

IV-327

区画線表面の凸部が視認性に及ぼす影響

広島大学 正員 今田 寛典
農林水産省 正員 ○中村 隆
日本国土開発 三宅 善久

1. 背景と目的

溶融式トラフィックペイントは施工時の交通開放に要する時間が短く、ガラスビーズを混入できるため夜間の高い視認性が長期間継続する。我々は、溶融式トラフィックペイントを高速道路に用いることを考え、区画線の薄膜化について研究している。薄膜化で節約される材料を用いて区画線表面に凸部を付ければ、夜間雨天時の視認性が大幅に向上することは知られており、施工速度が速く、ランダムに凸部をつける施工法も考案された。本研究は高速道路で凹凸区画線を施工することを念頭に置きながら凸部が視認性に及ぼす影響をモデル計算により検討する。

2. 凹凸区画線からの再帰反射光の計算方法

(1) 基本的考え方

凹凸区画線の視認性は、凸部の大きさや設置状況、ドライバーと凸部との距離などに左右される。数値計算によりこれらが視認性に及ぼす影響を調べる。計算の便宜上、凸部の形状を矩型とする。

前照灯の入射光軸、ドライバーの視線軸および区画線表面の凸部を横方向から見た状況を図-1に示

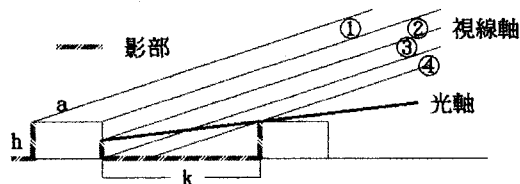


図-1 凸部と入射光軸、視線軸

す。反射光束は、入射光の当たる①平面部分、②垂直部分、当たらない③平面部分、④垂直部分の塗料面から反射したものであり、各々の単位幅入射光量、再帰反射係数は違う。いま、①、②、③、④部からの再帰反射係数 f と単位幅入射光量 ω が分かれば、ドライバーが区画線を見たときの視認性の指標を単位幅反射光量 F とすると、 F は式(1)で表される。

$$F = \sum (\omega \times f) / \sum \text{反射光束幅} \quad \dots\dots (1)$$

(2) 塗料面の傾斜が再帰反射係数に及ぼす影響

図-2は塗料面の傾斜角およびドライバーと区画

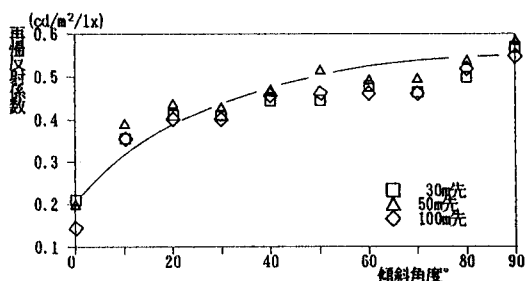


図-2 塗料面の傾斜角と再帰反射係数

線との距離が再帰反射係数に及ぼす影響を示す。傾斜角が90°時の再帰反射係数は0°の場合の約2.9倍である。一方、距離は再帰反射係数に大きな影響を及ぼしていない。そこで、凸部の平面部の再帰反射係数を1.0、垂直部分のそれを2.9とする。

(3) 凸部を規則的に配置した場合

ドライバーに再帰する①、②、③、④部はケース1からケース4のように分類できる（図-3）。

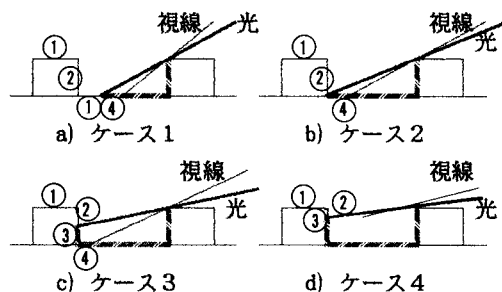


図-3 光、視線、凸部の関係（— 影部分）

ケース別の単位幅入射光量、再帰反射係数、反射光束幅を表-1に示す。ただし、単位幅入射光量は入射光が当たる部分を1.0、当たらない部分を0.0、また、影部分の再帰反射係数は0.0とする。

ケース別に式(1)の数値計算を行う。

表-1 ケース別光学条件

反射光束	単位入射光量	再帰反射係数	反射光束幅
ケース1			
①	1.0	1.0	$a \sin \theta$
②	1.0	2.9	$h \cos \theta$

- ① 1.0 1.0 $(k-h/\tan\delta)\sin\theta$
 ③ 0.0 0.0 $(h/\tan\delta - h/\tan\theta)\sin\theta$
 幾何学的条件は $\tan\delta > h/k$ である。設置間隔が広い
 ため、凸部と凸部の隙間が見られる。

ケース2

- ① 1.0 1.0 $a\sin\theta$
 ② 1.0 2.9 $h\cos\theta$
 ③ 0.0 0.0 $(k-h\tan\theta)\sin\theta$
 幾何学的条件は $\tan\delta = h/k$ である。凸部と凸部の
 隙間が見えない場合であり、最も視認性が良い。

