3.2.4 交通安全施設に関する研究



RESEARCH ON THE REQUIREMENTS FOR INTERSECTION LIGHTING

Takashi KAWAI, Kazuhiko ANDO, Nozomu MORI National Institute for Land and Infrastructure Management, Ministry of Land, Infrastructure and Transport 1-Asahi, Tsukuba-city, Ibaraki-prefecture 305-0804, Japan

1. Introduction

Some 57% of all casualties in traffic accidents in Japan in 2003 occurred at or near intersections according to the Traffic Accident Statistics. For traffic accidents at and near intersections at night, injury accidents account for 29% of all traffic accidents whereas fatal accidents account for 48%. Accidents involving pedestrians at crossings and cars account for the majority of fatal accidents at night. Thus, intersections are places where traffic accidents frequently occur and, particularly at night, serious accidents are likely to occur involving pedestrians at crossings.

The authors focused on lighting at intersections, which is one of the intersection safety measures for nighttime, by analyzing the conditions of traffic accidents and carrying out a visibility evaluation experiment to clarify the requirements for intersection lighting in order to reduce traffic accidents.

con

2. Setting of Lighting Conditions

The lighting conditions to be tested in the visibility evaluation experiment were as shown in Table 1. Four installation locations of lights were selected for comparison: [1] the "standard layout" of lighting as per

		14010 1	Lightin	ig conditio	115	
Lighting	Fluorescent mercury lamp	MCN30	MCN15	MST15	MCE30	MCS30
conditions	High-pressure sodium lamp	NCN30	NCN15	NST15	NCE30	NCS30
Position of lighting			Q Lighting			
Details of layout		Laid out at		Laid at standard	Laid out at corner cuts and	Laid out at standard

locations

No setting

(calculated

value: 15 Lx)

locations plus

30Lx

at entry parts

corner cuts

15Lx

30Lx

Table 1 Lighting conditions

the Japanese road lighting installation standard, [2] the corner layout, which places lights at
corner cuts of an intersection to improve visibility of pedestrians, [3] the corner layout with
additional lights at the entrances of the roads to improve visibility of vehicles traveling
straight into the intersection, and [4] the standard layout plus the corner layout. The average
illuminance set for the experiment was 30 Lx determined based on the past study *1) and the
standards of major foreign countries and local standards ^{*2)} , while 15 Lx was set for evaluation

Set average illuminance

for the corner layout. The set average illuminance covers the internal area of the intersection including the crossings. High-pressure

sodium lamps and fluorescent mercury lamps were used as light sources for comparison.

3. Visibility Evaluation Experiment

3.1 Experiment

The visibility evaluation experiment was conducted at the test intersection to check the effect of lighting conditions set as shown in Table 1. The experiment conditions are shown in Table 2. The following five experiments were carried out. The schematic diagrams of the experiment are shown in Fig. 1.

- (a) Visibility of pedestrians, (1) through(4), at the intersection seen from the observing vehicle.
- (b) Visibility of a car waiting to turn right,(5), seen from the observing vehicle.
- (c) Visibility of pedestrians at the crossing,(6) through (8), seen from the vehicle turning left.
- (d) Visibility of pedestrians at the crossing,(9) through (11), seen from the vehicle turning right.
- (e) Visibility of a vehicle traveling straight from the opposite direction, (12), seen from the vehicle waiting to turn right.

The monitors evaluated the visibility of the subjects, seen from the driver's seat in the vehicle, at the intersection illuminated Table 2Experiment conditionsType of crossing4 lanes x 4 lanesCarriageway width13 mMonitor20 people (including 14 men and 6
women) aged from 19 to 38Clothes of pedestriansBlack jacket and trousersFront light of vehicleLow beam



(a) and (b) Schematic diagram of experiment

Pedestrians (1) and (2) are crossing the street at the crossing. Pedestrians (3) and (4) are jaywalking 5 m away from the crossing. The vehicle waiting to turn to the right (5) is turning to the right. The monitor is in the observing vehicle in a stationary position and evaluates the visibility of each subject. The display time for each subject is one second.



(c) Schematic diagram of experiment (d) Schematic diagram of experiment

Pedestrians and cyclists (6) through (10) are crossing the street at the crossing. Pedestrians (8) and (11) are standing in a stationary position at the shoulder 5 m away from the pedestrian crossing. The monitor is driving the observation vehicle, turning to the left or right, to evaluate the visibility of each subject of observation.



under each lighting condition, and rated the visibility on a scale of four (3: very visible; 2:

visible; 1: barely visible; 0: not visible) in experiments (a) to (d). For experiment (e), the minimum distance from the monitor's vehicle to the vehicle, which is traveling straight from the opposite direction at 60 km/h and 40 km/h from afar, that enables the monitor vehicle to turn right ("distance which allows turning right") and the difference in speed were evaluated. For the difference in speed, the monitors chose the vehicle that appeared faster than the other and evaluated the difference on a scale of three (2: clearly recognizable, 1: barely recognizable, and 0: not recognizable). Since the distance which allows turning right was expected to vary depending on the individual monitors, the same experiment was conducted during the day and the differences in scores between the daytime preliminary test and the actual test at night were used to properly evaluate the results.

3.2 Experiment Results

1) Experiments (a) through (d)

Figures 2 to 4 show the results of experiments (a) to (d) for lighting condition NST15, which is the most frequently employed for current road intersections in Japan, comparing the scores by the lighting layout, illuminance and light sources. Installing lighting equipment at corners of the intersection improved the visibility of pedestrians walking at the intersection crossing, or (3) to (4), as seen from the vehicle moving straight toward the intersection and the visibility of pedestrians walking at the crossing, or (6) to (11), as seen from the vehicle turning right or left (Fig. 2). But in the case with lighting only at corners, the visibility of pedestrians at the crossing closer to the straight-moving vehicle, (1) and (2), was poorer than the case of the standard layout, and no major improvement in visibility was achieved even by increasing the illuminance (Fig. 3). For the location of lighting with the same illuminance, fluorescent mercury lamps provided better visibility of the pedestrians, (6) to (11), for the vehicle turning right or left, than high-pressure sodium lamps, as shown in Fig. 4.



²⁾ Experiment (e)

The experiment on the difference of speed produced the results shown in Fig. 5. No monitors gave the wrong answers for the difference in speed. Lighting condition MCN30, with no lighting at the vehicle entry parts, was given the lowest score by the monitors. The relationship between the distance which allows turning right and the illuminance at the vehicle entry part is shown in Fig. 6, which plots the distance on the left y-axis, the average

illuminance at the entry part on the right y-axis and the lighting conditions on the x-axis. As indicated, the lower the illuminance at the entry part, the sooner the monitors tended to abandon turning right.

4. Summary and Future Tasks

Structural features greatly vary from intersection to intersection, and so the location for placing lighting needs to be decided based on each structure. Our research revealed, as basic data for determining lighting layout, that installation of lighting on corners at intersections effectively improves the visibility of crossing pedestrians seen from left- or right-turning vehicles and that the illuminance of lighting at the entry parts of the roads significantly affects the behavior of right-turning drivers.



Fig. 5 Results of experiment (difference in speed)



Fig. 6 Relationship between the difference in distance sufficient for turning right, between daytime and nighttime and the degree of illuminance

Regarding light sources, it was found that

fluorescent mercury lamps are more suitable than high-pressure sodium lamps in terms of visibility.

Since this study did not identify the necessary illuminance for intersection lighting, the authors intend to work on this issue in the future.

This research produced useful findings on visibility depending on the lighting environment at intersections at night. However, the findings need to be compared with the actual conditions of intersection traffic accidents in order to clarify the relationship between night-time visibility at intersections and the effect on reducing traffic accidents.

References

 *1) H.Ohya, K., Ando, K., Kanoshima: A Reserch on Intersection between Illuminance at Intersections and Reduction in Traffic Accidents,2002,J Light & Vis Env .vol.26 No.1
 *2) Commission Internationale de l'Eclairage (CIE): Recommendations for the lighting for motor and pedestrian traffic, NO-115, 1995

69. 交差点照明の照明要件に関する研究

-必要照度と照明の設置位置について-

蓑島 治 森望

(国土交通省国土技術政策総合研究所)

河合 隆 (星和電機株式会社)

1. はじめに

本研究は、夜間における交差点の安全対策の一つである交差点照 明に着目し、ドライバーから見た歩行者の視認性の観点から評価実 験を実施した。その中で、交差点内で必要と考えられる平均路面照 度を確認すると共に、照明位置を3種類設定しそれぞれの特性を把 握した。

2. 実験概要

実験に先立ち、各国各地域の交差点照明の照度基準および、照明 位置に関する既存の研究について整理し、実験で確認する照明条件 を立案した。本実験で確認する照明位置を表-1に示す、また交差 点内の平均路面照度は15Lx、10Lx、5Lx、0Lxを設定 した。実験は、国土技術政策総合研究所内交差点事故防止支援実証 実験設備において、非高齢者15名、高齢者5名のドライバーに参 加していただき、表-2に示す実験パターンについて実施した。実 験内容は静止実験と走行実験で構成され、静止実験では静止させた 車両内から視認時間1秒で交差点内各場所の歩行者を視認し評価し た。走行実験では、速度60km/hで走行しながら交差点内の歩 行者を視認し評価した。評価方法は5段階評価を用い、結果は評点 1~5点で集計した。

3. 実験結果

図-1は横軸に平均水平面照度、縦軸に平均評点をとり、照度が 視認性に及ぼす影響について示したものである。平均路面照度10 L x 以上では照明位置に関わらず平均評点3(まあまあ見える)以 上の評価を得た。図-2は、横軸に実験パターン、縦軸に照明位置 ごとに照明位置Aとの評点の差をとったものである。この図から以 下のことがいえる。

- ・ 照明位置Aは、設定照度5Lxの時に他の照明位置と比較して 全体的に評点が高い。
- 照明位置Bは、設定照度5Lxでは照明位置Aに比べ全体的に 評点は低いが、設定照度15Lxでは右折時の横断歩行者、横 断待機者に対する評点が高い。
- ・ 照明位置Cは設定照度15Lxでは他の照明位置と比較して全 体的に評点が高い

4. まとめと今後の展望

今回の実験では、ドライバーから見た歩行者の視認性の観点から、

照明位置 照明位置B 隅切り部配置 設置基準+開切り部配置 表 -2 実験パタ 実験パタ 車両 步行者 手前側横断歩道 静止直迫 **奥侧褚断**歩谦 静止左折 構断待機 静止右折 車両右折先横断步 走行直道 手前侧横断歩道 走行左折 車両左折先横断歩遠 乱權農 走行右折 **直面右折先措断**步道

表-1 設定した照明位置

622 68





交差点内で必要と考えられる平均路面照度は、10Lx以上であることがわかった。また照明位置の 特性として、照明位置Aは設定照度の低い場合での視認性が高い。照明位置Bは右折時の横断歩行者、 横断待機者に対する視認性が高い。照明位置Cは設定照度の高い場合での視認性が高い等を把握する ことができた。位置決定に当ってはこれらの特性を考慮することが望ましい。今後の研究の展望とし ては、複雑な交差点周辺光環境に対応できる照度基準について研究を進めて行きたい。

Research on lighting requirement for intersection lighting

Osamu MINOSHIMA, Takashi KAWAI, Nozomu MORI

46. 交差点照明の事故削減効果に関する調査

河合隆 養島 治 池原 圭一 森 望 (星和電機株式会社^{*1}) (国土交通省 国土技術政策総合研究所)

1. はじめに

近年、わが国の交通事故による死者数は減少傾向にあるが、死傷者数、死傷事故件数は依然として 増加傾向にあり、交通事故の削減はわが国にとって喫緊の課題である。中でも交差点は、交通が錯綜 するエリアであるため事故が多く発生しており、特に夜間は、歩行者が当事者となる重大事故が発生 しやすい傾向にあることから¹⁾、積極的な交通安全対策の実施が望まれている。

