

歩・車混合交通における安全及び危険走行の定量的評価に関するシミュレーション分析

高知高専専攻科 学生員○長崎友紀
高知高専専攻科 学生員 久保田恭平

大林道路(株) 非会員 田所良太
高知高専 正会員 竹内光生

1. はじめに

近年の交通事故は、高齢者の関係した事故件数の増加がその特徴とされている¹⁾。安全で快適な歩行者空間の創意工夫の進んだ欧米諸国では、特に通行主体として主婦・子供・高齢者等の多い住居系地域において、車両通行領域の線形をジグザグまたは蛇行させて速度低減を図るシケイン(chicane)など物理的デバイスによるハード的手法が速度規制策として実施されている²⁾。我が国の一部の地域においても、欧米諸国を参考にこれらの物理的デバイスによる速度規制策が実施されつつある。

本研究は、歩・車混合交通の地域において、物理的に強制されない車両の運転者の配慮による安全で快適な歩行者空間の創出の可能性を検証するために、「安全な走行」は、歩行者追越し時にいつでも停止できるあるいは自転車並みの速度まで減速する走行と定義し、安全走行及び危険走行する運転操作をモデル化し、安全走行のために運転者が配慮すべき事項として認識する必要のある、1km走行所要時間や減速・加速回数の増加等の負荷量を、歩行者や対向車交通量をパラメーターとしてシミュレーション分析したものである。

2. 歩行者追い越し時の現状と理想のアンケート結果

歩・車混合交通を走行する車両運転者の体験アンケート調査³⁾では、歩行者追越し時の平均速度は、現状は36.7km/h、理想は24.8km/hであり、また、歩行者追越し時の平均横方向間隔は、現状は0.92m、理想は1.41mとしている。車両運転者も、理想の「安全走行」ではないと認識していることがわかる。

3. 安全走行と危険走行のモデル化

歩行者や対向車交通量の発生確率はポアソン分布に従うと仮定し、歩・車混合交通地域を対象とした安全及び危険走行のシミュレーションの流れ図を図1に示す。安全走行については、①車両はできるだけ規制速度(V_0)で走行する。しかし、前方歩行者発見時、自転車並みの速度(V_b)まで減速する。②歩行者を発見し、速度(V_b)まで減速後、前方追越し視距範囲内の対向車両の有無を確認、有の場合は歩行者の速度(V_p)まで減速し歩行者を追従する。無の場合は一定速度 V_b で歩行者を追越す(追抜く)。追い越し後、前方に歩行者が有の場合は上記を反復し、無の場合は速度 V_0 まで加速する。③自動車の加速度・減速度は道路構造令を参考に、車両運転者に不快感を与えない $0.2g$ ($1.96m/s^2$)一定とする。また、車両の危険走行については、上記の①において、 $V_b = V_0$ と定義した。つまり、前方歩行者発見時、前方追越し視距範囲内に対向車両が無ければ減速をせず制限速度 V_0 のままで歩行者を追越すこととした。対向車両有の場合は上記②と同様とする。

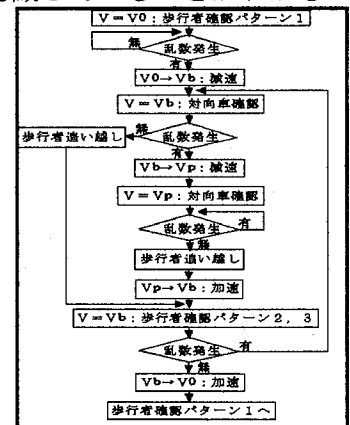


図1. 流れ図

4. シミュレーション分析

4.1 規制速度と交通量

シミュレーションの数値例は、表1に示すように、規制速度 V_0 を40, 30, 20(km/h)の3通り、対向車交通量を0, 100, 200, 300(台/h)の4通り、歩行者交通量を0, 20, 70, 100(人/h)の4通りの合計48通りとし、各反復回数は1000回とした。なお、自転車並みの速度 V_b は20km/h、歩行者速度 V_p は4km/hとした。最大密度は、対向車が20km/h、300台/hのとき15台/km、歩行者が4km/h、100人/hのとき25人/kmであり、住居系地域として、対向車交通量は比較的少なめに、歩行者交通量は比較的に多めに想定した。

表1. 規制速度と交通量の諸量

規制速度 V_0 (km/h)	40, 30, 20	48通り
対向車交通量(台/h)	0, 100, 200, 300	
歩行者交通量(人/h)	0, 20, 70, 100	

4.2 追越し視距

追越し車両の運転者が安全を確認すべき、追越しを開始する位置と前方の歩行者を間に挟む対向車

両との必要な間隔を追越し視距という。追越し視距の長いほど、特に道路への出入りの多い住居系地域においては突発的な事象に出会う危険性は高くなる。 V_0 を40km/h、 V_b を20km/hとする安全走行時の追越し視距は65.34mであるのに対して、 V_0 、 V_b を40km/hとする危険走行時の追越し視距は90.80mであり、約1.4倍となる。同様に、 V_0 が30km/hの場合の安全走行時及び危険走行時の追越し視距はそれぞれ54.45m、63.24mであり、約1.2倍となる。 V_0 が20km/hの場合は同じとなる。

