

H08203 小野田 雄起
指導教員 岩倉 成志

1. はじめに

首都高速道路はネットワーク密度が高く、ジャンクション(以下、「JCT」という)が連続して配置される構造が多くみられる。このような区間では、ウィービング(織り込み)挙動を余儀なくされ、突発的な車線変更や急ブレーキ、急加速といった交通事故と関連が高い事象が発生する。こうしたコンフリクトの危険性を表現するため、TTC や PICUD といった指標が提案されているものの、どちらも一次元的指標であるため、ウィービング区間における二次元的コンフリクトの危険性の評価には限界があると考えられる。

そこで本研究は、首都高速道路のウィービング区間を対象に交通挙動を調査し、TTC と PICUD の再現性を検証することで、コンフリクト指標の課題点を明確にするとともに、この課題を改善するコンフリクト指標の必要性を検討することを目的とする。

2. 対象路線とデータ収集

対象区間は、首都高速道路 5 号池袋線(上り線)と中央環状王子線(内回り)の合流部ソフトノーズ上流 22m から熊野町 JCT 分流部ソフトノーズまでの 432m とする。この区間は、中央環状新宿線(熊野町 JCT ~ 大橋 JCT)が延伸したことにより交通量が増加しており、車線変更を行う車両が多いという特徴を有している。対象区間のイメージ図を図 1 に示す。

また、交通挙動データは、ビデオ画像より取得した。ビデオ撮影は、2011/8/23、9:15~16:15 に行い、交通量、車線変更位置・回数を判読するとともに、Move-tr/2D 7.0 を用いて車両の時系列位置座標を特定することで、速度と加速度を計測した。

3. 対象区間の交通状況分析

板橋 JCT ソフトノーズ上流 14m の断面で中央環状王子線と 5 号池袋線の片側断面交通量とビデオ画像より交通密度を算出した。

9:15 の時点では非渋滞流であり交通密度は 46~90

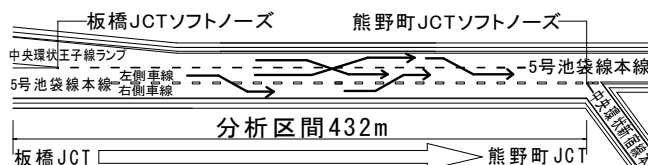


図 1 分析区間イメージ図

台/kmであったが、10:45 頃より 5 号池袋線の熊野町 JCT 下流より渋滞が延伸し、交通密度が増加した。

10:50 に 155 台/km となり、11:35 には最も高い 175 台/km となった。この時刻の片側断面交通量は 945 台/15 分となった。13 時頃には再び非渋滞流となった。

非渋滞時と渋滞時の地点別車線変更台数を、図 2、図 3 に示す。非渋滞時、渋滞時ともに中央環状王子線から合流する車両は、板橋 JCT ソフトノーズから 75m までの区間に集中しており、その後左側車線から右側車線(中央環状新宿線ランプ側)へ車線変更する車両が目立った。渋滞時は非渋滞時に比べ合流位置が板橋 JCT 側へ変化しており、中央環状王子線ランプから合流する車両は板橋 JCT ソフトノーズから 10m に集中していた。

板橋 JCT ソフトノーズを起点として、位置別車線変更台数を判読した結果を図 4 に示す。板橋 JCT ソフトノーズから 190m の位置で、85%の車両が車線変更を終えている。グラフの傾きより、特に車線変更が多く発生していた位置は、板橋 JCT ソフトノーズから 60m までの区間であった。

4. 既存コンフリクト指標による危険度評価

既存コンフリクト指標である TTC と PICUD を用いてウィービング区間における車線変更挙動の危険度評価を試みる。両指標の概要を以下に示す。

(1) TTC (Time-to-collision)

追従状態の 2 車が、速度と方向を保っているとき、後方車両が前方車両に追いつくまでの時間。

$$TTC = \frac{S}{V_2 - V_1}$$

S: 先行車両と後続車両との距離
V₁: 先行車両の速度 V₂: 後続車両の速度

(2) PICUD (急減速時追突危険性指標)

先行車両が急減速した際、後続車両が遅れて急減速し停車したときの相対位置。衝突の回避可否を表わす。

$$PICUD = \frac{V_1^2}{-2a_1} + S_0 - \left(V_2 \Delta t + \frac{V_2^2}{-2a_2} \right)$$

V_1 : 先行車両の減速開始速度

V_2 : 先行車両の減速開始時の後続車両の速度

S_0 : 先行車両減速時での後続車両との距離

Δt : 反応遅れ時間 a_1 : 先行車両の減速度 a_2 : 後続車両の減速度

(3) コンフリクト指標の算出

これらの指標は一次元の指標であるため、今回対象とする車線変更時では車両間の横方向距離が最小になった地点を追従開始と見なした。

分析対象時間帯は、非渋滞時 15 分(16:00~16:15)、渋滞時 15 分(11:00~11:15)とし、分析対象区間は車線変更台数が特に多い板橋 JCT ソフトノーズから 80m 地点までとした。

