

3. 3. 3 道路構造と交通安全に関する研究

SAFETY EVALUATIONS OF ROAD SPACE FROM THE PERSPECTIVE OF THREE-DIMENSIONAL ALIGNMENT AND LENGTH OF ROAD STRUCTURES

N. MORI & T. IKEDA

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Tsukuba, Ibaraki, Japan
mori-n92g2@nilim.go.jp, ikeda-t92gm@nilim.go.jp

ABSTRACT

Studies of the concentration of traffic accidents in Japan show that about half of all accidents causing casualties on arterial roads occur on about 6% of their total simple road sections and at about 4% of all intersections.

Although traffic accidents are caused by complex combinations of three factors, human beings, vehicles, and roads, human factors are the most common causes of accidents. However, the existence of hazardous spots shows that the contribution of road factors to accidents at these locations is greater than elsewhere.

Under the criteria for the geometrical design of roads, the minimum values for elements such as horizontal alignment, vertical alignment etc. are set according to the design speed, and although there are basic concepts concerning desirable combinations and undesirable combinations of the horizontal alignment and the vertical alignment, there are few detailed regulations such as the combination of numerical values. Roads have a three-dimensional alignment created by combining the horizontal alignment and the vertical alignment, and at the same time intersections are located at intervals along their length. Therefore, to accurately evaluate the safety of a road, it is necessary to treat it as a space that has a three-dimensional alignment and a certain length.

From this perspective, an accident data base was used to perform an analysis to clarify the conditions of road structures where traffic accidents occur easily. This report presents the results of such analysis of the safety of a road from the perspective of space with three-dimensional alignment and length, and it advocates the view that to truly improve road safety, it is important to not only provide design standards for individual structural elements, horizontal alignment, vertical alignment etc., but to also give full consideration to combining these elements.

KEY WORDS

accident analysis, road structure, road alignment, delineator

1. Introduction

Road traffic comprises 3 elements: humans (drivers), vehicles, and roads. Traffic accidents occur as a result of flaws in any one of the three elements or flaws caused by interaction between the three elements (Shinar 1978). Factors related to the human element are thought to be the most common cause of accidents, but there are hazardous spots in any country. In Japan, about half of all accidents involving casualties on simple road sections of arterial roads occur on about 6% of their total sections. The cause of such accidents is likely to be human error induced by the road and/or traffic environment. Generally, each country uses criteria for road design that defines specific values for each item of horizontal and vertical alignment according to the design speed (SETRA 1994, etc.), such as the Road Structure Ordinance (Japan Road Association 1983) in Japan. However, safety may be lowered by a combination of items. For example, a design deemed as being safe only from the viewpoint of radii of curves could be unsafe if it is in a section with vertical alignment. Also, safety could be reduced due to the combination of that section and the preceding sections, such as in a section with successive curves.

Therefore, in this study the relationship between accidents and the combination of horizontal curve and vertical grade or the combination of horizontal and vertical alignment in successive sections is analyzed. Furthermore, analysis is made on the relationship between accidents and the combination of horizontal alignment, and delineators which is believed to be effective in reducing accidents in curved sections.

2. Methods of analysis

2.1 Applied data

In this study, analysis is conducted using the Integrated Traffic Accident Database, which combines statistical traffic accident data on the occurrence of traffic accidents, and the Road Traffic Census data on road traffic environments. Furthermore, MICHI, the data base for road management, is combined with the Integrated Traffic Accident Database in this analysis to understand detailed road structures and affiliated facilities. The Road Control Database is only available for the National Roads (total length: 21,828 km as of FY 2001) under the direct administration of the Ministry of Land, Infrastructure and Transportation. Thus, the analysis covers sections of these roads.

2.2 Methods of analysis

In this study, accident ratio (accident/billion vehicle km) is used to indicate the occurrence of traffic accidents and is calculated for each road structure condition at the locations of traffic accidents. Quantitative data such as radius of curve and vertical alignment is divided into appropriate increments for calculation of the accident ratio.

3. Results

3.1 Relationship between accident ratio and combination of horizontal and vertical alignment

The relationship between the accident ratio and the radii of curves (Fig. 1) is analyzed. And the relationship between the accident ratio and vertical grade (Fig. 2) is analyzed. In the analysis of the radii of curves, only the data for level sections is used, and in that of the vertical grade only the data for straight sections is used. In addition, the relationship between the accident ratio and the combination of radius of curve and vertical grade (Fig. 3) is analyzed. Note that in the calculation, transition curve sections are included in the curved sections. Also, a section with a vertical grade of less than 1% is deemed to be a level section.

The results of the analysis show that for curve radii of fewer than 400 m, the smaller the radius, the higher the accident ratio. However, for curve radii of over 400 m, the accident ratio does not decrease, and tends to level off or increase only slightly. Among the combinations of curve radii and vertical grade, the accident ratio is found to be higher for a small curve radius combined with a small vertical grade, and for a large curve radius combined with a small vertical grade. The accident ratio is also found to be higher in straight sections and level sections. These results suggest that sections with small curve radii have higher accident ratios due to the difficulty of negotiating sharper curves. On the other hand, the reason for the rise in the accident ratio at easier curve or grade is assumed to be that an easier curve or grade makes the driver more relaxed, resulting in increased driving speed with lowered attention.

