

## 走行安全性と対応づけた流入部の幾何構造設計法

島 根 県 正会員 ○原田 裕司  
鳥取大学工学部 正会員 喜多 秀行

### 1. はじめに

道路は様々な交通環境条件の下でその機能を運転者に提供するとともに、十分な走行安全性が確保される必要がある。ここでいう走行安全性とは道路を走行する自動車の事故発生に対する安全性である。道路上における交通挙動は「自動車」「運転者」「運転環境」の3つの構成要素の相互関連の結果であるため、これらの要素に含まれる様々な要因が、その道路で確保される走行安全性を決定していると考えられる。本研究では道路計画者の立場から道路施設の設計や運用による走行安全性のコントロールを考える。

道路はそれ自体が運転環境の一部を構成しており施設の設計や運用状況が運転者の意思決定による運転行動に少なからぬ影響を与えていると考えられる。また、交通挙動は個々の運転行動の集積として形成されるため、運転環境の影響を強く反映したものとなる。したがって、道路計画者の立場で道路交通をうまく運用していくためには、想定する交通特性に加え施設の設計の果たすべき役割が大きい。このような点から、道路交通施設の設計には、図1に示すように、1) 運転者の行動メカニズムの把握、2) 道路交通施設周辺の交通挙動の推定、3) 走行安全性からみた交通運用状況の評価の3つのプロセスが含まれるべきと考える(図1参照)。

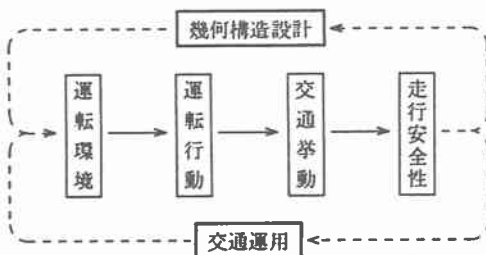


図1 道路の幾何構造設計の位置づけ

本研究では、交通挙動に占める運転者の意思決定行動の影響が大きいと考えられる高速道路流入部を取り上げ、流入部幾何構造に関するいくつかの設計変数について、走行安全性と対応づけたその設定方法を構築する。なお、以下では紙幅の制約上、設計法の概略と簡単な数値例について説明する。

### 2. 流入部幾何構造設計の考え方

流入部は基本的に道路本線と加速車線で構成されており、それぞれ車線数、設計速度といった特性をもつため、その組み合わせや接続方式によって特徴づけられている。流入部の設計要素となる幾何構造要素についても本線に関するものとランプに関するものに分類でき、その組み合わせとして一つの流入部が設計される。しかし、現行の設計基準には個々の設計によって確保される走行安全性の水準が記述されておらず、両者が明示的に対応づけられているわけではない。これは確保すべき走行安全性の指標を何に求め、どう設定するかという考え方が確立されていないためと推察される。

流入部では流入車と本線車の走行軌跡が錯綜するため、通常の単路部に比べ走行安全性は低いと考えられ、中でも車両追突・接触といった流入車の運転行動が影響すると考えられる事故の割合が大きい。そこで、本研究では流入部設計と走行安全性を対応させるため、1台ごとの流入車に注目し、流入車ドライバーの運転行動の推定と、本線車の追突事故リスクでみた走行安全性の定量化を行う。そして、流入部幾何構造の設計変数の中から、加速車線長と流入部視距の2つを取り上げ、そのひとつの設定法を提案する。

### 3. 流入車ドライバーの運転行動の推定

著者らは流入挙動をギャップアクセプタンス挙動とみなし、「流入すべきギャップの選択」と「そのギャップに流入するための加速継続時間の選択」からなる二段階流入行動モデルを提案している<sup>2)</sup>。このモデルは流入車の行動の影響要因として、設計変数である加速車線長と流入部視距を考慮しており、流入部の設計条件とドライバーの運転行動を対応づけて説明しているため、本作業に有効であると考えられる。よって、本研究ではこのモデルを用いて走行安全性を定量化する。

### 4. TTC による走行安全性の定量化

本研究では、流入車の運転行動が直接影響する事故ケースである、本線車の流入車への追突事故の危険性を取り上げ、これを事故リスクとする。このような事故は流入部における基本的、典型的な事故ケースであり、まず、考慮にいれておかなければならない。また、ある流入車による無理な合流が、周辺の交通流

に波及効果を与え、周囲の車との間で事故につながる危険な状態が生じるケースが考えられる。このような波及効果を全て考慮に入れることは容易ではないが、その発端となる流入挙動がこの危険性を強く支配しているため、ここでは、流入時の追突のみに限定して検討を加える。

