどの影響を事前に推計し、事業の妥当性や代替案、対処方策などを講ずるための「事前評価」、さらに、それらが実現した後の状況を実証的に確認し、その意義を説明するとともに、必要に応じてフォローアップを行う「事後評価」がある。

この中で、「事前評価」は、主として道路構造データと別途計測される OD データや信号データを含む道路交通データを用いて交通渋滞の発生や解消など動的な交通現象を推計できる交通シミュレーションによって行われる。交通シミュレーションは、進行方向の車両移動ロジックによって大きく 2 つのタイプに分類される(車両の移動を追従理論により表現する追従タイプ、交通流を流体近似として表現する流体タイプ)。それぞれのタイプにより、交通容量の扱われ方は異なるが、いずれも時間によって変動するボトルネックへの到着需要に対し、捌け残り台数が増加する状況やそれによる車両の速度変動が表現される。

交通シミュレーションは、周辺交通への影響をもたらすような大規模工事において、合理的な施工方法や通行規制方式を検討する際にも有効であり、その代表的なものとしては、設計施工一括方式による

工事の定量的評価事例として松本ら⁴⁾が紹介している国道 2 号岡山市内立体高架橋工事の事例があげられよう。

しかしながら、交通シミュレーションを実行するためには、時間帯別の交通需要(OD データ)、信号データのほかに、必要に応じて車両の経路選択、路上駐車、路線バス、横断歩行者などの実交通データを必要とする。また、Validation のための交通量、旅行速度、渋滞長などのデータを時間帯別に必要とする。これらデータのほとんどは、交通シミュレーションを実行するために別途観測が必要なものであり、その作業コストが常に問題となる。

一方、「事後評価」では、各リンクの時間帯別交通量と旅行速度データを用いて渋滞損失額が算出される。

国土交通省道路局では、アウトカム指標による評価システムにもとづき事業執行の管理を行うためのマニュアル⁵⁾を作成している。この中では、渋滞による損失時間の算出方法が解説されているが、これを用いることで渋滞損失額を算出できる。具体的には、以下の式による。

$$\text{渋滞損失額} = \text{損失台時} \times \text{時間評価値} \dots\dots\dots (1)$$

$$\begin{aligned} \text{損失台時} = & \sum \{ \{ (\text{区間距離} / \text{時間帯別旅行速度}) \\ & - (\text{区間距離} / \text{基準旅行速度}) \} \\ & \times \text{車種別時間帯別交通量} \} \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

ここで用いる時間帯別旅行速度は、プローブカーで収集することを基本とするものとしており、基準旅行速度はプローブカーで収集した時間帯別旅行速度データの 10% タイル値又は表-1 による値を用いることとしている。また、車種別時間帯別交通量は、道路交通センサスによる値又は車両感知器データによる値を用いるとしているが、現状の車両感知器の設置状況から道路交通センサスデータを用いているのが一般的である。さらに、時間評価値は、国土交通省道路局、都市・地域整備局による車種別時間評価値原単位⁶⁾が用いられている。

表-1 基準旅行速度(km/h)

	国幹道	都市 高速	一般 国道	主要 地方道	一般都道 府県道
DID内	80	60	35	30	30
DID外	60	60	50	45	45

しかしながら、この方法により、工事による渋滞損失額を算出しようとした場合、工事前の渋滞損失額と工事時の渋滞損失額の差として表現するため、この2時点での旅行速度及び交通量が時間帯別に必要となる。特に、工事時におけるデータは、多くの場合取得されていないものと考えられる。

3. 工事による渋滞損失額の算出手法に関する文献レビュー

個別の工事を対象として渋滞損失額を算出している文献のレビューを行った。具体的には、以下の論文集や機関誌(2004年～2009年)を対象として、文献名(タイトル)に「路上工事」又は「道路工事」、或いはこれに類する用語が付された文献を一次抽出するとともに、さらに、その中から「工事による渋滞損失額の算出手法」が記載されている文献を選出し、これを対象文献とした。(渋滞損失額の算出方法や算出過程が詳述されていない文献は除いた。)

- a. 日本道路会議(第26回～第28回)
- b. 土木計画学研究・講演集(Vol.29～Vol.40)
- c. 交通工学(Vol.39～Vol.44)
- d. 交通工学研究発表会論文報告集(第24回～第29回)

この文献調査からは、30件の文献が一次抽出されたが、渋滞損失額の算出手法が示された文献は4件(内容としては3タイプ)にとどまった。それぞれの概要は、表-2に示すとおりである。

