

交通環境要因と交通事故発生の関係について

室蘭工業大学 正員 ○ 石井 遼一
室蘭工業大学 正員 斎藤 和夫

1. はじめに

道路交通工学の目的は、人および貨物がその出発点 (Origin) から目的地 (Destination) まで安全・快適かつ迅速に移動しうる交通システムを確立することにある。今日、国土開発の推進による道路網の整備拡充とモータリゼーションの拡大により自動車交通の役割は増大した。しかし、それと同時に交通事故の発生が深刻化し交通システムの安全性の確立は社会的要請となっている。

道路交通事故の発生は、人・車・交通環境の3つの系がかわりあつて生ずる。したがって、交通事故防止等の安全対策はこれら3つの系のそれぞれにおいて、それぞれの角度から検討が加えられかつ、総合的な解決へとアプローチされねばならない。道路交通技術者としてこの問題の解決に果すべき役割は、交通環境系に対する工学的立場からのアプローチによる解明である。交通環境系は、内的すなわち、交通の移動の場である道路施設と移動する交通そのものからなる環境と外的すなわち、道路をとりまく周辺の地理的要素や自然条件などからなる環境に分けることができる。この内的環境のうち道路施設の設計および管理の基本的な要素は交通量 (Traffic volume) と速度 (Vehicular speed) であろう。

著者らは先に、交通量と交通事故発生との関係を相対的な危険性の評価からその質的变化について分析をおこなった¹⁾。本稿においてはそれらにもとづき、主に交通環境要因である交通量・速度と交通事故発生との関係について考察を進め、その相関分析をおこなう。

2. 分析データ

分析データは、北海道の幹線道路システムを構成する一般国道道路線、昭和43年度総延長4124.8 km上で発生した人身事故10383件である。これは同年に北海道で発生した人身事故の約50%である。地域別発生状況は、市街地で63.4%、非市街地で36.6%である。形態別では、歩行者事故 (PA: Pedestrian-Vehicle-Accident) が24.3%、車両相互事故 (MA: Multi-Vehicle-Accident) が68.5%であり、車両単独事故 (SA: Single-Vehicle-Accident) は7.2%である。次にこのネットワークを昭和43年全国交通情勢調査区間にもとづき3/9区間に分割し、発生地点から交通事故を各区間に分類して基礎データとした。交通環境要因は、交通量 (12時間)・速度 (区間平均)・幅員 (区間平均) のデータを前述の情勢調査から抽出し、基本的に、それぞれ14、11、11のクラスに分類し、グループデータとした。速度・幅員グループ別発生事故数を表-1、2に示す (交通量グループ別発生事故件数ならびに道路延長数と走行量 (走行台キロ) は文献¹⁾ 参照)。

速度 (km/hr)	P A		M A		S A		TOTAL	
	件	%	件	%	件	%	件	%
10—15	13	0.52	34	0.48	2	0.27	49	0.47
15—20	69	2.74	183	2.57	12	1.60	264	2.54
20—25	183	7.26	430	6.04	11	1.47	624	6.01
25—30	218	8.65	756	10.63	8	1.07	982	9.46
30—35	462	18.34	1466	20.61	49	6.53	1977	19.04
35—40	222	8.81	568	7.98	54	7.20	844	8.13
40—45	349	13.85	759	10.67	79	10.53	1187	11.43
45—50	382	15.16	990	13.92	161	21.47	1533	14.76
50—55	449	17.82	1383	19.44	220	29.33	2052	19.76
55—60	163	6.47	521	7.32	146	19.47	830	7.99
60—65	9	0.36	24	0.34	8	1.07	41	0.39
計	2519	100.0	7114	100.0	750	100.0	10383	100.0

