

IV-26

道路区画線の反射輝度・面積及び運転者のコントラスト感が視認距離に与える影響について

北海道大学工学部	学生員	濱田 多加志
北海道開発局開発土木研究所	正員	高木 秀貴
北海道開発局開発土木研究所	正員	高森 衛
北海道大学工学部	正員	萩原 亨

1.はじめに

道路区画線は道路の方向を誘導するだけでなく、多車線道路においては車群の秩序を維持し、また道路上での自転車位置を把握しやすくする働きもある。しかし、交通量の多い道路や大型車混入率の高い道路では道路区画線の摩耗が激しく、夜間では乾燥路面であっても十分に確認できず道路区画線の機能を果たしていないことがしばしばある。また、特に夕方や降雨のある夜間には十分なコントラストが得られないので、道路区画線に限らず周囲がかなり見づらい状況となっている。その中で道路区画線の視認性をもっとも必要とされる状況は、夜間に郊外の一般道路をロービームで走行しているときである。そこで本研究ではそのような状況における道路区画線の反射面積や反射輝度値の違いが視認性に及ぼす影響について研究する。また、道路区画線の視認性を左右する要因として、反射面積や反射輝度値といった区画線自体の性質以外にも、外的要因として天候などの自然条件と人間の視感度についても検討する必要がある。

2.研究内容

本研究では現在日本で使用されている区画線である熔融塗装ラインを細工することにより反射面積や反射輝度値の違いが及ぼす影響、自然条件として乾燥路面と湿潤路面が視認性に及ぼす影響を調べた。また人間の視感度として過去の研究に習い被験者を若年者と高齢者とする事で人間の加齢による影響を調べたが、人間の視感度は、加齢による影響よりもむしろ個人のコントラスト特性に依存すると考え、加齢による影響と個人のコントラスト特性による影響の比較をおこなう。

3.実験内容

(1)実験場所と日時

北海道開発局土木研究所所有の江別テストコースで1996年10月14日から4日間おこなった。

(2)区画線の種類

4種類の反射面積と反射輝度値が異なる区画線を図1のように配置した。熔融塗装0%剥離を基準とし、反射面積の違いを比較するため50%剥離、75%剥離の区画線を用意した。反射輝度値の違い

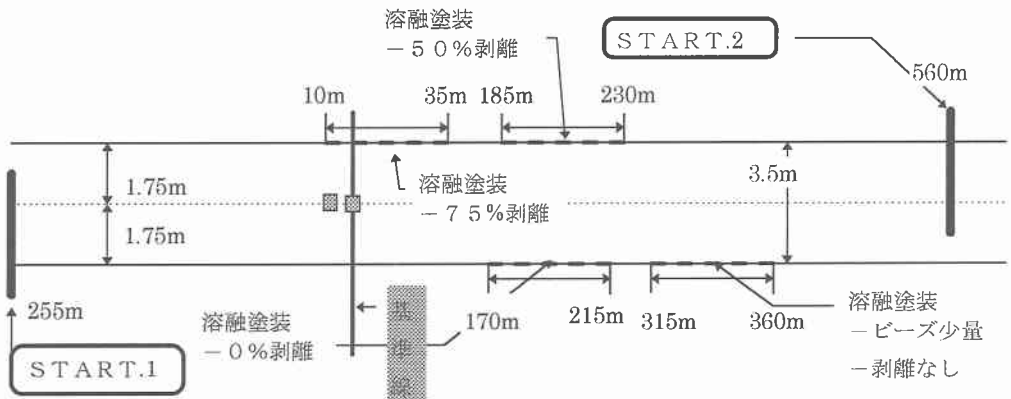


図1 ラインの配置

Effects of Obliteration, Reflective Luminance and Contrast Sensitivity on Visibility of Pavement Markings Under Nighttime Driving Conditions.

