

峠部における平面線形と交通事故発生に関する研究

Relationships between traffic safety and horizontal curve of roadway in pass section

室蘭工業大学大学院工学研究科建設システム専攻 学生員 吉田盛訓
 北海道開発土木研究所 交通研究室 正員 平澤匡介
 室蘭工業大学工学部教授 フェロー 斉藤和夫

1. 背景と目的

交通事故発生が大きな問題となっている今日、その発生特性を明らかにするために交通事故データと他のデータに関連づけた事故分析が重要な課題である。

これまで道路の車線数や延長などの道路設計基準や、交通量など交通データと交通事故発生との関連性は評価、考察されてきた。しかし道路整備の「高質化」を考える上で道路設計において重要な要素である道路線形の整備方法が十分考察されていない。これは道路線形に関する数量化が遅れているのも一つの原因であると考えられる。

従来の研究では、平面線形を指標化した Bendiness を用いてマクロな区間における事故率との関係の分析を試みた。しかし、Bendiness が増加すると事故率が減少する、つまりカーブが急または多く存在すると事故率が減少するという結果が得られた。海外の文献では全て一様に曲線半径が小さくなると事故率が増加するものとなっており¹⁾²⁾、Bendiness との関係とは逆の傾向であった。本来 Bendiness は峠区間等の長い区間の平面線形を端的に表しその度合いを比較することなどに用いるものであり、交通事故との関係を示すものではなかった。そこで本研究では、ミクロな区間を対象として曲線半径と交通事故との関係を解明することを目的とする。

2. 解析データについて

本研究で用いたデータは、北海道開発土木研究所で開発されている GIS (地理情報システム) を活用した交通事故分析システム³⁾ 及びそのデータベースを用いた。その交通分析システムに使用されているデータは、平成元年から平成13年まで13年間分の国道における交通事故データ、道路管理データ(MICHI データ)(表-1)である。

本研究では北海道の22個の峠区間(図-1)における個々の曲線部全1254区間(表-2)を抽出し交通事故との関係を分析した。本研究における峠区間の定義は峠区間の前後にあるチェーン着脱場の間の区間とする。過去の研究では日本の一般国道においてこのような大量の曲線区間を対象とした分析は試みられていない。それは、個々の曲線区間を対象にしたミクロ分析には大量で非常に区間長の短い区間に事故、道路データをリンクさせ様々な分析を行うため、非常に多くの労力と時間が必要になるからである。今回の曲線区間分析は、それらの作業を瞬時に可能にする GIS を活用した交通分析システムの開発によるところが大きい。



図-1 峠の位置と名称

表-1 事故データと MICHI データの詳細

事故データ	MICHI データ
・車両相互事故 正面衝突 追突 等	・曲線半径 ・勾配 ・幅員
・車両単独事故 路外逸脱 工作物衝突 等	・交通量 ・車線数 ・交通規制 ・管轄
・冬型事故	
他多数	他多数

表-2 峠部における曲線区間の詳細

曲線半径(m)	区間数	曲線半径(m)	区間数
0~100	195	400~500	84
100~200	347	500~750	117
200~300	257	750~1000	30
300~400	151	1000~	73

3. 曲線半径と事故率の関係

表-3は分析の対象となっている北海道の国道における全区間と峠区間の事故率を示したものである⁴⁾。北海道全体よりは峠区間の事故率が低く、峠区間では夏期より冬期の事故率が高いことがわかる。

峠区間における夏期と冬期の曲線半径と事故率についての関係は若干の違いがあるもののほぼ同様の傾向を示している(図-2)。峠区間で発生した車両単独事故のうち特に路外逸脱事故の大半が曲線半径500m以下の区間で発生している(図-3)。