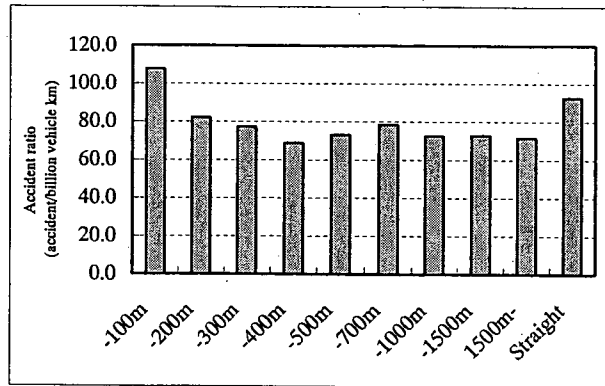


Fig. 1 Relationship between accident ratio and radius of curve

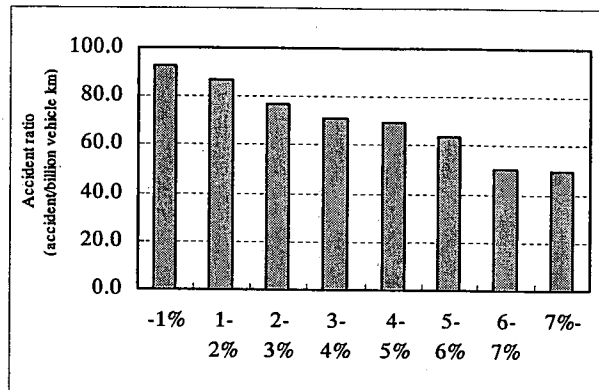


Fig. 2 Relationship between accident ratio and vertical grade

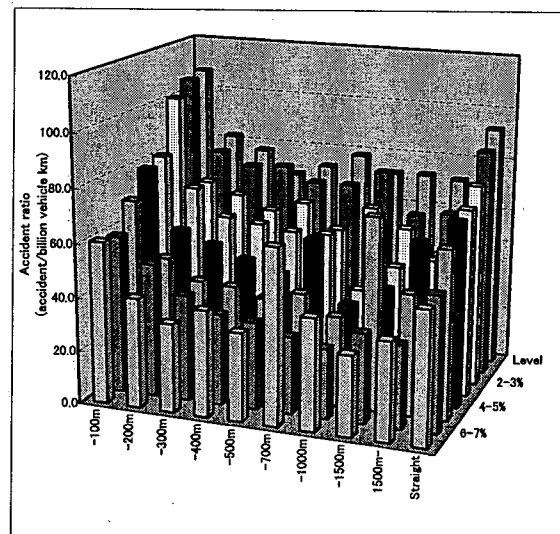
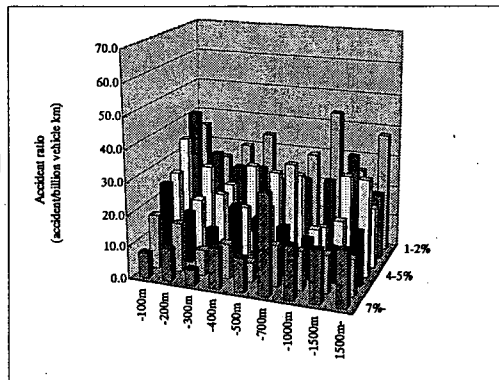


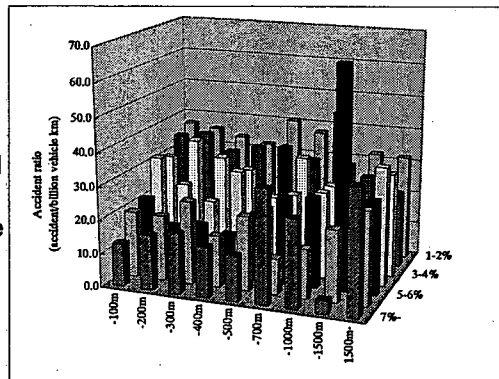
Fig. 3 Relationship between accident ratio and combination of radius of curve and vertical grade

For more detailed understanding, the effects of left- or right-hand curves and an upgrade or downgrade from the perspective of the primary party are analyzed (Fig. 4). Here, the traveling direction is decided by assuming that the primary party was driving in the lane where the accident occurred in the case of a rear-end collision, and driving in the lane opposite to the one where the accident occurred in the case of a head-on collision, using data on location of accidents at the time of the accident. Categories of accidents other than rear-end collisions and head-on collisions are not addressed in this study due to the difficulty of determining in what direction the primary party was driving.

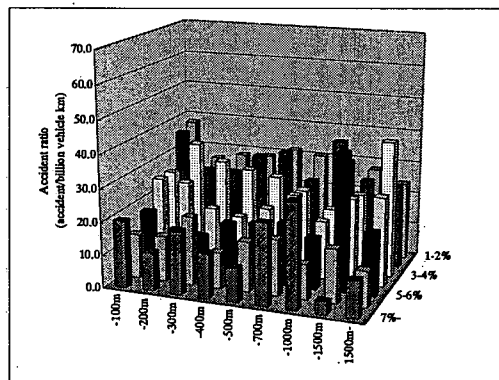
Right-hand curve with upgrade



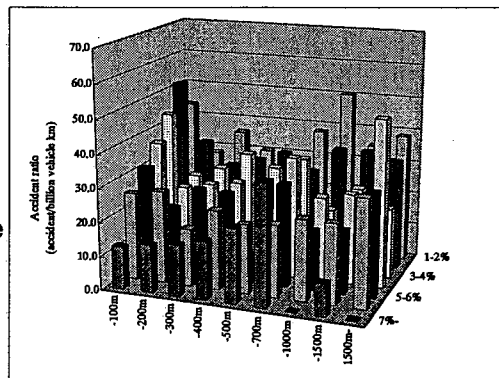
Right-hand curve with downgrade



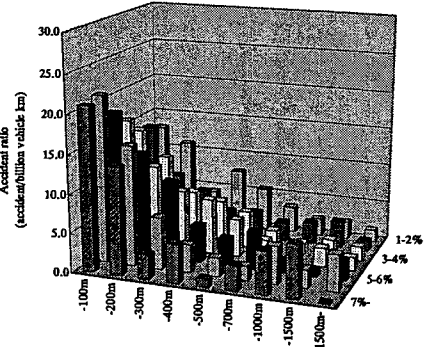
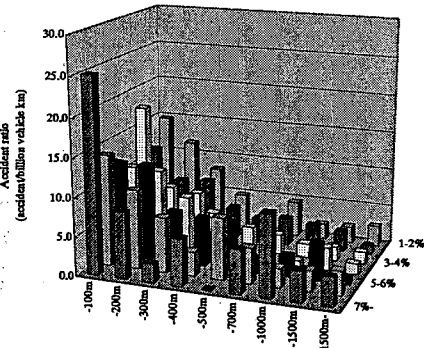
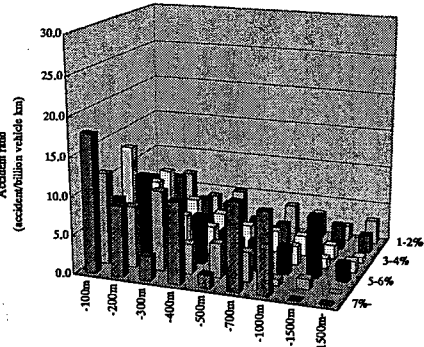
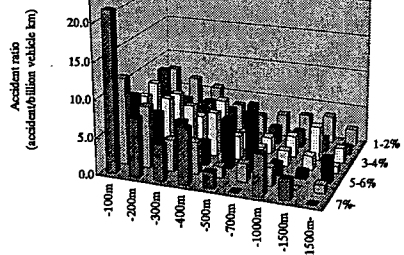
Left-hand curve with upgrade



Left-hand curve with downgrade



Rear-end collision



Head-on collision

Fig. 4 Relationship between accident ratio and combination of radii of curves and vertical grades

The analysis results show that the accident ratio tends to be higher for downgrades than for upgrades. This is presumably caused by the tendency to exceed the speed limit on downgrades. As for head-on collisions, the accident ratio is higher for left-hand curves than for right-hand curves, probably due to the tendency to cross into the opposite lane on

left-hand curves compared to right-hand curves due to the centrifugal force of driving on the left in Japan.

