

2 車線道路における短い4車線区間の最適配置計画について

The best arrangement plan of four-lane road in two-lane road

北海学園大学大学院 ○学生員 深谷 勇気 (Yuuki Fukaya)
 北海学園大学工学部 正 員 堂柿 栄輔 (Dougaki Eisuke)

1. はじめに

多くの都市間を連絡する道路は、往復2車線道路の構造となっていることが多い。このような道路では、低速走行している車両の存在により、追従現象が発生する要因となる。また、追従現象が要因となり、交通渋滞へと発展することもある。これらのことが、ドライバーへの負担となっていることが多い。

この追従現象を減少させるための対策の1つとして、短い4車線区間を設置する方法があげられる。ここでいう、短い4車線区間とは、車群の分散、安全な追い越し区間の必要箇所数の提供及び低速車両による障害を除去する目的で、2車線道路に沿って設置する道路のことである。

本研究では、低速走行車によって発生する追従現象に着目し、2車線道路のうちの片側1車線に短い追い越しのための区間を設置した場合における効果についてシミュレーションによる解析を行った。また、往復2車線道路における追従行動やドライバーの「不快感」や、短い4車線区間の設置による追従行動や追い越し行動の変化を定量化した。さらに、短い4車線区間の設置数や設置場所変えることによる、追従行動や追い越し行動の変化についても比較・検討した。そして、短い4車線区間の最適配置計画について提案することを目的とする。

2. 道路・交通状況

平成9年の北海道における国道及び道道の総延長は約18,300kmである。そのうち2車線道路は約16,400km¹⁾であり、道路全体の約90%という大部分を占めていることになる。

また、1999(平成11)年に全国で起きた交通事故による死者数は、8,681人であった。このうち、最も多かったのは車両相互による死亡事故で、全体の36%にあたる3,118人であった。²⁾

これらのことから、都市間道路では、追従現象が起ると、追い越しする事が難しく、長時間、追従走行を強いられることになる。このことにより、ドライバーに大きな「不快感」を与えているものと思われる。そして、この「不快感」が無理な追い越しなどによる、危険な運転を引き起こし事故に結びついていると考えられる。

都市間道路が、余裕を持って追い越しすることができる環境に改善されることで、車両相互による交通事故が減らすことができると考えられる。

3. シミュレーションの設定条件

4車線区間を2箇所を設置した場合(ケース2)の例を図-1に示す。また、シミュレーションの設定条件を表-1に示し、以下に補足を加える。

3.1 速度・交通量に関する条件

(1) 設定平均速度

正規乱数により発生させる。ただし、設定最低速度を下回るものは再度発生させ直す。これは、設定最低速度を設定しなかった場合、極端な低速走行車が発生するためである。極端な低速走行車が実際に発生するのは、故障などの特殊な状態であることが多いと判断し排除した。

(2) 交通量

国道238号線 網走市卯原内(常呂～大曲間)の12時間交通量(両方向)を用いた。この区間は、総延長約29.4kmとシミュレーション区間とほぼ一致しており、交通量としても、4748台と少ない値ではないと判断したためである。また、区間延長25km以上の道路の12時間交通量の上位10箇所の平均は、5348台であった。

3.2 道路に関する条件

(1) 車線数

往復2車線道路のうち、短い4車線区間以外での追い越しをしないと設定したため、片側1車線のみについて



図-1 短い4車線区間の設置例(ケース2)

シミュレーションを行った。また、曲線部による速度低下を考慮していないため、直線道路とした。

(2) 総延長

都市間道路のうち、12 時間交通量に対する区間延長の上位 10 箇所における区間延長の平均は 29.6km であるため、30km と設定した。

(3) 短い 4 車線区間の総延長

道路構造令では、追い越し視距に必要な長さは、1 分に 1 回少なくとも、3 分に 1 回必要としている。また、全長に対する割合としては、10%～30%となっている³⁾。この値には対向車の存在も考慮されているが、本研究では対向車については考慮する必要がないため、全長に対する割合を 15%と設定した。