本稿では、夜間における交通安全対策の一つである交差点照明に着目し、事故データを用いた分析から交差点照明の平均路面照度(以下、平均照度という)と照明による事故削減効果の関係について調査した。

2. 調査内容

照明による事故削減効果について調査・研究した事例は、照明の有無に関するものが多く、明るさレベルの関係について調査・研究したものは少ない。その中で、大谷らが実施した交差点照明の平均照度と事故削減効果に関する事前事後の調査²⁰では、交差点内の平均照度 30Lx 確保することにより統計上 有意な事故削減効果が得られることを明らかにしている。このような事前事後の調査は、照明による事 故対策以外の外部条件を揃えることができるため、照明による事故削減効果を把握するには精度の高い 分析が可能となる。しかし、事故削減効果が明るさレベルによってどのように変化するかを把握するに

は、サンプルが数多く取れないという問題 がある。ここでは、照明の明るさレベルに よって、事故削減効果がどのように変化す るのかを把握するために、サンプルを多く 用いたマクロ分析を実施し、交差点の平均 照度と照明による事故削減効果の関係につ いて検討した。

調査対象は、関東地方整備局管轄、および 千葉県管轄の事故危険箇所に登録されてい る交差点とした。事故データは、交通事故 と道路交通環境の関係分析に用いられてい る交通事故統合データベースを用いて抽出 し、交差点内の平均照度は、照明の配置図 面をもとに机上計算により算出した。照明 による事故削減効果を表す指標は、交差点 照明が夜間のみの交通安全対策であるため、 夜間の事故率を昼間の事故率で除したもの

(夜間事故率/昼間事故率、以下、昼夜の 事故率比という)で表すこととした。調査 条件を表1に表す。

3. 調査結果

平均照度、平均照度均斉度と昼夜の事故



図 1. 平均照度、平均照度均斉度と昼夜の事故率比の関係

(※1 元国土技術政策総合研究所 道路研究部 道路空間高度化研究室 交流研究員 在籍 2003 年 4 月~2005 年 3 月) Survey on reduction effect of traffic accident by intersection lighting Takashi KAWAI, Osamu MINOSHIMA, Keiichi IKEHARA, Nozomu MORI 率比の関係について、調査結果を図1に表す。なお、平均照度均斉度とは、交差点内の最小照度を平均 照度で除したもので、路面の明るさのムラを表す指標として用いられており、CIEの勧告³⁾によると、 良好な照明環境を確保するためには、平均照度均斉度を0.4以上確保することが望ましいとされている。

図1から、平均照度が高くなるにつれ、昼夜の事故率比が低下するという傾向がみられ、平均照度が 照明の事故削減効果に影響していることがわかる。特に平均照度が低い場合と 30Lx 近辺において、昼 夜の事故率比の低下の傾きが大きくなっている。平均照度が低い場合は、照明の有無による効果が大き く現われたものと考えられ、30Lx 近辺では照度が高くなることによる効果に加えて、平均照度均斉度も 国際勧告の推奨値である 0.4 に近くなり、良好な照明環境が得られていることから、照明による効果が 大きく現われたものと考えられる。

このように、本調査の対象である事故危険箇所のような交通事故が発生しやすい場所では、交差点照 明の照度レベルは 30Lx、平均照度均斉度は 0.4 程度確保することが、交差点照明による効果的な夜間の 事故削減対策を実施するうえで一つの目安になると考えられ、これらの結果は、前述の大谷らが実施し た事前事後の調査結果ともおおむね一致する。

次に、道路構造や周辺環境ごとにデータを分類し、説明変数を平均照度、目的変数を昼夜の事故率 比として直線による回帰式で分析を行った。分析結果を**表**2に表す。全ての分類条件において、回帰 式の傾きが負の傾きとなっており、いずれの条件においても平均照度が高くなるにつれ、照明による 夜間事故削減効果が向上していることがわかる。

また、分類条件別にみると、全日事故率^{注1)}が高 い箇所、2 車線道路、右折車線なしなどの分類条 件において回帰式の傾きが大きくなっており、こ れらの条件では、平均照度を高めることによる夜 間事故削減効果が大きいことがわかる。さらに、 全体的にみると回帰式の切片が大きいものは傾き が大きくなる傾向にあるが、6 車線以上の車線数 では、切片が小さくても、傾きは比較的大きい。 つまり、6 車線以上の車線数では、他の条件に比 べて照明のない状態での昼夜の事故率比も低く、 平均照度を高めることによってさらに夜間事故の 削減が期待できるといえる。

		サンプル数	直線による回帰式	P慷
分類なし(全体)		568	y=-0.025x+2.612	< 0.01
0 # E	25000台未満	239	y=-0.024x+2.978	0.14
日文通算	25000台以上	329	y=-0.010x+2.044	0.14
龙熊大泽岛	10000台未満	297	y=-0.020x+2.826	0.14
夜间文通重	10000台以上	271	y=-0.015x+2.112	0.03
	500件/億台キロ未満	340	y=-0.022x+2.620	0.05
王口争取牛	500件/億台キロ以上	228	y=-0.027x+2.586	0.03
六台上楼 法	十字路	403	y=-0.025x+2.617	<0.01
义定息情道	十字路以外	165	y=-0.024x+2.606	0.24
いきあね	DID	413	y=-0.018x+2.330	0.04
冶道认近	DID以外	155	y=-0.021x+3.001	0.29
	2車線	235	y=-0.035x+2.988	0.03
車線数	4車縁	292	y=-0.005x+2.092	0.64
	6享輸以上	43	y=-0.023x+2.196	0.14
十七方体	あり	365	y=-0.022x+2.508	0.04
1017] 早稼	なし	203	y=-0.028x+2.740	0.06

表2 分類条件ごとの直線による回帰式

4. まとめ

今回の調査から得られた成果は、次のとおりである。

- 事故危険箇所のような事故の発生しやすい交差点において、交差点照明による効果的な事 故削減対策を実施するには、平均照度を30Lx、平均照度均斉度は0.4 程度確保することが一つの目安となる。
- 全日事故率が高い箇所、2 車線道路、右折車線のない交差点は、平均照度を高めることによる夜間事故削減効果が大きい。また、主道路が6 車線以上の交差点は、他の条件に比べて潜在的に昼夜の事故率比が低く、平均照度を高めることで更に夜間事故の削減が期待できる。

今回の調査では、交差点照明の事故削減に資する平均照度などについて明らかにした。

今後は、これらの成果を参考にしつつ、交差点内だけでなく交差点付近や横断待機場所などの歩道 部も含めた、総合的な交差点照明のあり方について検討を進めていきたい。

注1) 昼夜別としない一日を通しての事故率

参考文献

1) (財) 交通事故分析センター:交通統計平成 15 年度版, 2004 2)大谷寛・安藤和彦・鹿野島秀行:道路照明による効果的な夜間交通事故削減対策の検討, 第 33 回照学全大, 2000 3)Commission Internationale de l'Eclairage(CIE): Recommendations for the lighting for motor and pedestrian traffic, NO-115, 1995

◆ 特集:道路関係技術基準の最近の動向 ◆

交通安全施設の技術基準の変遷と最近の話題

池原圭一* 蓑島 治** 岡 邦彦***

1. はじめに

交通安全施設とは、道路交通の安全を確保する ために設ける施設のことである。道路構造令第31 条及び道路構造令施行規則第3条には、交通安全 施設に関する規定があり、交通事故の防止を図る ため必要がある場合においては、以下のものを設 けるものとされている¹⁾。すなわち、これらの施 設が道路構造令における交通安全施設と言える。

・横断歩道橋等

- ・さく
- ·照明施設
- ·視線誘導標
- ·緊急連絡施設
- ・駒止
- ・道路標識
- 道路情報管理施設
- ・他の車両又は歩行者を確認するための鏡

交通安全施設の整備は、昭和30年代後半から本 格的に行われるようになり、昭和39年度を初年度 とする第4次道路整備五箇年計画では、既設道路 への交通安全施設の整備に対し補助を行うように なった。同計画において、昭和39年度には道路標 識の整備、昭和40年度には防護柵の整備が行わ れ、交通安全施設整備の事業量が飛躍的に拡大す る契機となった。その後、昭和41年制定の「交通 安全施設等整備事業に関する緊急措置法」(現在 は、「交通安全施設等整備事業の推進に関する法 律」に改正されている)に引き継がれ、交通安全 施設の整備が推進されてきている。

以上のような交通安全施設整備の変遷及び各交 通安全施設の技術基準等の変遷については、「道 路技術基準通達集²⁾」に、また、交通安全施設の 整備状況については、「道路行政³⁾」に紹介され ているのでそちらを参照していただきたい。本報 では、交通安全施設のうち防護柵、照明施設、道 路標識について、技術基準の変遷や最近の話題な どについて紹介する。

2. 交通安全施設の技術基準の変遷

2.1 防護柵の設置基準

防護柵とは、「防護柵の設置基準4)」によると、 主として進行方向を誤った車両が路外、対向車線 または歩道等に逸脱するのを防ぐとともに、車両 乗員の傷害および車両の破損を最小限にとどめて、 車両を正常な進行方向に復元させることを目的と し、また、歩行者および自転車の転落を防止し、 乱横断を抑制するなどの目的を備えた施設のこと をいう。防護柵は、車両用防護柵と歩行者自転車 用柵に区分される。現在の車両用防護柵の代表的 な形式には、ガードレール、ガードパイプ、ボッ クスビーム、ガードケーブル、橋梁用ビーム型防 護柵、コンクリート製壁型防護柵などがある。国 内ではじめて防護柵が使われたのは、昭和31年に 神奈川県足柄郡箱根町(一般国道138号)にガー ドレールが設置されたのがはじまりであり⁵⁾、そ の後も各種防護柵の開発及び設置が行われている。

技術基準の変遷は、昭和40年に「ガードフェン ス設置要綱」が制定されたのがはじまりである。 この当時から、設計条件として車両の衝突速度や 車両重量が規定されており、防護柵に使用する材 料も形式ごとに規定されている。また、防護柵の 色彩は原則として白とされている。その後、昭和 42年、47年に基準改訂が行われ、新幹線との交 差・近接区間に設置するような強度の高い種別の 防護柵の設定や、種別の見直し、衝突車両条件の 見直しなどが行われた。平成10年の基準改定で は、車両の大型化などへの対応とともに、多様な 防護柵構造や材料が使用できるように仕様規定か ら性能規定に変更された。性能の確認は、従来の 基準にあった設計条件と同様に衝突実験により行 われる(写真-1)。使用する材料は、従来の基準

Change in Technical Standards and Recent Topics of Road Safety Facilities



写真-1 防護柵の衝突実験

と異なり自由度が増しており、近年では木製防護 柵も開発されている。平成16年の基準改定では、 従来から防護柵の色彩は白とされていたが、良好 な景観形成に配慮した適切な色彩とするよう規定 が変更された。

2.2 道路標識設置基準

道路標識は、道路を利用する上で必要な案内、 警戒、規制、指示に関する情報を文字や矢印また シンボライズされたマークにより道路利用者に伝 達する機能を有している。道路標識の種類、様式、 設置場所、色彩および寸法等は「道路標識、区画 線及び道路標示に関する命令(以下、「標識令」と 略す)」(昭和35年総理府・建設省令第3号)に定 められており、これを受けて「道路標識設置基準6)」 は、道路標識の整備計画、設計、施工及び維持管 理を行うのに必要な技術的基準を定めている。現 在の道路標識の種類としては、案内標識、警戒標 識、規制標識、指示標識の4つの本標識と、本標 識の意味を補足する補助標識がある。このうち、 案内標識と警戒標識に相当するものは、大正11年 の「道路警戒標及道路方向標ニ関スル件」という 内務省令が制定されたときに位置づけられ、わが 国の近代的な道路標識の起源となっている。

