

積雪寒冷地域における高速道路の追従走行の特性

北海道開発局 開発土木研究所 近江 隆洋
北海道開発局 開発土木研究所 下條 晃裕
北海道開発局 開発土木研究所 浅野 基樹

1. はじめに

北海道は国土面積の2割を占める広さに複数の都市圏に分散して居住する広域分散型社会を形成しており、地域間交流を活発に行うために高規格幹線道路の整備・延長が必要不可欠である。整備のスピードと投資的制約から近年、大部分が暫定的に2車線による整備が行われている状況にあります。暫定2車線における交通流は低速車両を先頭に追従車が連なり車群が形成されると同時に追い越し機会を減少させサービス水準が低下する。この追従時の車間距離・車頭時間はドライバーあるいは路面状況により様々に変化し、特に積雪寒冷地域では冬期の摩擦係数の低下に伴い、夏と同じ追従挙動でも冬期は事故のリスクが高い挙動になることも考えられる。本文では追従走行の実態をHCMの最小車頭時間及び追突安全指標を用い、北海道の高速道路の交通流特性を分析した。

2. 調査方法

調査箇所は道央自動車道のうち、4車線区間として砂川市、2車線区間として深川市の2カ所を選定した。観測内容の同一化を図るため縦断勾配のない直線部を選択した。撮影には道路施設外からビデオカメラにより行い、9時から12時までの4時間交通流を測定した。本文では夏期に車頭時間が5秒未満、冬期で6秒以下を追従車両とした。また、暫定2車線区間との比較のため4車線区間では走行車線を分析の対象とした。

表-1 観測概要

車線構造	地点	観測日	路面状況	規制速度(km/h)	調査台数(台)	追従車(台)	追従率(%)
4車線区間	砂川	10月14日	乾燥路面	100	1591	722	45.4%
		2月7日	湿潤路面	50	1402	691	49.3%
		2月20日	圧雪路面	50	1387	689	49.7%
暫定2車線区間	深川	10月23日	乾燥路面	70	1156	604	52.2%
		2月9日	圧雪路面	50	627	294	46.9%
		3月3日	湿潤路面	50	675	323	47.9%

3. 交通特性

追従率を見ると無雪期の乾燥路面では暫定2車線区間が高く、冬期は4車線区間、暫定2車線区間で大きな違いはない(表-1)。図-1より車頭時間が6秒程度までは暫定2車線区間の度数が高く、それ以上では4車線区間が高くなる傾向にある。また暫定2車線区間では30秒以上

車頭時間が空く割合が夏期で10%、冬期で30%程度ある。従って暫定2車線区間では大きな車群を作り車群と車群の間隔が比較的長い傾向にあり。一方4車線区間ではある程度均一に車群が発生していると思われる。

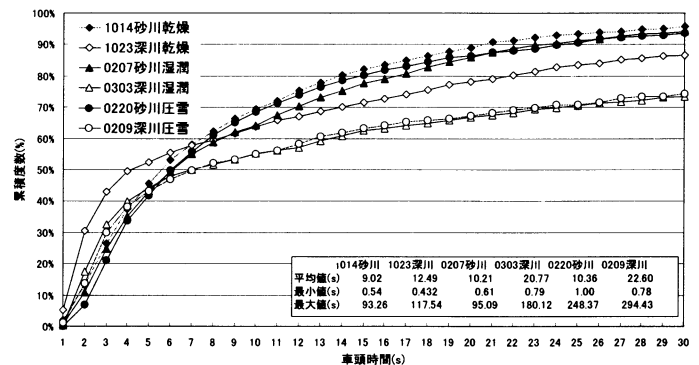


図-1 車頭時間累積度数分布

4. HCMによる車頭時間

HCM(Highway Capacity Manual)1]によれば、最小車頭時間は運転状況や交通状況に応じて最小0.5秒から最大2秒まで変化し、平均1.5秒と規定している。車頭時間1.5秒未満の車両を抽出し存在比率を求めると調査台数の2~18%、追従車の4~34%となり特に暫定2車線が高い(表-2)。また冬期では路面状況が悪くなるにつれて車頭時間1.5秒未満の存在比率が4車線区間では夏の3~6割減少する。暫定2車線区間では3~4割と減少するが、依然として追従車に占める率は10%以上の高い比率である。また、さらに危険な車頭時間を1秒未満とし、追従車の存在比率を見ると暫定2車線区間では0.6~9.8%と4車線区間の2倍程度高い。

表-2 1.5秒未満の存在比率

	t<1.5(内追従車)	t<1.5(内全車両)	t<1(内追従車)
1014砂川乾燥	13.4%	6.1%	4.2%
1023深川乾燥	34.3%	17.9%	9.8%
0207砂川湿潤	8.1%	4.0%	1.4%
0303深川湿潤	14.9%	7.1%	0.6%
0220砂川圧雪	3.8%	1.9%	0.0%
0209深川圧雪	11.2%	5.3%	2.7%

5. 追突安全指標

追突安全指標Rci(Rearend colligion index)は、先行車が急制動した事象で追従車とその事象に気づき、ハン

ドル操作の危険回避をとらずに、フルブレーキで減速することと仮定し、式(4.1)、式(4.2)で定義する。

$$S = \left(L + \frac{V_0^2}{2gf} \right) - \left(V_1 t_1 + \frac{V_1^2}{2gf} \right) \quad [S \leq 0] \cdots (4.1)$$

$$Rci = \frac{L + \frac{V_0^2}{2gf}}{V_1 t_1 + \frac{V_1^2}{2gf}} \times 100(\%) \quad [Rci \in S \leq 0] \cdots (4.2)$$

