

工事用車両通行における 無信号交差点空間の安全性評価に関する一考察

稲田 悠¹・澤田 英郎²・落合 祐³

¹正会員 西日本高速道路エンジニアリング関西 京都事務所 新名神京都事務所駐在 (〒607-8034 京都府京都市山科区四ノ宮泓 37)

E-mail: y_inada@w-e-kansai.co.jp

²正会員 西日本高速道路エンジニアリング関西 交通技術部 (〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町 5-4)

E-mail: h_sawada@w-e-kansai.co.jp

³非会員 西日本高速道路エンジニアリング関西 交通技術部 (〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町 5-4)

E-mail y_ochiai@w-e-kansai.co.jp

大規模工事における建設発生土や資材を運搬する工事用車両の通行ルートについては、運搬の効率性ととも地域住民の理解も含めて安全性に配慮することが求められている。特に歩行者自転車が多方向から往来する無信号交差点空間においては、工事用車両の増加に伴い交通事故等の危険性が高まることが懸念される一方で、その安全性を評価するための方法や定量的指標について研究された事例は少ないのが現状である。

そこで筆者らは、実際の無信号交差点の交通実態調査結果を対象に自動車（大型・小型）、自転車、歩行者の異なる形態が単位時間あたりに占有する空間比から交差点空間全体の安全性を定量的に評価する手法を適用し、工事用車両が追加された際の交差点空間の安全性を評価した。本稿は、その方法の概要と評価結果について報告するものである。

Key Words: safety verification, non-signalized intersection space, dump trucks

1. はじめに

高速道路のトンネル建設工事において、大量のトンネルずりを土捨場までダンプトラック（以下、工事車両と略記する）で運搬する計画を行っている。この運搬ルートについては、所要時間等の運搬効率性に加え、地域住民の理解も含めて安全性に配慮したルート計画の視点が求められている。特に計画ルートには、学校や幼稚園が隣接する生活道路が含まれており、信号制御のない交差点空間における自転車歩行者の複雑な横断状況が想定されることから、無信号交差点空間の安全性に関する評価が必要であった。

通常、自転車、歩行者の安全性評価の視点の1つに、人身事故がある。つまり、交通量の増加に伴う人身事故件数の増加を評価する方法である。人身事故を安全性評価指標とする研究事例として、交差点における各種条件と事故発生頻度との関係を回帰分析により明らかにする事故リスク評価手法¹⁾²⁾がある。ただしこの手法は、交差点構造、歩道の有無、沿道状況や交通量といった多様な説明変数の情報収集及びデータ化が必要となることに加

え、被説明変数となる事故発生頻度についても人身事故は希少事象であり、長期的な観測を必要とすることなど、これら情報収集に多くの費用や時間を要する。

また、他の安全性評価視点として、安全性を代替する指標値を用いて評価する代替性安全評価指標（SSM）がある。SSMの代表例として、衝突余裕時間（TTC³⁾や交錯点通過時間差（PET⁴⁾といった個々の挙動から安全性を評価する指標があるが、専用ソフトによる交通流シミュレーションや分析に加え、車両挙動のモデリング等を要する。

そこで筆者らは、実際の無信号交差点の交通実態調査結果から、信号制御のない交差点空間における交通量の増加に伴う自転車、歩行者の安全性評価について、簡便且つ定量的な視点から検討した。具体的には、まず交通量と人身事故の関係による視点で、既往文献を準用した分析、評価を行った。更に、人身事故とは異なる視点の評価として、工事用車両を含む（大型・小型）、自転車、歩行者の異なる形態が単位時間あたりに交差点空間を占有する時空間比を用いて交差点空間の安全性を評価した結果について報告する。

2. 交通実態調査と分析地点の概要

(1) 調査概要

調査・分析対象とした信号制御のない3地点の箇所概要は、図-1の通りである。いずれも3枝で近隣に学校や住宅街があり、通学路や散歩コースといった生活道路上の交差点といえる。なお交差点Iについては交差点から直接幼稚園門扉へ往來する自転車が僅かに存在することから4枝交差点として調査を実施した。