On the other hand, regarding the relationship between the accident ratio and combinations of curve radii and vertical grades, for head-on collisions, the smaller curve radius or the larger vertical grade, the higher the accident ratio, both for left- and right-hand curves. Furthermore, combinations of smaller curve radii and large vertical grades tend to increase the accident ratio. On the other hand, for rear-end collisions, the accident ratio is high even for large curve radii as well as small curve radii, and the smaller the vertical grade, the higher the accident ratio as is the case for all accidents. It is considered that a gentler alignment makes the driver more relaxed, inducing higher speed and lowered attention.

3.2 Relationship between accident ratio and combinations of alignments in successive sections

The relationship between the accident ratio and combinations of radii of curves in successive sections is analyzed (Fig. 5). Here, accident ratios are calculated for each increment of difference between the radii of two successive curves in an S-curve. Accident ratios are calculated for each increment for the smaller radius of the two curves. Note that accident ratios are calculated for accidents that occurred in either of the two curves in S-curves.

The results of analysis show that the accident ratio reaches an extremely high level if the differences between the first half and the second half of an S-curve become larger in the increment of less than 100 m for radii of curves. Regarding other curve radii, although not as conspicuous as curves of smaller than 100 m radius, the larger the difference in curve radii, the higher the accident ratio. This is presumably because drivers find it difficult to cope with a large change in the radii of S-curves.

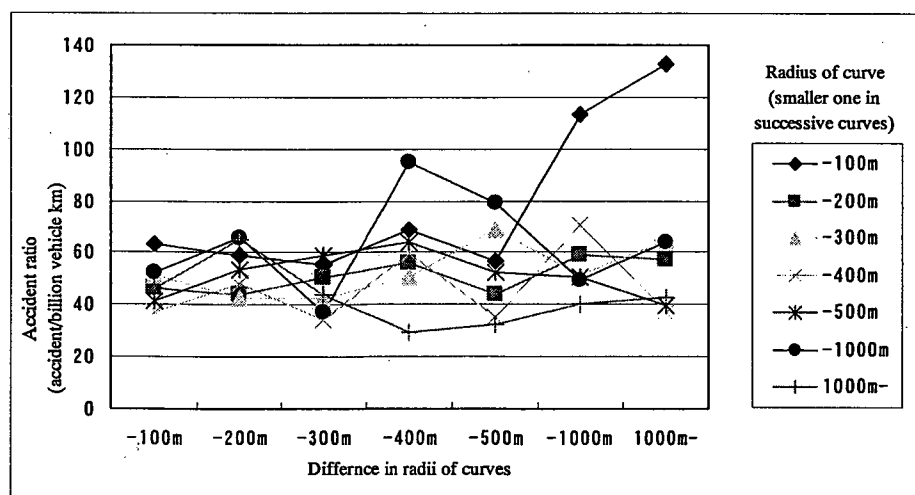


Fig. 5 Relationship between accident ratio and combinations of alignments in successive sections

Next, the relationship between the accident ratio and combinations of vertical grades in sags and crests (Fig. 6) is analyzed. Here, accident ratios are calculated for each increment of difference between two successive vertical grades. The ratio is also calculated for each increment of vertical grade for the smaller vertical grade of the two sections. A section with a vertical grade of less than 1% is deemed as being a level section, as is the case in 3.1 above.

The results show that the accident ratio tends to rise for a smaller difference between the vertical grades if the smaller one is within 1–2%. Here, if there is a small difference between successive vertical grades, the speed tends to change without the driver noticing due to the difficulty in grasping a change in vertical grade. The above facts suggest that a driver will fail to recognize the degree of vertical grades, leading to a higher accident ratio, if the difference is small between vertical grades of successive sections consisting of a sag or crest. Also, the smaller the difference between vertical grades, the smaller the value of the vertical grade itself. It is likely that the smaller the difference between vertical grades, the higher the accident ratio, as the accident ratio is higher for a smaller vertical grade, as stated in section 3.1.

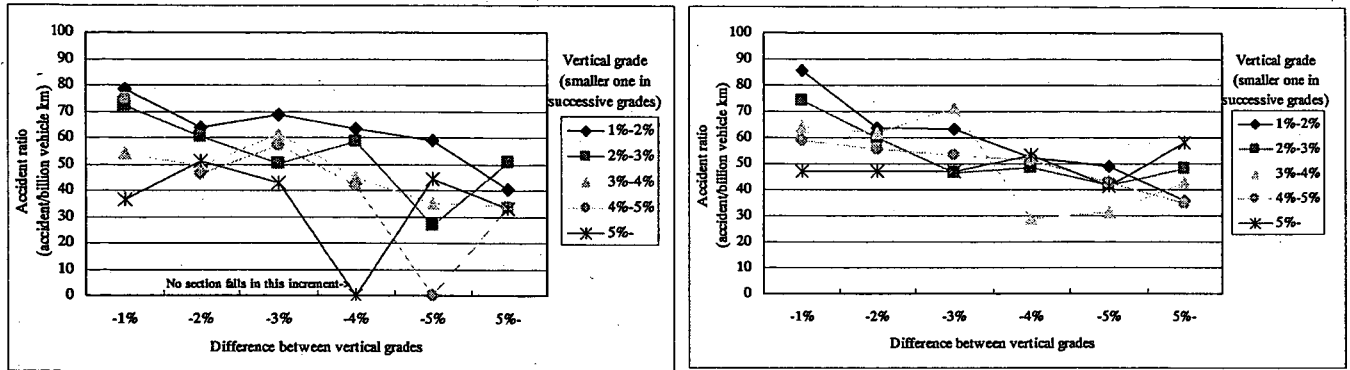


Fig. 6 Relationship between accident ratio and combinations of vertical grades in successive sections (left: sag, right: crest)

Here, both the horizontal curves and vertical grades are analyzed without distinguishing the traveling direction of the primary party. However, the accident ratio will likely rise when driving from a section with a gentle curve into a section with a sharp curve because of the larger speed change. In a future study we will investigate the differences between the direction of driving from a gentle curve into a sharp curve and the opposite direction and between driving from a small vertical grade into a larger vertical grade and the opposite direction. On the other hand, the risk of an accident may become higher in the case of approaching a curve after driving on a long straight section as a result of being more relaxed with lowered attention. The risk also increases if the radius of the curve or the vertical grade changes within a shorter section because the driver may find it difficult to respond to rapid changes. Accordingly, we will investigate the relationship between accident ratio and length of successive sections.

