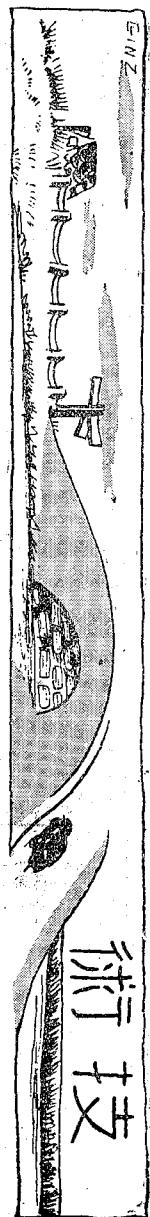


道路照明設計上の新傾向

島田八郎



目次

序

- 第1章 道路照明の要素
- 第2章 路面種類の道路照明工學上に於ける關係
- 第3章 將來道路照明上考慮すべき二三の主要點

序

各種の統計によるも高速度自動車の増加は近來特に著しく人々の増加率と比較するも著しく大で從て夜間使用率も急劇に増加し且つ社會の進展と共に高速度の要求せられる事も推測し得。從て道路の機能を發揮せんには各方面の要求に應ず

る様其の構造を改善する必要がある。道路照明も其の一の重要な要素である。從來我國に於ては照明學會等の多年の指導努力にも拘らず、交通工學上注意するに至りしは、極く最近の事の様である。術路の方は交通の安全のみならず、又別個の要求より道路の場合より、照明が重ぜられてゐた様である。然るに一方、電氣物理學の發展により、道路照明用光學も、瓦斯燈白熱電球より最近は水銀燈、ナトリウム燈等と高能率の光源即ち輝度の小にて且つ単位光源當り輻射エネルギーの著しく大なるものが用ひられる至り、從來の道路照明の手法を一變せんとしてゐる。殊に最近の傾向としてナトリウム燈の使用されつゝある事は外國雜誌の道路に關するものには其の實績が示されてゐる。今輝度 (Brightness, B; 灰/cm²) と光束能率 (Lm/Watt. ルーメン/ワット) とを参考の爲め比較するに下記の如きものである。

唯、光の色相に於て、水銀燈、ナトリウム燈は單色に近いから不適當に感ぜられるが、之れも慣習の問題であ

らう。斯くの如き現状なれば、從來定性的に要求される道路照明上の條件を満すたまには、路面の光に對する特性を一層重要視し、其の反射の法則を明かに把握せ

種類	輝度 c.p./cm ²	光束：ルーメン/燐
白熱燈	700～1300	13～15
水銀燈 ナトリウム燈	80～250 5～10	40 60

ざれば、到底吾人の期待する様な好結果を擧げる事が出來ない。勿論實際上には經濟的其の他種々複雑せる問題をも含むが、今斯かる問題は多くの照明専門家により論究されてゐる事で、筆者は茲に唯だ路面の光に對する反射特性より路面の種類を考察し、從來明確に説明し得なかつた二、三の問題に就て合理的な解釋を下し、實際此方面に關係されつゝある諸賢の参考に供したい。今讀者の注意を喚起する意味で其の道路街路照明に關する二、三の問題を列舉して見よう。

(1) 路面の輝度は視角方向に拘らぬか?

(2) 路面の輝度の最大値は如何なる程度に達し得るものか?

(3) 雨天の時と晴天の時向が路面は照明上有利か?

(4) 自動車の前方に於ける物體の見分け能力は自動車前燈、路面照明向が有利か?

(5) 街路照明設計に路面の種別は如何なる程度に考慮に入れる必要あるか?

等の常識として常に心得ておく必要のある事柄が澤山あるが、不幸にして未だ明確に解答し得る材料がない。筆者が最近試みた試験結果より上記の問題に解答を與へてみよう。道路鋪装面の光の反射吸収率に關する試験の詳細を筆者の試みしものに就ては、内務省土木試験所報告第39號に記載せるものを参照され度く、其の他の事項は第8回國際道路委員全國性報告書の第5部委員(委員長金森内務技師、主査小澤内務技師)會報告の(道路改良會)を参照されるればよい。東京電氣會社技師伊藤、杉浦兩委員の反射率測定に關する種々有益な結果がある。本文は主に基本的研究の必要な一例として二、三主要點を基として考察せん。