(4) 車線幅員

車線幅員が走行速度に影響を与えないと考えられる最小の幅員である 3.25m を採用した。

表 1. シミュレーションの設計条件

項目	細目	内容
速度・交通量	発生速度	設定 平均速度 標準偏差
		V=60km (正規乱数による) $\sigma=10\text{km/h}$
	発生速度	設定 最低速度
		$V_L=50\text{km/h}$ (V_L 以下の速度は 再度乱数を発生させる)
	発生台数	N=100台
	発生時間間隔	ポワソン乱数による
道路条件	交通量	4847台/12h・両方向 (国道238号線)
	車線数	片側1車線の直線道路
	総延長	L=30km
	短い4車線区間の総延長	総延長の15%とする ($L_1=4500\text{m}$)
	短い4車線区間数	nカ所(等間隔で配置)($n=0\sim10$)
	短い4車線区間の車線長	$L_{1n}=0$ ($n=0$) $L_{1n}=L_1/n$ ($n=1\sim10$)(1カ所当たり)
	短い4車線区間までの長さ	$L_{2n}=(L-L_1)/(n+1)$ ($n=0\sim10$)(1カ所当たり)
	交差点	なし
	信号制御	なし
	流入	なし
	流出	なし
	車線幅員	W=3.25m
追越挙動	追越条件	追い越し場所 追い越し開始位置 追い越し速度
		短い4車線内のみとする 短い4車線の始点から区間内の追越が完了できる位置までとする 発生速度と走行速度の差が 5km/h以上とする
	台数の制限	なし (一度に複数台の追い越しを許可する)
	加減速	追越 最高速度 加速時間
		走行速度の1.50～1.66倍と、 希望速度のうち大きいものとする 6～8秒の範囲内
		追越 完了時間
		追い越し開始から 15秒以内

3.3 追い越し挙動に関する条件

(1) 追い越し完了時間

道路構造令では、加速時間は 2.9s ～ 4.5s、その後 9.3 s ～ 10.4s で追い越しを完了するとなっている³⁾。この値は、実測に基づいたものなので、この値の最大値となる、14.9s (≒ 15s)を追い越し完了までに必要な時間と設定した。また、この値は、1 台を追い越すために必要となる時間であり、複数台を追い越すためにはより多くの時間が必要となる。

(2) 加速時間

追従状態からの追い越しに要する時間である。、追い越し完了時間内で追い越しを終わることができるように算出し設定した。

(3) 追い越し最高設定速度

追い越し時における最高速度の設定である。加速時間の範囲内で収まる追い越し速度の倍率を算出したところ、3/2 ～ 5/3 倍となった。

4. シミュレーションによる指標の設定と評価

4.1 評価指標について

評価指標の種類と内容について表－2 に示す。

(1) 回数および台数

追従と追い越しの延べ回数および台数である。追従で 3 パターン、追い越しで 2 パターンある。

・追従パターンⅠ

1 台が 1 台に追いつく場合である。この場合、回数・台数ともに 1 が加算される。

・追従パターンⅡ

2 台が 1 台に追いつく場合である。この場合、すでに追従しているので、パターンⅠのように、回数・台数ともに 1 が加算されている。さらに、追いつくことにより、回数では 2 回 (2 台分)、台数では 1 回 (1 台分) がさらに加算される。複数台が追いつく場合、このパターンが適用される。

・追従パターンⅢ

1 台が 2 台に追いつく場合である。この場合でも、すでに追従状態にあるので、パターンⅠのように、回数・台数ともに 1 が加算されている。さらに、追いつくことにより、回数・台数ともに 1 回 (1 台分) が加算される。複数台に追いつく場合、このパターンが適用される。

・追い越しパターンⅠ

1 台が 1 台を追い越す場合である。この場合、追い越し回数・追い越し台数ともに 1 回 (台) が加算される。

・追い越しパターンⅡ

1 台が 2 台を追い越す場合である。この場合、追い越し回数に 1 回、追い越し台数に 2 台が加算される。複数

表 2. 指標の種類と内容

指標	内容
回数および台数	追従と追い越しのべ回数(区間別)
	追従と追い越しの台数(区間別)
時間	追従走行時間と自由走行時間(区間別)
速度	区間別または、原点からの平均走行速度と、 区間変位地点の平均地点速度
速度差×時間	各時間ごとまたは各距離ごとの
速度差×距離	希望速度と走行速度の差の総和