技術基準の変遷は、昭和35年の標識令を受け て、「道路標識設置要領(案)」が運用されていた。 その後、特に案内標識による案内方法の質を向上 させるために、昭和53年に正式に「道路標識設置 基準」が制定された。現在の基準は、昭和61年に 改訂されたものであるが、この際には、国際化へ の対応としてローマ字併用表示の規定、シンボル

マークに関する規定などが設けられた。

2.3 道路照明施設設置基準

道路照明は、「道路照明施設設置基準7)」によ ると、夜間において、あるいはトンネルのように 明るさの急変する場所において、道路状況、交通 状況を的確に把握するための良好な視覚環境を確 保し、道路交通の安全、円滑を図ることを目的と した施設のことをいう。道路照明は、設置場所に より連続照明、局部照明、トンネル照明に大別さ れる。道路照明の歴史は古く、行灯などの時代か ら石油灯やガス灯が使われるようになった頃が起 源だと言われている。ガス灯は、明治5年には横 浜の馬車道などに、また明治7年には東京の金杉 橋から京橋間に設置されているが、石油灯はそれ より以前にも長崎で使われていたと言われている。

技術基準の変遷は、昭和38年にJIS Z 9111に 「道路照明基準」が規定されたのがはじまりであ り、その他にも「道路照明器具」や「横断歩道照 明基準」などのJISの関連規格がある。道路管理 者が適用する「道路照明施設設置基準」は、JIS の関連規格や昭和40年(1965年)のCIE(国際 照明委員会)の勧告等を参考に昭和42年に制定さ れた。この当時は、一般部(現在の連続照明の定 義にあたる)の明るさのレベルを基準照度(単位 面積あたりに入射する光束を照度という)として 規定されていたが、昭和56年に改訂された現在の 基準からは、基準輝度(発光面からある方向の光 度をその方向への正射影面積で割った値を輝度と いう)により連続照明の明るさのレベルが規定さ れている。

最近の話題と国総研の研究開発テーマ およびその成果の紹介

3.1 景観に配慮した防護柵

最近の技術基準の改定は、先に示したように平 成16年に「防護柵の設置基準」が改定された。改 定の主なポイントは、白色が標準であった防護柵 の色彩を良好な景観形成に配慮した適切な色彩と するよう規定が変更された点である。これは、平 成15年に国土交通省がまとめた「美しい国づくり 政策大綱」が一つの契機となっている。この中で、 事業における景観形成の原則化が図られ、技術基 準や事業採択基準で景観の要素を明確に位置付け ることや、特別なモデル事業でのみ認められてい



する検討会提言⁹⁾」

について紹介する。

この提言は、有識者からなる検討会(座

長:東京大学大学院

工学研究科社会基盤

工学専攻家田仁教

授)においてまとめ られ、国際化や高齢

化の進展、景観・環

境への関心の高ま

り、さらに観光立国

への取組等を背景と

して、道路利用者の

図-1 景観に配慮した防護柵の整備ガイドライン⁸⁾の全体構成

たグレードアップを一般の事業で実施可能とする ことを進めていくこととされた。これを受けて、 防護柵についても景観に配慮したものとしていく ことが必要とされ、基準が改定され、また「景観 に配慮した防護柵の整備ガイドライン⁸⁾」が策定 された。

このガイドラインは、有識者からなる「景観に 配慮した防護柵推進検討委員会」(委員長:日本 大学理工学部社会交通工学科天野光一教授)にお いてまとめられ、平成16年に策定された。ガイド ラインでは、防護柵の設置・更新にあたって、本 来の安全面での機能を確保した上で景観に配慮す る考え方がまとめられており、図-1に示す構成 になっている。

3.2わかりやすい道路案内標識

道路標識に関する最近の話題として、平成16年 にまとめられた「わかりやすい道路案内標識に関 提言の全体イメージを図-2に示すが、3つの理 念のもと、自動車系案内と歩行者系案内の方向性 が示され、また、新たな課題への対応として、英 語表記のルールの徹底、カーナビゲーションのよ うな新たなメディアとの連携、景観への配慮など の必要性がまとめられた。さらに、これらわかり やすい道路案内標識の計画・管理を行うマネジメ ントのあり方についてもまとめられた。

た。

3.3 道路照明に関する取り組み

現在の「道路照明施設設置基準」では、連続照 明やトンネル照明に関しては明るさの規定がある が、局部照明の一つである交差点照明や、歩行者 用照明に関しては明るさの規定がない。そのため、 これら照明の必要な明るさレベルなどについて研 究を行っている。

3.3.1 歩行者用照明の必要照度

国土技術政策総合研究所の試験走路に仮設した



図-2 わかりやすい道路案内標識に関する検討会提言⁹⁾の全体イメージ

歩道に段差や障害物を設置して、高齢者(65歳以 上)10名、非高齢者10名、車椅子利用者7名を対 象として、夜間照明施設に照らされた路面や障害 物の見やすさ、すれ違う通行者の見やすさなどに ついて、ヒアリング形式で「はい」と「いいえ」の 二者択一のアンケートを行った^{10),11)}。図-3は、 アンケートの結果から「はい」と回答した人の割 合を支持率として整理したものである。照度レベ ルが低い1.51x や31x では全体的に支持率が低く、 5lx になると支持率がほ ぼ全体的に60%以上に なるが、車椅子利用者で は「すれ違う歩行者の顔 が見える」と「すれ違う 自転車利用者の顔が見え る」の支持率が低い。 10lx 以上になると、全て の支持率が70%以上に なる結果となった。

以上のことから、歩行 者用照明の必要照度は5 lx 程度以上が望ましく、 障害者等に配慮する場合 は10lx 以上が望ましいこ とがわかった。

3.3.2 交差点照明の必要 照度

国土技術政策総合研究 所の試験走路の実物大交 差点において、図-4に 示すように直進、左折、 右折の各場面を想定し て、横断中、乱横断中、 また横断待機中の人の見 え方を被験者(22~78 歳の免許保有者20名) にアンケートを行った¹²⁾。 この時の照度レベルは、 0lx (照明なし)、5lx、 10lx、15lxであった。ア ンケートでは、5段階評 価(5:非常によく見え る、4:よく見える、 3:まあまあ見える、

2:かろうじて見える、1:見えない)を行ってお り、中間の3段階目の評価が許容できる最低ライ ンであろうと判断して結果を整理した。図-5に 示すように、5lxではモニターの評価が全体的に 低く、10lx以上では横断歩道上にいる人の見え方 は全体的に高い評価が得られた。一方で乱横断中 の人(図-4の④)や横断待機中の人(図-4の⑦、 ⑨)の評価は15lxでも高い評価が得られなかっ た。以上の評価は、静止した観測車両(図-4の



根認位置)からの評価であるが、走行中の車両からの評価になると、横断待機中の人(図−4の④、
⑤)でも10lx以上では高い評価が得られる結果となった。

以上のことから、交差点照明の必要照度は10lx 以上が望ましいことがわかった。なお、この結果 は、道路敷外からの光の影響を受けていない結果 であることから、道路周辺の光環境に応じた照度 レベルの検討が課題となっている。

3.3.3 交差点照明の実態と効果

先の3.3.2項とは別の視点で、照明の明るさレベ ルごとの夜間事故発生状況を分析した^{13,14)}。分析 の対象とした交差点は、事故危険箇所のうちの367 箇所である。図-6は、交差点照明の設置状況(位 置、高さ、光源の種類など)から路面の平均照度 と平均照度均斉度(路面の最小照度を平均照度で 除したものであり、路面の明るさのムラを示す指 標)を計算により求め、昼夜の事故率比(昼間の 事故率に対する夜間事故率の増減比(夜間事故 率/昼間事故率))との関係を示したものである。 昼夜の事故率比は、平均照度の増加とともに概ね 低下する傾向が確認され、その時の平均照度均斉 度は増加している結果となった。また、CIE(国 際照明委員会)の勧告では、平均照度均斉度とし





て0.4を推奨しているが、低い照度レベルでは平 均照度均斉度も低いのが実態であり、25lx以上に なるとCIEの推奨値である平均照度均斉度0.4に 近い値が得られていることがわかる。

以上のことから、平均照度を高めることで、平



均照度均斉度も高まっており、それらにより一定 の事故削減効果が得られることがわかった。しか し、低い照度レベルにおいて、平均照度均斉度を 高めた場合の効果については、今回の分析では明 らかになっておらず、今後の課題である。

今後の方向性

今後の交通安全施設の整備にあたっては、本来 の安全性・利便性を確保した上で、高齢ドライバー の増加への対応、外国人の道路利用者の増加に対 するユニバーサルデザインによる対応、また景観 への配慮など道路空間としての美しさの向上など、 これら社会的要請にどのように応えていくのかを 検討し、さらに、設置・維持管理費用、施設整備 による効果を踏まえて、交通安全施設の基準改定 の必要性を判断することが必要である。

- 国土交通省道路局企画課監修:〔第七次改訂〕道路 技術基準通達集一基準の変遷と通達一、平成14年3 月
- 3)全国道路利用者会議:道路行政〔平成16年度〕、平成17年2月
- 4) (社) 日本道路協会:防護柵の設置基準・同解説、平 成16年3月
- 5) (社) 交通工学研究会: 交通工学ハンドブック 2005
- 6)(社)日本道路協会:道路標識設置基準・同解説、昭和62年1月
- 7)(社)日本道路協会:道路照明施設設置基準・同解説、 昭和56年4月
- 8) 景観に配慮した防護策推進検討委員会:景観に配慮した防護柵の整備ガイドライン、平成16年3月
- 9) http://www.mlit.go.jp/road/sign/sign/index.htm
- 10)林堅太郎、森 望、安藤和彦:歩行者用照明の必 要照度に関する研究、平成14年度(第35回)照明学 会全国大会講演論文集, pp.214-215、平成14年8月
- 11)森 望、安藤和彦、河合 隆、林堅太郎:歩行者用 照明の必要照度とその区分に関する研究、国総研資 料第157号、平成16年2月
- 12) 蓑島 治: 交差点照明の照明要件に関する研究、第 26回日本道路会議(投稿中)、平成17年10月
- 13)河合 隆、蓑島 治、池原圭一、森 望:交差点 照明の事故削減効果に関する調査、平成17年度(第 38回)照明学会全国大会(投稿中)、平成17年7月
- 14) 犬飼 昇:交差点照明における照明の事故削減効果
 に関する検討、第26回日本道路会議(投稿中)、平
 成17年10月

参考文献

 (社)日本道路協会:道路構造令の解説と運用、平成 16年2月



国土交通省国土技術政策総合研 究所道路研究部道路空間高度化 研究室研究官 Keiichi IKEHARA 蓑島 治**



国土交通省国土技術政策総合研 究所道路研究部道路空間高度化 研究室研究員 Osamu MINOSHIMA

岡 邦彦***



国土交通省国土技術政策総合研 究所道路研究部道路空間高度化 研究室長 Kunihiko OKA

-114 -

トピックス

防護柵への付着金属片に関する調査

国土交通省国土技術政策総合研究所道路空間高度化研究室

はじめに

今般,全国に設置されている防護柵において多数の付 着金属片が発見され,路肩を通行中の歩行者や自転車利 用者が飛び出した金属片により負傷した事故の存在も明 らかになった。

国土交通省では、これらの原因究明と事故の応急対策 として全国の直轄国道において、防護柵への付着金属片 について緊急点検を行うと共に、各地の警察とも協力し ながら金属片の除去作業を実施した。また、都道府県等 の地方公共団体においても、自主的な点検を行っている ところであるが、今後効果的な対策を実施していくため には、金属片の付着原因を究明した上で対策を立案する ことが必要であり、国土交通省では専門家による調査委 員会を設置し、金属片が付着した原因の究明と対応につ いての検討を行っている。