表 3 北海道の国道における全区間と峠区間の事故率

	事故率(件/億台キロ)
北海道の全国道	45.36
峠区間	23.32
峠区間 - 夏期	21.44
峠区間 - 冬期	27.10

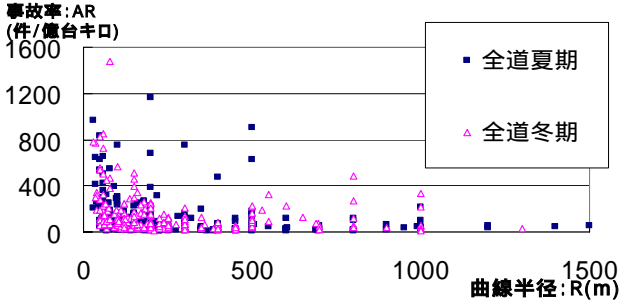


図 - 2 峠区間 夏期と冬期の比較

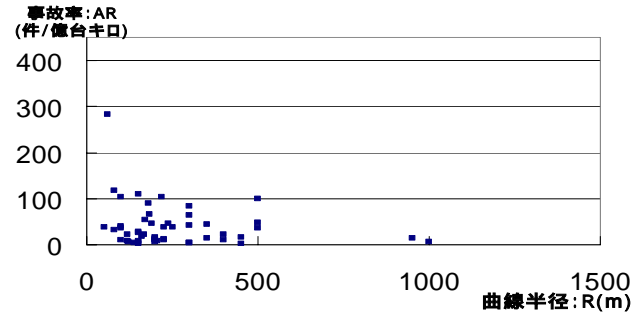


図 - 3 峠区間 路外逸脱事故の曲線半径と事故率の関係

4. ポアソン確率分布と事故率との適合性

ポアソン確率分布は、 $f(x)=e^{-m}m^x/x!$ (m : 平均)の式で表され、単位時間あるいは単位空間内である事象が起こる回数を示す。ポアソン確率の特徴として平均も分散も m に等しく、 m が大きくなると正規分布に近づくことが挙げられる。ポアソン分布は「小数の法則」と名称が与えられており一般的に「滅多に起こらない事象」に適合する確率分布とされ、既往の研究においても事故件数を説明するのに用いられている⁵⁾。本章では事故率とポアソン分布との適合性を検証することを目的とする。

まず分析を始めるにあたり曲線半径 0 ~ 1000 m の曲線区間を適度な区間数に振り分けるため 0 ~ 100、100 ~ 200、200 ~ 300、300 ~ 500、500 ~ 1000 m と 5 個のクラスに分け、各クラスの事故率の標準偏差の 1/3 ~ 1/5 を級間に設定し度数分布表を作成する⁶⁾。ポアソン分布では平均 = 標準偏差であるからその度数の平均からポアソン確率を算出し、それにそのクラスの全区間数を乗じてポアソン予測値を導き出す⁷⁾。そして予測値と実測値の適合性を²検定で検証する⁸⁾。

図 - 3 はポアソン確率分布による予測値と実際の事故率(実測値)との関係を示した一例である。上述した通り、ポアソン確率は「滅多に起こらない事象」に適しているため、事故率が低い階級ではある程度適合性が認められ

るが、事故率が 100 付近の「事故がよく起こる区間」の階級から適合性が、低下していることがわかる。よって²検定の結果は不適合である。その理由は、事故率の高い階級が適合値を低下させているためである。しかし、今回の分析では危険区間を決定することを目的としているため、²検定の適合値を低下させている事故率の高い区間は危険区間 = 不良な区間であるということからポアソン分布と事故率は適合するという考え方もできるが、今回の分析では²検定によって不適合となったため事故率はポアソン分布は不適合という結果とする。

