

ドライバーの主観に基づく安全性と利便性を考慮した無信号交差点環境の評価

豊橋技術科学大学大学院 学生会員 加川 一 輝
豊橋技術科学大学大学院 正 会 員 廣 島 康 裕
豊橋技術科学大学大学院 学生会員 松尾幸二郎

1. はじめに

近年, 交通事故件数・死傷者数は減少傾向にあるが, 生活道路における事故減少率は小さい. その生活道路を構成する無信号交差点において重大な事故が多々発生しているため, 今後の改善が望まれている. そのような中で, 車両速度の抑制やドライバーの危険認知度を上昇させる様々な対策がなされているが, それらは時間損失増加, ドライバーの精神的負担増大といった側面も有している. つまり, 交通事故対策による安全性の向上には, ドライバーの利便性の低下が伴う可能性がある. ところが, 無信号交差点を対象とした交通事故対策の評価に関する既往研究では, 安全性向上効果のみに着目したものがほとんどであり, 対策評価において利便性をも考慮した研究は少ない状況にある.

そこで本研究では, 安全性と利便性を考慮した無信号交差点環境の評価指標として知覚コストを提案する. そして, この指標を無信号交差点の環境条件(視距, 道路幅員等)により推定するモデルを, 車両走行実験により取得した運転挙動データをもとに構築する. さらに, このモデルを実際に無信号交差点に適用した場合, 一般的なドライバーはどれほどのコストを知覚しているのかを明らかにし, 交差点環境改善による効果の試算を行う.

2. 知覚コストモデルの構築

(1) 知覚コストの概要と運転挙動の仮定

知覚コストとは, ドライバーが無信号交差点通行の際に感じる安全性と利便性に対する負担意識を定量的に示す指標である. これは交差点の環境条件により変動し, ドライバーの運転挙動決定に影響を与えていると考える.

無信号交差点に進入するドライバーは, まず交差点環境条件を認知して危険性を知覚すると, 減速等の安全性確保のための危険回避行動をとる. 一方,

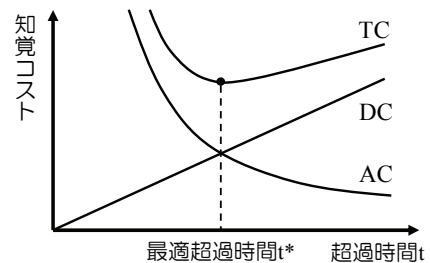


図-1 総知覚コスト TC 最小化の概念

ある時間内に目的地に到達する必要のあるドライバーは危険回避による過度な時間損失は避け, 利便性を優先した走行を行う. つまり, ドライバーは安全性と利便性のトレードオフ関係を考慮した上で総合的な意味での最適な運転挙動を決定していると考え. 本研究では, 運転挙動を示す指標として超過時間を用いる. これは, 交差点手前 20m 地点の速度で全く減速せずに通行した場合の交差点進入手前 20m 地点から奥 20m 地点(40m 区間)までの所要時間と, 実際にこの区間に要した時間との差で定義される.

(2) 最適運転挙動決定構造のモデル化

安全性に対する知覚安全性コスト AC (Accident Cost) は, 超過時間 t と交差点環境条件 E により規定され, 超過時間 t が増加すると知覚安全性コスト AC は減少すると考える (式 (1)). 一方, 利便性に対する知覚利便性コスト DC (Delay Cost) は, 超過時間 t とドライバーの時間価値 w により規定され, 超過時間 t の増加につれて利便性知覚コスト DC も増加すると考える (式 (2)). そして, それらの和である知覚総コスト TC (Total Cost) が最小となる超過時間 (最適超過時間) t^* を選択してドライバーは無信号交差点を通行していると考え (図-1, 式 (3), 式 (4)).

$$AC = AC(t, E) \quad (1)$$

$$DC = DC(t, w) \quad (2)$$

$$TC = AC + DC \quad (3)$$

$$t^* = \arg \min [AC(t, E) + DC(t, w)] \quad (4)$$

キーワード: 無信号交差点, 交通安全, 知覚コスト, 運転挙動

連絡先: 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1 TEL0532-44-6833 FAX0532-44-6831