本稿は、これまでの検討結果を速報として報告するも のである。

1. 金属片の付着状況調査

(1) 目的

付着金属片や金属片の付着場所に関する特徴を明らか にし、付着金属片に関する基礎資料を得るため、6月上 旬に全国の直轄国道において防護柵への付着金属片に関 する緊急点検を実施した。その結果確認された4,537 個 (6月14日時点)の金属片を対象に、金属片に関する特 徴や付着状況、付着箇所の道路状況等を調査した。

(2) 結果

①全体的特徵

金属片は、ボルトに付着(写真-1)する場合と、継ぎ 目に付着(写真-2)する場合が見受けられた。

付着していた防護柵の種類は,大半はガードレールで ある。また付着場所はボルト部,継ぎ目部,端部の順に 多い。また路側側,中央帯側の別では,その大半は路側 側である。表-1~3に状況別の付着割合を表す。



写真-1 ボルト部 写真-2 継ぎ目部

表-1 (防護柵の種類別付着割合)

ガードレール	ガードレール以外
約 98 %	約2%

表-2 (金属片の付着場所別付着割合)

ボルト部	継ぎ目部	端部
約 61 %	約 32 %	約7%

表-3 (ガードレールの位置別付着割合)

路側側	中央帯側
約 97 %	約3%

②金属片の特徴

金属片の平均的な大きさは,継ぎ目部に付着していた もので幅5 cm 前後,長さ10 cm 前後 (写真-3),ボルト 部に付着していたもので幅3.5 cm 前後,長さ7 cm 前後 (写真-4) である。金属片の幅は,継ぎ目部ではガード レールの凸部の幅,ボルト部ではボルトの頭の直径に影 響されているものと推察できる。

突出量は,5 cm 未満のものが約 77%を占めるが,25 cm を超えているものも 0.1%程度存在している。

形状は、三角形が約81%を占め、その他長方形、台形





写真-3 (ボルト部付着)

なども見られる。

材質はそのほとんどが鉄(約92%)であり、その他は アルミニウム、プラスチックなどである。

厚さは, 0.8~1.0 mm を中心(約 30%)として 0.2~ 2.2 mm に分布しており, 2.3 mm を超えるものもわずか に存在している。

ほとんどの金属片に錆が発生している。(約95%)

塗料が認められるものと認められないものの割合はほ ぼ半々であり、付着場所がボルト部の金属片で塗料が認 められないものが比較的多くみられる。

破断面は粗いものがほとんど(約95%)である。

③付着箇所の特徴

付着箇所に車両接触痕の有るものが約82%, 無いもの が約14%となっている。

④道路構造・線形との関係

線形は直線部が約 64%と多く,次いで右カーブ(約 21%), 左カーブ(約 14%)となっている。

中央分離帯の有無別では、中央分離帯の無い箇所がほ とんど(約91%)である。

沿道状況別では,平地(約50%),山地(約26%)が 多く,DIDを含む市街地は少ない。

縦断線形別では、0~±2%の平坦か平坦に近い箇所 が多い(約68%)。

⑤事故発生状況との関係

事故密度や事故率が高い区間に多く付着している傾向 がある。

2. 金属片の材料分析

(1) 目的

付着金属片の組成から用途を特定し、金属片の生成過 程を明らかにするため、直轄国道において実施した緊急 点検の結果確認された 4,537 個の金属片のうち、

- 1) 大宮国道事務所管内で確認された 51 個の金属片す べて。
- 2) 全国の直轄国道で確認された金属片のうち,外観
 等から判断して自動車に由来するものとは考えに
 くいと現場で判断された11個の金属片。

3) 全国の直轄国道で確認された金属片のうち,付着場所,接触痕,形状,厚さ,塗料の有無に着目して抽出した40個の金属片。

の計 102 個の金属片を対象として、材料分析を行った。

(2) 結果

大宮国道事務所管内で確認された金属片の材料分析 結果

用途は、車両用の外板が48個、車両の荷台側板固定フ レームが1個、車両付帯部品(ミラーまたはモール(装 飾および傷つき防止のために、ドアまわりに取り付けら れている外装部品))が2個であり、いずれも車両に用い られる部材であった。また、金属片の破断状況はすべて 引張破壊によるものであった。

②全国で確認された金属片の材料分析結果

用途は,車両用の外板が49個,車両用のバンパーが1 個,車両外装部品が1個であり,いずれも車両に用いら れる部材であった。また,金属片の破断状況は,すべて 引張破壊によるものであった。

3. 金属片付着の原因

材料分析を行った 102 個の金属片は, すべて自動車に 由来するものであったことから, 確認された金属片に自 動車に由来するもの以外のものが存在する確率は低く, 金属片の大半は自動車に由来するものであると考えられ る。

また,金属片付着箇所の多くに防護柵への接触痕があ ることからも自動車に由来するものであることがうかが えるとともに,形状が三角形,破断面が引張破壊により 破壊といった共通した特徴から,付着の際に自動車が防 護柵に接触していることおよび金属片は強い引張力によ る破壊により発生していることが分かる。

このことから,付着金属片は,「車両が防護柵に接触し て,車体がボルトの頭または継ぎ目に引っかかることに より,車体の一部が引きちぎられ,防護柵に付着する」 というメカニズムにより発生しているものと推定される。

おわりに

これまでの調査結果から,付着金属片の発生原因はほ ぼ自動車の接触によるものであると考えられる。今後は, 実車による実証実験等により付着金属片の発生メカニズ ムの確認を行い,防護柵に関する事項と点検に関する事 項の両面から対応策を検討していく予定であり,その内 容は次号以降で追って報告したい。

(文責:国土交通省国土技術政策総合研究所道路空間) 高度化研究室長 岡邦彦

トピックス

防護柵への付着金属片に関する調査(その2)

国土交通省国土技術政策総合研究所道路空間高度化研究室

はじめに

前号に引き続き,金属片の付着原因を究明し,対応策 を立案するための「防護柵への付着金属片調査委員会」 の検討結果を報告する。なお,前号では本委員会の第2 回までを速報として報告しており,今回は第3回の最終 委員会の検討結果を報告する。

1. 金属片の材料分析(その2)

(1) 目的

自動車に由来するもの以外の金属片が存在する可能性 について検討するため、以下の1)~5)のいずれかに該 当する金属片 240 個を抽出した。

- 1) 金属片の差し込み側が人工的に加工されているよう にみえるもの
- 2) 破断面が人工的に作られたように滑らかなもの
- 3) 金属片の厚さが自動車鋼板と一致しないもの
- 4) 中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着しているもの
- 5) その他特に現場が判断したもの

この240 個の金属片について,金属片の実物,現場の 写真・図面をもとに,状況の再確認と自動車に由来する ものかどうかの精査を行った。精査の結果,226 個は自 動車に由来するものと判断できるものであった。また, 金属片が他機関にあるために材料分析ができず確定でき ないものが3 個あったが,写真等から車両によるものと 推定されるものであった。そこで,残る 11 個について, 材料分析を行った。

(2) 結果

分析結果を表-1に示す。用途は,車両用(外板,ドア 下部,下回り,荷台,付属品),農耕用トラクター,視線 誘導標の取り付け金具と特定され,視線誘導標の取り付 け金具1個を除き車両に用いられる部材であった。また, 金属片の破断状況は,トラクターの1個が接触・落下に よるものである以外は,すべて引張破壊によるもので あった。

用 個 数 備 老 凃 車両用 (外板) 3 破断状況はすべて 車両用 (ドア下部) 2 引張破壊 車両用(下回り) 2 車両用(荷台) 1 車両用 (付属品) 1 農耕用トラクター 1 落下していたもの 視線誘導標の取付金具 道路管理者に確認 1

11

表-1 金属片の材料分析結果(その2)

2. 実車実験

計

(1) 実験条件

実験は国土技術政策総合研究所の衝突実験施設内に防 護柵を設置し、専門のスタントマンが車両を防護柵に接 触させることによって行った(写真-1)。ここで、車両の 接触位置と防護柵の接触位置との関係は、表-2に示す状 況を再現することを想定した。

また,ボルトの締め付け条件について,締め付け強度 を変えた場合の実験も行った。車両の速度は40 km/hを 標準として行い,20 km/hの場合,ならびに60 km/hの 場合も一部で行った。

(2) 実験結果

ボルト部の実験は、ボルトの締め付け強度等を変えて 22 ケース行い、このうち9 ケースがボルトの頭に金属片 が付着した。付着した9 ケースのうち4 ケースは、付着 金属片が三角形でその大きさは、幅 2.0 cm ~ 4.0 cm,長 さ 3.5 cm ~ 9.5 cm であった。



写真-1 実車実験の様子

表-2 再現を試みようとした車両の状況

防護柵の 接触位置	車両の接触 位置	再現を試みようとした車両の状況
ボルト部	左側	通常の走行中に,左側路側の防護 柵に接触
継ぎ目部	右側	中央線をはみ出し,右側路側の防 護柵に接触
(逆目*)	左側	中央分離帯のある道路を逆送して 中央帯の防護柵に接触
終点側 端部	左側	通常の走行中に,左側路側の防護 柵の端部に接触

*:継ぎ目部は、通常とは逆の重ね合わせ

継ぎ目部の実験は、22 ケース行い、このうち8 ケース が継ぎ目部に金属片が付着した。付着した金属片は大半 が三角形でその大きさは、幅 1.8 cm ~ 7.0 cm,長さ 3.0 cm ~ 20.0 cm であった。

終点側端部の実験は、7 ケース行い1 ケースも付着の 再現ができなかった。

なお,実験により付着した金属片は,ボルト部及び継 ぎ目部ともに,全国の直轄国道で発見された金属片を統 計的に整理した結果とほぼ同じような形状および大きさ のものであった。

(3) 実車実験結果の考察

ボルト部の実験では22ケースのうち平常なボルトの締 め付け状態で行った実験は7ケースであり、このうち2 ケースがボルト部に金属片が付着した。従って、平常な ボルトの締め付け状態での発生率は約30%であった。

継ぎ目部の実験では 22 ケース中 8 ケースの付着であり,発生率は約 40 %であった。

よって,車両が防護柵のボルト部に接触するか,もし くは車両が防護柵の継ぎ目部に逆目の状態で接触したと しても,必ずしも金属片が発生するわけではなかった。

ボルトを通常のレンチで,ボルト部に隙間が無い状態 で締め付けた場合(50~70 N·m)は,4ケースのうち 一度も付着しなかった。また,レンチで比較的ゆるく締 め付けた場合(5~15 N·m)は,3ケースのうち2ケー ス付着した。

一方,平常の状態ではないが,ボルトを手で締め付け た場合(0.2 N·m 程度)は、8 ケースのうち5 ケース付着 した。更に,ボルト部に意図的に隙間を 1.0mm 又は 2.0 mm ほど作った場合には,車両ドア部の損傷は大きかっ たが,防護柵には微小片しか付着しなかった。また,ボ ルトを意図的にゆるませ,隙間を 0.2, 0.5, 2.0 mm 作った 場合にも,一度も付着しなかった。

このことから,ボルトを通常のレンチで締め付けた場 合,および隙間を設けて場合には,金属片が付着しにく い傾向があることが分かった。

3. 付着金属片の発生原因

金属片の材料分析から,11 個のうち10 個が自動車の 鋼材や車両付帯部品であった。残りの1 個は古い視線誘 導標の取り付け金具であり,自動車に由来するものでは なかったが,明らかに故意に付けたものではなかった。

また,実車実験からは,車両が防護柵に接触して,車 体がボルトの頭または継ぎ目部に引っ掛かることにより, 車体の一部が引きちぎられ,防護柵に付着する現象が再 現され,自動車により付着金属片が発生することが確認 された。