第1章 道路照明の要素

今主に(highway)道路の事を述べる街路照明も之に順ずべきも、照明工學上最も取扱ひの單純な前者に就き從來考慮に入れられてゐる要素を論究する。先づ手近にある「道路職員必携」631頁を見るに、街路及道路照明要項が擧げてある。其の内より二、三を引用すれば、道路に就ては平均水平照度 0.5~5ルクス 2) 照度均齊度の限度 $1/_{3.5}$ 3) 光源

高6~9m 4) 燈籠間隔光源高の3.5~20倍……とある。照度均齊度とは道路中心線に於ける最大、最小照度の割合を示すものである。其の他例へば照明學會による街路照明規格案等もあり、各國に於ても推奨照度を始め各種の規格を定めてゐる。米國等に就ては街路照明法案 (Code of Street lighting, 1935年伊藤氏譯、照明學會誌、10卷10號、昭和10年10月) に道路分類、推奨照度等より街路照明と自動車前燈との關係をも少し述べてゐる。斯る文献によると道路の分類は主に交通量によるもので、隨所に鋪装の種別の事は記載されてゐるが、單に注意を促せる程度のものである。然るに最近米國照明學會誌 (Trans. I. E. S. Vol. 32. No. 2. 1937) に「ハイウェイ照明法案」Code of Highway Lighting なるものがある。從來よりは鋪装種別を重視する様アスファルトマカダム路面、コンクリート路面といふ言葉が使用され兩者の區別すべき事を述べ、大體鋪装面を色調で三種類に分類してゐる。即ち下記に其の一例を示す。

斯く考察する時經濟社會の進展と共に、道路照明には必ず
鋪装面等路面の色調を考慮に入れる必要が痛感されるに至つ
た。照明國際會議、道路國際會議にも其の議題の一として此
の問題が取扱れてゐる。

鋪装面状況	推奨照度 ルーメン/(呪) ^a
濃青系の如く稍々暗黒のもの	0.2~0.5
暗黒色のもの	1.~2.0

即ち照明要素として從來考慮に入れられてゐたもの以外に二、三の要素を追加する必要がある。簡単に要約すれば路面の光に對する反射の性質を明かにする事が必要となつて來た。斯かる研究を行ふ事によつて路面の輝度分布光に對する利用効果等も自ら明かとなるは勿論、照明器取付け高さと間隔との關係進んでは照明器の配光分布曲線の適否をも論及し得る資料を提供するものである。

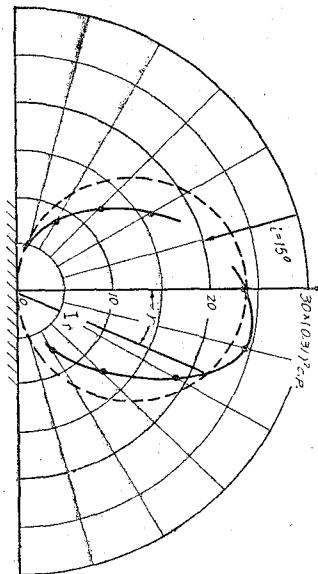
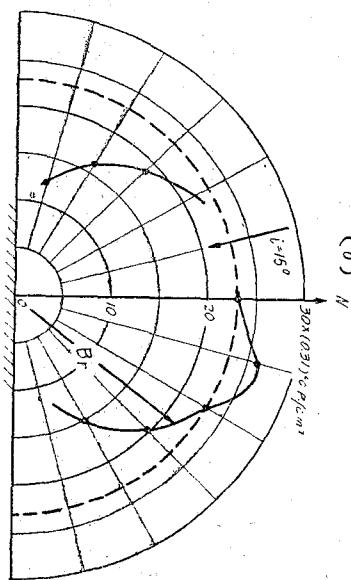
第2章 路面の種類の道路照明工學上に於ける關係

元來路面の輝度は眩惑を誘導せざる様低減しをくべしと何れの文献を見るも記載はあるも、果して近代路面は如何なる程度の輝度を示し得る可能性を有するものなるやの問題に對する資料がない。最も必要な要素である路面は光に對し、