タイプ1及びタイプ3は、交通シミュレーションを用いた事前評価である。

表-2 既往文献の概要

既往文献の概要	
タイプ1 ⁷⁾	交差点立体化工事を実施することにあたり、複数の工法と交通規制方法による渋滞損失額を交通シミュレーションにより計測し、費用が最小となる方式を選定。
タイプ2 ⁸⁾	タクシーロープの走行履歴データを規制時間や規制車線数の異なる工事による影響分析に適用し、その活用の可能性を評価。
タイプ3 ⁹⁾¹⁰⁾	タクシーロープデータによる交通状況を踏まえて作成した路上工事計画に対し、交通シミュレーションにより工事渋滞の状況を面的に予測するとともに、その結果についてタクシーロープデータを用いて再現性を評価する一連のサイクルを構築。

一方、タイプ2は、事後評価においてタクシーロープデータの活用可能性を検討したものである。

即ち、既往文献は、一般的方法にもとづいて、工事による渋滞損失額を算出したものである。ちなみに、タイプ2、タイプ3で用いられているタクシーロープによる旅行速度データの取得は、大都市では効率的方法であると考えられるが、地方部において十分にカバーできるとは限らない。

4. 工事による渋滞損失額を算出するための簡易手法の提案

(1) 渋滞損失額の算出にあたっての基本的考え方

工事期間の短縮にともなって実際に削減される渋滞損失額は、工事前及び工事時に実現する交通現象から得られる走行時間費用の差分、つまり工事前後における渋滞損失額を実証的に計測し、これに工事期間の短縮日数を乗じることで求めることができる。図-1は、工事にもなう走行時間費用の変化を模式的に示したものである。工事地点上流の任意の区間において工事前に車両が走行することによって生ずる1日あたりの総走行時間費用 P_0 が工事によって P_1 に増加した場合、工事による渋滞損失額は $(P_1 - P_0)$ となる。ここで、工期が d_0 から d_1 に短縮された場合、工事期間の短縮による渋滞損失削減額 S_1 は、 $(P_1 - P_0) \times (d_0 - d_1)$ として計算される。ちなみに、交差点の立体交差化事業などによって走行時間の改善が図られ、それによって得られる1日あたりの総走行時間の削減分が $(P_0 - P_2)$ とすれば、事業便益の早期発現効果 S_2 は、 $(P_0 - P_2) \times (d_0 - d_1)$ として計算される。

しかし、2章で示しているように、多くの場合は、この計算を行うための道路交通データを新たに取得する必要が生じるため、観測データを最小限とした簡易な算出方法が求められる。

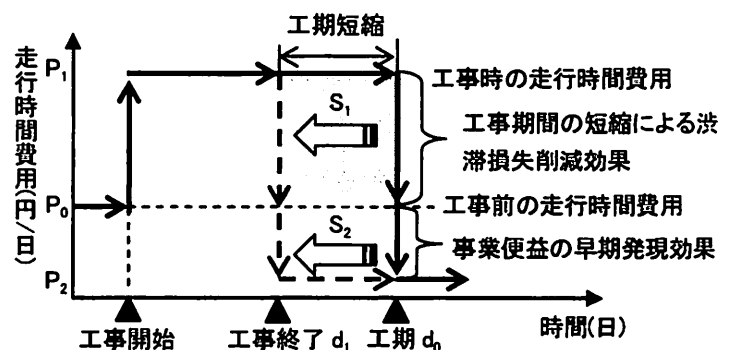


図-1 渋滞損失削減効果の計測領域(立体交差化など)

一般に、渋滞の発生は、交通容量に対し、ボトルネックへの到着需要が超過することによって説明されるが、工事の場合は、通行規制にともない交通容量が低下するため、渋滞の発生・解消パターンは、表-3 に示すように大きく 2 種類に整理することができる。以下では、このうち、渋滞が通行規制によって発生し、通行規制の解除にともなって解消される状況(パターン 1)を考える。

表-3 工事にともなう渋滞の発生・解消パターン

	渋滞の発生	渋滞の解消
パターン 1	工事地点への到着需要が通行規制によって低下した交通容量を上回ることによって渋滞が発生する。	通行規制の解除により、交通容量が回復し、到着需要を上回ることによって、渋滞が解消に向かう。
パターン 2	通行規制中に到着需要が減少し、通行規制による交通容量を下回ることによって、渋滞が解消に向かう。	

ここで、工事地点に対して供給される到着需要に対し、渋滞中の車両挙動が First-in, First-out を前提とすれば、工事地点をボトルネックとする当該路線上流側の渋滞の遷移は、図-2 によって表現される。

この図では、到着需要と交通容量の累積の状況を示しているが、通行規制によって低下する交通容量は、傾き α で表わされ、到着需要の傾きがこれを超えることによって渋滞が発生する。また、通行規制の解除によって工事前の交通容量である傾き β に増加し、渋滞が解消に向かう。ここで、到着需要と交通容量を表現している線の横方向の差 q_i は i 番目の車両の渋滞による遅れ時間(損失時間)であり、縦方向の線の差 r_t は、時刻 t における捌け残り台数を表現している^{注記1}。つまり、渋滞による総遅れ時間は、 $\sum_{i=1}^n q_i$ であり、これに時間評価値を乗ずることで、渋滞損失額を求めることができる^{注記2}。