流入部における追突事故の危険性を個々の流入車ごとに見た場合、最も危険な瞬間は流入車が本線に流入した直後である。このような状況に内在する潜在的な事故の危険性の大きさを示す指標のひとつとして、次式で表される TTC (Time to Collision)<sup>3)</sup>がある。

$$TTC[s] = \frac{\{\text{後続車との車間距離}\} [m]}{\{\text{後続車の相対速度}\} [m/s]} \quad (1)$$

TTC は車間距離を相対速度で正規化した指標であり、相前後して走行する 2 台の車両がそのままの速度で走行した場合、何秒後に追突事故が発生するかという危険が切迫した程度を表している。以下では、TTC を指標とした走行安全性の評価を行う。

TTC はその値が小さくなればなるほど危険となるため、TTC がある危険な値以下になるような状況がどれぐらいの割合で起こっているかを観測すれば、流入部の事故リスクを適切に評価できると考える。そこで、運転行動モデルの出力である流入確率から TTC 分布を算定し、TTC の超過確率を流入部の安全性評価指標とする。以後、TTC が  $n$  秒以下となる確率を  $n$  秒超過確率  $F(n)$  と呼ぶ。

## 5. 提案する設計法

設計変数のある組み合わせに対して走行安全性の評価指標である TTC の超過確率  $P$  が 1 つ求まる。したがって超過確率の許容値  $P_0$  が与えられると、しかるべき走行安全性を確保する設計変数値の組み合わせを得ることができる。このプロセスを示したものが図 2 である。

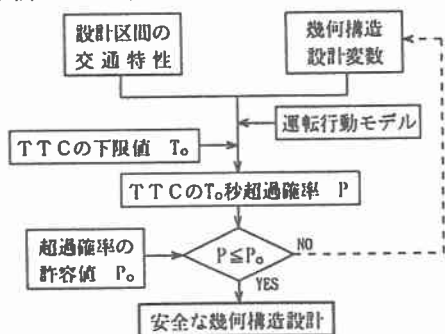


図2 提案する設計法の概要

## 6. 流入部設計の数値例

本線の設計速度が 100 [km/h]、ランプの設計速度が 50 [km/h]、本線の設計交通量が 1,000 [台/h] であるような高速道路流入部の設計を想定した。このときの設計変数 (加速車線長と流入部視距) と 3 秒超過確率との関係を示したものが図 3 である。

本図より、加速車線長、流入部視距ともに事故リスクと密接な関係にあることが確認できる。超過確率の許容値  $P_0$  を 0.15 とすると、所定の安全性を満たす加速車線長  $L$  [m] と流入部視距  $h$  [m] の組み合わせは (100, 250), (150, 150), (150, 250), (200, 150), (200, 250) の 5 つであり、いずれも短い方が選好されるとするならば、(100, 250), (150, 150) の 2 つの中から選べばよい。確保できる視距が短い場合であっても加速車線長を長めにとることで所定の走行安全性が得られることに留意されたい。

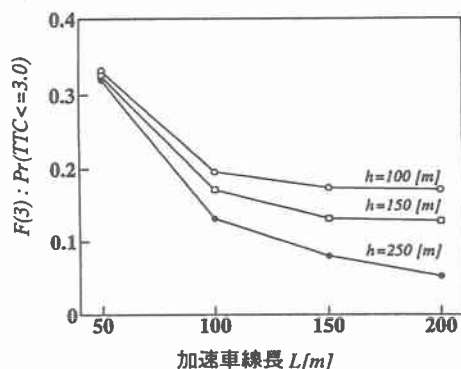


図3 加速車線長  $L$  と 3 秒超過確率  $F(3)$

## 7. おわりに

本研究で提案した流入部設計法では、運転行動モデルを介して運転環境としての施設の設計代替案が走行安全性に及ぼす影響を評価することが可能となった。また、設計変数の組み合わせを選ぶことができ、従来に比べ、より幅広い検討が可能である。

今後は超過確率の許容値の設定法等についても議論を深める必要がある。

## 〔参考文献〕

- 1) (社) 交通工学研究会：首都高速道路の分合流部における幾何構造と交通特性に関する検討, 1992.
- 2) 喜多 秀行・原田 裕司：流入タイミング調整行動を考慮した流入挙動モデル, 土木計画学研究・論文集, No.12, pp.673-679, 1995.
- 3) Hayward J.C.: Near-miss determination through use of a scale danger, Report TTSC 7115, The Pennsylvania State University, 1972.