度数

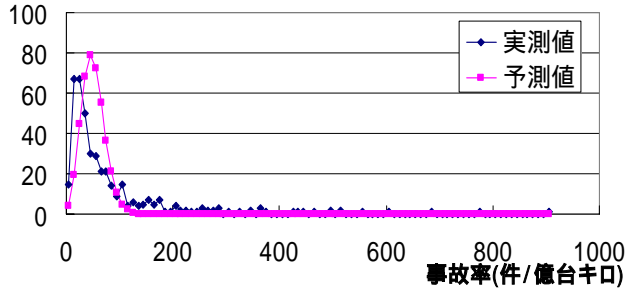


図 - 3 峠区間全体のポアソン予測値と実測値

5. 危険区間判定法の提案

ポアソン確率分布の際と同様に曲線半径 0 ~ 2000 m の曲線区間を曲線半径が 300 m までは 50 m ずつ区切り、300 ~ 500 m までは 100 m ずつ区切り、それ以降は 500 ~ 1000 m、1000 ~ 2000 m というふうにクラス分けをして、度数分布表を作る。図 - 4 は度数分布図の一例である。各クラスで棒グラフの度数 $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ を求め、その面積の相対的累積度数と事故率で累加百分率曲線を描き(図 - 5)⁹⁾、各クラスの 95% タイル値をを算出する。

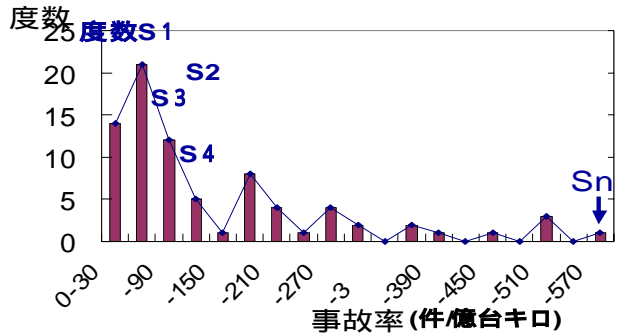


図 - 4 曲線半径 50 ~ 1000 m の度数分布図

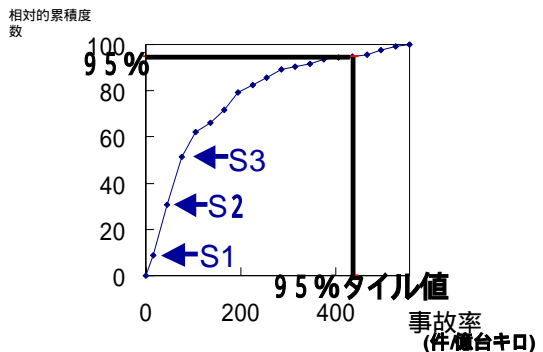


図 - 5 曲線半径 50 ~ 1000 m の累加百分率曲線

次に95%タイル値から危険区間を推定する。品質管理の考え方から、信頼区間95%を越える事故率を示す区間は曲線半径において不良品=危険区間であるとする事ができる。そこで本節では危険区間を推定するため、各クラスの95%タイル値を曲線半径と事故率の関係を示す散布図にプロットしそれらを曲線近似する(図-6)。

図-7は事故率の実測値と95%タイル値の近似曲線を表したものである。近似曲線と実測値は同様の特徴を示しており、曲線半径が小さくなるにつれて、事故率が増加していることがわかる。特に曲線半径が250m付近からカーブが急になるにつれ、急激に事故率が増加しており、実測値と比較しても同様の特徴である。また、近似曲線の決定係数は0.84となっており、十分な値を示している。

以上のことにより、この近似曲線は各組の、95%タイル値を示すものであるから、品質管理の考え方から近似曲線より上に存在する区間は、曲線半径において不良品であると考えることができ、それらの区間を危険区間とする。

6. 危険区間の分析

5で説明した方法と同様にして夏期及び冬期に発生した事故においても危険区間を決定する(図-8, 9)。全体、夏期及び冬期を危険区間とそうでない区間=安全区間に分け比較、考察を行う。

近似曲線は全体、夏期及び冬期、全てにおいて決定係数は十分な値であり、その式は全て $AR=a+b/R$ (a,b は定数、AR: 事故率、R: 曲線半径) という形体である。