3.3 Various facilities and accidents

The accident ratio changes according to road alignment and various facilities. Here, the relationship between the presence of delineators and accident ratio (Fig. 7) is analyzed. As delineators are thought to be effective in reducing accidents in curved sections at night, the accident ratio for night-time accidents is calculated. The result shows a lower accident ratio in sections with delineators. From a safety viewpoint, it would be effective to provide supplementary facilities such as delineators for sections in which road alignment is difficult to modify due to geographical conditions, etc.

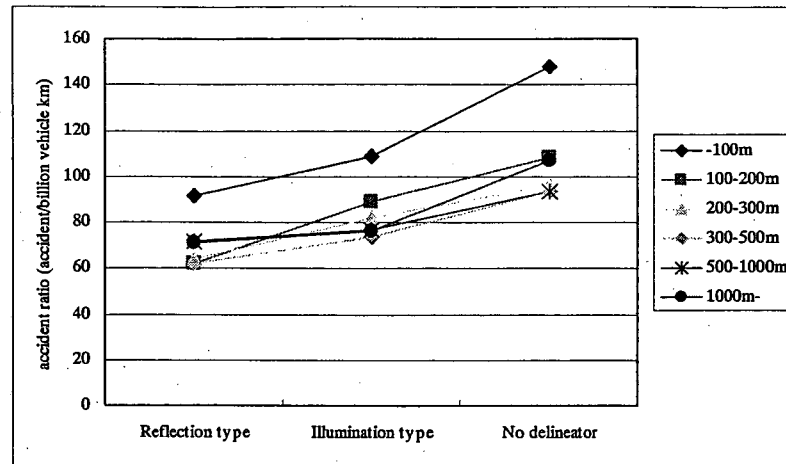


Fig. 7 Relationship between accident ratio and presence of delineator (for each radius increment in night-time accidents)

4. Summary

In this study we investigated road safety by focusing on combinations of horizontal and vertical alignment or combinations in successive sections.

We first analyzed the relationship between the accident ratio and curve radii, and then the relationship between the accident ratio and vertical grade. The results show that the accident ratio increases with smaller curve radius, but the accident ratio is also high even for large curve radii. Furthermore, the accident ratio is higher for a smaller vertical grade, and increases in both cases of a small curve radius with a small vertical grade and a large curve radius with a small vertical grade. The reason why the accident ratio rises in spite of gentler alignments is thought to be due to the driver relaxing, and therefore driving faster with less awareness. The driver's attention should therefore be alerted by road markers even for sections with gentler alignments, as well as for those with sharper alignments.

We also analyzed the relationship between the accident ratio and left- or right-hand curves, as well as the relationship between the accident ratio and up- or down-grades, from the perspective of the primary party. The results show that the accident ratio tends to be higher for a downgrade than for an upgrade, probably due to the driver exceeding the speed limit on a downgrade. Road markers should therefore be used to slow down drivers on downgrade sections. Regarding head-on collisions, the accident ratio is higher for left-hand curves than for right-hand curves, probably due to the higher tendency to cross into the opposite lane on left-hand curves than on right-hand curves due to the centrifugal force. Accordingly, it is important to urge drivers to slow down or make them more alert before entering a left-hand curve.

Next, we analyzed the relationship between the accident ratio and combinations of successive sections. First, we analyzed the relationship between the accident ratio and difference in radii of two successive curves comprising an S-curve. The results show that the larger the difference in the radii of the two curves, the higher the accident ratio. This is presumably due to the driver's difficulty in negotiating the difference in radii. For safety, it is therefore desirable to reduce the difference in the radii of the two curves when designing a curved section.

We also analyzed the relationship between the accident ratio and difference in vertical grades of two vertically graded sections comprising sags or crests. The results show that the accident ratio tends to rise in case of a change from a gentle grade to another gentle

grade in both sags and crests. This may be caused both by the increase in accident ratio due to small vertical grade as stated above, as well as the difficulty of recognizing a change in vertical grades. Therefore, the difference in vertical grade of sections with dips or crests should not be made too small, or measures should be taken to make drivers recognize a change in vertical grade.

We also found that the nighttime accident ratio is lower in curves with delineators compared with those without them. Nighttime driving could therefore be made safer by installing delineators, for example, or informing drivers of the radius or direction of a curve in locations where it is difficult to modify the radius due to topographical conditions or facilities along the road.

In a future study we will investigate the relationship between the accident ratio and driving speed or traffic violations at the time of accidents by considering the behavior of vehicles or actions of drivers, in addition to combinations of horizontal and vertical grades and combinations of alignments of successive sections. Regarding combinations of successive sections, we will investigate cases of driving from a gentle curve into a sharp curve and vice versa, and driving from a small vertical grade into a larger vertical grade and vice versa, and will examine the relationship between the accident ratio and lengths of successive sections.

REFERENCES

- Shinar, D. (1978) Psychology on the Road - The Human Factor in Traffic Safety.
SETRA (1994) AMÉNAGEMENT DES ROUTES PRINCIPALES.
Japan Road Association (1983) Description and Application for Road Structure Ordinance.

交差点における危険事象発生要因と計画・設計段階における留意点に関する一考察*

Study of factors of dangerous phenomena and design of intersections*

池田 武司**・森 望***・高宮 進****・堤 敦洋*****

By Takeshi IKEDA **・Nozomu MORI***・Susumu TAKAMIYA****・Atsuhiro TSUTSUMI*****

1.はじめに

わが国における交通事故件数並びに交通事故による死傷者数は、平成14年こそ若干の減少に転じたものの、平成2年以降平成13年まで連続して増加し続けた。特に死傷者数は、平成13年の1年間に118万人を超えるなど非常に憂慮すべき状況にある¹⁾。交通事故は、同一の交差点や同一のカーブ区間などで多発することがあり、このような場合においてはその地点の道路・交通環境が何らかの事故要因をもたらしている可能性が考えられる。このため、警察庁・国土交通省が進める交通安全対策事業の中でも、事故多発地点の抽出と対策実施に取り組んでいるところである。

このように交通事故に対しては道路の供用後にその発生状況に応じて対策がとられることが多いが、一方でそもそも道路上で交通事故が発生しないように、道路の計画・設計段階から十分に検討を重ね、問題を生じさせかねない道路形状や交通環境としないことも非常に大切である。このためには、設計者が事故や錯綜等の危険事象を導きかねない道路構造や交通環境をよく理解した上で、計画・設計時にあらかじめその対処を図っておくことが考えられる。