調査日：平成28年10月19日（水）6時～翌6時

調査内容：4車種交通量調査（交差点方向別）

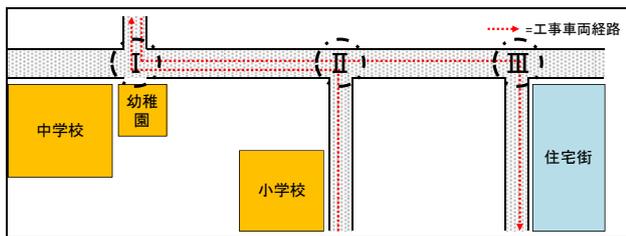


図-1 調査分析箇所（交差点I,II,III）

(2) 調査結果

交差点I～IIIの交通実態調査結果は、図-2の通りである。いずれの交差点も面積が狭小で歩道も整備されておらず、且つ通学路となる方向については歩行者自転車の割合が多い。

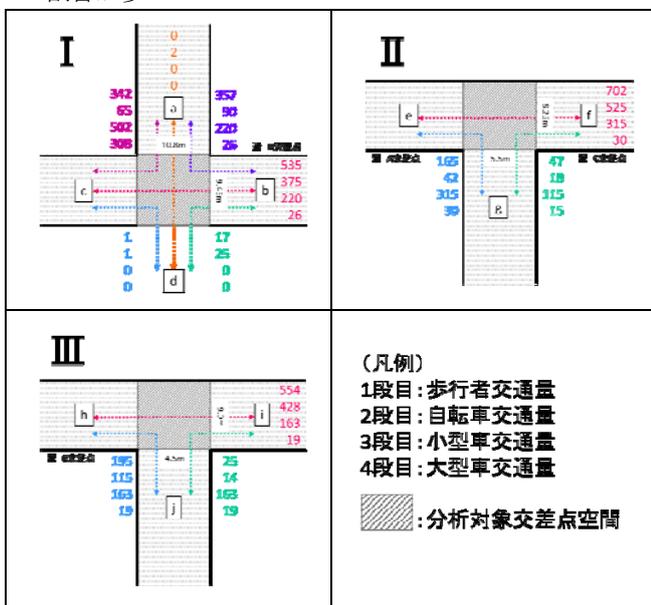


図-2 交通実態調査結果（日集計）

(3) 分析の前提条件

トンネルずり運搬時の計画交通量は、交通実態調査で得られた交通量にダンプトラック運搬台数 30 台/片方向・h を運搬時間帯である 9 時～17 時まで加えたものと

した。この 30 台/片方向・h は、ダンプトラックの搬出搬入時の最大運搬可能台数であり、安全側に考慮してすべての時間帯に最大運搬可能台数を加えて設定した。

3. 人身事故の算定による分析

(1) 分析方法

交通量と人身事故の関係式は、自動車保険会社等の民間企業や各種団体で、それぞれ独自に算定、設定されているが、各社共通の定式化、パラメータ値の設定等はなされていないと推察される。そこで本研究では、費用便益分析マニュアル⁵⁾において交通事故損失額を算出するための下記の算定式(1)、(2)を用いて、分析地点における人身事故発生件数及び死傷者数を算出した。

$$Z_n = \alpha * X_n \quad (1)$$

$$A_{nh} = \beta_h * Z_n \quad (2)$$

ただし、 Z_n : 交差点 n の事故件数 (件/年)

α : 定数項 (道路・沿道区別に設定)

X_n : 交差点 n の日交通量 (千台/日)

A_{nh} : 交差点 n の死傷者数 (人/年)

β_h : 定数項 (事故の重度別に設定)

h : 事故の重度 (死亡, 重傷, 軽傷)