よって,第2回委員会までの検討結果,今回の金属片 の材料分析結果,実車実験結果から判断すると,付着金 属片はほぼ自動車に由来するものであると断定できる。

4. 今後の対応

「防護柵への付着金属片調査委員会」によりまとめられ た今後の対応は以下のとおりである。

- ①金属片を付着させた原因者が、早急にその情報を道路管理者等に通報すること等により撤去すべきことを周知すること。
- ②道路管理者は現行の道路巡回について、従来の車両 通行の安全確保に加え、歩行者及び自転車の通行環 境の安全に注視して点検することを基本とし、歩行 者や自転車の利用状況に応じて、定期的に歩道や車 道側の自転車通行帯の点検も行うなど、金属片発見 のための工夫が必要であること。
- ③市民の協力により金属片の発見・撤去を進めることが不可欠であり、関係機関は市民からの情報をきちんと活用できるよう情報収集のための窓口設置や市民への情報窓口の周知などの環境整備の充実に努めること。

④金属片の付着しにくい構造を研究すること。

⑤過去に暫定2車線供用を行っていた箇所などで本来 進行方向に滑らかに防護柵を接続すべきものが逆に 設置されている例が極わずかであるが見受けられた ことから、このような箇所では設置状況を再確認し 適切な改善措置を行うこと。

おわりに

3回にわたる委員会,現地調査,実験等の調査結果を 報告書としてとりまとめた。

(文責:国土交通省国土技術政策総合研究所道路空間) 高度化研究室長 岡邦彦

速報

防護柵への付着金属片に関する調査

1. はじめに

今般、全国の防護柵に付着した多数の金属片が 発見され、付着金属片により歩行者や自転車利用 者が負傷した事故の存在も明らかになった。

防護柵は、進行方向を誤った車両や、歩行者や 自転車が路外などへの逸脱を防ぐことにより、逸 脱に伴う当事者の人的被害、車両の物的損害、逸 脱した車両などにより生じる第三者の人的被害、 道路・沿道施設などの物的損害など種々の被害や 損害の発生を防止するために、交通安全施設の一 つとして整備されるものであるが、こうした付着 金属片の存在はこれまで把握されていなかった。

今後は、金属片の付着原因を究明した上で対応 策を検討することが必要であるが、付着金属片が 発生する原因については、一部で金属片と車両の 破損部分の一致により自動車によるものと確認さ れた事例があるものの、全ては解明されていない。

そのため、国土交通省道路局において「防護柵 への付着金属片調査委員会(委員長:元田良孝・ 岩手県立大学総合政策学部教授)」(以下、「本委 員会」と略す)を設置して、金属片が付着した原 因を究明し、今後の対応を検討することを目的と して、調査を実施した。

2. 調查内容

2.1 金属片の付着状況調査

付着金属片や金属片の付着場所に関する特徴を 明らかにするため、全国の直轄国道において実施 した、防護柵への付着金属片に関する緊急点検の 結果確認された金属片(4,537個:2005年6月14 日時点)を対象に、金属片の特徴を示す基礎的な データや付着状況、付着箇所の道路状況等を調査 した。

2.2 金属片の材料分析

付着金属片の組成から用途を特定し、金属片の 生成過程を明らかにするため、金属片の一部につ いて材料分析を行った。

2.3 室内実験

付着金属片に多く見られる特徴である三角形の 形状が、引張破壊により生成されることを確認し、 金属片の形状に影響する要因を明らかにするため、 引張試験機により鋼板の引張破壊実験を行った。 24 **実専実験**

2.4 実車実験

付着金属片が自動車の接触により発生するとの 推定を検証し、付着のメカニズムを確認するため、 実車を防護柵に接触させて金属片を付着させる実 験を行った。

3. 調査結果

3.1 金属片の付着状況調査

3.1.1 全体的特徵

金属片の付着状況調査結果の概要を表-1に示 す。また、付着している金属片の状況を写真-1に 示す。付着していた防護柵の種類は、大半はガー ドレールであった。付着場所は、ボルト部、継ぎ 目部、端部の順に多い。防護柵設置位置の路側側、 中央帯側の別では、その大半は路側側であった。 また、付着箇所に車両接触痕の有るものが約82%、 無いものが約14%となっていた。

3.1.2 **金属片の特徴**

金属片の幅及び長さの平均値は、表-2に示す。 金属片の幅は、継ぎ目部ではガードレールの凸部 の幅(約5~6cm)、ボルト部ではボルトの頭の直 径(約3.3cm)に影響されるものと推察できる。

表-1 金属片の付着状況

金属片の付着状況 割合				
叶港加の種類	ガードレール	98%		
防護何の性規	ガードレール以外	2%		
	ボルト部	61%		
付着場所	継ぎ目部	32%		
	端部	7%		
付着していた防	路側側	97%		
護柵の設置位置	中央帯側	3%		
市田均価 項	有り	82%		
半凹按照成	無し	14%		



写真-1 防護柵に付着した金属片

表-2 金属片の幅・長さの平均値及び標準偏差

	幅	標準偏差	長さ	標準偏差
ボルト部	3.5cm	1.5cm	6.9cm	4.5cm
継ぎ目部	5.5cm	2.4cm	11.3cm	9.1cm

その他の特徴としては、突出量は、5cm未満の ものが約77%を占めるが、25cmを超えているも のも0.1%程度存在した。形状は、三角形が約81% を占め、その他長方形、台形なども見られた。

3.1.3 道路構造と金属片付着密度の関係

1) 縁石有無別の付着密度

縁石有無別の、防護柵への金属片付着密度(防 護柵延長1kmあたりの金属片付着個数)を図-1 に示す(ここでは、金属片が付着していた防護柵 の大半を占める路側のガードレールを対象に分析 した)。「縁石なし」の区間では、「縁石あり」の 区間と比較して金属片付着密度が約2倍となって いる。これは、「縁石あり」の区間では、縁石が 車両の防護柵への接触を防いでいるためと推測さ れる。ちなみに、4,537個のうち「縁石あり」で は703個、「縁石なし」では3,672個付着していた。 2) 直線・カーブ別の付着密度

直線・カーブ別の、防護柵への金属片付着密度 を図-2に示す(ここでは路側のガードレールを 対象に分析した)。「直線」区間では、「カーブ」 区間と比較して金属片付着密度が約1.8倍となっ ている。ちなみに、4,537個のうち「直線」では 2,816個、「カーブ」では1,533個付着していた。

3) 路肩幅員ランク別の付着密度

路肩幅員ランク別の、防護柵への金属片付着密 度を図-3に示す(ここでは車両の路外逸脱防止 目的のガードレールを対象に分析した)。

路肩幅員が0.5~0.75mの区間に金属片が多く付 着する傾向にある。

3.1.4 金属片付着と事故発生状況の関係

交通事故統合データベースを用いて、金属片付着 と事故発生状況との関係を分析した。図-4、図-5 に示すように、事故密度(死傷事故件数/道路延 長)、事故率(死傷事故件数/走行台キロ)が高 いほど付着密度が高くなる傾向がみられる。



図-3 路肩幅員ランク別金属片付着密度

-120-

速報



図-4 事故密度と金属片付着密度の関係



図-5 事故率と金属片付着密度の関係

3.2 金属片の材料分析

3.2.1 材料分析(その1)

1) 分析を行う金属片の抽出

確認された金属片の用途を特定するため、表-3 に示す考え方に従って抽出した102個の金属片に ついて材料分析を行った。

2) 材料分析 (その1) の結果

分析結果を表-4に示す。金属片A~Cの材料 分析の結果、用途は、車両用(外板、フェンダー

表-3 分析を行う金属片の抽出の考え方

• •		
名称	 抽出の考え方	個数
金属片A	ケーススタディ地域として、大 宮国道事務所管内全ての金属片	51
金属片B	全国の直轄国道で確認された金 属片から、付着場所、接触痕、 形状、厚さ、塗料の有無に着目 して抽出した金属片	40
金属片C	故意に付着させたと思われるよ うな特異な特徴を有していると 現場で判断された金属片	11
合 計		102

表-4 金属片の材料分析結果 (その1)

名称	用途	個数	
	車両用(外板)	44	
金属片A	車両用(フェンダーパネル)	1	
(51個)	車両用(荷台側板固定フレーム)	1	
	車両付帯部品(ミラー、モール等)	5	
金属片B	車両用 (外板)	39	
(40個)	車両付帯部品(モール)	1	
	車両用(外板)	9	
金偶斤し	車両用(バンパー)	1	
(111個)	車両用(給油口カバー)	1	
合計			

パネル、荷台側板固定フレーム、バンパー、給油 ロカバー)、車両付帯部品(ミラー、モール等)と 特定され、いずれも車両に用いられる部材であっ た。また、金属片の破断状況は全て引張破壊によ るものであった。

3.2.2 材料分析(その2)

1) 分析を行う金属片の抽出

材料分析(その2)では、自動車に由来するもの以外の金属片が存在する可能性について検討する観点から、以下のア)~オ)のいずれかに該当する金属片240個を抽出した。

ア)金属片の差し込	み側が人工的に加工されているよう
にみえるもの	
イ)破断面が人工的	に作られたように滑らかなもの
ウ)金属片の厚さが	「自動車鋼板と一致しないもの
エ)中央分離帯のあ	る道路で継ぎ目に付着しているもの
オ)その他特に現場	が判断したもの

この240個の金属片について、金属片の実物、 現場の写真・図面をもとに、状況の再確認と自動 車に由来するものかどうかの精査を行った。精査 の結果、226個は自動車に由来するものと判断で きるものであった。また、金属片が他機関にある ために材料分析ができず確定できないものが3個 あったが、写真等から車両によるものと推定され るものであった。そこで、残る11個について、材 料分析を行った。

2) 材料分析 (その2) の結果

分析結果を表-5に示す。用途は、車両用(外 板、ドア下部、下回り、荷台、付属品)、農耕用 トラクター、視線誘導標の取付金具と特定され、 視線誘導標の取付金具1個を除き車両に用いられ

表-5 金属片の材料分析結果 (その2)

用途	個数	備考
車両用(外板)	3	
車両用(ドア下部)	2	破断出辺け ムイ
車両用(下回り)	2	11火町1八(ルは、主て) 引起な病
車両用(荷台)	1	[7]]]]]]]]]][][[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[
車両用(付属品)	1	
農耕用トラクター	1	落下していたもの
視線誘導標の取付金具	1	道路管理者に確認
計	11	

る部材であった。また、金属片の破断状況は、農 耕用トラクターの1個が接触・落下によるもので ある以外は、全て引張破壊によるものであった。 3.3 **室内実験**

3.3.1 室内実験の目的

防護柵に付着していた金属片の形状は、三角形 のものがボルト部で82%、継ぎ目部で80%と、そ の多くに三角形であるという特徴が見られる。

また、金属片の幅と長さについては、付着状況 調査結果から表-2に示すとおりであることが分 かった。金属片の幅は、ボルト部の場合にはボル トの頭の直径3.3cmに、継ぎ目部の場合にはガー ドレールの凸面幅5~6cmに大きく依存している ものと思われる。一方、金属片の長さについては、 金属片の幅に比べると標準偏差が大きく、特に継 ぎ目部に付着する金属片の長さはばらつきが大き い。そこで、付着金属片に多く見られる特徴であ る三角形の形状が、引張破壊により生成されるこ とを確認し、金属片の形状に影響する要因を明ら かにするため、車両に用いられる鋼板を材料とす る試験片を供試体として、引張試験機により破壊 する実験を行った。

3.3.2 実験方法

写真-2に示すように、幅120mm、長さ400mm、 厚さ0.7mmの車体外板用の合金化溶融亜鉛めっき 軟鋼板を、短辺側端部に長さ40mmのスリットを ガードレールの凸面幅に合わせた45mm間隔で2 本入れ、中央部を折り曲げ加工したものを供試体



写真-2 実験に用いた供試体

表-6 実験結果

実験No.	引張速度	破断形状	長辺	短辺
	(km/h)		(mm)	(mm)
No.1	0.018	三角形	210	45
No.2	19.6	三角形	120	45
No.3	12.0	三角形	130	50
No.4		三角形	150	45
No.5	977	三角形	110	45
N0.6	21.1	三角形	170	50
No.7		三角形	150	45
No.8	47.0	三角形	>165	47
No.9	47.0	三角形	>170	47