ここでは、道路の計画・設計時に設計者がこのような対処をとることができるよう、道路・交通環境と事故等の危険事象との関係を分析した。分析の材料としては、交通事故データを用いることも考えられるが、交通事故データには事故に至る過程が時間を追って順に記録されているわけではない。執筆者らはこれまでに、道路利用者が道路上で「ヒヤリ」、「ハッ」とした危険事象を調査し地図上に表現する「ヒヤリ地図」に着目して、その作成方法や活用に関する検討を行ってきており²⁾、ここでは、交通事

故データの代わりに、この危険事象の発生過程を分析の材料とした。またここでは合わせて、危険事象指摘箇所での道路構造や交通状況に関する調査を行い、両者の結果から、道路・交通環境と危険事象との関係を導いた。

なお、交差点は交通が交錯する場所で、また死傷事故の6割弱が発生¹⁾している場所でもある。このような点から、本稿では交差点をまず第一の対象と捉え分析を進めた。

2.対象箇所の概要

執筆者らは、対象者を高齢者(65歳以上)と非高齢者に区分して2種類のヒヤリ地図を作成した²⁾。高齢者を対象としたヒヤリ地図では321箇所、非高齢者を対象としたヒヤリ地図では178箇所が危険事象発生箇所として指摘されている。その後これらの指摘箇所のうち、道路構造や交通状況、特に交差点の特徴に起因して危険事象が発生している箇所を対象箇所とし、道路・交通環境と危険事象との関係を導くとともに、計画・設計段階における留意点を検討した。本稿ではこのうち下記の2箇所に関する検討結果を示す。

(a) 交差点1(図-1参照)

無信号のT型交差点で、道路Xが主道路、道路Yが従道路である。従道路は一時停止規制がなされ、主道路の交差点東側と従道路については交差点に向かって上り勾配となっている。この交差点では、勾配のため従道路から主道路東側への見通しが悪いことがヒヤリ地図作成時の危険事象の1つとして指摘されている。

(b) 交差点2(図-2参照)

信号が設置されているT型交差点で、道路X、道路Yともに4車線の道路である。道路Xの西行き車線には右折車線が設置されており、交差点手前から交差点の先にかけて道路は左にカーブしている。また道路Xの中央分離帯に植栽が設置されている。こ

* キーワード：交通安全，交通行動分析

** 正会員，博士（工），国土交通省国土技術政策総合研究所

*** 正会員，修士（工），国土交通省国土技術政策総合研究所

**** 正会員，博士（学術），国土交通省国土技術政策総合研究所

***** 非会員，修士（工），国土交通省国土技術政策総合研究所

つくば市大字旭1，tel:029-864-4539，e-mail:ikedat92gm@nilim.go.jp

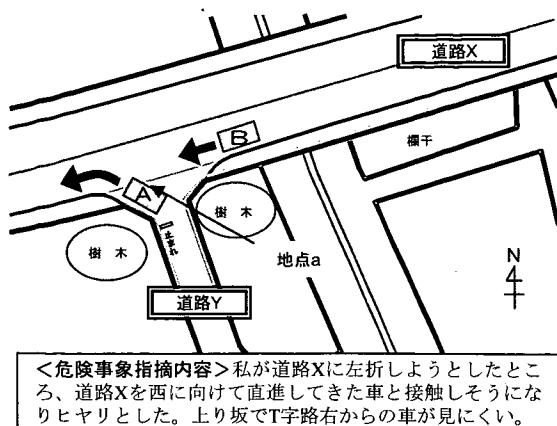


図-1 交差点1の危険事象内容

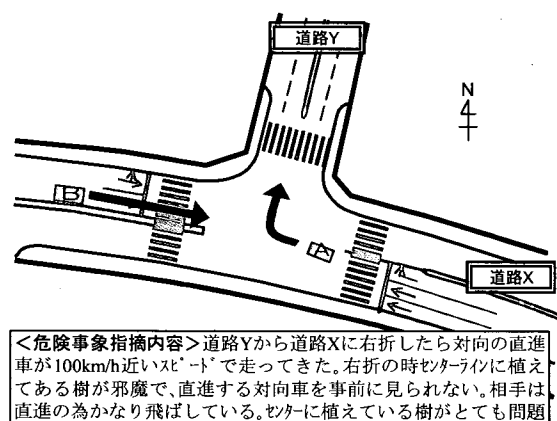


図-2 交差点2の危険事象内容

の交差点では道路Xの中央分離帯の植栽に加え、道路Xの東行き走行車両が高い速度で走行しているため、道路Xの西行き車線から右折して北に向かう車両から対向車線の車両を確認しづらいことがヒヤリ地図作成時の危険事象の1つとして指摘されている。

3.現地調査の内容

2.で示した2交差点において、それぞれの箇所における危険事象内容に応じ、次のような調査を行って、データを収集した。

(a) 交差点1 (図-1 参照)

道路Yを通って交差点を左折する車両(以下車両Aとする)から道路Xを西進する車両(以下車両Bとする)に対する見通しが悪いため危険事象が発生したと考え、車両Aからの視認範囲を調査した。車両Aのドライバーはまず①停止線位置で交差道路Xを確認するが、停止線位置では十分な見通しを得られず、②道路X進入直前位置(外側線の延長線と交差する点、以下地点aとする)で再び停止し、道路Xを確認するものと考えられる。このため、①、②それぞれの位置(ただし、ボンネット長さを考慮し

て2m手前の位置)から視認範囲を調査した。なお、視点の高さは①、②ともに1.2mとした。また、縦断勾配が見通しに影響をおよぼしていると考えられたため、道路Xの縦断勾配を調査し、縦断図を作成するとともに、どの高さの物体まで視認できるかについても調査し、縦断図上に整理した。また、道路Xの走行車両の速度によって、必要となる視認距離が変動すると考え、交差点1を西進する走行車両の速度を調査した。

(b) 交差点2 (図-2 参照)

道路X西行き車線の右折車両(以下車両Aとする)から東行き車線の直進車両(以下車両Bとする)に対する見通しが悪いため危険事象が発生したと考え、車両Aが交差点に進入し、対向車線を確認する位置からの視認範囲を調査した。なお、視点の高さは1.2mとした。また、道路Xの東行き車線の走行車両の速度が高いことも危険事象に至る要因と考え、道路X東行き車線の走行車両の速度を調査した。

4.現地調査結果とその考察

各箇所において得られた結果と考察を以下に示す。

(a) 交差点1

道路Yの停止線位置からは樹木等の見通し障害物によって視認範囲は狭く、十分な視認距離を確保できない(図-3)。このため、車両Aは図-1でいう地点aで再び停止し、交差道路Xの車両Bを確認する必要がある。地点aまで前進すると、東西方向とも見通し障害物はほとんど存在しないが、東方向(右方向)については道路Xの縦断勾配の影響で、視認範囲が図-4のように制限される。このため、車両Aから車両Bを見ると、車両が接近するにつれて、最初写真-1のように天井が見え、徐々に車体中央部から下部にかけて見えるようになり、写真-2のように車体外形を確認することができる。写真-1から写真-2の間は、車両Aのドライバーは車両Bが存在することは