しかし、この方法では、ボトルネックへの到着需要、つまり渋滞末尾における直近上流の交通量を入力する必要がある。アクセスコントロールされ、しかも車両感知器が設置されている高速道路では、これを比較的簡単に入手することができるが、アクセスコントロールされていない一般道では、渋滞の延伸にともなって図-3 に示すように、多くの地点で交通量観測を行う必要が生じる。その結果、非常に複

雑な計算が必要となってしまふ。

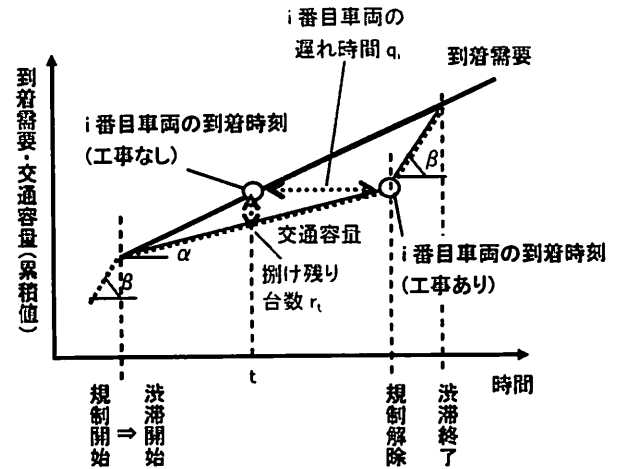


図-2 ボトルネックへの到着需要と交通容量との関係

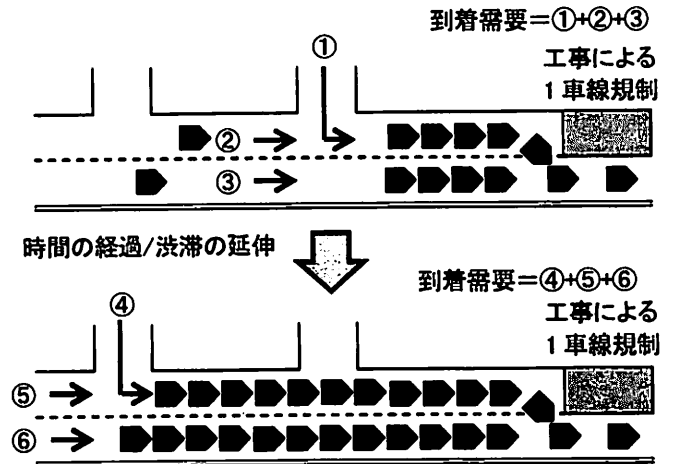


図-3 渋滞の延伸とボトルネックへの到着需要

これに対して、本研究では、図-4 に示すモデルを考える。図-4 上段は、図-2 のボトルネックへの到着需要と工事規制の開始・解除にともなって変化する交通容量との関係を再掲したものである。また、図-4 中段は、渋滞末尾位置と渋滞先頭位置の遷移を表現したものであり、両者の差分が渋滞長である。即ち、工事による通行規制にともなって渋滞が発生し延伸していく。そして、通行規制を解除した時点で最大渋滞長が出現し、渋滞が解消していく。渋滞の解消段階では、信号が赤から青に変わって停止車両が交差点の先頭から次々に捌けていく状況と同じように、渋滞の先頭は上流側に移動する。ここで、時刻 t_{ma} に渋滞末尾に到着した車両 A が被る旅行時間の増加分(遅れ時間) T_{ma} は、工事時の旅行速度を V_m 、非渋滞時の旅行速度を V_0 とすれば、式(3)によって表現される。

$$T_{ma} = L_{ma} (1/V_m - 1/V_0) \dots \dots \dots (3)$$

但し、

T_{ma} : 車両 A の遅れ時間(分)

L_{ma} : 車両 A が渋滞末尾に到着した際の渋滞長(m)

V_m : 工事時の旅行速度(m/分)

V_0 : 非渋滞時の旅行速度(m/分)