表-1. 速度グループ別類型別事故件数

幅 度 (m)	P A		M A		S A		T O T A L	
	件	%	件	%	件	%	件	%
— 5	43	1.71	62	0.87	19	2.53	124	1.19
5 — 6	192	7.62	338	4.75	115	15.33	645	6.21
6 — 7	552	21.91	1689	23.74	357	47.60	2598	25.02
7 — 8	273	10.84	795	11.18	92	12.27	1,160	11.17
8 — 9	170	6.75	444	6.24	28	3.73	642	6.18
9 — 10	133	5.28	327	4.60	25	3.33	485	4.67
10 — 12	424	16.83	1,118	15.72	53	7.07	1,595	15.36
12 — 14	263	10.44	665	9.35	19	2.53	947	9.12
14 — 16	53	2.10	213	2.99	6	0.80	272	2.62
16 — 18	307	12.19	1,122	15.77	19	2.53	1,448	13.95
18 —	109	4.33	341	4.79	17	2.27	467	4.50
計	2519	100.0	7,114	100.0	750	100.0	10,383	100.0

表-2. 幅員グループ別類型別事故件数

3. 分析方法

交通事故発生危険性を評価する方法としては多くの提案がなされている。それらは大別すると、(1) 道路システムそれ自体の危険性を評価するもの、(2) 道路システムを含む地域の危険性を評価するものの2グループに分けられる²⁾。本分析は交通環境要因を対象とした(1)の場合に属する。

著者は先に、相対的危険指標(Relative Risk Index: RRI)なる指標を提案し、これが危険性評価の手段として有効であることを見出した¹⁾³⁾⁴⁾。RRIは、交通事故の発生量は走行量(走行台キロ)に比例しているという基本的仮定にもとづき、事故発生危険性を相対的に評価しようとするものである。同じ仮定による単位走行台キロ当りの事故率(Accident rate: r_i)が危険性の評価に一般的に採用されているが、RRIを採用することからより合理的な評価が可能になる。それぞれ算定方法を式に表わすと、

$$r_i(\text{事故率}) = \frac{\text{クラス}i\text{に含まれる事故数}}{\text{クラス}i\text{に含まれる走行量}} \quad \text{---(1)}$$

$$\text{RRI(危険指標)} = \frac{\text{クラス}i\text{に含まれる事故数の全体に対する割合}}{\text{クラス}i\text{に含まれる走行量の全体に対する割合}} \quad \text{---(2)}$$

相関分析は、交通環境要因と事故発生量との間の相関度をピアソン(Pearson, K)の相関係数(R)を計算することによりおこなう。単相関係数は線型性のある任意の2変量間の相関の度合を示すものとして有効な尺度である。

$$R(\text{相関係数}) = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{s_x s_y} \quad \text{---(3)}$$

ここで、 n はサンプル数、 $\bar{x}$ 、 $\bar{y}$ はそれぞれ X 、 Y の平均値、 s_x 、 s_y は標準偏差である。

4. 分析結果

文献1)において、交通量グループと事故率ならびに危険指標との関係が考察されているの2つ下に本分析の結果について述べる。

4-1) 速度と事故率、危険指標の関係

速度と事故率、RRIの関係を図-1、2に示す。

事故率は、速度の違いによる変動の大きいことを示した。低速度では著しく大きな値である。速度変化から事故率は速度の増加により減少する傾向を示した。また、PAとMAの事故率に大きな違いがありその速度においてもMAはPAの2倍以上であった。RRIでは、その変動傾向はPA・MAにおいて事故率のそれと類似しているが、RRI値は両型態においてほぼ等しい。すなわち、RRIは型態の違う事故の危険性を同一レベルで評価できることがわかる。RRIは1.0を境界にして危険性の違いを評価できることから速度グループを直線的に3つのグループに集約できる。