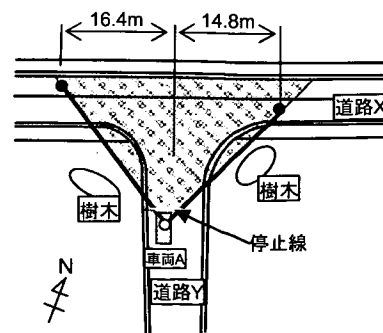


図-3 停止線位置からの視認範囲

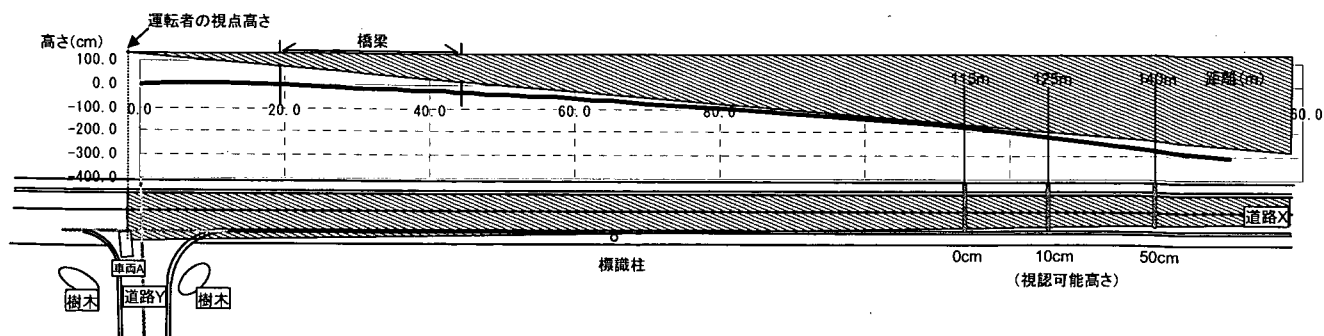


図-4 道路 X 進入直前位置からの視認範囲（下：平面図，上：縦断図）

認識できるが、車両 B がどの程度の速度でどの程度離れた位置を走行しているかを把握することが困難である。このため車両 A のドライバーは、車両 B が写真-2 の位置に達した時点（交差点 1 より約 125m）から速度や位置を判断し始め、道路 X に左折できるかどうか判断することになる。ここで、道路 X の走行車両の速度（表-1）は規制速度を超過している場合が多いため、車両 A のドライバーが十分な判断時間を確保できるとは限らず、左折のタイミングによっては、車両 A と車両 B が急接近する、あるいは衝突する可能性が高い。例えば、観測された速度の最大値 62.6km/h で走行する車両と車両 A が衝突しないためには、車両 A のドライバーはわずか 0.48 秒の間に車両 B の速度や位置を判断しなければならない（表-2 に算出の根拠を示す）。

表-1 交差点 1 道路 X を西進する車両の速度

No.	時速(km/h)	No.	時速(km/h)
1	60.0	10	47.5
2	40.0	11	50.8
3	47.0	12	46.0
4	56.1	13	50.2
5	42.8	14	52.0
6	56.8	15	58.4
7	62.6	平均	53.1
8	54.7	最大値	62.6
9	57.6	最小値	40.0

表-2 算出の根拠

交差点中央を原点とし、西方向を正とする車両 A の位置を x_A 、車両 B の位置を x_B （西方向が正）、車両 A が動き出してから経過時間を t 、速度判断時間を T 、反応時間を T' （ここでは 2sec を使用⁶⁾）、車両 A の加速度を a （ここでは $2m/sec^2$ を使用⁶⁾）、車線幅員を W （ここでは 3m を使用）、車両 1 台分の長さを L （ここでは 4.7m を使用）としたときに、

$$x_A = \frac{1}{2}at^2 - W - L$$

$$x_B = 17.4 \times (t + T + T') - 125$$
となり、 $x_A = x_B$ となる条件を求めるべく式を整理した 2 次関数

$$T = \frac{1}{17.4}(t - 8.7)^2 + 0.48$$
を満たす最小の T を求めた結果、 $T = 0.48$ 秒となった。

ここで道路 X の縦断線形を見ると、交差点から東へ 43m の地点までは橋梁が存在するため縦断勾配

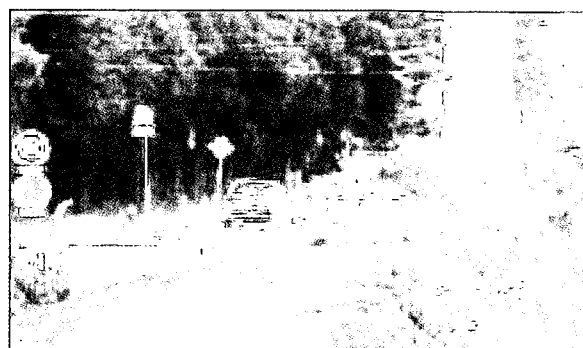


写真-1 車両 A から東方向の見通し



写真-2 車両 A から東方向の見通し
(写真-1 の 1.5 秒後)

が小さく、それ以东では縦断勾配が大きくなっている。このように縦断勾配が途中で変化することで、変化点より先が路面の陰となって視認しづらくなっている。したがって、交差点近辺の道路はなるべく平坦とし、特に縦断勾配が途中で変化する線形は避けるよう留意すべきである。一方で、交差点 1 周辺の道路 X は比較的road線形が良い（曲線が少ない、あるいは曲線半径が小さい）ことから、表-1 のように規制速度 50km/h を超える速度で走行する車両が多く存在する。このため、周辺の道路構造から見て通行車両の速度が高くなると思われるような交差点付近では、走行車両の速度を抑制する方策、例えば路面標示などを導入することが必要である。