台追い越す場合、このパターンが適用される。

(2) 時間

自由走行を行っている時間と追従走行を行っている時間である。この指標により速度低下による損失時間が分かる。自由走行を行っている時間が長いほど、値は小さくなる。

(3) 速度

走行速度と地点速度である。

走行速度は、区間毎および基点からについて求めている。この指標により、区間による速度の変化や各地点における速度の変化の様子が分かる。自由走行を行っているほど、走行速度と地点速度の差は少なくなる。

(4) 速度差×時間および速度差×距離

速度低下が起きると、希望速度と実際の速度には差が生じる。

この差が生じている時間または距離に速度差を掛け合わせるにより、ドライバーの不快感を直接的に表す指標となる。追従現象が少ないほど、値は小さくなる。

4.2 指標の評価

ケース2の場合における指標の出力結果を図-2～図-7に示す。

(1) 台数と回数

図-2は、各区間毎の追従回数について、図-3は各区間毎の追従台数の関係を区間別に表したものである。追従、追い越し共に走行距離が長くなるほど回数や台数が減少していく傾向があることが分かる。

(2) 時間

図-4は、各区間毎の自由走行時間と追従走行時間について示したものである。一般区間でみると、追従走行時間は徐々に減少し、自由走行時間が増えている事が分かる。また、短い4車線区間では、常に自由走行時間の割合が高くなっている。

(3) 速度

図-5は、走行距離による起点からの走行速度、区間別走行速度および各地点における瞬間速度の平均値について示したものである。地点走行速度では、短い4車線区間を終えた地点では、走行速度が回復していることが分かる。また、区間別走行速度についても、大幅な回復がみられる。基点からの走行速度では、最初の4車線区間を過ぎた時点から徐々に回復し、一般区間においても走行速度の回復が見られた。

(4) 速度差×時間と速度差×距離

図-6は区間別の速度差×時間の値を区間長で除したもの、図-7は区間別の速度差×距離を区間長で除したもので、区間別の1m当たりの速度差×時間(距離)を表してある。また、速度差を用いていることから、この指標はドライバーの「不快感」を表しているといえる。どちらのグラフも、ほぼ同じ形を示した。速度差を用いてのにもかかわらず追い越しが可能な短い4車線区間においても値がでている。これは、追い越しを行うための条件として、走行速度と希望速度の間に5km/h以上の速度差を必要としたためである。つまり、追い越し区間の値は解消する事ができなく、一般区間との差が解消する事ができる追従行動ということになる。このことを考