危険区間と安全区間を比較したところ、全ての期間において平均幅員は危険区間の方が約60cm狭いことがわかる(図-10)。同様に平均交通量においては危険区間は安全区間と比較して、半分以下になっている(図-11)。一般国道2車線道路においては交通量が増加すると事故率が増加する傾向があるが¹⁰⁾、峠部においては、逆の交通量が少ない区間の事故率が高いことがわかる。次に事故件数割合で危険区間と安全区間を比較したところ、夏期、冬期の比較では危険区間は安全区間に比べ夏期の割合が高く、冬期の割合が低いことがわかる(図-12)。地域別での比較では、危険区間は安全区間に比べ道央、道東の割合が低く、道南、道北の割合が高いことがわかる(図-13)。

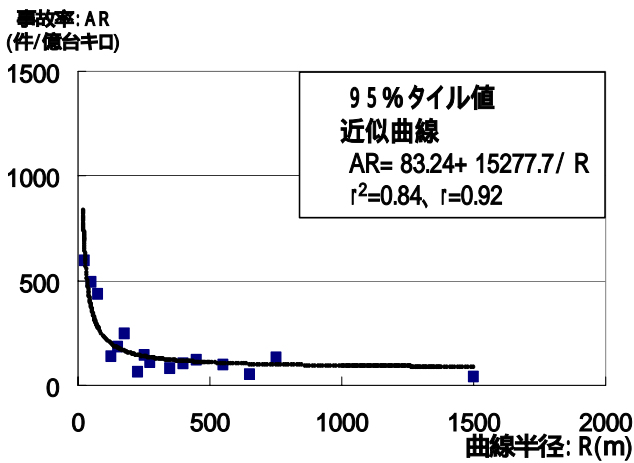


図-6 95%タイル値の曲線近似

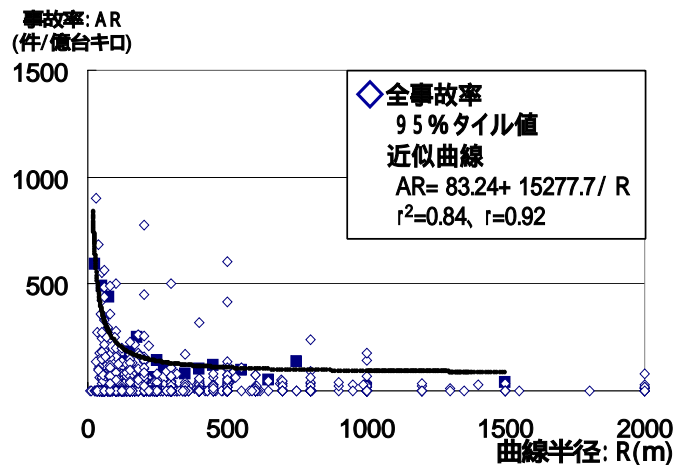


図-7 <全体>危険区間推定

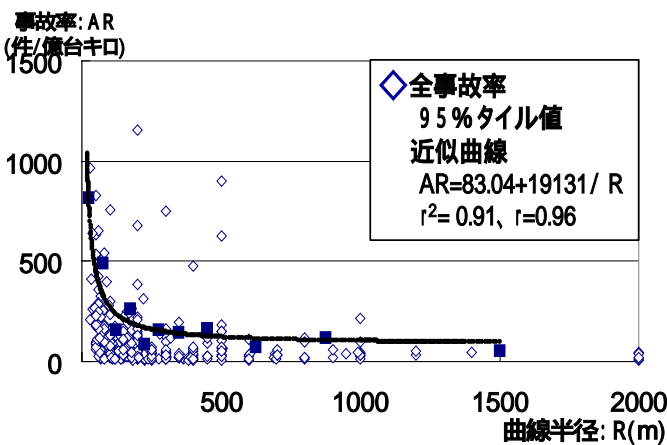


図-8 <夏期>危険区間推定

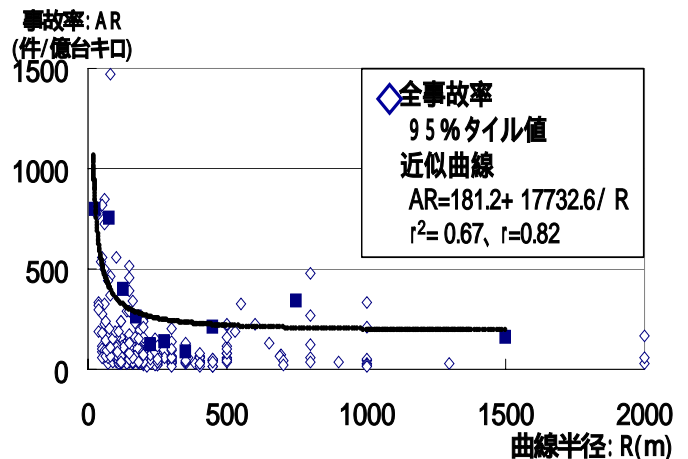


図-9 <冬期>危険区間推定

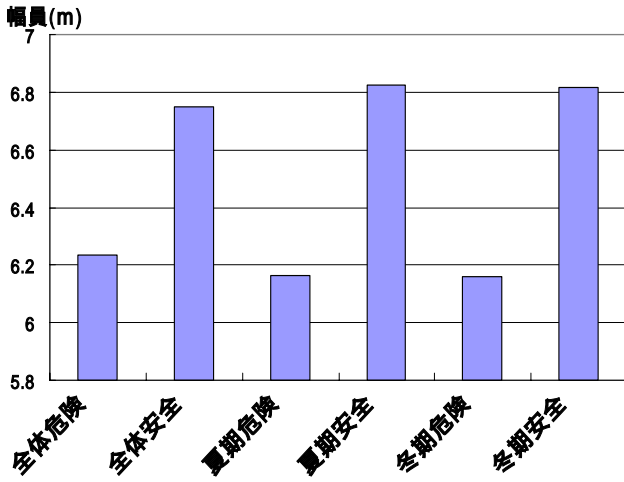


図 - 1 0 平均幅員 危険区間 - 安全区間比較