(b) 交差点 2

道路 X 西行き車線を右折する車両からの視認範囲

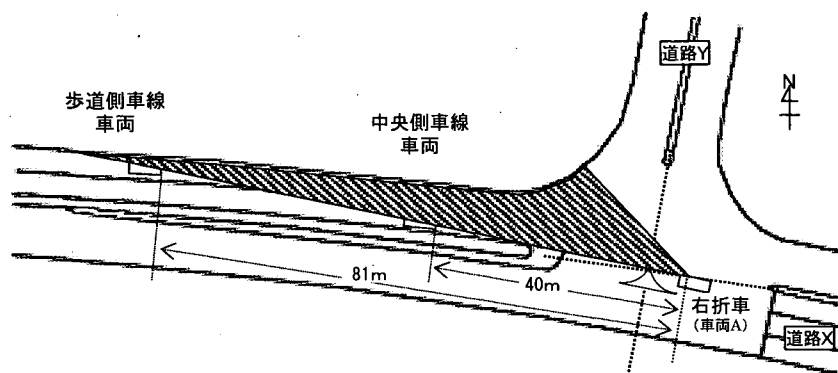


図-5 右折車からの視認範囲

を図-5 に示す。対向車線進入直前位置の右折車からの視認範囲は中央分離帯の植栽に阻害され、対向の中央側車線を走行する車両（以下車両 B）に対する視認距離は 40m に制限されている。対向車線走行車両の速度（表-2 参照）の平均値は 58.3km/h であり、これは車両 A のドライバーが対向の中央側車線に車両がないと判断したとしても、最短の場合、車両 B は 2.47 秒で車両 A の位置まで到達することを意味する。ここで、右折車が加速しながら交差点の中央側車線部分を通過するためには、反応時間を除いても 2.82 秒（ $=\sqrt{2S/\alpha}$ 、S：右折車が進行する距離、ここでは車両長と中央側車線幅員の合計値 7.95m を使用、 α ：加速度、ここでは 2m/sec^2 を使用⁶⁾）必要であることから、車両 A のドライバーは確認を続けながら、対向の中央側車線を十分視認できる位置まで徐々に交差点内に進入する必要がある。



写真-3 道路 X 右折車線から対向車線の見え方

表-2 交差点 2 道路 X 走行車両の速度

No.	時速 (km/h)	No.	時速 (km/h)
1	50.8	10	66.5
2	49.1	11	60.8
3	60.0	12	42.4
4	58.4	13	66.5
5	63.5	14	61.7
6	73.2	15	59.2
7	52.7	平均	57.5
8	54.0	最大値	73.2
9	56.1	最小値	49.1

ここでは、危険事象の指摘で得られているような中央分離帯の植栽の存在とともに、交差点付近でカーブしている影響で視認範囲が制限されていると考えられる。さらに、T 字交差のため、東行き車線に右折車線が存在せず、結果として西行き右折車線正面直近に中央分離帯の植栽が存在することとなり、視認性を阻害している。したがって、

カーブ区間に交差点を設置することは避けるべきであるが、やむを得ず設置する場合、見通しを確保できるように、交差点付近の中央分離帯には植栽を設置しない、あるいは樹高を低くするよう留意すべきである。また、交差点 1 と同様、交差点 2 周辺の道路 X も線形が良く、表-2 のように規制速度の 60km/h を超える速度で走行する車両が多い。これにより右折車の余裕時間がさらに短くなっている。このため、交差点 1 と同様に、走行車両の速度を抑制する方策を導入することが必要である。

5.まとめ

本稿では交差点を対象に、道路・交通環境と危険事象との関係性を分析し、設計上の留意点を提案した。ここで言えるのは、道路を設計する際は最低限度道路構造令の規定を満たす必要があるが、それだけではなく、安全性の観点から十分な検討を重ねるべきということである。今後は計画・設計時の留意点としてとりまとめ、設計者が理解、活用できるように、さらに事例を増やし、設計上の留意点を充実させる予定である。なお、本論文は、国土技術政策総合研究所と筑波大学、秋田大学の間で行った共同研究「道路の潜在的危険箇所の評価手法に関する研究」の成果の一部である。

参考文献

- 1) (財)交通事故総合分析センター：交通統計平成 14 年版, 2003.4
- 2) 池田武司・森望・高宮進：ヒヤリ地図の作成方法と活用に向けた一考察, 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM, 作成中)
- 3) 森地茂ほか：交通事故多発地点分析の比較研究, 第 37 回土木計画学シンポジウム論文集, pp.181-187, 2001.5
- 4) (財)交通事故総合分析センター：交通事故例調査・分析報告書, 1998.3
- 5) (社)日本道路協会：道路反射鏡設置指針, 1980.12
- 6) (社)日本道路協会：道路構造令の解説と運用, 1983.2

交通安全の観点からみた道路線形に関する一考察

国土交通省国土技術政策総合研究所 道路研究部 ○池 田 武 司
同 森 望

1. はじめに

交通事故の要因は、運転者の不注意やミス、無謀運転などの人的要因が多くを占める。一方で、特定の区間や箇所集中して交通事故が発生する傾向が見られ、このような箇所では、道路・交通環境が何らかの人的要因を誘発していると考えられる。このため、道路利用者の交通ルール遵守の徹底等とともに、より安全性の高い道路交通環境を実現することが必要である。ここで、道路交通環境を規定する要素のうち、道路線形は重要なものの一つと考えられる。一方、これまでに、雨天時には視認性の悪化や路面摩擦の低下により事故が増加することが指摘されている¹⁾。また、夜間に発生する事故件数は全体の約 30%であるが、死亡事故件数で見ると、全体の 54%を占め、致死率が高くなっている²⁾。以上のことから、本稿では、より安全性の高い道路の実現に資するべく、道路線形に着目するとともに、天候や事故発生時間との相互作用についても着目し、交通事故発生状況との関連を分析した結果を報告する。

2. 分析方法

分析は交通事故統合データベース（H8～H11）を用いて行った。さらに、詳細な道路構造や付属物、および天候を把握するために、道路管理データベース（MICHI）とアメダスデータを交通事故統合データベースに統合し、分析に用いた。なお、道路管理データベースは、直轄国道を対象として整備されていることから、本稿でも分析対象区間を直轄国道区間とした。分析では、事故率=事故件数/走行台キロ（件/億台 km）を用いて交通事故発生状況を示すこととした。

3. 分析結果

（1）曲線半径、縦断勾配と事故率の関係

道路線形のうち、平面線形については、曲線半径が小さくなるほど事故率が高くなる傾向がわかった（図-1）。一方、曲線半径が一定値以上となると、曲線半径が大きくなっても事故率は低下しない。これは、曲線半径が大きくなると、安心感から運転者の注意力が低下し、走行速度が上昇するためではないかと推測できる。縦断線形については、縦断勾配が大きくなるほど事故率が低下する傾向が見られた（図-2）。これも平坦に近くなるほど注意力が低下する影響が考えられる。