By Takashi HAMADA, Hideki TAKAGI, Mamoru TAKAMORI and Toru HAGIWARA

を比較するため区画線に撒くビーズ量を半分にし、低い反射輝度値の区画線を用意した。

(3)被験者とコントラスト感度の測定方法

被験者は、若年者（20代）、高齢者（60代・70代）の方10名ずつ計20名でおこなった。

コントラスト感度については、図2に示すチャート(VISTECH社製VCTS6500)を用いた。これは、右へ移動するに連れコントラストが減少し、下に移動するに連れ縦縞の周波数が大きくなっている。また縦縞の方向が任意に上、右、左に傾いておりその傾きをどこまで視認できるかを測定するものである。本研究では20名に対し後日改めてテストをおこない、若年者、高齢者を問わず測定値を加算することで成績上位者10名、下位者10名に分けて若年者と高齢者に分けた場合の影響と比較した。

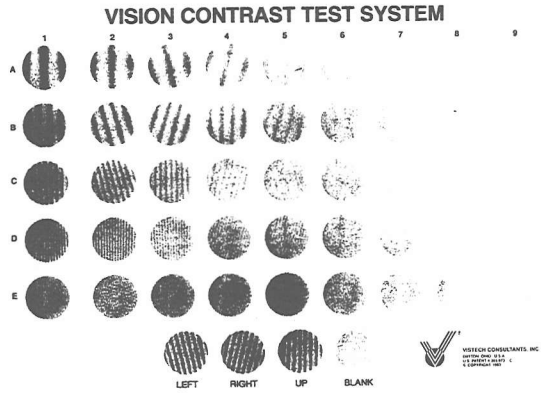


図2 コントラストテストチャート

表1 被験者実験表

10月14日	乾燥路面						湿潤路面					
	高齢①	高齢②	高齢③	高齢④	高齢⑤	高齢⑥	高齢⑦	高齢⑧	高齢⑨	高齢⑩	高齢⑪	高齢⑫
1回目	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1
2回目	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2
3回目	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1
10月15日	乾燥路面						湿潤路面					
1回目	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2
2回目	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1
3回目	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2
10月16日	乾燥路面						湿潤路面					
1回目	若年①	若年②	若年③	若年④	若年⑤	若年⑥	若年⑦	若年⑧	若年⑨	若年⑩	若年⑪	若年⑫
2回目	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1
3回目	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2
10月17日	乾燥路面						湿潤路面					
1回目	若年①	若年②	若年③	若年④	若年⑤	若年⑥	若年⑦	若年⑧	若年⑨	若年⑩	若年⑪	若年⑫
2回目	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2
3回目	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1	1-2	2-1

表2 平均と標準偏差

	m	若年乾燥	高齢乾燥	若年湿潤	高齢湿潤
手まき	平均	93.83	69.15	59.87	52.31
	標準偏差	26.18	16.07	16.41	9.06
0%剥離	平均	95.73	76.02	76.22	76.23
	標準偏差	19.84	12.24	9.88	8.81
50%剥離	平均	73.08	57.37	48.74	44.64
	標準偏差	17.19	11.43	10.14	7.06
75%剥離	平均	70.30	59.08	53.14	52.39
	標準偏差	9.62	13.71	8.22	10.12

(4)路面状態

実験は乾燥路面と湿潤路面でおこなった。湿潤路面は雨天時もしくは乾燥路面時には散水車を用いて湿潤路面を再現した。

(5)視認距離の測定方法

実験車については、あらかじめヘッドライトの配光特性を測定しておいたものを用いた。視認距離の測定方法については、実験車のタイヤの回転数を電氣的にパルスとしてサンプリングし、スタートラインに実験車を停止させ、パルス値をリセットして0とする。よってパルス値を見ることにより走行距離がわかる。視認距離については同時にボタン入力による電圧もサンプリングしているため、スタートラインから区画線までの距離からひくことで視認距離が求められる。

(6)測定内容と手順

表1に実験の組み合わせを示す。実験手順は、

- ①図1のように用意した2ヶ所のスタートラインからランダムに選びスタートする。
- ②被験者は区画線の始点が確認できた瞬間にボタンを押す。
- ③4本の区画線（1往復）を1セットとし、乾燥路面で被験者1人につき3セットおこなう。
- ④同様に湿潤路面でも3セットおこなう。

4.実験結果

(1)視認距離の平均値と標準偏差

若年者・乾燥路面、高齢者・乾燥路面、若年者・

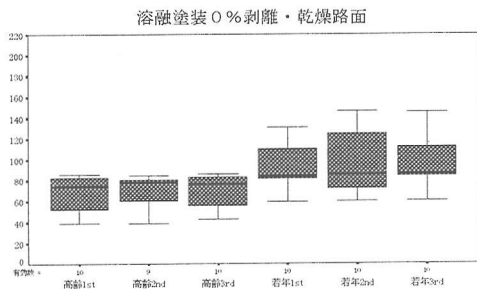


図3-1 箱ひげ図（学習効果）

湿潤路面、高齢者・湿潤路面別に4種類の区画線の視認距離の平均値と標準偏差を表2に示す。どの区画線に関しても若年者、高齢者とも、湿潤路面の方が乾燥路面より、視認距離が短かった。また、年齢別では、どの区画線に関しても高齢者の方が若年者よりも視認距離が短かった。そして、湿潤路面の方が乾燥路面より視認距離の差が少なくなっていた。