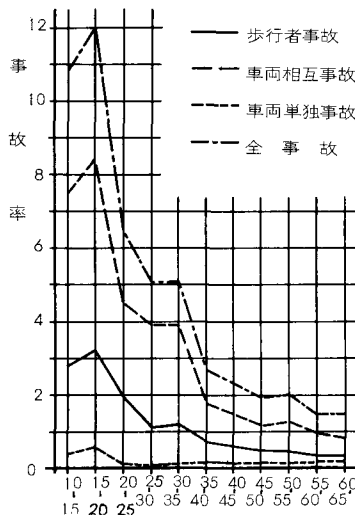


図-1. 速度と事故率

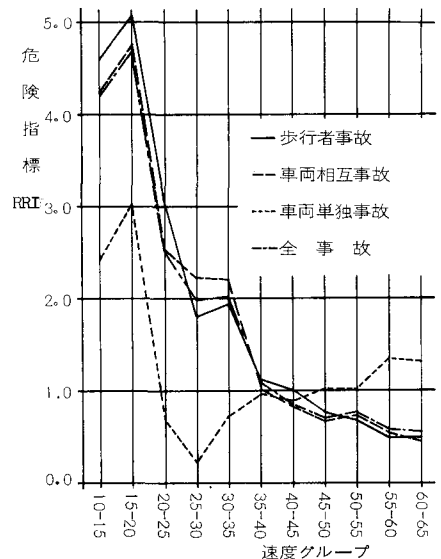


図-2. 速度と危険指標

図-1. 速度と事故率

図-2. 速度と危険指標

すなわち、RRIは型態の違う事故の危険性を同一レベルで評価できることがわかる。RRIは1.0を境界にして危険性の違いを評価できることから速度グループを直線的に3つのグループに集約できる。

- S1 : 速度10~35 km/hrグループ --- 走行量に比して発生頻度が高い (RRI > 1.0)
 S2 : 速度35~45 km/hrグループ --- 走行量と事故発生頻度が等しい (RRI = 1.0)
 S3 : 速度45~65 km/hrグループ --- 走行量に比して発生頻度が低い (RRI < 1.0)

単独車両事故については、その傾向パターンは事故率、RRIともに大きく異なっている。

4-2) 要因組合せによる危険指標の関係

交通環境要因である交通量、速度は危険指標(RRI)の有する性質から、その変動パターンの評価によりそれぞれ3つの範囲のグループに集約できた。また、幅員についても同様の評価がえられている⁶⁾。このことから、要因組合せ3(要因)×3(グループ) = 9分類についてそのグループ間のRRI変動を分析した。9分類は表-3に示す。

交通環境要因	危険指標評価によるグループ		
	RRI < 1.0	RRI = 1.0	RRI > 1.0
交通量(12時間)	3000台未満(A)	3000台~18000台(B)	18000台以上(C)
速度(Km/hr)	45~65(S3)	35~45(S2)	10~35(S1)
幅員(m)	7m未満(W1)	7m~10m(W2)	10m以上(W3)

表-3. 要因グループの危険指標評価による分類表

i. 交通量範囲A: 3000台/12hrs未満のグループ(図-3)

PA・MA両型態ともに速度変化による変動が大きい。幅員W3は速度の増加によりPAが減少、MAが増加の傾向パターンである。幅員W2, W3はPAが直線的な減少を示しているが、MAにおいては速度S3で小さなRRI, 速度S1, S2で増加の傾向パターンである。

ii. 交通量範囲B: 3000~18000台/12hrsのグループ(図-4)

PA・MA両型態ほぼ同じ傾向パターンであり各RRIも等しい。どの速度グループにおいても幅員W3-W2-W1の順に大きな値を示した。速度の増加によりRRIが直線的に減少する傾向パターンである。