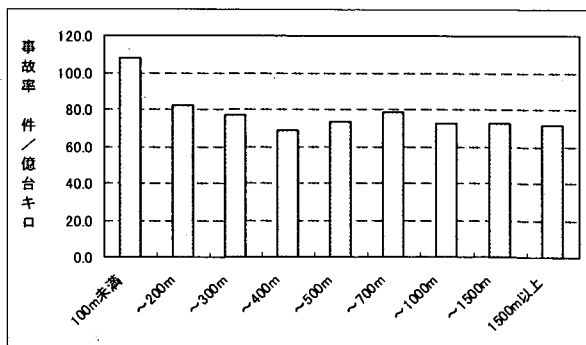


図-1 曲線半径と事故率の関係（平坦区間）

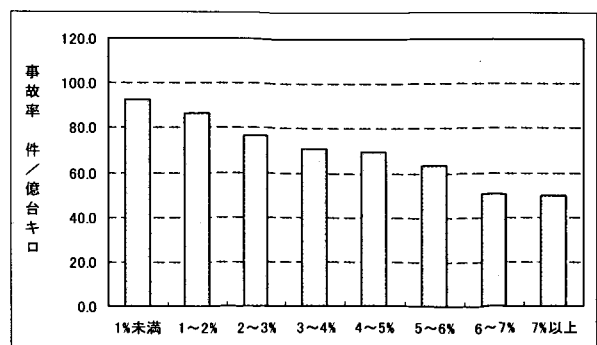


図-2 縦断勾配と事故率の関係（直線区間）

(2) 天候・昼夜の影響

雨天時と非雨天時の事故率、および昼間と夜間の事故率を比較した。ここでは雨天時を時間あたり降水量が1mm以上の場合とし、雨天時の事故率は雨天時の事故件数/雨天時の走行台キロで算出した。なお、雨天時の走行台キロは、雨天時の時間割合に総走行台キロを乗じて算出することとした。昼夜については、道路交通センサスと同様、午前7時から午後7時までを昼、午後7時から午前7時までを夜として区別した。

曲線半径別で見ると(図-3)、どの曲線半径でも雨天時の方が、また夜間の方が事故率が高いことがわかった。特に、曲線半径が100m以下では差が大きくなり、雨天時の事故率が非雨天時の1.75倍に達し、夜間の事故率が昼間の1.6倍に達する。曲線半径が小さいと、非雨天時・昼間でも視認性が悪く、遠心加速度が大きいため、降雨や夜間の影響を大きく受けていると考えられる。一方、縦断勾配別で見ても雨天時・夜間の方が事故率が高く(図-4)、若干ではあるが、勾配が大きいほどこの傾向が顕著となることがわかった。

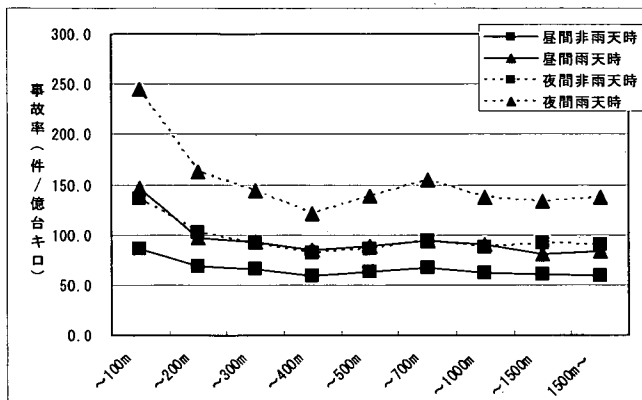


図-3 雨天時と非雨天時の比較 (曲線半径別)

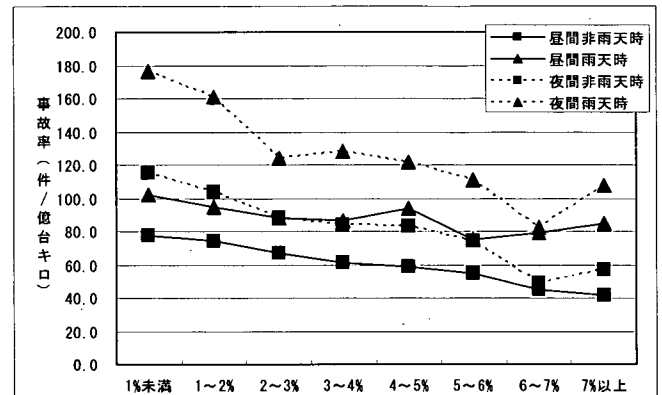


図-4 雨天時と非雨天時の比較 (縦断勾配別)

(3) 視線誘導標の効果

(2)で、雨天時、夜間の事故率が、曲線半径が小さいとより高くなることがわかった。これに対し、曲線半径を大きくすることが望ましいが、地形等により容易でない場合もある。そこで、運転者に前方の道路線形を明示する視線誘導標の設置により、補完することが考えられる。ここでは、視線誘導標の有無と夜間の事故率との関係を分析した。その結果、曲線半径に関わりなく、視線誘導標を設置していない区間に比べ、設置している区間の方が事故率が低いことがわかり、視線誘導標の効果が確認できた。また、雨天時においても効果が確認できた。

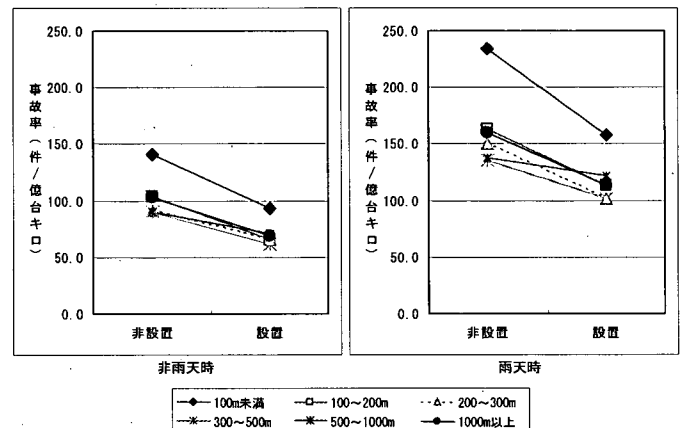


図-5 視線誘導標と事故率(夜間)の関係

4. まとめ

本稿では、降雨や夜間の影響により事故率が高くなること、曲線半径が小さい、あるいは縦断勾配が大きい区間でもその傾向がみられることを示した。また、視線誘導標設置区間では夜間の事故率が低くなることを示した。ただ、曲線半径が大きい区間、あるいは縦断勾配が小さい区間では事故率が上昇する傾向が見られたが、その理由はいくまで推測の域を脱しなかった。今後、走行速度などの影響も考慮した分析を行うことを予定している。

【参考文献】

- 1) なぜ雨の日は事故が多いのか?, 運転管理, Vol.38, No.6, pp.12-20, 2002
- 2) (財)交通事故総合分析センター, 交通統計平成13年版, 2002