ケース3

- ① 1.0 1.0 $a\sin\theta$
 ② 1.0 2.9 $k\tan\delta\cos\theta$
 ④ 0.0 0.0 $(h-k/\tan\delta)\cos\theta$
 ③ 0.0 0.0 $(k-h\tan\theta)\sin\theta$
 幾何学的条件は $\tan\delta < h/k$ かつ $\tan\theta > h/k$ である。
 影は凸部の垂直な部分と凸部と凸部との間の平坦
 部分にかかっている。

ケース4

- ① 1.0 1.0 $a\sin\theta$
 ② 1.0 2.9 $k\tan\delta\cos\theta$
 ④ 0.0 0.0 $(k\tan\theta - k\tan\delta)\cos\theta$
 幾何学的条件は $\tan\delta < h/k$ かつ $\tan\theta \leq h/k$ である。
 設置間隔が狭く、影が凸部の垂直な部分にかかり、
 後の凸部がほとんど見えない。

3. 計算結果とその考察

現在、一般道の凹凸区画線の凸部の大きさはおよ
 そ $a=2\text{cm}$ 、 $h=2\text{mm}$ 程度であるので、 a は $0.5\text{cm} \sim 2.0\text{cm}$ 、
 h は $1\text{mm} \sim 4\text{mm}$ と仮定する。さらに、ドライバーは 30m 、
 50m 、 100m 先を視準していると仮定した。これは
 一般道路と高速道路ではドライバーが視準する距離
 は違うためである。

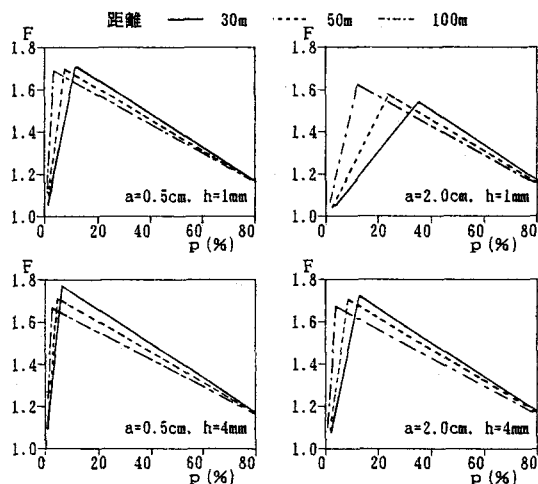


図-4 計算結果

(1) 視認距離と凸部の間隔

図-4は計算結果を示している。凸部占有率 p と
 は区画線長に占める凸部の割合である。

$$p = a / (k + a) \times 100 \quad K: \text{凸部の設置間隔} \quad \dots (2)$$

なお、平坦な区画線の単位幅反射光量は 1.0 である。

凸部の a は短いほど、 h は高いほど単位幅反射光量
 は大きくなる。最大の単位幅反射光量となるのはケ
 ース2であり、ドライバーと区画線との距離が 30m 、
 50m 、 100m のそれぞれの場合に最適な p が存在する。

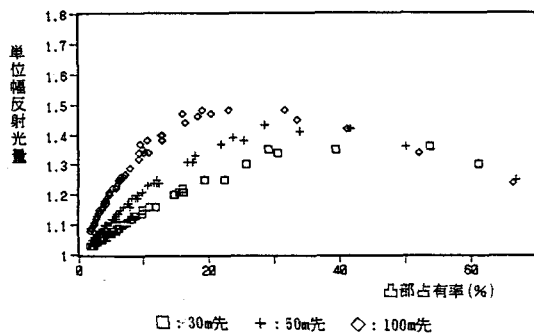
距離が 100m のときに最適になる p にすれば、 30m 、
 50m 先の単位幅反射光量の大幅な増加はないが、 30m
 で最適になる p をとった場合は 50m 、 100m 先の単
 位幅反射光量も大きく増加している。

(2) 凸部がランダムな場合と規則的な場合の比較

凸部の設置間隔 k を指数乱数で決め、計算機上で
 凸部がランダムな凹凸区画線のモデルを作成した。
 k によってモデル計算はケース1~4に分類さる。 p
 は次式で表される。

$$p = a / (\sum k + a) \times 100 \quad \dots (3)$$

a が 2cm 、 h が 1mm のときの計算結果を図-5に示
 す。凸部の設置をランダムにしても、規則的な場合
 のグラフの概形をとどめている。単位幅反射光量の
 最大値は規則的な場合の $80 \sim 90\%$ 程度である。

図-5 ランダムな場合 ($a=2.0\text{cm}$ $h=0.1\text{cm}$)

(3) 若干の提案

遠くの視線が必要とされる高速道路の直線部では
 100m で最適な凸部占有率を、近い視線が要求される
 曲線部では 30m や 50m で最適な凸部占有率をとるよ
 うに凸部を設置することも一つの方策であろう。

5. まとめ

本研究は凸部の設置の仕方によって凹凸区画線の
 視認性がかなり変化することを示した。