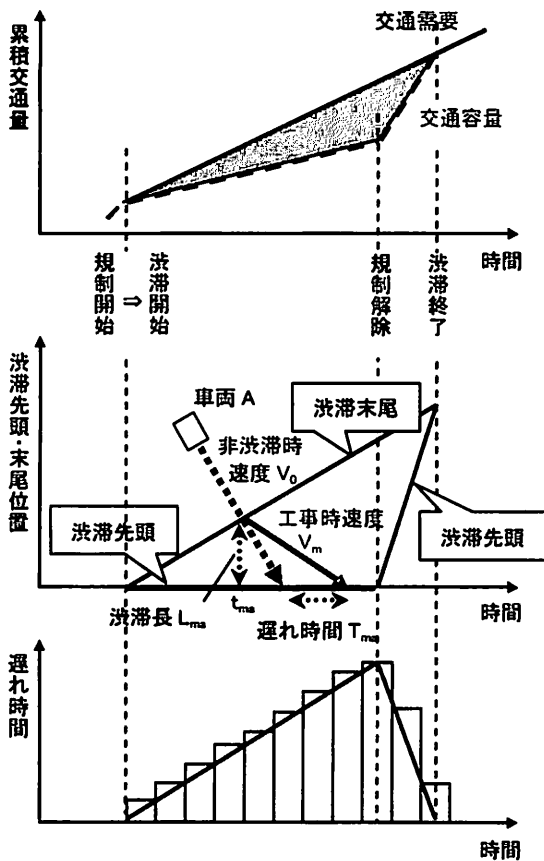


図-4 遅れ時間算出のイメージ

また、図-4 下段は、ボトルネック先頭を通過した車両が被った遅れ時間の遷移である。これは、図-4 中段をみても明らかなように、通行規制が解消した時点でボトルネックを通過した車両が時間損失最大となる。

この遅れ時間の平均値(1台あたりの平均遅れ時間(分/台))を求めることができれば、これに渋滞に巻込まれた単位時間あたりの車両台数(台/分)(以降「巻込まれ台数」という)と渋滞時間(分)を乗じることで総遅れ時間、つまり工事による総損失時間を算出することができる。

巻込まれ台数は、図-2 において捌け残りが生じた車両台数と同じ意味であるが、これは渋滞の開始から解消までの時間に渋滞の先頭から流出した交通量(発進流率)に相当する。渋滞が発生している状況において、ボトルネックの交通容量を超えて車両は流出することはないので、渋滞の先頭からの流出交通量

は、渋滞長が極端に長い場合を除けば、ボトルネックの交通容量とみなすことができる^{注3}。なお、ここで取り上げている通行規制の解除によって交通容量が回復し、渋滞が解消するパターンでは、図-5 に示すように、ボトルネックの交通容量は、通行規制の解除前後によって異なることに留意する必要がある。

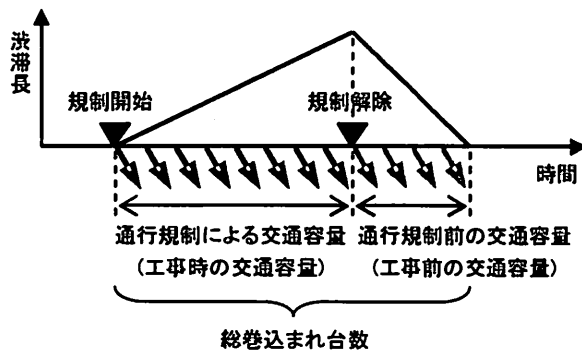


図-5 渋滞の発生パターンと巻込まれ台数

(2) 工事による渋滞損失額を算出する一般式

図-4 中段に示した渋滞末尾及び先頭位置から得られる渋滞長の遷移を図-6 のように便宜的に三角形のモデルとして表現する。

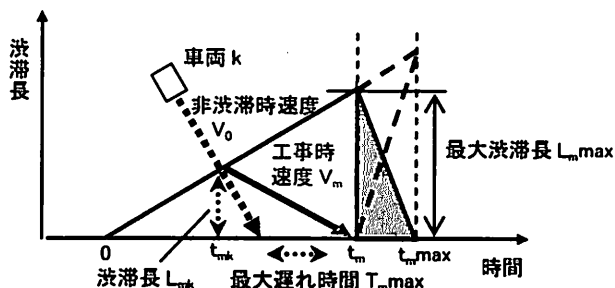


図-6 遅れ時間算出の考え方

この時、工事時の旅行速度を V_m 、最大渋滞長 (L_{mmax}) が発生する時間(通行規制時間)を t_m とすれば、最大遅れ時間(T_{mmax})を被る車両 k の渋滞末尾到達時間 t_{mk} とその時の渋滞長 L_{mk} は、

$$V_m = L_{mk} / (t_m - t_{mk})$$

$$L_{mk} = L_{mmax} / t_m \times t_{mk}$$

の関係から、

$$t_{mk} = V_m \times t_m^2 / (L_{mmax} + V_m \times t_m) \dots \dots \dots (4)$$

$$L_{mk} = V_m \times t_m \times L_{mmax} / (L_{mmax} + V_m \times t_m) \dots \dots \dots (5)$$