(2)箱ひげ図を用いた視認距離分布

各要因ごとに図3-1から図3-6のような箱ひげ図を作成した。中央の太線は中央値(上位50%)を表し、その外側の箱は、上端が上位25%、下端が上位75%までを表し、最上端、最下端がそれぞれ最大値、最小値を表す。ただし、上下とも平均値より3σ以上離れているものは、外れ値としている。

①学習効果の検討

本実験では、同条件において1人あたり3回の繰り返し測定をおこなった。そこで1回2回3回と視認距離を測定していくにつれ、学習効果が視認距離に与える影響を調べた。図3-1に示した箱ひげ図を見る限りどの条件においても視認距離に与える影響は小さかった。

②区画線の種類

年齢別、路面状態別に反射面積、反射輝度値の異なる区画線の視認距離を比較した。図3-2から図3-5に示すように0%剥離と50%剥離、75%剥離を比較すると0%剥離に比べ50%剥離、75%剥離は視認距離が短く、反射面積が少なくなると視認距離が短くなることわかる。しかし、50%剥離と75%剥離の区画線を比較するとほとんど差がなかった。また反射輝度値に関しては、輝度値の低い区画線の方が必ずしも視認距離が短くなるという結果が見られなかった。その理由として輝度値を低くするためビーズを手でまいたため輝度のむらができ、明るい所ができてしまっていた。実際に区画線の輝度値を測定したところ明るい箇所では0%剥離と同程度の輝度値であった。

③路面状態別

乾燥路面と湿潤路面の視認距離の差も図3-2から図3-5で比較するとどの区画線に対しても湿潤路面の方が短くなった。

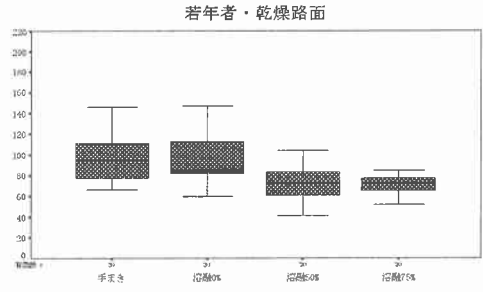


図3-2 箱ひげ図(若年者・乾燥路面)

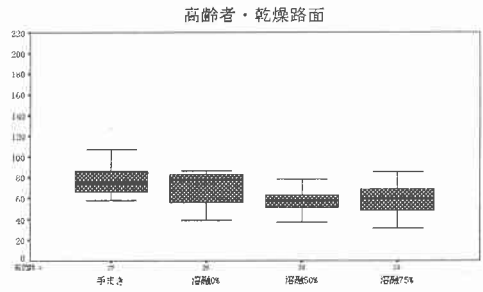


図3-3 箱ひげ図(高齢者・乾燥路面)

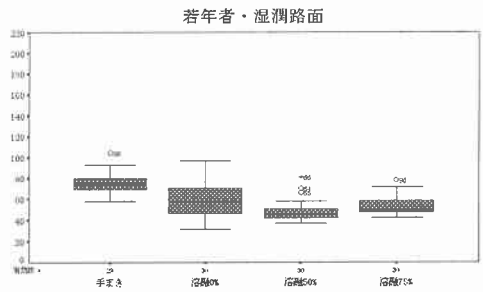


図3-4 箱ひげ図(若年者・湿潤路面)

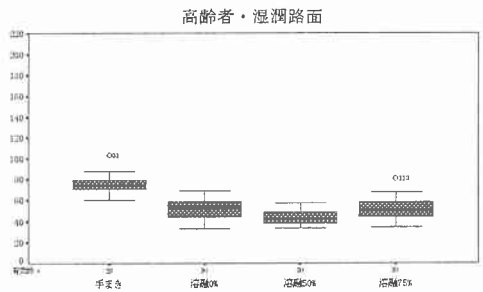


図3-5 箱ひげ図(高齢者・湿潤路面)