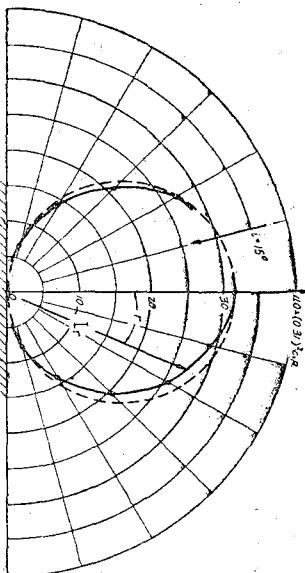
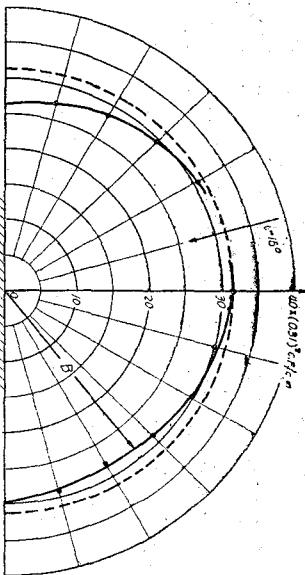
- (1) 整反射を示すや？
- (2) 擴散反射を示すや？
- (3) 如何なる程度に兩者の特性を具備せるや？

に對する研究がない。上記の1, 2, 3の諸性質が各種路面に對しとり得る範圍、外界より蒙る影響等を明かにし得ば、序第1章に述べた二、三の疑問に少くとも合理的な解釋を下す事が出来る。筆者が試みた各種鋪装面に對する光の反射試験より判断するに、コンクリート系瀝青系何れの場合も路面の乾燥せる場合は主として擴散反射をなすものであるが、二、三のものは光が路面に衝突して投下される場合著しく整反射的傾向を示すものがある。膠石コンクリートは特に甚しい。今入射光線の方向如何に拘らず擴散性の大なるものより之を列舉すれば、砂利コンクリート、アスファルト、マカダム、アスファルトブロック……にて煉瓦、碎石、コンクリートでは入射角大となり、 60° 度程度にも至れば稍々整反射的傾向を示し、膠石、コンクリートに至れば、整反射的傾向が著しく擴散性反射面として取扱い難くなる反射面光度の分布の曲線も輝度分布の一例を第1圖に示す。第1圖(a, b)は、砂利、コンクリートの光度分布と輝度分布の入射角 $i=15^{\circ}$, $i=0^{\circ}$ に對するもので、全圖内點線は比較の爲め記入せる完全擴散面の光度、輝度分布を示すもので

第 2 圖 鹵石、コンクリート路面反射光強度分布



第 1 圖 1 : 3 : 6 砂利、コンクリート路面の反射光線及び輝度分布



ある。

第2圖は膠石、コンクリートに對するものである。勿論光の反射は路面の材料の面によらずして使用期間中の摩損状況による事がより一層大なる影響を及ぼすものであるが、吾人の経験によれば自ら或範囲が存在してゐる様である。第8圖國際道路會議第5部委員伊藤、杉浦兩氏が可成り多數の試料に就き全反射率を測定されたものが、同じ結論に達してゐる。第1、2圖の如き圖より二、三の假定の下に反射率を計算して見るも一般路面の全反射率は33%~20%~8%の程度に分類し得る様である。

上記の表は可なり面に壁塗等の少しきものの結果である。壁
塗等により黒みの減少せるアスファルト、マカダム系アスフ
アルト系のものでは全反射率が増加する。久野氏が壁塗白黒
カセイン混合物で實驗された結果を見るも、其の影響が分る。大量アスファルトマカダム系、アスファルト系で20%，
15%の全反射率になる様である。

上に述べし事は路面の乾燥せる場合であるが、濕潤より撒水状態に至り路面上に水の層の存在せる場合、即ち雨天の日
の路面となると夫の反射傾向は乾燥時の場合のものと全く一新し、其の擴散性は消失し、路面は完全な整反射即ち鏡面狀
態を示すに至る。反射率の値も鋪装材料の種別による差異は著しく減少し、唯、流水状態に影響を有す表面の粗度の差異
が表れて来る。入射角の増大に伴ひ、反射率の著しく増加する事も明かに測定されてゐる。
水被路面による整反射率は略ぼ5~10%の範囲のものである。