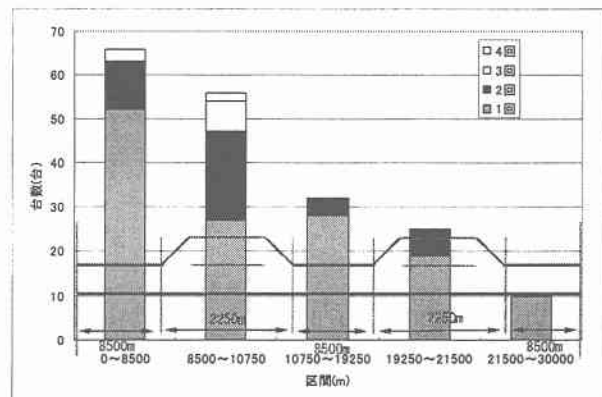


図-2 追従回数と台数

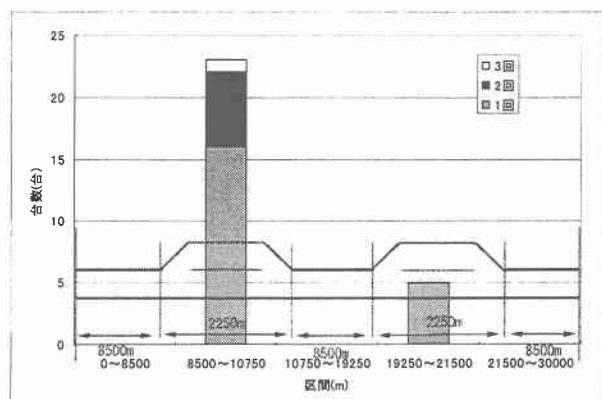


図-3 追い越し回数と台数

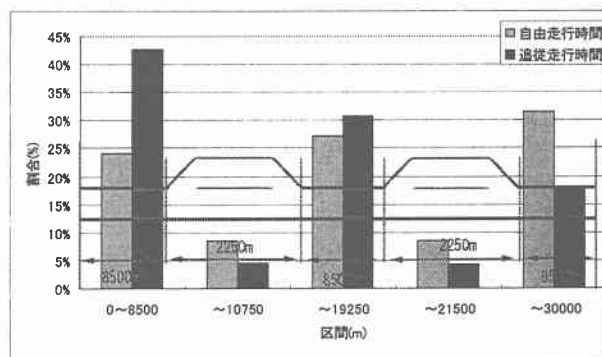


図-4 区間別自由走行時間と区間別追従走行時間

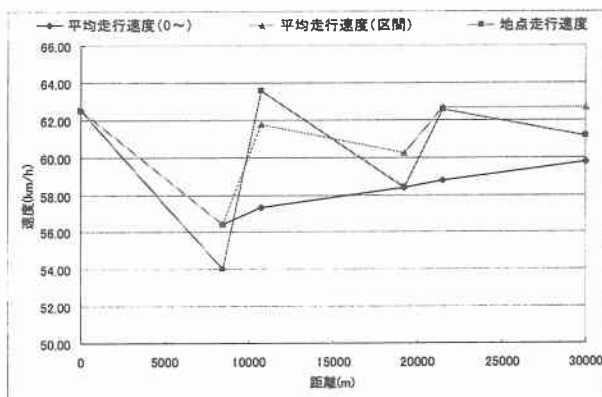
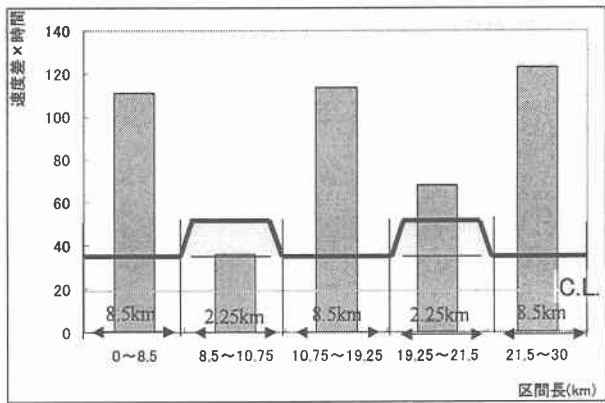
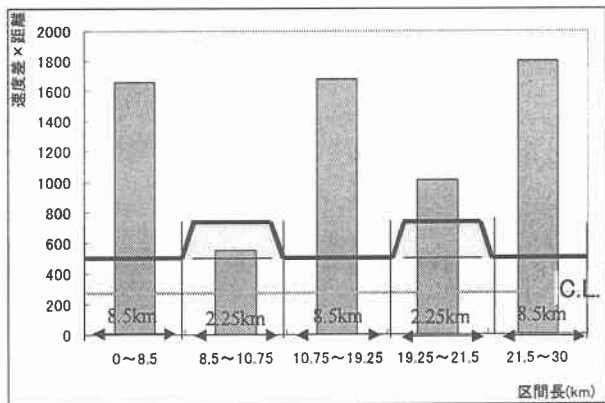