となる。ここで、非渋滞時の旅行速度を V_0 とすれば、工事による最大遅れ時間 T_{mmax} は、式(3)より、

$$T_{mmax} = L_{mk} \times (1/V_m - 1/V_o) \dots \dots \dots (6)$$

であり、1台あたりの平均遅れ時間 T_{mave} は、

$$T_{mave} = T_{mmax} / 2 = L_{mk} \times (1/V_m - 1/V_o) / 2 \dots \dots (7)$$

となる。

一方で、ボトルネック交差点などでは、工事をいう前から渋滞が発生しており、さらに工事によって渋滞が助長されてしまっている場面も想定される(図-7 参照)。この時、工事前の渋滞による1台あたりの平均遅れ時間 T_{nave} は、式(4)～式(7)と同様に表現することができる。

$$T_{nave} = T_{nmax} / 2 = L_{nk} \times (1/V_n - 1/V_o) / 2 \dots \dots (8)$$

但し、

m : 工事時, o : 非渋滞時, n : 工事前(渋滞時)

V : 旅行速度(m/分), L_{max} : 最大渋滞長(m)

t : 最大渋滞長発生時間(通行規制時間)(分)

t_k : 最大遅れを被る車両の渋滞末尾到達時間(分)

L_k : 最大遅れを被る車両の渋滞末尾到達時渋滞長(m)

T_{max} : 最大遅れ時間(分/台)

T_{ave} : 1台あたりの平均遅れ時間(分/台)

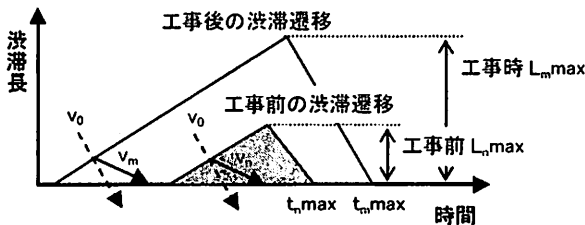


図-7 工事前後における渋滞の遷移(イメージ)

さらに、式(7)、式(8)で算出される平均遅れ時間に対し、巻込まれ台数と渋滞時間、時間評価値を乗じることで工事による渋滞損失額を求めることができる。ここで、図-5に示しているように、巻込まれ台数は、通行規制の解除前後において異なる。通行規制時における巻込まれ台数(=工事時の交通容量)を Q_m 、通行規制解除後の巻込まれ台数(=工事前の交通容量)を Q_0 とすれば、工事による渋滞損失額 LT_{m0} は、式(9)のとおりとなる。

[工事前に渋滞が発生していない場合]

$$LT_{m0} = [L_{mk} \times (1/V_m - 1/V_o) / 2 \times (Q_m \times t_m + Q_0 \times (t_{mmax} - t_m))] \times \alpha \dots \dots (9)$$

また、工事前に渋滞が発生している場合は、式(9)か

ら図-7の工事前の渋滞損失額(網掛け部分)を減ずればよく、また工事前の渋滞による巻込まれ台数は工事前の交通容量となるので、工事による渋滞損失額 LT_{mn} は、式(10)のとおりとなる。

[工事前に渋滞が発生している場合]

$$LT_{mn} = [L_{mk} \times (1/V_m - 1/V_o) / 2 \times (Q_m \times t_m + Q_0 \times (t_{mmax} - t_m)) - L_{nk} \times (1/V_n - 1/V_o) / 2 \times Q_0 \times t_{nmax}] \times \alpha \dots \dots (10)$$

但し、

m : 工事時, o : 非渋滞時, n : 工事前(渋滞時)

LT : 工事による渋滞損失額(円)

Q : 巻込まれ台数(台/分)

t_{max} : 渋滞時間(分)

t : 通行規制時間(最大渋滞長発生時間)(分)

α : 時間評価値(円/台分)

(3) パラメータの算出例

前節の式を用いて工事による渋滞損失額を計算するためには、a)巻込まれ台数、b)旅行速度、c)渋滞時間及び最大渋滞長、d)時間評価値を設定する必要がある。

a) 巻込まれ台数

図-5から工事にとまなう通行規制前後の巻込まれ台数(交通容量)を必要とする。ここでは、道路条件を図-8の3ケースとし、通行規制に関しては工事によって1車線閉塞した場合を想定する。通行規制前及び2車線を除く通行規制後の巻込まれ台数は、単路部、交差点部の交通容量として、「道路の交通容量」¹¹⁾を用いれば、簡単に計算することができる。

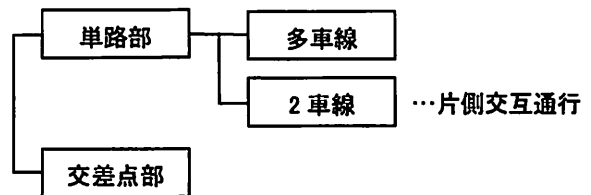


図-8 巻込まれ台数算出のための道路条件

一方、2車線道路の通行規制については、一方の車線を閉塞することを想定していることから、片側交互通行となるため、進入方向を切替える必要が生ずる。そのため、信号が青から赤に変わる直前に通行規制区内に進入した車両が通行規制区間を抜けるまでのクリアランス時間(全赤時間)を考慮する必要