iii. 交通量範囲C: 18000台/12hrs以上のグループ

このグループはすべての発生が幅員W3, 速度S1の範囲に集中していた。

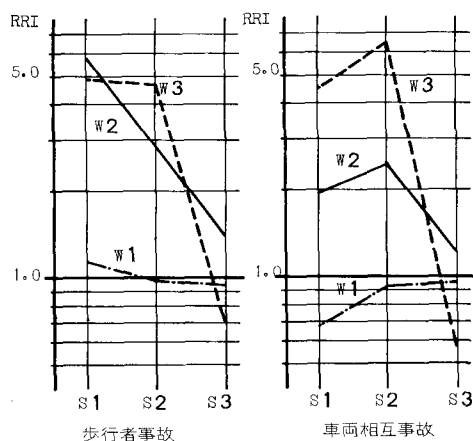


図-3. 交通量範囲Aと危険指標

4-3) 交通量、速度グループと類型別形態別構成の変化

3つの交通量範囲(A, B, C)における事故発生類型別形態別構成の特徴を速度範囲(S1, S2, S3)の変化から分析する。

i. 歩行者事故(PA, Pedestrian-Vehicle-Accident)

交通量範囲により大きく異なる。範囲Aでは、速度の増加により対面片面進行中が増加、単路横断中が減少傾向にある。また、交差点内横断中は割合が小さい。範囲Bでは、交差点内横断が減少傾向であり、対面片面進行中は小さな割合ではあるが増加する傾向にある。範囲Cはすべて速度S1のグループで、交差点内横断中が60.7%と高い割合である(図-5)。

ii. 車両相互事故(MA, Multi-Vehicle-Accident)

交通量範囲により傾向の違いがあるが、交差点内(出全頭・

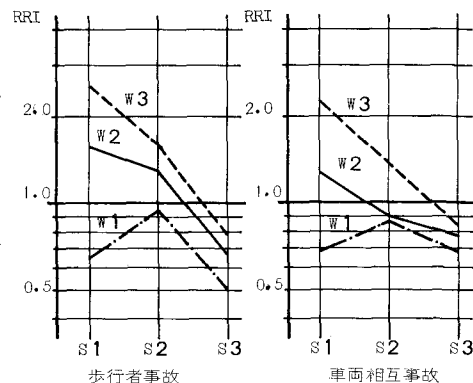


図-4. 交通量範囲Bと危険指標

右左折)衝突は範囲A、Bともに速度の増加により減少する傾向である。また、範囲Aでは追越時衝突が減少、追突が増加の傾向である。範囲Bでは追越時衝突、すれ違い時衝突ともに小さな割合であるが増加傾向である。追突の占める割合は54.4%と大きい。範囲Cではすべて速度S1のグループで、追突が67%と高い割合を示している(図-6)。

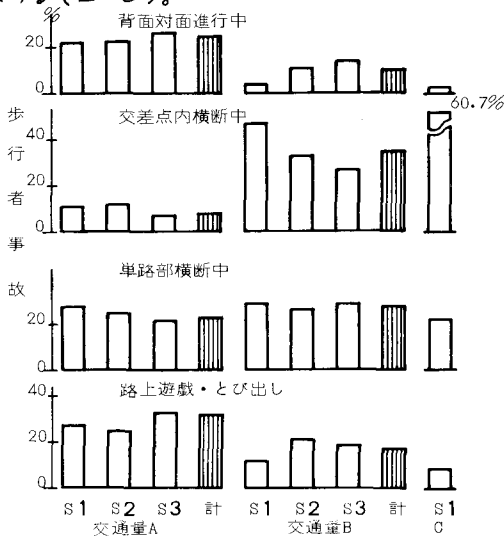


図-5. 交通量・速度と類型別形態別構成率(PA)

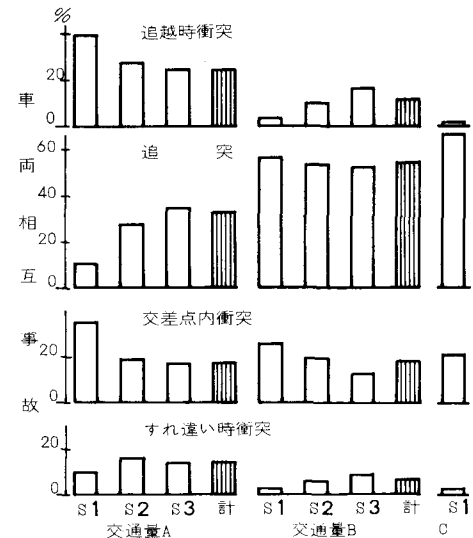


図-6. 交通量・速度と類型別形態別構成率(MA)