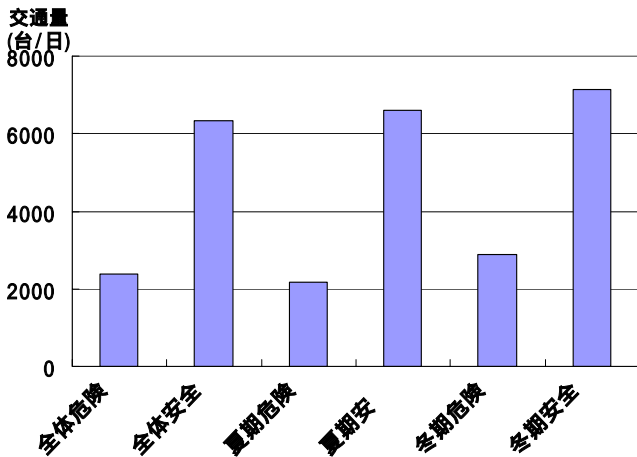


図 - 1 1 平均交通量 危険区間 - 安全区間比較

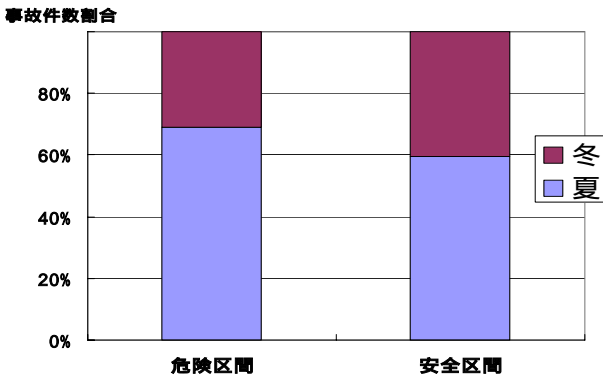


図 - 1 2 夏期冬期 危険区間 - 安全区間

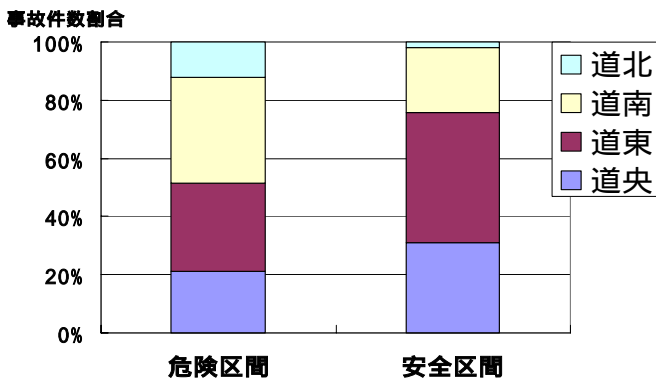


図 - 1 3 地域別 危険区間 - 安全区間

7. 今後の課題

危険区間と安全区間の比較においては緩和曲線の有無や勾配を用いての分析が考えられる。また危険区間の事故率を算出する曲線推定式から曲線半径をどの程度大きくすれば事故率をどの程度減少することができるかを検証し、費用対効果の最適解を求めることを検討している(図 - 1 4)。そして今回の判別方法が峠部だけではなく、市街地や平地部でも適用できるか分析を試みる必要がある。

今回の分析では曲線半径と事故率との単相関について分析を試みたが、交通事故の要因は交通量、勾配、区間長等他にも多数存在する。それらの要因から重相関の判別関数モデルを用いて曲線部の危険区間推定を行うことを予定している。

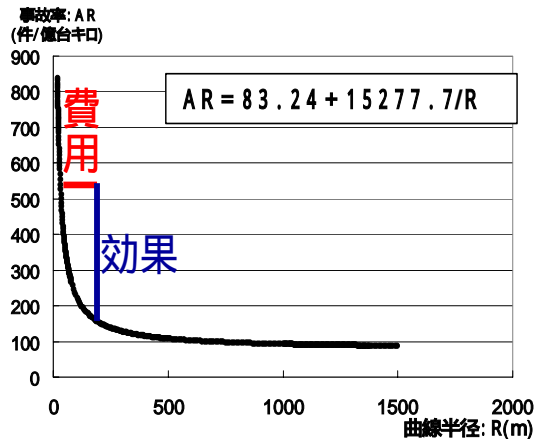


図 - 1 4 曲線半径の改良による費用対効果の検討

8. 参考文献