4. 3 速度変化（加速と減速回数）

図2、図3は、対向車交通量100台/h、歩行者交通量100人/h、 $V_0=40$ km/h 走行反復時の、危険走行時と安全走行時の最大所要時間を示す場合の1km走行時の速度変化の事例を表している。横軸は走行所要時間、縦軸は走行速度である。右上がりの線は加速、右下がりの線は減速を表す。また、走行速度20km/hでの横方向に水平な線と走行速度4km/hからの加速の線は、歩行者追越し、走行速度4km/hでの横方向に水平な線は歩行者追従を表す。安全走行時の図3は、危険走行時の図2と比較して、車両運転者の負荷となる走行所要時間及び加速と減速回数の増加傾向を示している。

4. 4 減速回数と走行所要時間

図4、図5は、横軸を走行所要時間の負荷、縦軸を減速回数の負荷として、対向車交通量100台/h、歩行者交通量100人/h、 V_0 を40km/hと30km/hとした場合の危険走行時と安全走行時の相対的な分布位置の変化を示す。危険走行時と安全走行時の車両運転者の相対的な負荷は、規制速度が図4の40km/hから図5の30km/hの減少に合わせて近づいたことがわかる。規制速度が20km/hのとき負荷は同じとなる。

4. 5 走行所要時間の危険・安全走行時の統計的検定

表2は、対向車交通量100台/h、歩行者交通量100人/h、 V_0 を40km/hと30km/hとした場合の危険及び安全走行時の走行所要時間(sec)の平均値等を示している。表2において、規制40km/h・危険走行時平均値101.4secを μ_{40D} とすれば、他も同様に表現すると、有意水準95%で、 $\mu_{40D} < \mu_{40S}$ 、 $\mu_{30D} < \mu_{30S}$ となる。なお、添え字Sは安全走行時としている。

4. 6 交通量と走行所要時間

図6、図7は、横軸を歩行者交通量、縦軸を走行所要時間の負荷として、危険走行時と安全走行時の変化を示したものである。歩行者交通量の走行所要時間の負荷への影響は安全走行時の方が大きい。

5. まとめ

本研究は地域特性を考慮した、安全で快適な歩行者空間の創意工夫を課題としている。得られた結果の概要は次のようになる。①歩・車混合交通の地域において、本研究で定義した安全走行時には、走行所要時間と加速・減速回数が増加すること及びその負荷量を示した。②安全走行時の加速・減速回数の増加は、道路混雑時の車両の挙動に近づく傾向を示している。③歩・車混合地域を物理的デバイス実施地域と等しくするには、車両の運転者は、 V_0 を V_b に近づけることが理想である。

6. 参考文献 1)総務庁：平成11年版交通安全白書、2)警察庁交通局／建設省都市局・道路局：コミュニティ・ゾーン形成マニュアル、3)澤田良子、森岡誠、土木学会四国支部第6回技術研究発表会講演概要集、PP350-351、2000.5

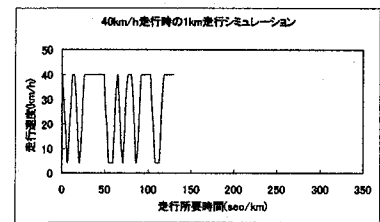


図2. 速度変化（危険走行）

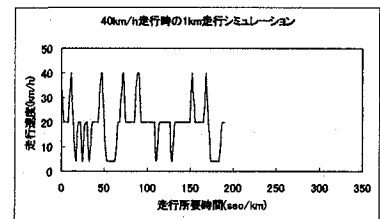


図3. 速度変化（安全走行）

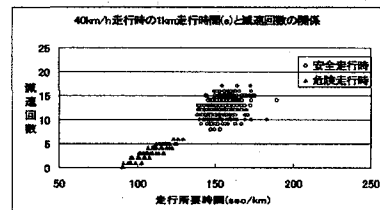


図4. 危険・安全40km/h走行

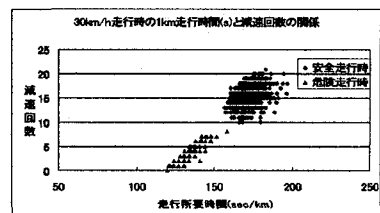


図5. 危険・安全30km/h走行

表2. 危険・安全走行所要時間の統計的検定

100台/h, 100人/h	規制 $V_0=40$ km/h		規制 $V_0=30$ km/h	
	危険走行	安全走行	危険走行	安全走行
データ数	1000	1000	1000	1000
平均値	101.4	152.7	129.8	170.9
標準偏差	7.6	6.5	6.2	6.2
最小値	90.0	138.6	120.0	156.5
最大値	129.6	189.4	158.1	197.0

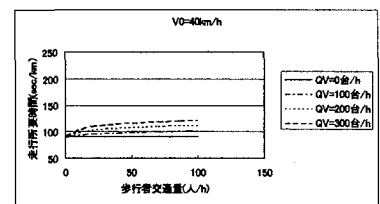


図6. 歩行者交通量の影響(危険)

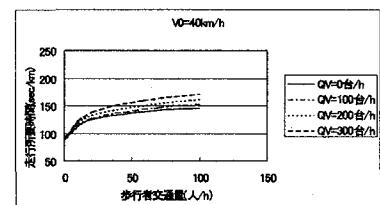


図7. 歩行者交通量の影響(安全)