(2) 分析結果

現状と工事車両が追加された時の分析地点の3交差点合計の人身事故件数、死傷者数は、図-3の通りである。これを見ると、工事車両が追加されることで、人身事故及び死傷者数が約 1.7 倍に増加する可能性が示されている。一方、事故件数及び死傷者数ともに 1.0 未満であることから、工事車両を追加したとしても年間1件の事故も発生しない可能性も伺える。

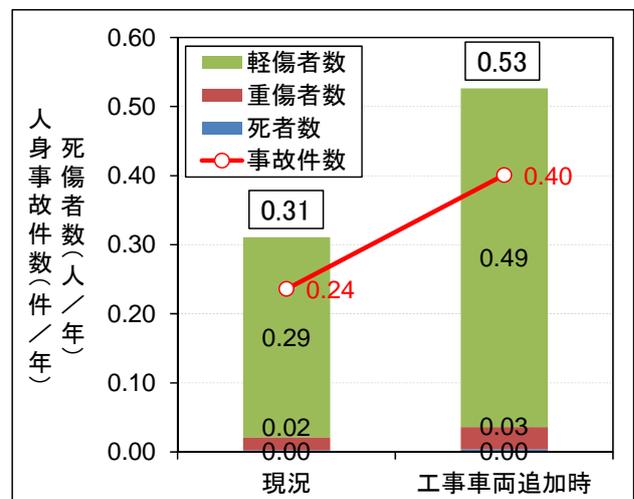


図-3 分析地点の人身事故件数、死傷者数の算定結果

(3) 分析の課題

本分析の課題として、人身事故の算定式には自転車、歩行者の交通量等は変数に含まれず、定数項 α として道路・沿道区別に一律で設定されていることが挙げられる。つまり、交差点毎の自転車、歩行者交通量の違いやその時間変動に伴って本来変化する交差点の安全性を適切に評価できないため、例えば工事車両の運行時間帯の検討等、本研究のような個別交差点を対象とした詳細分析、検討では適用が難しいと言える。

そこで本研究では、自転車、歩行者の時空間的な変動も含めて、交差点全体を評価する方法として、次項に示すスペースオキュパンシー指標の適用を試みた。

4. スペースオキュパンシー指標による分析

(1) 分析方法

交通工学ハンドブック⁶⁾によれば、道路空間の配分バランスの評価プロセスの一例として、式(3)、(4)のスペースオキュパンシー指標が定義されている。このうち、各移動手段の占有面積については、表-1の通り塚口⁷⁾らの研究によってモジュールが示されている。

$$Q_{sik} = (1/l_k d_k) (\sum_{j=1}^{n_j} A_{ijk}) \quad (3)$$

ここで、

Q_{sik} = 区間 k における手段 i のスペースオキュパンシー

l_k = 区間 k の延長

d_k = 区間 k の幅員

A_{ijk} = 断面 k における手段 i の j 番目の占有面積

である。式 3 を区間 k における手段 i の交通量 $[q_{ik}]$ 、区

間 k における手段 i の速度 $[v_{ik}]$ 、断面 k における手段 i の

平均占有面積 $[A_{ik}]$ を用いて、

$$Q_{sik} = (q_{ik} A_{ik}) / (d_k v_{ik}) \quad (4)$$

と示されている。

表-1 各移動手段の平均占有面積

	平均占有面積
歩行者	5.0m ² /人
自転車	12.8m ² /台
小型車	2.75(d _s + 6.0) d _s = 0.75v _c + 1.08 (d _s = 安全追従距離、v _c = 速度)
大型車	2.75(d _s + 12.0) d _s = 0.75v _c + 1.08 (d _s = 安全追従距離、v _c = 速度)

この指標は、端的に言えば単位時間あたりにある移動体が対象スペースを占有する時空間比である。つまり対象スペース内全体の面積と、ある移動体が占有する面積の比に、その移動体がスペース内に存在する時間を乗じて単位時間あたりに集計したものであるといえる。