- 1) Ruediger Lamm, Basil Psarianos, Theodor Mailaender: Highway Design And Traffic Safety Engineering Handbook
- 2) Elias M. Choueiri, Ruediger Lamm, Juergen H. Kloeckner, Theodor Mailaender: Safety Aspects of Individual Design Elements and Their Interactions on Two-Lane Highways: International Perspective
- 3) 平澤匡介、高田哲哉、浅野基樹: 交通分析システムの開発について、北海道開発局技術研究発表会(平成 15 年度)
- 4) 平澤匡介、浅野基樹: 平成元年以降の北海道における交通事故の傾向について、北海道開発土木研究所月報 No.576
- 5) 越正毅: 交通工学通論、技術書院
- 6) 岸根卓朗: 理論・応用統計学、養賢堂版
- 7) 蓑谷千鳳彦: 統計学のはなし、東京図書
- 8) 蓑谷千鳳彦: 推定と検定のはなし、東京図書
- 9) 藤田大二: 交通現象と交通容量、社団法人交通工学研究会
- 10) 齊藤和夫、枅谷有三: 2 車線道路の交通安全問題とマネジメント・プログラムに関する研究、土木学会土木計画研究委員会
- 11) 斎藤和夫、加来照俊: 統計的方法による道路の事故危険度評価に関する研究、土木学会論文報告集第 284 号