として用いた。実験では、供試体の両端を固定して、中央の折り曲げた部分で引張を行った。

3.3.3 実験結果

破断形態や試験片外観等の実験結果を表-6に 示す。いずれも引張の進展に伴い幅が縮小し、最 終的には三角形状に破断して分離した。また、三 角形の長さと引張速度の関係は、ばらつきがある ものの、速度の増加に伴い三角形の長さは増加す る傾向が見られた。

3.4 実車実験

3.4.1 実験条件

実験は国土技術政策総合研究所の衝突実験施設 内に防護柵を設置し、専門のスタントマンが車両を 防護柵に接触させることによって行った(写真-3)。 ここで、車両の接触位置と防護柵の接触位置との 関係は、表-7に示す状況を再現することとした。 また、ボルトの締め付け条件について、締め付け 強度を変えた場合の実験も行った。車両の速度は 40km/hを標準として行い、20km/hの場合、な らびに60km/hの場合も一部で行った。

3.4.2 実験結果

ボルト部の実験は、ボルトの締め付け強度等を



写真-3 実車実験の様子

速報

防護柵の	車両の	再現を試みようとした車両の
接触位置	接触位置	接触状況
ボルト部	左側	通常の走行中に、左側路側の
		防護柵に接触
	右側	中央線をはみ出し、右側路側の
継ぎ目部		防護柵に接触
(逆目*)	左側	中央分離帯のある道路を逆送
		して中央帯の防護柵に接触
終点側		通常の走行中に、左側路側の
端部	左側	防護柵の端部に接触
		1

表-7 再現を試みようとした車両の状況

*逆目:下図(右)のように、車両進行方向に対して手前の ガードレールが下になっている状態が逆目

支柱	ガードレール	<u> (e) </u>	<u>o</u>
車両→	し、 版目(通常の 重ね合わせ)		←車商

変えて22ケース行い、このうち9ケースがボルト の頭に金属片が付着した。付着した9ケースのう ち4ケースは、付着金属片が三角形でその大きさ は、幅2.0~4.0cm、長さ3.5~9.5cmであった。継 ぎ目部の実験は、22ケース行い、このうち8ケー スが継ぎ目部に金属片が付着した。付着した金属 片は大半が三角形でその大きさは、幅1.8~7.0cm、 長さ3.0~20.0cmであった。終点側端部の実験は、 7ケース行い1ケースも付着の再現ができなかっ た。

実験により付着した金属片は、ボルト部及び継 ぎ目部ともに、全国の直轄国道で発見された金属 片を統計的に整理した結果と同じような形状及び 大きさのものであった。

また、平成17年7月22日(金)にマスコミ関係 者等に対して実験を公開した。この際にもボルト 部と継ぎ目部の実験を同様に行い、継ぎ目部で速 度40km/hの実験において、金属片の付着を再現 することができた。

3.4.3 実車実験結果の考察

1) 金属片の発生率

防護柵に金属片が付着したのは、ボルト部の実 験では22ケースのうち平常なボルトの締め付け状 態で行った実験は7ケースであり、このうち2ケー スがボルト部に金属片が付着した。従って、平常な ボルトの締め付け状態での発生率は約30%であっ た。継ぎ目部の実験では22ケース中8ケースの付 着であり、発生率は約40%であった。 ボルトを通常のレンチで、ボルト部に隙間が無 い状態で締め付けた場合(50~70N・m)は、4ケー スのうち一度も付着しなかった。また、レンチで 比較的ゆるく締め付けた場合(5~15N・m)は、 3ケースのうち2ケース付着した。一方、平常の 状態ではないが、ボルトを手で締め付けた場合 (0.2N・m程度)は、8ケースのうち5ケース付着 した。更に、ボルト部に意図的に隙間を1.0mm、 又は2.0mmほど作った場合には、車両ドア部の損 傷は大きかったが、防護柵には微小片しか付着し なかった。また、ボルトを意図的にゆるませ、隙 間を0.2mm、0.5mm、2.0mm作った場合にも、金 属片は一度も付着しなかった。

このことから、ボルトを通常のレンチで締め付 けた場合、及び隙間を設けて場合には、金属片が 付着しにくい傾向があることが分かった。

4) 防護柵に金属片が付着するメカニズム

防護柵の継ぎ目部に金属片が付着した実験ケー スについて、防護柵の継ぎ目部を上方から高速度 のビデオカメラ(1秒に1000コマ撮影)で撮影し た映像から、防護柵に金属片が付着する現象を詳 細に分析すると以下のとおりであった。

①まず、車両のフェンダー部分が防護柵に接触することによって、車両のフェンダー部分がへこみ、その結果、前面のドアパネルがフェンダー部分よりも外側に飛び出た状態になり、車両のフェンダー部分と前側のドアパネルとの間にわずかな段差が発生する。

- ②車両が引き続き防護柵を外側に押しながら走行するため、防護柵の継ぎ目部にわずかな隙間が発生する。(今回、撮影されたケースにおいては、最大隙間は約2.19mmであった。)
- ③継ぎ目部のわずかな隙間が発生している状態において、車両のフェンダー部分と前側のドアパネルとの段差部分が、その隙間の間に引っかかる。(写真-4(1))
- ④前側のドアパネルが、その隙間の間に押し込まれてい き、同時にドアパネルに、切り欠きが発生していく。
- ⑤防護柵の継ぎ目部の間に、これ以上ドアパネルが入らなくなった瞬間からドアパネルは継ぎ目部分を起点として折り返されながら車両から引きちぎられていく。 (写真-4(2))

⑥ドアパネルは、折り返されながら順次引きちぎられ続けていく。その際、ドアパネルには、後ろ向きの引張

力だけではなく、外側に折り返えそうとするモーメン トが作用するために、ドアパネルの切り込みの両端で は中心に向かって斜め方向に力が作用するため、生成 される金属片の幅は順次小さくなっていく。

⑦最終的に両側の破断面が合流して三角形の金属片が形成される。(写真-4(3))

一方、ボルト部については、金属片が付着する際に防 護柵と車両のドアパネルが密着している関係で、継ぎ目 部のような映像が得られなかったが、金属片の発生メカ ニズムは基本的には継ぎ目部と同じようなものと考えら れる。



写真-4 防護柵の上方から撮影した映像

4. 付着金属片の発生原因

今回、直轄国道で発見された金属片(4,537個: 6月14日時点)について、その特徴を調査した結 果、防護柵に接触痕跡がある(約82%)など、自 動車に由来すると考えられる特徴があった。

金属片の材料分析を行った結果からは、113個 のうち112個が自動車の鋼材や車両付帯部品で あった。残りの1個は古い視線誘導標の取り付け 金具であり、自動車に由来するものではなかった が、明らかに故意に付けたものではなかった。

また、実車を用いた実験からは、車両が防護柵

に接触して、車体がボルトの頭又は継ぎ目部に引っ かかることにより、車体の一部が引きちぎられ、 防護柵に付着する現象が再現され、自動車により 付着金属片が発生することが確認された。

よって、直轄国道で発見された金属片の分析結 果、実車実験結果等から判断すると、付着金属片 はほぼ自動車に由来するものであると断定できる。

5. 今後の対応とまとめ

本委員会によりまとめられた今後の対応を表-8 に示す。この他にも、今後は、金属片の付着しに くい防護柵の構造に関する研究がなされることが 要望された。

3回にわたる委員会、現地調査、実験等の調査 結果を報告書としてとりまとめた(報告書は、国 土交通省道路局ホームページに掲載)。

http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/ gardrail/index.html

表−8	調査委員会	?でま	とめたく	今後の対応
-				

対応者	対応内容
金属片を	金属片を付着させた原因者が、早急にその情
付着させ	報を道路管理者等に通報すること等により撤
た原因者	去すべきことを周知すること。
の対応	
	道路管理者は現行の道路巡回について、従来の
	車両通行の安全確保に加え、歩行者及び自転車
	の通行環境の安全に注視して点検することを基
	本とし、歩行者や自転車の利用状況に応じて、
	定期的に歩道や車道側の自転車通行帯の点検も
\ \\\	行うなど、金属片発見のための工夫が必要であ
道路管理	ること。
者の対応	過去に暫定2車線供用を行っていた箇所などで
	本来進行方向に滑らかに防護柵を接続すべきも
	のが逆に設置されている例が極わずかであるが
	見受けられたことから、このような箇所では設
	置状況を再確認し適切な改善措置を行うこと。
	市民の協力により金属片の発見・撤去を進める
	ことが不可欠であり、関係機関は市民からの情
市民の協	報をきちんと活用できるよう情報収集のための
カ	窓口設置や市民への情報窓口の周知などの環境
	整備の充実に努めること。

国土交通省国土技術政策総合研究	充所		
道路研究部道路空間高。	 	岡	邦彦
同	主任研究官	瀬戸	下伸介
同	研究官	池原	圭一

交差点における照明の事故削減効果に関する検討

国土技術政策総合研究所	○犬飼	昇
司	池原	圭一
司	岡	邦彦

1. はじめに

近年、わが国の交通事故による死者数は減少傾向にあるが、死傷者数、死傷事故件数は依然として増加傾向にあり、平成15年の統計¹⁾によると国民の約107人に1人の割合で交通事故による死傷者が発生する状況にある。中でも交差点は、交通が錯綜するエリアであるため事故が多発し、特に夜間は、歩行者が当事者となる死亡事故が発生しやすい傾向にあることから積極的な交通安全対策の実施が望まれている。

本稿では、事故が多発する「夜間の交差点」に着目し、事故データを用いた分析から交差点照明の平均路 面照度(以下、平均照度という)と照明による事故削減効果の関係について検討を行った。

2. 検討内容

照明による事故削減効果について調査・研究した事例は、照明の有無に関するものが多く、明るさレベル との関係について調査・研究したものは少ない。その中で、大谷らが実施した交差点照明の平均照度と事故 削減効果に関する事前事後の調査²⁾では、平均照度を 30Lx 確保することにより統計上有意な事故削減効果 が得られることを明らかにしている。このような事前事後の調査は、照明による事故削減効果を把握する場 合には精度の高い分析が可能となるが、サンプル数が多く取れないという問題がある。今回は、サンプルが 多く抽出できる交通事故発生箇所を対象にマクロ分析を実施し、交差点の平均照度および平均照度均斉度と 事故削減効果の関係について検討した。

調査対象は、事故危険箇所緊急対策事業の実施箇 所に登録されている交差点とした。事故データは、 交通事故と道路交通環境の関係分析に用いられてい る交通事故統合データベースを用いて抽出し、交差 点内の平均照度は、照明の配置図面をもとに机上計 算により算出した。照明による事故削減効果を表す 指標は、交差点照明が夜間のみの交通安全対策であ るため、夜間の事故率を昼間の事故率で除したもの (夜間事故率/昼間事故率、以下、昼夜の事故率比 という)で表した。調査条件を表-1に表す。

3. 検討結果

平均照度、平均照度均斉度と昼夜の事故率比の関係に ついて、調査結果を図-1 に表す。なお、平均照度均斉 度とは、交差点内の最小照度を平均照度で除したもので、 路面の明るさのムラを表す指標として用いられており、 CIE の勧告³³によると、良好な照明環境を確保する為に は、平均照度均斉度を0.4以上確保することが望ましい としている。

図-1 から、平均照度が高くなるにつれ、昼夜の事故 率比が低下するという傾向がみられ、平均照度が照明の

	衣 ^一 詞且木什
対象箇所	事故危険箇所緊急対策事業の実施箇所に登録されている交差点
対象箇所数	367箇所
事故データ	1箇所につき、平成8~10年、11~13年の各3年間をそれぞれ1サンプ ルとした(1箇所に付き2サンプル) 但し、昼間事故または夜間事故が1件も発生していないものはサンプルか ら除去した
有効データ数	568サンプル
交通量	平成8年~10年は平成9年のセンサスデータ、平成11~13年は平成1 1年のセンサスデータを用いた