4-4) 相関分析

i. 分析対象の交通環境要因間の単相関係数を表-4に示す。F1~F4はハードな(道路)要因であり、F5~F8はソフト(交通)要因である。交通量はF2、F3、F4、F7と高い相関を示した。速度は他の要因と負の相関を示しているがF8(大型車混入率)と正の相関(0.490)である。

交通環境要因	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	平均値	標準偏差	
道路区間長	F1	1.000	-0.333	-0.419	-0.468	-0.459	0.391	-0.397	0.426	12.9	10.23
信号交差密度	F2	-0.333	1.000	0.713	0.741	0.752	-0.614	0.889	-0.494	0.3	0.89
非信号交差密度	F3	-0.419	0.713	1.000	0.773	0.757	-0.650	0.773	-0.504	2.1	3.25
平均幅員	F4	-0.468	0.741	0.773	1.000	0.820	-0.568	0.799	-0.507	7.6	3.24
平均交通量	F5	-0.459	0.752	0.757	0.820	1.000	-0.589	0.936	-0.523	5050	6344
平均走行速度	F6	0.391	-0.614	-0.650	-0.568	-0.589	1.000	-0.655	0.490	45.8	9.70
平均交通密度	F7	-0.397	0.889	0.773	0.799	0.936	-0.655	1.000	-0.520	12.3	21.39
大型車混入率	F8	0.426	-0.494	-0.504	-0.507	-0.523	0.490	-0.520	1.000	27.8	8.63

表-4. 対象データの交通環境要因の単相関係数表

要因	全7ヶ所	交通量RRI>1.0	交通量RRI<1.0	速度RRI>1.0	速度RRI<1.0	幅員RRI>1.0	幅員RRI<1.0
F1	-0.364	-0.441	-0.425	-0.369	-0.312	-0.266	-0.412
F2	0.818	0.765	0.462	0.646	0.760	0.712	0.586
F3	0.699	0.606	0.624	0.511	0.616	0.414	0.649
F4	0.756	0.680	0.581	0.689	0.688	0.539	0.640
F5	0.823	0.771	0.584	0.693	0.800	0.744	0.773
F6	-0.574	-0.622	-0.195	-0.279	-0.505	-0.544	-0.299
F7	0.873	0.825	0.454	0.697	0.834	0.791	0.751
F8	-0.483	-0.516	-0.279	-0.228	-0.527	-0.482	-0.230

表-5. 全体の事故率(件/km)と要因の相関係数

型態	3要因	全7ヶ所	交通量RRI>1.0	交通量RRI<1.0	速度RRI>1.0	速度RRI<1.0	幅員RRI>1.0	幅員RRI<1.0
歩行者事故	交通量	0.796	0.714	0.457	0.573	0.762	0.681	0.627
速度	速度	-0.613	-0.677	-0.285	-0.338	-0.570	-0.595	-0.388
幅員	幅員	0.748	0.659	0.501	0.638	0.666	0.486	0.607
車両相互事故	交通量	0.818	0.774	0.584	0.723	0.795	0.745	0.788
速度	速度	-0.555	-0.595	-0.188	-0.252	-0.472	-0.514	-0.266
幅員	幅員	0.748	0.673	0.583	0.692	0.680	0.539	0.613
車両単独事故	交通量	0.516	0.406	0.290	0.441	0.489	0.421	0.393
速度	速度	-0.316	-0.308	0.136	-0.120	-0.375	-0.358	0.054
幅員	幅員	0.480	0.381	0.120	0.411	0.439	0.350	0.370