(2) 分析結果

工事車両が追加された時の3分析地点の交通量とスペースオキュパンシーは、図-4の通りである。これを見ると、工事車両が追加されることで、相対的に9時~17時のスペースオキュパンシーが大きく増加していることがわかる。更には、交通量とスペースオキュパンシーで各移動手段に占める工事車両の割合をみても、交通量に比べてスペースオキュパンシーでは増加していることがわかる。

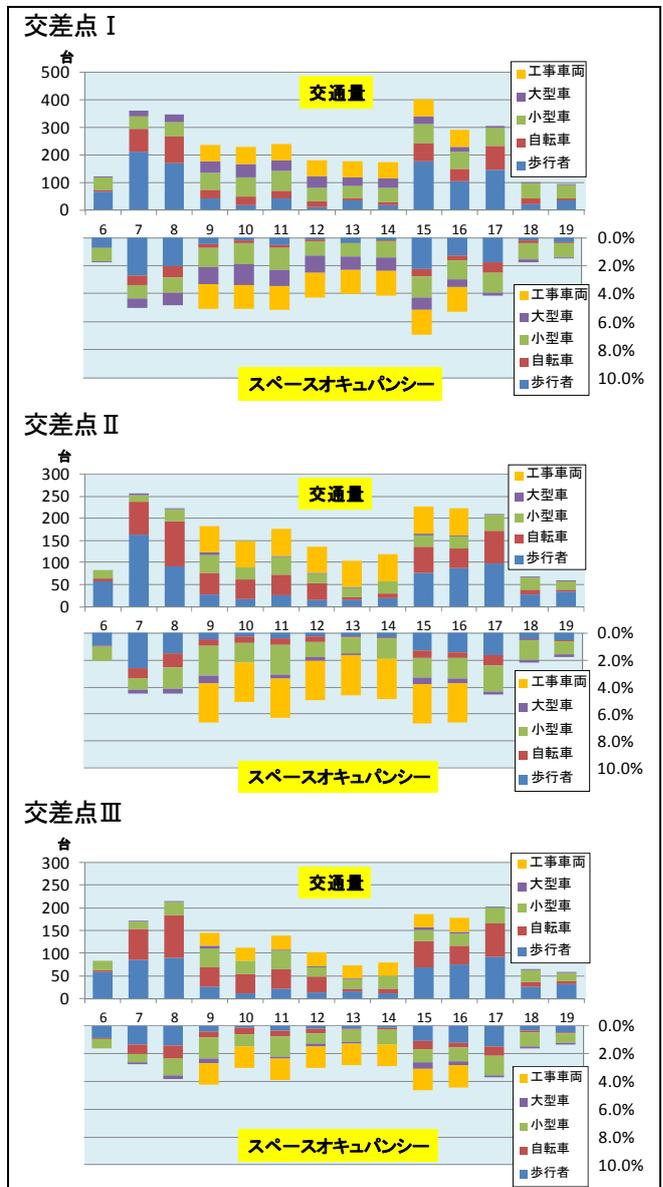


図-4 分析地点のスペースオキュパンシー算定結果

(3) 分析の課題

スペースオキュパンシー指標の適用によって、対象交差点における平日休日や時間帯別、移動主体別の相対的評価は可能となる一方で、算出した交差点のスペースオキュパンシーと安全性の関係については、当該概念を記す既往文献⁹⁾には示されていない。また、空間または時間占有率から交差点空間を評価している既往研究、文献も見当たらない。そこで本研究では、高速道路上の時間占有率に係る事例から、交差点の混雑状況を推察した。