田木 久 ル



事故削減効果に影響していることがわかる。また、平均照度と共に平均照度均斉度も高くなっていることから、事 故削減効果には双方の値が関係していると考えられる。

平均照度が低い場合と 30Lx 近辺において、昼夜の事故率比の低下の傾きが大きくなっている。平均照度が低い場合は、照明の有無による効果が大きく現われたものと考えられ、30Lx 近辺では照度が高くなることによる効果に加えて、平均照度均斉度も国際勧告の推奨値である 0.4 に近くなり、良好な照明環境が得られていることから、照明による効果が大きく現われたものと考えられる。

このように、本調査の対象である事故危険箇所のような交通事故が発生しやすい場所では、交差点照明の平均照 度は30Lx、平均照度均斉度は0.4 程度確保することが、交差点照明による効果的な夜間の事故削減対策を実施する うえで一つの目安になると考えられる。

次に、道路構造や周辺環境ごとにデータを分類し、説 明変数を平均照度、目的変数を昼夜の事故率比として直 線による回帰式で分析を行った。分析結果を表-2 に表 す。全ての分類条件において、回帰式の傾きが負の傾き となっており、いずれの条件においても平均照度が高く なるにつれ、照明による夜間事故削減効果が向上してい ることがわかる。また、分類条件別にみると、「全日事 故率注1」-500 件/億台キロ以上」「車線数-2 車線」

「右折車線-なし」などの分類条件において回帰式の傾 きが大きくなっており、これらの条件では、平均照度を 高めることによる夜間事故削減効果が大きいことがわ かる。

表-2 分類条件ごとの直線による回帰式

	分類条件	サンプル数	直線による回帰式	P値
分类	頃なし(全体)	568	y=-0.025x+2.612	< 0.01
口六语号	25000台未満	239	y=-0.024x+2.978	0.14
口又迪里	25000台以上	329	y=-0.010x+2.044	0.14
広明六 语昌	10000台未満	297	y=-0.020x+2.826	0.14
仪间文 週里	10000台以上	271	y=-0.015x+2.112	0.03
公口市 地	500件/億台キロ未満	340	y=-0.022x+2.620	0.05
王口爭叹罕	500件/億台キロ以上	228	y=-0.027x+2.586	0.03
交差点構造	十字路	403	y=-0.025x+2.617	< 0.01
	十字路以外	165	y=-0.024x+2.606	0.24
20 送44 20	DID	413	y=-0.018x+2.330	0.04
沿退认沉	DID以外	155	y=-0.021x+3.001	0.29
	2車線	235	y=-0.035x+2.988	0.03
車線数	4車線	292	y=-0.005x+2.092	0.64
	6車線以上	43	y=-0.023x+2.196	0.14
大七声 始	あり	365	y=-0.022x+2.508	0.04
白折単線	なし	203	y=-0.028x+2.740	0.06

4. まとめ

今回の検討で得られた成果は、次のとおりである。

- ・ 事故危険箇所のような事故の発生しやすい交差点において、照明による事故削減対策を実施するには、 平均照度と平均照度均斉度の双方の値を高めることが効果的であり、平均照度を30Lx、平均照度均斉度 は0.4程度確保することが一つの目安となる。
- 全日事故率が高い箇所、2車線道路、右折車線のない交差点は、平均照度および平均照度均斉度を高めることによる夜間事故削減効果が大きい。

今回の検討では、事故危険箇所における夜間の交差点事故削減効果と平均照度および平均照度均斉度の関係について明らかにした。

今後は、これらの成果をふまえ、更に効果的な事故削減対策を実現するために、他の照明要件である鉛直 面照度や周囲の光環境と事故削減効果についても明らかにする必要がある。また、交差点内だけでなく交差 点付近や横断待機場所などの歩道部も含めた、総合的な交差点照明のあり方についても今後検討を進めてい きたい。

注1) 昼夜別としない一日を通しての事故率

参考文献

1) (財) 交通事故分析センター: 交通統計平成 15 年度版, 2004

2)大谷寛・安藤和彦・鹿野島秀行:道路照明による効果的な夜間交通事故削減対策の検討,第 33 回照学全大,2000 3)Commission Internationale de l'Eclairage(CIE): Recommendations for the lighting for motor and pedestrian traffic, NO-115, 1995

交差点照明の照明要件に関する研究

国土交通省国土技術政策総合研究所	道路空間高度化研究室	○蓑島	治
------------------	------------	-----	---

司	岡	邦彦
同	池原	圭一

1. はじめに

平成 15 年の交通統計 ¹⁾によると、交通事故の総死傷事故件数のうち、56%が交差点内およびその付近で発生している。また交差点内と交差点付近で発生した交通事故件数の夜間比率は、死傷事故が 29%に対し、死 亡事故では 50%となっている。特に夜間死亡事故の事故類型では、人対車両の事故が多く、横断中の歩行者 が当事者となる重大事故が多発している。

ところで、現在、夜間の交差点における交通安全対策として、「道路照明施設設置基準」²⁾(以下、設置基準)により交差点照明の設置が規定されているが、近年の交差点構造は、車道の拡幅により面積が増大していることや、立体交差や右左折専用レーンの付加などにより複雑化しており、単純な交差事例について示されている現在の設置基準に従って交差点照明を整備しても十分な設置効果が得られないことがある。

このような背景を受け、本研究では、夜間交差点でのドライバーから見た歩行者の視認性の観点から、評価実験を実施し、交差点内で必要となる平均路面照度(以下、必要照度)を確認すると共に、照明施設の配置を決定する上で配慮すべき点を見出すことを目的とした。

2. 実験概要

本研究では、はじめに各国および地域の規格・基準(以下、基準類) や既存の研究の文献調査を行い、評価実験で確認する照明条件を設定 した。次に、評価実験により、各照明条件の妥当性を確認した。

(1) 文献調査

文献調査では、次の各点を把握した。

- CIE の勧告³⁾では、幹線・補助幹線道路での交通が錯綜するエリアの基準照度を10~15Lxと定めている。
- 2) 人対車両の重大事故が夜間に起こりやすいことを考慮すると、交差 点の隅切り部に優先して照明を配置することが望ましいといえる⁴⁾。
- (2) 照明条件の設定

文献調査の結果を基に、評価実験で確認する照明条件を表-1のように設定した。必要照度は、15Lx、10Lx、5Lx で見極め、比較分析を目的として「照明なし」を加えた4種類を設定した。照明施設の配置は、交差点隅切り部配置、設置基準配置、両者を組合せた配置の3種類を設定し、合計10種類を設定した(以下、各照明条件を表-1に示す記号で表す)。

(3) 実験方法

評価実験は、図-1 に示す実験パターンについて、静止させた観測 車両から視認時間1秒で歩行者の見え方を評価した。評価には五段階評価 (非常によく見える・よく見える・まあまあ見える・かろうじ て見える・見えない)を用いた。



5

3. 実験結果

評価実験の結果は「非常によく見える」を5点とし、評価が一 段階下がるごとに1点下がるように配点してまとめた。

(1) 設定照度別の実験結果

図-2は、横軸に実験パターン、縦軸に平均評点をとり設定照度 別に示したものである。この図から、全ての実験パターンにおい て照度が高いほど評点も高いことがわかる。また各実験パターン を比較すると、特に車両直進時における奥側横断歩道付近の乱横 断歩行者(④)、車両右左折時における横断待機者(⑥⑨)、乱横 断歩行者(⑦⑩)の評点が低いことがわかる。

(2) 照度が視認性に及ぼす影響

図-3は、横軸に平均路面照度の実測値、縦軸に平均評点をとり 各照明条件別にプロットしたものである。照度と評点は対数比例 の関係で近似でき、10Lx 以上では照明位置に関わらず平均評点 が3(まあまあ見える)を超えることがわかる。

(3) 照明施設の配置が視認性に及ぼす影響

図-4は、横軸に実験パターン、縦軸に配置B(設置基準配置) との評点の差について配置別に示したものである。この図から、 配置Aの評点は配置Bの評点と比較して、設定照度15Lxで車 両右折時の横断歩行者(⑧)、横断待機者(⑨)に対して高いこ とがわかる。また配置 C の評点は配置 B の評点と比較して、設 定照度 15Lx で全体的に高く、特に車両直進時の全ての歩行者

(①~④)、車両右折時の横断歩行者(⑧)、横断待機者(⑨) に対して高いことがわかる。

4. 照明要件の検討

本研究で得た知見と評価実験の結果を基に、照明要件の検討を行った。

(1)設定照度

交差点におけるドライバーから見た歩行者 の視認性の観点から、交差点平均路面照度は 10Lx 以上を確保する事が望ましい。また照 度と視認性は対数比例の関係にあるため、照 度を上昇させるほど単位上昇量当たりの効果



図-4 配置と評点の関係

設定照度15Lx

-A-5 B-5基3 •••• C-5

(8) 9 0

-B-15基本 --◆-- C-15

(7)

表-2 照	田要件(照明施設の	配置)
-------	------	-------	-----

<u>له</u> -1.0

-1.5

1.0

0.5羐

-0.5 udara −1.0

-1.5

15との評点の 0.0

照明位置	特性	有効な適用例
配置A	 設定照度を高くすると右折時の横断歩行者、横断待 	 右折車両対横断歩行者の事故対策
	機者に対する視認性が高まる	
	 乱横断車に対する配慮が必要である 	
配置B	 設定照度が低い場合でも比較的視認性が良い 	 非市街地等で設定照度を低く設定
		する場合
配置C	 設定照度が高い場合、配置Bと同程度以上の高い視 	 市街地等で設定照度を高く設定す
	認性が確保される	る場合

2

1

(4) (5) 6

は小さくなる。照度を高く設定する際には、その費用と効果を検討して適切な値を設定する必要がある。 (2) 照明施設の配置

今回確認した各配置にはそれぞれの特性があり、実際の交差点に設置する際には、それらの特性を考慮し たうえで配置を決定することが望ましい。今回確認した照明位置の特性、および有効な適用例を表-2に示す。

<参考文献>

¹⁾⁽財)交通事故分析センター:交通統計平成15年版,2004 2)(社)日本道路協会:道路照明施設設置基準・同解説,1981 3)Commission International de l'Eclairage (CIE):Recommendations for the lighting for motor and pedestrian traffic, NO-115, 1995 4)河合隆・ 安藤和彦・森望:交差点照明の照明要件に関する研究,第24回交通工学研究発表会論文報告集,2004

交差点照明の照明要件に関する研究

- 照度と灯具配置について-

蓑島 治 池原 圭一 岡 邦彦 (国土交通省国土技術政策総合研究所)

1. はじめに

平成 16年の交通統計¹⁾によると、交通事故の総死傷事故件数のうち、56.4%が交差点で発生している。また交差点で発生した交通事故件数の夜間の比率は、死傷事故が 27.8%に対し、死亡事故では 47.7%となっている。特に夜間の死亡事故は、人対車両事故が多く、横断中の歩行者が当事者となる 重大事故が多発している。

ところで現在、夜間の交差点における交通安全対策として、「道路照明施設設置基準」²⁾により交差 点照明施設の設置が規定されているが、具体的な明るさの規定は示されておらず、灯具の配置におい ても「道路照明施設設置基準解説」²⁾(以下、基準解説)のなかで単純な交差事例について示されて いるのみである。近年の車道部拡幅による交差点面積の増大、立体交差や右折レーンの付加などによ る交差点構造の複雑化を勘案すると、今後の照明施設整備により確実に事故削減効果を得るためには、 具体的な明るさの規定、灯具配置の考え方を明確に示す必要がある。

このような背景を受け、本研究では、夜間交差点でのドライバーから見た歩行者の視認性及び交差 点通過時のドライバーの心理状態の観点から評価実験を実施し、交差点内で必要となる平均路面照度 と灯具配置を決定する上での考え方についてまとめた。