表-6. 型態別事故率(件/km)と3要因の相関係数

ii. 危険指標による評価ではとりあげた交通環境要因によりそれぞれ3つのRRIグループに集約することになった。ここでは、相関係数をうる再サンプル数の関係により $RRI > 1.0$ と $RRI \leq 1.0$ の2グループに集約してそれぞれグループの事故率(件/km)と要因間の相関係数を計算した(表-5)。その結果、事故率(件/km)と要因との相関度においてRRIグループ間に明らかな違いがあった。交通量(F_5)と速度(F_6)においてその程度が著しい。幅員(F_4)においてはその程度ははっきりとはしない。全体において、大きな値を示したのは信号交差密度(F_2) 0.818, 交通量(F_5) 0.823, 交通密度(F_1) 0.873であり、速度(F_6)は-0.574とかなり大きな負の相関を示した。

iii. 事故型態別RRIグループ別の事故率(件/km)と3要因—交通量・速度・幅員—との相関係数を表-6に示す。型態による相関度の違いが明らかである。歩行者事故(PA)は速度とかなり高い負の相関(-0.813)を示しており、RRIグループ間の違いも大きい。車両相互事故(MA)は交通量と高い正の相関(0.818)を示し、PAと同様にRRIグループ間の違いが大きい。車両単独事故(SA)は総じて要因との相関係数の値は小さい。

走行台キロ当りの事故率(件/100万台キロ)は、とりあげた交通環境要因との相関係数が小さな値であり、要因との関係の分析に良い結果をえられなかった。

5. まとめ

本分析結果をまとめると次のごとくなる。

1. 交通量と速度は、その量的範囲を危険指標(RRI)評価により危険性の異なる3つのグループに分けることが可能となる。
2. 交通量は、その増加により危険性が増加する傾向パターンであったが、速度はその増加により危険性が減少する傾向パターンでありその勾配は急である。
3. 危険指標(RRI)評価で分けられた交通量範囲では、速度範囲と幅員範囲が変化することによってRRIの傾向パターンに違いがみられ、危険性の異なる交通量範囲とそれぞれの特性が明確になった。
4. 歩行者事故(PA)と車両相互事故(MA)の発生形態構成率は、交通量範囲および速度範囲の違いにより明らかな変化がある。
5. 相関分析は、とりあげた交通環境要因と交通事故発生の間になんらの相関関係があることを示した。
6. 相関分析は、危険指標(RRI)評価による危険性の異なるグループ間において、交通環境要因と交通事故発生との相関度により明らかな違いを示した。事故型態別においても同様の事がわかった。

6. おわりに

交通事故の発生は複雑な過程を経て起る。従ってその特性解明もマクロ的、ミクロ的の両観点から総合されなければならない。本分析はその意味においてマクロな分析であるが現在昭和47年度のデータにより追跡検討を進めかつ、ミクロな観点からの解析を準備している。最後に、資料を心よく提供された北海道警察本部ならびに北海道開発局に感謝いたします。データ処理は、北大大型計算センターFACOM 230-75によりおこなわれました。

参考文献

- 1) 斎藤和夫, 交通量と交通事故発生との関係に関する分析的研究 土木学会北海道支部研究発表論文集, 昭和47年
- 2) 板倉忠三・加来照俊・斎藤和夫, 交通事故に対する危険度評価の方法について 交通工学 Vol.3, No.2, 1968
- 3) 斎藤和夫・石井憲一, 交通事故発生危険性評価に関する研究(I) 土木学会第27回全国学術講演会概要集, 昭和47年
- 4) 斎藤和夫・石井憲一, 交通事故発生危険性評価に関する研究(II) 土木学会第28回全国学術講演会概要集, 昭和48年
- 5) 斎藤和夫・石井憲一, 交通事故発生危険性評価に関する研究(III) 土木学会第29回全国学術講演会概要集, 昭和49年
- 6) 斎藤和夫・石井憲一, 相対的危険指標による交通事故発生危険性評価

室蘭工業大学研究報告 Vol.8, No.2, 1974