路面種別 全反射率

コンクリート系(ブリート、碎石、煉瓦等)
25~33%

アスファルト、マカダム系
15%

アスファルト、ブリック系
8%

以上要約せし事項が路面の反射特性の要素である。今説明の便の爲め寫真を掲げ、斯かる擴散反射整反射の質狀、並に其の影響の一、二のものを説明する。第3圖(a, b)はコンクリート路面に適當な照明が施された場合で本圖はナトリウム燈によるものなるが、路面が如何に一様な輝度を示せるかに分る。先きに、コンクリート路面は完全擴散面に最も近い事を述べたが、寫眞で見るも、其の擴散性がよく現れてゐる。然るに第3圖(b)同じ路面の降雨状態に於けるもので、整反射的傾向が現れてゐる。且つ兩者の場合道路の兩側を見るに(a)の場合の方が著しく値率のよい事が分る様である。よく降雨時の方が明るいと稱するのは、特定の方より見えたる時輝度の大なる事を意味するものである。

又第4圖(a)(b)は、降雨時に路面の示す整反射的傾向の爲め路上にある物體の判別が如何に困難であるかを示すものである。

第4圖によれば、街路照明のみ使用の場合には物體は主に陰影の如く浮出でて見ゆるも、前燈の使用の場合は物體が輝き發光體の如く見ゆ。同圖(a)(b)の左側は物體が自動車前100呎の距離にある場合、右側は200呎の距離にある場合である。



第 3 圖 (a)

路面が一様の輝度に輝いてゐる状態を示す

従つて、距離 200 フートに至り、自動車前燈の光束が可成り路面に平行に近く入射角小に投入される場合には、光度の減少と反射光の大なる事との兩者二重の影響により物體の判別は可成り困難となる事が明かに現れてゐる。以上に記載せし事は其の一例に過ぎないが、路面の光の反射特性による影響なる事が分る。序及び第 1 章に掲げた疑問に對する解答を掲げる。

D 問 路面の輝度は視角方向に拘らナ一様か?

答 近代鋪装路面は大體に於て乾燥面では一様の

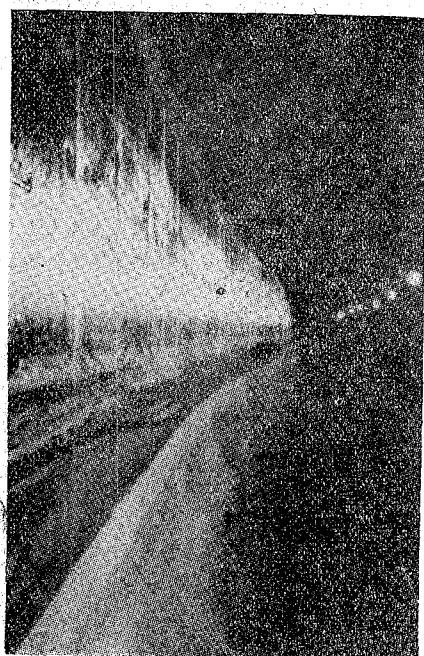
輝度を呈すが、膠石、コンクリートの如きものでは整反射的傾向を示すものがある。

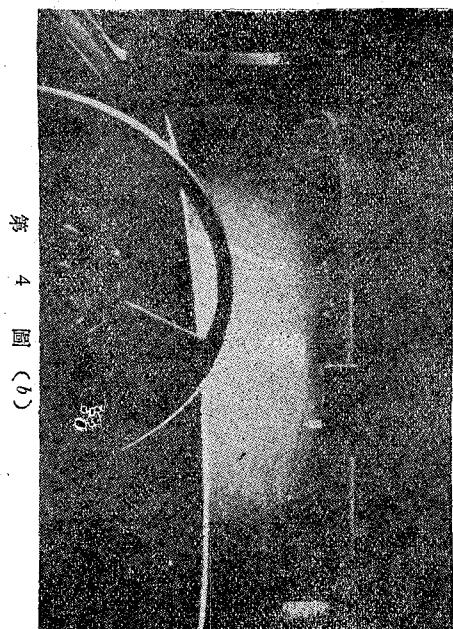
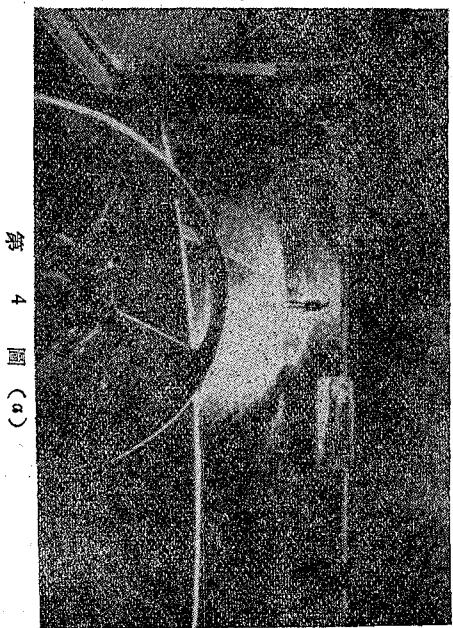
I) 問 路面の輝度の最大値は如何なる程度に達し得るか。