高速道路上の交通混雑の判定に、車両感知器で計測される単位時間当たりの平均速度だけでなく、時間占有率も使用することがある。NEXCO 西日本関西支社では、厳密には交通量も含めた KQ による判定となっているが、時間占有率が概ね 9%以上で混雑領域、概ね 14%以上で渋滞領域と判定している。具体的には高速道路上の渋滞として、簡便的に 1,000 台/時・車線と仮定すれば、14%は平均車長 5m の車両が約 36km/h、平均 3.6 秒で車両が通過している状況になる。

これはあくまでも高速道路上の車両の“渋滞”であり、交差点空間における多様な交通形態が混在した状況と直接的に比較することは困難であるが、車両感知器という空間概念がない（定点観測）環境での 14%の占有率であり、車線幅員等の空間を考慮すれば、時空間占有率としては 10%程度と推測される。その視点から分析結果を見れば、スペースオキュパンシーとして 10%を超える交差点、時間帯は無いものの、交差点 I、II の朝、夕方の通学時には約 7%となっており、やや混雑した状況下で安全面での配慮を検討すべき時間帯と考えられる。

5. まとめ

工事車両の追加による交差点空間の安全性評価として、人身事故及び死傷者数の変化を算定した結果、工事車両の追加により事故及び死傷者が約 1.7 倍増加するものの、年間事故件数は 1 件未満となることが推定された。本手法では自転車、歩行者交通量の時空間的変動を人身事故

件数等へ反映できないため、個別交差点の詳細な分析が難しいことが分かった。今後、多様な交差点等で自転車、歩行者、自動車交通量の計測調査と人身事故や死傷者数のデータ蓄積、関連性分析が進み、人身事故件数の算定式の精緻化等の研究が進むことが期待される。

次にスペースオキュパンシー指標による分析を行った結果、工事車両の追加により交差点別や平日休日、時間帯別、移動主体別といった相対的な評価が可能となることが分かった。ただし、本手法ではスペースオキュパンシーと安全性の関係が明らかにできていないため、この指標の数値をどういう視点で捉えるかが課題となる。今回高速道路の混雑の視点で評価する可能性を示したが、より様々な視点でこの指標を捉える研究が進むことが期待されると同時に、事故が多発する交差点等を例にスペースオキュパンシーと安全性との関連について、データ蓄積していくことも重要である。

参考文献

- 1) 佐々木喜忠 (1981) : 愛知県での交差点事故と道路要因の相関分析と安全度評価手法について, 交通工学, Vol.16, No.2, pp.31-45.
- 2) 橋本成仁・吉城秀治・佐伯亮子・三村泰広・安藤良輔 (2013) : 交通事故データを用いた交通事故発生確率推定モデルの構築と適用可能性の検討, 土木計画学研究・講演集 Vol.48
- 3) Hayward, J. C. (1972): Near-miss determination through use of a scale of danger, Highway Research Record, 384, 24-34.
- 4) Allen, B. L., Shin, B. T., Cooper, D. J. (1978): Analysis of traffic conflicts and collision, Transportation Research Record, 667, 67-74.
- 5) 国道交通省 道路局, 都市整備局: 費用便益分析マニュアル, 2008.
- 6) 交通工学研究会: 交通工学ハンドブック 2014, 2014.
- 7) 塚口博司・毛利正光: 歩車のオキュパンシー指標の提案と住区内街路計画への適用, 土木学会論文集, Vol.383, 141-144, 1987

A study on safety verification of the non-signalized intersection space where dump trucks pass through

Yu INADA, Hideo SAWADA and Yu OCHIAI

When the large construction project, the route of dump trucks transporting the surplus soil and the materials should be decided taking into consideration not only the efficiency but the safety of the local residents. In the non-signalized intersection space, pedestrians and bicycles move freely without restraint, there is concern increasing the risk local residents get into the traffic accidents by dump trucks passing. However there are few case studies on the methods or the quantitative evaluation indices for evaluating safety. Therefore, the authors investigated about the easily and quantitatively evaluation method of safety by using “the time-space occupancy” of each category: pedestrians, bicycles, small and large vehicles.

This paper shows the gross outline and the results.