がある。具体的には、以下の式で算出できる。さらに、通行可能時間の割合 g を算出し、多車線の1車線あたりの交通容量 Q_{k0} を乗ずることで片側交互通行時の交通容量 Q_k を算出できる。

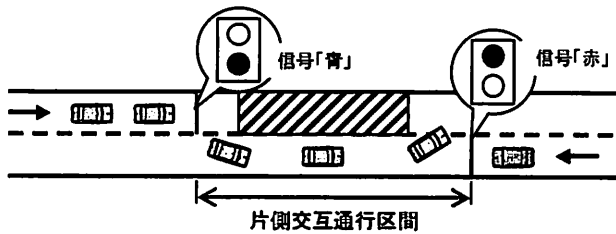


図-9 片側交互通行(イメージ)

$$C_T = L \times (3,600/1,000) / V \dots\dots\dots (11)$$

但し、

C_T : クリアランス時間(秒)

L : 工事区間長(m), V : 速度(km/h)

$$Q_k = Q_{k0} \times g \dots\dots\dots (12)$$

但し、

Q_k : 片側交互通行の交通容量(台/分)

Q_{k0} : 多車線の1車線あたりの交通容量(台/分)

g : 1 サイクルあたりの通行可能時間の割合 G/C

G : 1 サイクル1方向あたりの通行可能時間(秒)
($=C/2 - C_T(\text{方向})$)

C : サイクル長(秒)

次に、一般国道を対象とし、道路の区分体系¹²⁾から表-4 に示す4種類の種級区分を想定し、以下の条件を設定した上で、通行規制前後の巻込まれ台数を試算する。

表-4 対象とする道路の種級区分

地域	地域	想定する種級区分
地方部(DID 地区外)	ケース1	3種2級
	ケース2	3種3級
都市部(DID 地区)	ケース1	4種1級
	ケース2	4種2級

- ① 工事前の横断面構成は、表-4 に示す種級区分の標準値¹²⁾とする。また、工事時は、車線幅員を0.25m減じ、側方余裕を0mとする。
- ② 交差点部は、直進及び直進+左折のケースを想定し、縦断勾配及びバス停留所の補正率を1.0とする。左折車混入率は一律15.0%とし、補正率

を地方部は歩行者の影響がない場合、都市部は歩行者交通量が多い場合($G=30$ 秒)の値とする。

- ③ 大型車混入率は、平成17年度道路交通センサス(直轄国道)より、地方部(DID 地区外)を20%、都市部(DID 地区)を15%とする。
- ④ 片側交互通行区間の速度を20km/hとする。
- ⑤ 大型車の乗用車換算係数は1.7¹¹⁾とする。

これによって得られた巻込まれ台数は、表-5~表-7のとおりとなる。片側交互通行については、通行規制時に用いる工事区間長とサイクル長の比、交差点部については、青時間比(1サイクルにおける青時間の割合)をサンプル的に計り、これを別途設定し乗じることによって算出することができる。なお、「道路維持修繕要綱」¹³⁾によれば、工事により1車線一方通行とする場合の交通容量は、1,100~1,400台/hとしており、表-5において同程度の値が得られている。

表-5 単路部(多車線)の巻込まれ台数(1車線あたり)

状況	地域	ケース	巻込まれ台数(台/h車線)
通行規制前(工事前)	地方部	ケース1	1,690
		ケース2	1,600
	都市部	ケース1	1,540
		ケース2	1,450
通行規制時(工事時)	地方部	ケース1	1,400
		ケース2	1,320
	都市部	ケース1	1,320
		ケース2	1,230

表-6 単路部(片側交互通行)の巻込まれ台数

状況	地域	ケース	巻込まれ台数(台/h)
通行規制時(工事時)	地方部	ケース1	700-251.80L/C
		ケース2	660-237.41L/C
	都市部	ケース1	660-237.41L/C
		ケース2	615-221.22L/C

※L: 工事区間長(m), C: サイクル長(秒)

b) 旅行速度

式(9)、式(10)から、非渋滞時及び渋滞時(工事前・工事時)の旅行速度が必要となる。

非渋滞時については、既往の渋滞損失額の算出方法との整合性を図る意味で表-1の基準旅行速度を用いるのが妥当と考えられる。一方、一般道における

渋滞中の交通密度は、1車線あたり150台/km程度¹⁴⁾であるとされている。ここで、単路部についてみれば、巻込まれ台数は表-5に示す値となる。一般に、交通量と交通密度、速度との間には、交通量=交通密度×速度の関係があり、通行規制が行われている場合は、交通量は車線数あたりの巻込まれ台数に通行規制による車線数を乗じた値、交通密度は通行規制上流の車線数を乗じた値となる。つまり、例えば、片側2車線道路において1車線に通行規制されている場合は、表-5の値から、1,230~1,400(台/h車線)×1車線=150(台/km)×2車線×速度となり、渋滞中の旅行速度は、4~5km/hと計算される。