答 今路面の垂直照度を $E \frac{\text{ルーメン}}{\text{cm}^2}$ とすれば、輝度 $\text{燐}/\text{cm}^2$ は $\frac{End}{\pi}$ で與へられ、 $\pi = \text{圓周率}$ 、 $nd = \text{路面の最大輝度}$ を與へる方向の完全擴散面としての能率(反射能率)(詳細は試験所報告第 39 號参照のこと)

II) 問 降雨時と晴天時と何れが路面は照明上有利か。

第 3 圖 (b)





第 4 圖 (a)

街路照明のみ使用降雨時路上物體判別圖

第 4 圖 (b)

自動車前燈のみ使用降雨時路上物體判別圖

答 反射状態も分布上路面の乾燥せらる擴散形にてよく、全反射能率も大である。降雨中は照明學上頗る不利な立場にある。

IV) 問 自動車の前に来た物體の見分け能力は自動車前燈、路面照明何れが有利?

答 先きに寫真にて説明せるも、街路照明による方頗る有効にて極論すれば、自動車前燈を使用せナ街路照明のみにて目的を達し得ナ、其の最もなる事を示す。

V) 問 街路照明設計に路面の種別は如何なる程度に考慮に入れる必要あるか。

答 大略三階級位に分類し、即ちコンクリート、系アスファルトマカダム、系アスファルト系に應じ、反射態を考慮に入れ推奨照度を變更すればよい。

1 例を掲ぐ。

鋪装種別	推奨照度
コンクリート系	1~3 (ルツクス)ルーメン/ m^2
アスファルトマカダム系	2~6 "
アスファルト系	3~9 "

雖然と斷片的に記述したが、路面の光の反射傾向の異なる事により街路照明のテクニックに及ぼす主要な影響が明かになつた事と思ふ。従つて將來道路照明の設計上斯かる觀點に立つべきで、考慮すべき諸點が變更される。次章に其の要點を列舉してみる。

第3章 將來道路照明上考慮すべき二三の主要點

第2章までに記述せし事により路面の光に對する特性が分つたから、其れに基き筆者の感ぜし事柄を下記に記述する。元來照明學の専門家でないから誤謬あれば指示されん事を希望す。

- 1) 路面は出來得る限り一様な照度を示す様照明器の配置取附け高さ等を定むべき事。
- 2) 路面用鋪裝材料は散反射を示す物質を用ひる事。
- 3) 照明上よりも路上の排水をよくし出来る限り小時間内に乾燥状態にする事。
- 4) 側面照明器の如く取付け高著しく低き新方式採用の場合、路面の示す整反射的傾向を考慮すべき事。
- 5) 照明器配光曲線より路面照度分布の計算に一應路面の散反射性を考慮に入れ、照度分布の點より再吟味する事。

6) 街路照明の點よりすれば、コンクリート系の鋪装を推奨す。

筆者の述べし事柄は舗装面の變化と反射率の變化、路面上の輝度分布、油類滴下による路面の汚點磨損の光反射性状に及ぼす研究等は行われてゐないが、第8回国際道路委員會第5部委員會で全反射を基準とした試験研究がある。將來街路の照度は益々高められつゝある傾向なれば、必ず路面照度の問題は重要なものとなる。更に此種散光性に關する試験研究が必要となる事と察す。一日も早く合理的に設計計畫された道路照明の下に夜間高速度自動車が安全に經濟的に其の機能を十二分に發揮し得るに至る時期の來らん事を祈る次第である。