図-5 距離と各速度

慮すると、追い越し区間を設置することで、不快感は大幅に減少し、距離が長くなると解消できない不快感が次第に多くなってくる。



図－6 速度差×時間の区間別平均



図－7 速度差×距離の区間別平均

4.3 総合評価

表.3は、ケース0～10の11種類についての指標をまとめたものである。追従回数は、30km 走行する間に起こった追従の回数、追越台数は 30km 走行する間に追い越した台数、時間は 30km を走行するのにかった時間（分）、速度は 30km を走行するのにかった平均走行速度 (km/h)・速度差×時間は 30km 走行後の平均値となっている。

この表によると、追従回数の指標ではケース8が、追い越し台数ではケース7が最も大きくなっている。また、時間の面ではケース5～ケース7が最も短い時間を示しており、速度では、ケース5とケース7が最も速いという結果になった。さらに、速度差×時間の指標では、ケース7が最も小さく次いでケース5が小さい値をしめした。

このことから、追従回数では、ケース8の約6割程度であるが、その他の指標では、ケース7が効率が良いことを示した。よって、30km の区間では、ケース7のように 3.187km おきに 642.9m の短い4車線区間を設置することが最も効果的であるといえる。

また、ケース5のように 4.25km おきに 900m の短い4車線区間を設置したり、ケース6のように 3.642km おきに 750m の短い4車線区間を設置する場合でも、ほぼ同等の効果が得られるようである。

表－3 集計結果

	追従回数	追越台数	時間	速度	速度差×時間
ケース0	81	0	33.2	54.5	4940.5
ケース1	369	58	31.5	57.3	3213.2
ケース2	395	66	31.3	57.7	3003.4
ケース3	427	73	31.1	58.1	2721.9
ケース4	609	79	31.1	58.1	2715.5
ケース5	466	78	31.0	58.4	2580.3
ケース6	514	81	31.0	58.3	2614.7
ケース7	468	82	31.0	58.4	2534.7
ケース8	715	77	31.2	58.0	2806.3
ケース9	469	79	31.3	57.9	2867.1
ケース10	491	78	31.5	57.5	3133.2

5. おわりに

本研究では、都市間を結ぶ道路のうち、2車線道路を対象とし、シミュレーションを行うことにより短い4車線区間の設置効果について示したものである。要約すると次のようになる。

- a). 短い4車線区間を設置することにより、追従現象やドライバーに与える「不快感」は大幅に減少することができる。
- b). 短い4車線区間を設置することにより、速度や時間についても、大幅な改善がみられる。
- c). 短い4車線区間の数が増えるほど、ドライバーの追い越しによる負担はすくなくなる。ただし、多すぎると負担は大きくなる。
- d). 設定速度 60km/h において、30km の区間に短い4車線区間を設置するには、3187～4250m 置きに 643～900m の4車線区間を5～7個設置する。

HCM では、短い4車線区間の1箇所当たりの長さは、交通量や地形条件にもよるが約 1.6km ～ 2.4km が妥当としている⁴⁾。これは、本研究におけるケース2およびケース3に当てはまり、最適なものとしたケース5～ケース7とは、かけ離れたものになる。この違いは、HCM では、70 マイル/h (約 112km/h) という、シミュレーションの2倍に近い速度を用いているためだと思われる。

今後の研究課題として、設定平均速度を変えてシミュレーションを行う必要がある。また、交差点や信号制御については考慮しなかったが、実際には交差点や信号は存在している。さらに、道路勾配や曲線部によって、速度が低下することが知られている。よって、これらのことを考慮した場合における違いや、短い4車線区間の1箇所当たりの長さや配置場所を変えた場合における挙動の変化、また、シミュレーションが実際の現象とどの程度一致しているのかについて、検証する必要がある。

参考文献

- 1) 建設省道路局：平成9年道路交通センサス 一般交通量調査（全国道路交通情勢調査）、平成9年
- 2) (財)交通事故総合分析センター：都道府県別事故類型別死亡事故件数、平成11年
- 3) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用、pp. 254～261、1983年2月
- 4) 交通工学研究会：HIGHWAY CAPACITY MANUAL 1985 道路の交通容量、pp. 220～224、1987年2月