#### ④年齢層別とコントラスト感度別の比較

年齢層別とコントラスト感度別によって視認距離を比較した。図3-6に示す0%剥離の乾燥路面で比較すると年齢層別では、若年者と高齢者では若年者、コントラスト別では高コントラストにおいて視認距離が長くなっているが、若年者と高齢者では箱ひげが重なる部分があるのに対し低コントラストと高コントラストでは重なる部分がほとんどなかった。

#### (3)累積度数曲線を用いた視認距離分布

各要因ごとに図4-1と図4-2のような累積度数曲線（パーセントイル曲線）を求め、85%の人が視認できる距離（85パーセントイル視認距離）を求めた。（表3）

#### ①区画線別

箱ひげ図同様、0%剥離に比べ50%剥離、75%剥離は視認距離が短くなっている。また50%剥離と75%剥離を比較すると視認距離にさほど差はないという結果となっている。85パーセントイル視認距離については、50%剥離、75%剥離と0%剥離を比較しても特に湿潤路面に関しては差が小さかった。

#### ②路面状態及び年齢層別

年齢層で比較すると高齢者、路面状態で比較すると湿潤路面において視認距離が短いという結果となっているが、若年者の湿潤路面と高齢者の乾燥路面を比較すると若年者の湿潤路面の方が視認距離が短いという結果となっている。このことにより視認距離に及ぼす要因としては、年齢層より路面状態の方が大きいことがわかる。

#### 5.まとめと今後の課題

本研究では反射輝度値の違いを区画線にまくビーズの量を少なくすることで求めようとしたが、手でまいたため輝度むらができ、このデータからは比較できなかった。反射面積による違いについては0%剥離と50%剥離（2分の1の面積）や75%剥離（4分の1の面積）のように大幅に面積を減少させた区画線を比較しても視認距離の影響は小さかった。また被験者のコントラスト感度については、年齢層でわかるより、個々のコントラスト感度を測定し検討する方がよい結果となった。今後の課題としては、ヘッドライトの配光特性、路面の輝度値を

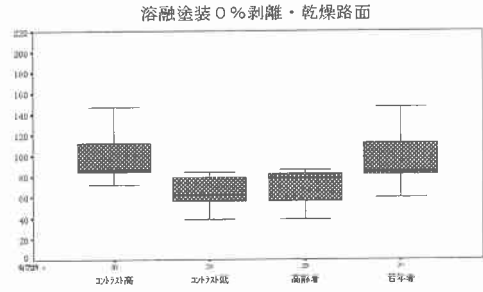


図3-6 箱ひげ図（年齢・コントラスト感度別）

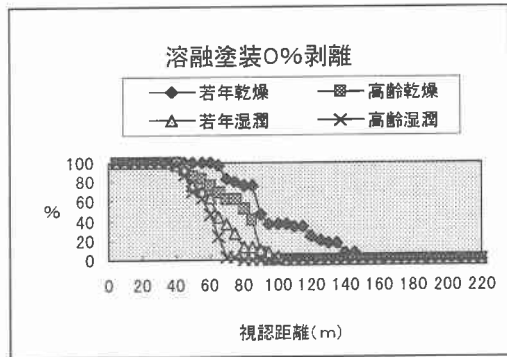


図4-1 パーセントイル曲線（0%剥離）

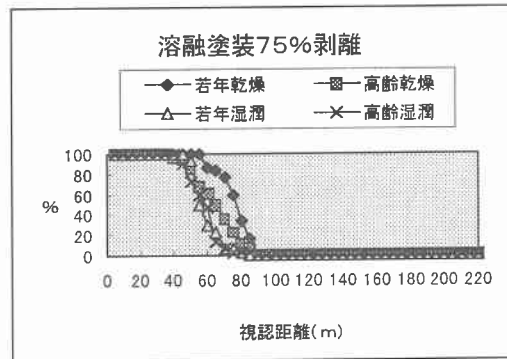


図4-2 パーセントイル曲線（75%剥離）

表3 85パーセントイル視認曲線

	若年乾燥	高齢乾燥	若年湿潤	高齢湿潤
ビーズ手まきライン	80m	69m	71m	74m
溶融塗装0%剥離	71m	54m	49m	47m
溶融塗装50%剥離	65m	50m	46m	43m
溶融塗装75%剥離	62m	53m	53m	48m

もとにシミュレーションを完成させ、本研究結果と比較検討することである。

最後になりますが、北海道土木技術会道路研究委員会の関係各位に感謝の意を表する次第です。