表-7 交差点部の巻込まれ台数(1車線あたり)

状況	車線運用	地域	ケース	巻込まれ台数 (台/h車線)
通行規制前 (工事前)	直進	地方部	ケース1	1,760G
			ケース2	1,760G
		都市部	ケース1	1,800G
			ケース2	1,800G
	直進 + 左折	地方部	ケース1	1,680G
		都市部	ケース1	1,580G
通行規制時 (工事時)	直進	地方部	ケース1	1,760G
			ケース2	1,680G
		都市部	ケース1	1,800G
			ケース2	1,720G
	直進 + 左折	地方部	ケース1	1,680G
			ケース2	1,600G
		都市部	ケース1	1,580G
			ケース2	1,500G

※G: 青時間比=流入部の青時間長(秒)/サイクル長(秒)

c) 渋滞時間及び最大渋滞長

工事前や工事にともなって発生する渋滞時間、最大渋滞長は、地点によって異なるため、巻込まれ台数や旅行速度と同じように値を設定することはできない。一方で、渋滞状況は、日々変化すること、本研究では種々の前提条件をもとに渋滞損失額の大きさの程度を算出しようとしていることから、当該工事並びに当該道路の管理にあたって経験している平均的な値を用いても支障はないと考えられる。

d) 時間評価値

時間評価値は、国土交通省道路局、都市・整備局

において一般的値が示されている⁶⁾。ちなみに、平成17年度道路交通センサスによる直轄国道の車種構成比率を考慮すれば、地方部(DID地区外)は49.58円/台分、都市部(DID地区)は48.37円/台分となる。

5. 工期短縮による渋滞損失額削減効果の試算例

前節で設定したパラメータを用い、以下のケースについて、工事期間の短縮による渋滞損失額の削減効果について試算する。この試算例では、工期が10日短縮することで、渋滞損失額の削減効果は、約6千万円となる。

(対象フィールド)

①対象道路：一般国道(地方部)3種2級 4車線

②工事による通行規制

- ・通行規制時間：20：00～翌日2：00(6時間)
- ・通行規制方法：1車線規制

③交通状況

- ・工事前：渋滞なし
- ・工事時渋滞時間：20：00～翌日3：00(7時間)
- ・工事時渋滞長：最大約2,000m

④工期短縮日数：10日

(算出条件)

- ・工事時最大渋滞長： $L_{mmax}=2,000m$
- ・工事時旅行速度： $V_m=5km/h=83m/分$ (4.(3)b)による)
- ・非渋滞時旅行速度： $V_0=50km/h=833m/分$ (表-1による)
- ・工事時車線数： $R_m=1$ 車線
- ・工事前車線数： $R_0=2$ 車線
- ・通行規制による巻込まれ台数：

$$Q_m=1,400台/h=23台/分 \text{ (表-5による)}$$

- ・通行規制解除後の巻込まれ台数：

$$Q_0=1,690台/h=28台/分 \text{ (表-5による)}$$

- ・渋滞時間： $t_{mmax}=7.0時間=420分$
- ・通行規制時間： $t_m=6.0時間=360分$
- ・時間評価値： $\alpha=49.58円/台分$ (4.(3)c)による)

(算出結果)

[最大遅れを被る車両の渋滞末尾到着時渋滞長 L_{mk}]

$$L_{mk}=V_m \times t_m \times L_{mmax} / (L_{mmax} + V_m \times t_m) \\ =83m/分 \times 360分 \times 2,000m / (2,000m + 83m/分 \times 360分) =1,875m$$

[1台あたりの平均遅れ時間 T_{mave}]

$$\begin{aligned} T_{mave} &= L_{mk} \times (1/V_m - 1/V_0) / 2 \\ &= 1,875m \times (1/83m/\text{分} - 1/833m/\text{分}) / 2 \\ &= 10.2\text{分} \end{aligned}$$

[工事による渋滞損失額 LT_{m0}]

$$\begin{aligned} LT_{m0} &= T_{mave} \times (Q_m \times t_m + Q_0 \times (t_{mmax} - t_m)) \times a \\ &= [10.2\text{分} \times (23\text{台}/\text{分} \times 360\text{分} + 28\text{台}/\text{分} \times 2\text{車} \\ &\quad \text{線} \times (420\text{分} - 360\text{分}))] \times 49.58\text{円}/\text{台分} \\ &= 5,886,534\text{円} \end{aligned}$$