L ; 車間距離(m)、 V_0 ; 先行車の走行速度(m/s)、 V_1 ; 追従車両の走行速度(m/s)、重力加速度 $g(m/sec^2)$ 、

t_1 ; 反動時間1(s)、 t_2 ; 反応時間2.5(s)、摩擦係数 f (乾燥路面 $f=0.8$ 、湿潤路面 $f=0.6$ 、圧雪路面 $f=0.2$)

式(4.1)で追突の有無を判別し $S \leq 0$ であれば追突とみなし、追突するまでの距離を算出し、制動停止距離で基準化しRciが得られる。

6. Rciの走行特性 (図-2、図-3参照)

6.1 乾燥路面

4車線道路ではRciが52~67%の狭い範囲に集中し、中央値は60%位である。Rci対象車に車頭時間が1.5秒未満のデータが83%含まれる。また、追従車両に対する割合は12.2%である。衝突までの時間は2~4秒程度と安全なマージンがとれているかどうかは必ずしも言えない。そのため危険性の高い挙動が車群の中に含まれていると考えられる。

暫定2車線では4車線道路よりもRciが55~65%の狭い範囲に集中し、中央値は60%程度である。暫定2車線では車頭時間が1.5秒よりむしろ1秒未満の車両が84%あり、1.5秒未満の車両も相対速度はほぼ0に等しい。また衝突速度は10~60km/h程度で衝突時間は2~4秒位で安全に回避できるマージンがない。従って、交通流別では暫定2車線の追従車の方が危険性が高いと考えられる。

6.2 湿潤路面

湿潤路面では道路構造に大きな違いはなくRciが55~75%の範囲にあり、中央値は70%くらいである。またRciに該当するうち60%が車頭時間1.5秒未満の車両である。また追突までの時間は2~6秒と幅があり、追突速度も20~80km/hまで大きく変化している。

6.3 圧雪路面

圧雪路面ではRci値が55~85%の範囲にあり、中央値は4車線区間で75%、暫定2車線区間で80%であり大きくばらついている。暫定2車線では無雪期と同様に車頭時間が1.5秒未満が該当する車両うち50%と多いが、4車線区間ではその傾向は見られない。

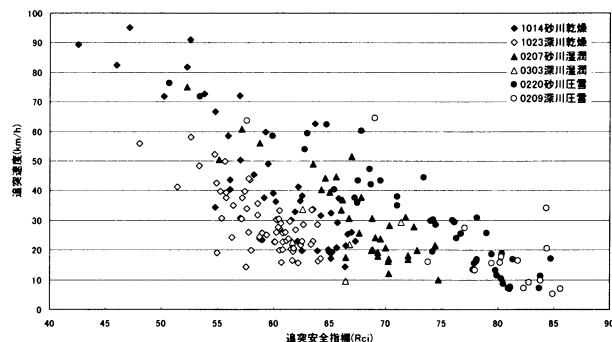


図-2 追突安全指標(Rci)と衝突速度

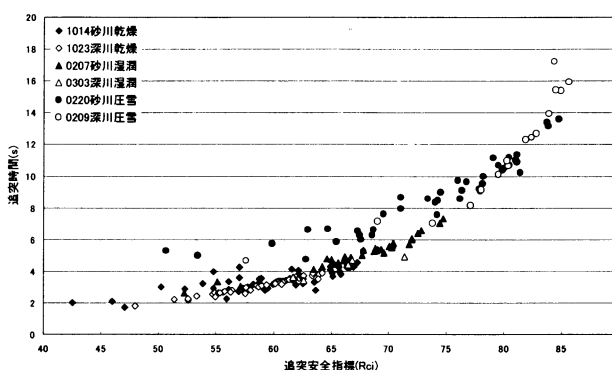


図-3 追突安全指標(Rci)と衝突時間

7. Rciに該当する車両と車頭時間1.5秒未満の車両との関係

表-3は追従車における車頭時間1.5秒未満の車両存在率とRci又は車頭時間1.5秒未満の存在率を示している。ほぼ同様な値ではあるが砂川の圧雪路面に関しては5%程度違う。これは、Rciの特性によるもので相対速度の高いデータが判別されたためである。それ以外はほぼ一致した結果となった。

表-3 Rci存在率

	t<1.5(内追従車)	Rci又はt<1.5
1014砂川乾燥	13.4%	13.30%
1023深川乾燥	34.3%	34.60%
0207砂川湿潤	8.1%	9.99%
0303深川湿潤	14.9%	15.48%
0220砂川圧雪	3.8%	8.85%
0209深川圧雪	11.2%	13.95%

8. まとめ

- ・車頭時間1.5秒未満の車両と追突安全指標から積雪寒冷地の追従特性を整理した。
- ・無雪期には指標は60%前後に集中し車頭時間が1.5秒より短い場合が多く、その傾向は暫定2車区間で大きかった。
- ・積雪期は指標が55~85%まで大きく散らばるが暫定2車線区間では無雪期と同様に車頭時間が1.5秒より短い場合が多い。

参考文献

- 1) 交通工学研究会;1965道路の交通容量p48-49