(3) 知覚コストモデルの特定化

本研究で用いたモデルを式(5)に示す。知覚安全性コスト AC は、交差点環境条件 E と被験者特性 S の影響を受けつつ、超過時間 t の増加による曲線的な減少を仮定した。一方、知覚利便性コスト DC は、ドライバーの時間価値 w を係数として超過時間 t の増加による直線的な増加を仮定した。これを展開すると、知覚総コスト TC が最小となる最適超過時間 t^* は式(6)のように表される。ここで α , β_i , γ_j , δ はパラメータである。

$$TC = \frac{\sum \beta_i \cdot E_i + \sum \gamma_j \cdot S_j + \delta}{t^\alpha} + w \cdot t \quad (5)$$

$$t^* = \left[\frac{\alpha}{w} (\sum \beta_i \cdot E_i + \sum \gamma_j \cdot S_j + \delta) \right]^{\frac{1}{\alpha+1}} \quad (6)$$

(4) パラメータ推定

最適超過時間 t^* を目的変数、交差点環境条件 E および被験者特性 S を説明変数とした非線形回帰分析により、パラメータ推定を行った(表-1)。ただし、 α は 1.0 に固定し、時間価値 w は簡単化のため 50 円 / (分・台) という値を用いている。

パラメータ推定の際に用いた最適超過時間 t^* は車両走行実験により取得した運転挙動データをもとに算出したものである。この実験は、セーフティレコーダ搭載車両で 5 人の被験者 (A~E) が図-2 に示す実験コースを 4 回ずつ走行するもので、全 19 箇所 (全 47 進入方向) の無信号交差点通行時の運転挙動データを取得している。

3. 知覚コストモデルによる環境改善効果の試算

図-3 は、交差点 8 に知覚コストモデルを適用し、現状、一通規制を行った場合、視距を拡大した場合およびそれら両方を実施した場合の知覚総コスト TC の変化を優先側と非優先側とに分けて示したものである。両施策を行うことで優先側・非優先側ともに 1 走行あたり 1 円程度の知覚総コストが減少することが分かる。このように知覚コストモデルを用いることで、無信号交差点の環境改善効果を定量的に示すことが可能になる。

4. おわりに

本研究では、車両走行実験により取得した運転挙動データを用いて、安全性と利便性を考慮した知覚コストモデルを構築し、ドライバーの主観に基づい

表-1 パラメータ推定結果

説明変数		優先側		非優先側	
		偏回帰係数	t値	偏回帰係数	t値
通行車道幅員 E_1 (m)	(β_1)	-0.968	-4.61	—	—
交差道路幅員 E_2 (m)	(β_2)	—	—	2.15	2.98
交差点手前10m地点の視距 E_3 (m)	(β_3)	-0.107	-5.65	-0.0979	-4.25
一方通行規制ダミー E_4	(β_4)	-1.05	-5.73	-1.73	-2.78
被験者Bダミー S_1	(γ_1)	—	—	5.34	6.61
被験者Dダミー S_2	(γ_2)	2.47	9.40	—	—
被験者Eダミー S_3	(γ_3)	1.46	6.21	—	—
定数		4.08	5.24	5.06	1.30
決定係数 R^2 (サンプル数)		0.329 (217)		0.260 (240)	



図-2 実験コースと交差点番号

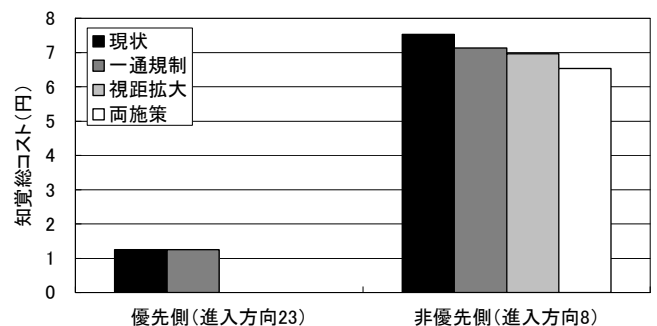


図-3 環境改善による知覚総コスト TC の変化例
 て無信号交差点環境を評価する方法を提案することができた。しかし、走行実験での運転挙動は、普段の挙動とは異なる可能性があるため、観測調査を実施することで、より現実に近いデータを用いたモデルの構築を行う必要があると考えている。

参考文献

- 1) 松尾幸二郎, 廣島康裕, 中西仁美: 安全性と利便性のトレードオフ関係を考慮した安全対策評価のための運転挙動分析モデル, 土木計画学研究・論文集, vol. 25, no. 4, pp. 989-996, 2008.
- 2) 鈴木弘司, 藤田素弘, 小塚一人, 串原善之: 利用者のリスクテイキング/回避行動を考慮した信号交差点の運用評価に関する研究, 土木計画学研究・論文集, vol. 22, no. 4, pp. 853-862, 2005.