2. 実験概要

はじめに国内外の基準や既往の研究について文献調査を行い、実験で確認する照明条件を設定した。 次に、実験を行い、その結果から照明条件の違いが視認性や、心理状態に与える影響について分析し た。また、実験によって得られた分析結果について光学的な根拠を見出すために各照明条件での横断 歩道上の鉛直面照度、交差点内の照度分布等の光学測定を行った。

(1) 文献調査

文献調査の結果、次の各点を把握した。

1) CIE の勧告³では、当該道路の機能、交通の複雑性等に応じて、交差点内平均路面照度の最 小維持値を 7.5lx から 50lx の範囲内で規定している。

2) 人対車両の重大事故が夜間に発生しやすいことを考慮すると、交差点の隅切り部に優先して 灯具を配置することが望ましいといえる⁴⁾。

(2) 照明条件の設定

文献調査の結果を基に、評価実験で確認する照明条件を表・1 に示すように設定した。設定照度は、 15lx、10lx、5lx及び「照明なし」の4種類。灯具配置は、基準解説に示されている配置、隅切り部 配置、両者を組合せた配置の3種類とし、これらの照度と配置を組み合わせて合計10種類の照明条 件を設定した。なお、交差点の外部は照明のない実測0.2lx程度の暗闇である(以下、各照明条件を 表・1 に示す記号等で表す)。

(3) 実験方法

実験は、車線幅員 3.25m の片側 2 車線の道路が交差する実大サイズの交差点を用いて、図・1 及び 表・2 に示すパターンを想定して行った。静止実験では静止させた車内から視認時間 1 秒で歩行者を 視認し、走行実験では、直進時は速度 60km/h で、右左折時は各ドライバーの通常右左折する際の 速度で走行しながら歩行者を視認し、その「見え方」を評価した。また、走行実験においては「歩 行者への危険感」、「運転のしやすさ」、「交差点の明るさ」、「安全性」といった交差点を通過する際 にドライバーが感じる印象についても評価した。それぞれの評価には表・3 に示す五段階評価を用い、 実験結果はこれらを 1 から 5 点で評点化してまとめた。被験者は非高齢者 15 名、高齢者 5 名であり、

Study on Requirements of Intersection Lighting

Osamu MINOSHIMA, Keiichi IKEHARA, Kunihiko OKA

			配置 B			配置 C			照明なし	
灯具配置										
設定照度*1	15Lx	10Lx	5Lx	15Lx	10Lx	5Lx	15Lx	10Lx	5Lx	照明なし
照明条件記号	A-15	A-10	A-5	B-15	B-10	B-5	C-15	C-10	C-5	照明なし
	基準解説に示されている配置		隅切り部配置		配置Aと	記置 B を組合	実測 0.21x 程度			

表·1 照明条件

※1 交差点内平均路面照度



観測車両条件		步行着	視認パターン	
		千前侧横桥作道	横断	1-1
	直進	于前侧颈两外边	乱横断	1.2
		南加楼底上送	横断	1.3
		<u> </u>	乱横断	1-4
熱止			横断	2.1
Π 1 "-11-	左折	左折先横断歩道	横断待機	2-2
			乱横断	2.3
			横断	3-1
	右折	右折先横断歩道	横断待機	3.2
			乱横断	3.3
	直進	美苏刚带船步送	橫断待機	4-1
走行	(速度 60km/h)	于肌侧颅例少理	乱横断待機	4-2
	左折	十七件排版 作关	橫断待機	5-1
	(徐行)	左 切 元 傾 例 少 道	乱横断待機	5-2
	右折	十七十番	横断待機	6-1
	(徐行)	石卯元傾断梦追	乱横断待機	6-2

表・2 視認パターン一覧

.

_

表・3 評価に用いた評語

評点	1	2	3	4	5
 見え方	見えない	かろうじて見える	まあまあ見える	よく見える	非常によく見える
歩行者への危険感	危ない	やや危ない	許容できる	やや危なくない	危ない
運転のしやすさ	運転しにくい	やや運転しにくい	許容できる	やや運転しやすい	運転しやすい
交差点の明るさ	暗い	やや暗い	許容できる	やや明るい	明るい
安全性	危険	やや危険	許容できる	やや安全	安全

3. 光学測定結果

設定照度 151x での横断歩道上高さ 0.8m の鉛直面照度の測定結果を図・2 に示す。なお、ここで示す 外側とは交差点外側からの入射を測定した場合であり、内側とは交差点側からの入射を測定した場合 である。この結果から外側鉛直面照度は、配置 A、配置 C、配置 B の順に高く、特に図の左側「配置 A、配置 C で灯具が配置されている側」でその差が大きいことがわかる。内側鉛直面照度は外側鉛直 面照度に比べて配置による差は小さいが、横断歩道中央付近では配置 B、配置 C、配置 A の順に高く 他の部分と比べ差が大きいことがわかる。

設定照度 151x での交差点路面照度分布の測定結果を表・4 に示す。この結果から全ての配置において 横断歩道付近の路面照度が他の部分と比較して高いことがわかる。また、配置 A は車道部に沿って路 面照度が高いのに対し、配置 B 及び配置 C は歩行者の横断待機所で高く、交差点中心部はその周辺と 比較して低いことがわかる。



図·2 配置別横断歩道上高さ 0.8m 鉛直面照度(設定照度 15lx)

表-4	配置別	交差点路	各面照月	まう おうちょう ほうちょう しょうちょう しょうちょう しょうちょう しょうちょう しょうちょう しょうちょう しんしょう しんしょう しょうちょう しんしょう しょうちょう しんしょう しょうちょう ひょうちょう ひょうちょう ひょうちょう ひょうちょう ひょうちょう ひょうちょう しょうちょう しょう しょうちょう しょう しょうちょう しょう しょうちょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう し	(設定照度	15lx
		ヘエハル		X JJ 111 V		TOTV

灯具の配置 平均路面照度(実測値 ^{※1}) 路面照度均斉度 路面照度分布 ^{※2} (測定範囲) 30.0 -35.0 25.0 -30.0 20.0 -25.0 31.0 - 20.0		配置 A	配置 B	配置 C 15.1lx 0.56	
		18.2lx	14.4lx		
		0.35	0.52		
		10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 1	20.5	20 15	
3.25m×10=32.5m	□ 10.0 -15.0 □ 5.0 -10.0 □ 0.0 -5.0 (lx)				

※1 実験では照度の調節に ND フィルターを用いたため、微妙な照度の調節はできず、平均路面照度と設定照度とは必ずしも一致 しない。

4. 評価実験結果

(1)歩行者の見え方

図·3 に各設定照度での歩行者の見え方評価の平均評点、許容率(%)を示す。なお、ここで示す許 容率とは評点3「まあまあ見える」以上の評価をした被験者の割合である。



- 歩行者と車両の位置及び静止時、走行時(実験パターン)の違いによる評価への影響 静止実験では全ての照明条件において、1・4(直進時奥側横断歩道付近乱横断歩行者)、2・3 (左折時左折先横断歩道付近乱横断歩行者)、3・2(右折時右折先横断歩道横断待機者)、3・3(右 折時右折先横断歩道付近乱横断歩行者)での評価が他のパターンに比べて低い。表・4より、こ れらのパターンでは、ドライバーの位置よりも歩行者の位置での路面照度が低いことが共通し ていえる。走行実験ではこれらのパターンでの評価は高くなり、視認パターン毎の評価の違い は小さくなった。
- 2) 灯具配置の違いによる評価への影響

設定照度 151x では配置 C での評価が他の配置に比べて高い。配置 C は他の配置に比べて設 定照度が高い場合でも照度均斉度が高く、且つ横断歩道付近の路面照度が他の部分よりも高い ことが視認性を高めている原因として挙げられる。設定照度 101x と 51x では配置 A の評価が 他の配置と比べて高い。配置 A は横断歩道から交差点外側の車道部にかけて路面照度が高く、 且つ横断歩道上の内側鉛直面照度が低いことから、歩行者をシルエット視として視認できるこ とが視認性を高めている原因として挙げられる。

3) 照度の違いによる評価への影響

各視認パターン及び灯具配置において設 定照度が高いほど評価が高い傾向が見られた。 図・4 は横軸に平均路面照度の実測値をとり、 照明条件別の平均評点を示したものである。 平均路面照度が高いほど、評点も高く、平均 路面照度 101x 以上では灯具配置に関わらず 平均評点が3以上となった。ただし、照度が 高くなるに従い、評点の向上する割合は小さ くなり、平均路面照度101x と151x では結果 があまり変わらなかった。





- 項目ごとの評価の特徴
 「歩行者への危険感」では、照明なしの場合を除き、左折時の評価が直進時、右折時と比較してやや低い。「通過時の安全性」では、直進時が右左折時と比較して高い評価結果となった。
- 2) 灯具配置の違いによる評価への影響

見やすさ評価と同様に、設定照度 15lx では配置 C が、設定照度 10lx と 5lx では配置 A が他の配置と比較して高い評価結果となった。評価の低かったものの理由としては、交差点付近での急激な明るさの変化が挙げられ、交差点内の照度均斉度がドライバーの心理状態に大きく影響しているものと考えられる。

3) 照度の違いによる評価への影響

図・6 は、横軸に平均路面照度の実測値をとり、 各照明条件別の平均評点を示したものである。 配置 C では設定照度 151x で最も平均評点が高 くなったが、配置 A と配置 B では設定照度 101x で最も高く、151x では下がった。平均路面照度 101x 以上では灯具配置に関わらず平均評点 3 以 上となった。



(3)高齡者、非高齡者別評価結果

図・7 は高齢者、非高齢者の見え方評価の平均評点である。高齢者は非高齢者と比較して、全ての 視認パターンにおいて評価が高いが、設定照度を高くしても評価があまり変わらなかった。



図・7 高齢者、非高齢者別評価結果(見え方評価)

5. 照明要件の検討

評価実験の結果を参考に照明要件の検討を行った。

(1)必要となる平均路面照度

今回の実験で確認した交差点のように道路交通状況、沿道状況の理想的な交差点であっても、交差点内の平均路面照度は 10lx を確保することが望ましい。

(2)灯具配置を決定するうえでの考え方

交差点内の平均路面照度を 10lx 程度に設定する場合は、基準解説に示されている配置(配置 A) が効率的であり望ましい。規模の大きな交差点で照度を高く設定する場合は交差点中心部の照度が 周辺と比較して低くなりやすいため、交差点隅切り部に照明を増強し交差点全体の照度均斉度を高 めることが望ましい。

6. まとめと今後の展望

本研究では、交差点での歩行者の視認性、ドライバーの心理状態の観点から交差点内で必要となる 照度、灯具配置を決定するうえでの考え方を明らかにした。また、高齢者と非高齢者で評価結果を比 較したが、高齢者の方が非高齢者よりも評価が高く、高齢者は設定照度を高めても評価が変化しにく い傾向にあった。このような照度の変化に対する感受性の低さについては、北海道大学の萩原教授ら がコントラスト感度の低さを理由として挙げている ⁶⁾、今後視認性評価実験を行う際には、コントラ スト感度の高い被験者と低い被験者を分けて分析するなどの工夫が必要である。

これまでに国土技術政策総合研究所では、交差点照明に関する調査研究を数多く行ってきた。今後 は道路利用者の安全性、快適性を考慮した交差点照明施設の適切な整備と、最新の照明技術が十分活 用できる基準づくりに向けて検討を進めていく。

<参考文献>

1)(財)交通事故分析センター:交通統計,平成 16 年版,2005

2)(社)日本道路協会:道路照明施設設置基準·同解説,1981

3)Commission International de l'Eclairage (CIE) : Recommendations for the lighting for motor and pedestrian traffic,No-115,1995

4)建設省土木研究所: 高機能道路照明に関する検討,土木研究資料第3668号,1999

5) 萩原亨、江湖俊介、斉藤孝、松本泰幸: 夜間における交差点内の横断歩行者の被視認性を高める道路照 明施設の検討,第 25 回交通工学研究発表会論文報告集,2005