[工期短縮による渋滞損失削減額 LT_i]

$$LT_i = 5,886,534\text{円} \times 10\text{日} = 59,000,000\text{円}$$

6. まとめ

工事にともなう一般交通への影響(渋滞損失)を最小化することの社会的意義は極めて高い。但し、これを定量的かつ実証的に示すためには、工事現場ごとに取得した数多くの道路交通データを用いる必要があり、その作業コストを考えると現実的ではない。

そこで、本研究では、渋滞時間や最大渋滞長、青時間比といった現場での取得が容易なデータのみを用い、渋滞損失額を算出する簡易な方法を提案した。これによれば、並行路線など周辺道路への影響を含むことはできないが、個々の工事がもたらす渋滞損失額や工期短縮による効果を概算することができる。

しかしながら、本研究で提案した方法では、ある前提条件にもとづいて算出を行っているため、今後は実データによる算出結果との比較など実フィールドでの十分な検証・評価を行っていく必要がある。

【注記】

- 1) 表-3 パターン 2 の場合は、交通容量が一定で、到着需要が低下することで渋滞が解消する状況を表現したものであるが、パターン 1 と遅れ時間や捌け残り台数に関する概念的違いはない。
- 2) ここでは、工事地点の上流側区間のみを対象としており、並行路線など周辺道路に及ぼす影響までを加味していないので、過小評価となっている。
- 3) ドライバーは、渋滞に長い時間巻込まれるに従って、前方車を真剣に追従しようとする意欲を失い、車間距離を大きく開けて走行する

ようになるため、渋滞先頭からの発進流率は低下するとされている。¹⁵⁾

【参考文献】

- 1) 国土交通省道路局 HP :
<http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/rojokoji/dorokoji/committee/index.html>
- 2) 国土交通省道路局, 都市・整備局:平成 20 年度道路関係予算概算要求概要, pp48-49, 2007.
- 3) 国土交通省:国土交通省公共事業コスト改善プログラム, 1998.
- 4) 松本直也, 佐藤直良, 木下誠也, 芦田義則, 金山義延:設計施工一括発注方式により実施した工事の評価に関する研究, 建設マネジメント研究論文集 Vol.16, pp265-272, 2009
- 5) 国土交通省道路局企画課道路事業分析評価室:主要指標現況値算出マニュアル(案),
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-perform/manu.pdf>
- 6) 国土交通省道路局, 都市・地域整備局:費用便益分析マニュアル
- 7) 小野寺誠一, 池田光敬, 大下武志:交差点立体化工事の道路交通への影響とその改善効果,第 26 回日本道路会議,20065,2005
- 8) 絹田裕一, 中嶋康博, 牧村和彦, 森川博邦, 森本善也, 森川高行:プローブカーを活用した路上工事の交通への影響に関する研究, 土木計画学研究・講演集 Vol.34,2006
- 9) 絹田裕一, 中村俊之, 中嶋康博, 牧村和彦, 花木道治, 高橋誠, 森川高行:ICT を活用した道路工事マネジメントに関する研究, 土木計画学研究・講演集 Vol.36,2007
- 10) 絹田裕一, 牧村和彦, 高橋誠, 森川高行:道路工事マネジメントの実践による知見と教訓~名古屋地域におけるプローブデータの活用~,第 28 回交通工学研究発表会論文報告集, pp33-36, 2008
- 11) (社)日本道路協会:道路の交通容量, pp19-64, 1984
- 12) (社)日本道路協会:道路構造令の解説と運用, pp122, pp171-216, 2004
- 13) (社)日本道路協会:道路維持修繕要綱, pp28, 1978

14) 大口敬：交通渋滞徹底解剖，(社)交通工学研究会，pp27

ンネル・サグにおける渋滞現象に関する研究，
土木学会論文集 No.458，pp65-71，1993

15) 越正毅，桑原雅夫，赤羽弘和：高速道路のト

A proposal of a simple method calculating social loss due to construction congestion

By Sumio SHIMOKAWA, Yoshinori ASHIDA, Hideki YAMAGUCHI, Kouji OOTANI

The costs of public works have been constantly reduced by the various technical improvements through the steps of planning design and construction. In the same time, those technical improvements provided quality improvements and reduction of construction period, so effect from those have to be evaluated appropriately. Among those effects, reduction of social loss from reduction of congestion due to shortened construction period is expected to be so large. But to estimate this effect, large costs, such as measurements of travel speeds and traffic changes, is required. So these measurements are not conducted to all construction cases. In this study, a simple method calculating social loss due to construction congestion is proposed. At first, existing calculation methods are reviewed by documents surveys. Then a simple calculation method is proposed by setting construction congestion period, change of congestion length, and effected vehicle numbers at bottle necked construction location. Finally, parameters for calculating congestion social loss in the case of a single lane closed national highway is proposed.