両指標を算出するに当たり、既存研究より危険と判断する閾値である限界 TTC を 2 秒、PICUD の加速度を乾いたアスファルト上でのタイヤの摩擦係数 0.7 を用いて -6.86m/s^2 、反応遅れ時間を 1 秒とした。算出したコンフリクト指標値を用いて安全か危険かを判定し、判定結果を各交通事象、各交通状態で区分し表 1 に示す。

指標を算出した結果、TTC では、ほとんどの事象は危険と判定されなかった。しかしながら、PICUD では、全事象の 6 割が危険と判定された。

次に、板橋 JCT ソフトノーズ~熊野町 JCT ソフトノーズ間における 9:15~16:15 の車線変更において主観的に危険と判断できたもののうち、車両軌跡が計測可能な 12 ケースを用いて、TTC と PICUD で危険性が表現できるか検証した。算出方法は前述と同様である。算出の結果、TTC でコンフリクトを表現できたものはなく、PICUD では 6 ケース表現できた。

最後に、車両軌跡を再確認した結果、TTC では加速度が考慮できず相対速度に大きく依存している傾向があった。PICUD では前方車両の加速度が大きく車間距離が短い場合でも車両同士は離れていき危険性は低いと考えるが指標では危険と判定された。

以上のように、TTC、PICUD の判定割合が逆転すること、TTC、PICUD とともに主観的コンフリクトと整合しなかったことから、車線変更の危険度評価に

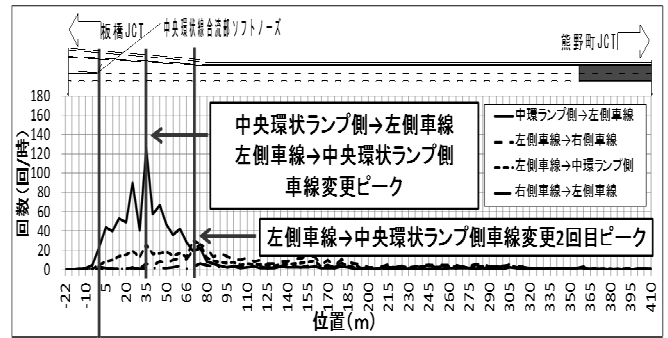


図 2 非渋滞時位置別車線変更回数

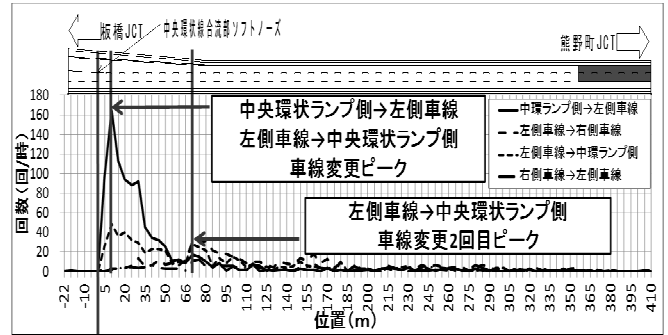


図 3 渋滞位置別車線変更回数

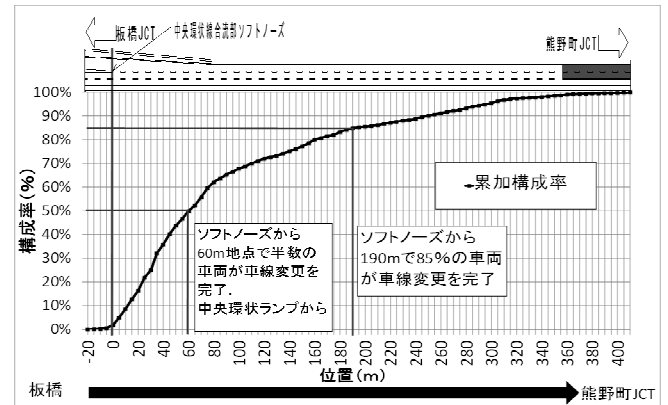


図 4 位置別車線変更回数累加構成率

表 1 既存コンフリクト指標算出集計結果

交通事象	指標	非渋滞時算出結果		渋滞時算出結果	
		安全	危険	安全	危険
ウィービング	TTC	100%	0%	100%	0%
	PICUD	44%	56%	17%	83%
車線変更	TTC	97%	3%	100%	0%
	PICUD	13%	87%	62%	38%

は限界があると考えられる。

5. まとめ

本研究では、ウィービング区間での交通状態の把握と、既存コンフリクト指標での危険度評価の可能性の検証を行った。その結果、車線変更中のコンフリクトが表現できるコンフリクト指標が必要であることが確認できた。今後、新指標の提案とその精度の検証を行う予定である。

謝辞。(株) 道路計画の野中康弘氏、石田貴志氏に多くのアドバイスを頂いた。ここに感謝いたします。