特集≫≫　道路

新たな視線誘導灯の開発

帯状ガイドライト設置事例及びドライバーに与える効果

佐々木　伸・萩　原　亨・高　木　一　誠

積雪寒冷地の高速道路では，路面の区画線が雪に覆われ，反射型の視線誘導標あるいは自発光デリニェーターなどが，冬期の夜間に道路線形をドライバーに示す役割を担っている。しかし，道路線形の認知が通常に比べて困難なため，長時間に渡って負荷が高い運転をドライバは強いられている。自発光デリニェーター及びスノーポールは中央分離帯側に設置されており点状の誘導であるため道路線形が分かりにくいため，外側線の位置を連続的な線状の光で明示する「帯状ガイドライト（緑色線状光）」の開発を進めてきた。
キーワード：交通安全，道路付属物，視線誘導施設，帯状ガイドライト，ワークロード

1. はじめに

積雪寒冷地の高速道路では，路面の区画線が雪に覆われ，反射型の視線誘導標あるいは自発光視線誘導灯などが，冬期の夜間に道路線形をドライバーに示す役割を担っている。しかし，道路線形の認知が通常に比べて困難であり，長時間に渡って負荷が高い運転をドライバーは強いられている。自発光デリニェーター及びスノーポールは中央分離帯側に設置されかつ点状の誘導であるため道路線形が分かりにくい課題があったため，その対策として外側線の位置を連続的な線状の光で明示する（**写真―1**）「帯状ガイドライト（緑色線状光）」を平成 24 年度より開発してきた。平成 25，26 年度に改良を加えた機器を 7 箇所（**図―1**）に設置し，その運用評価を行った。

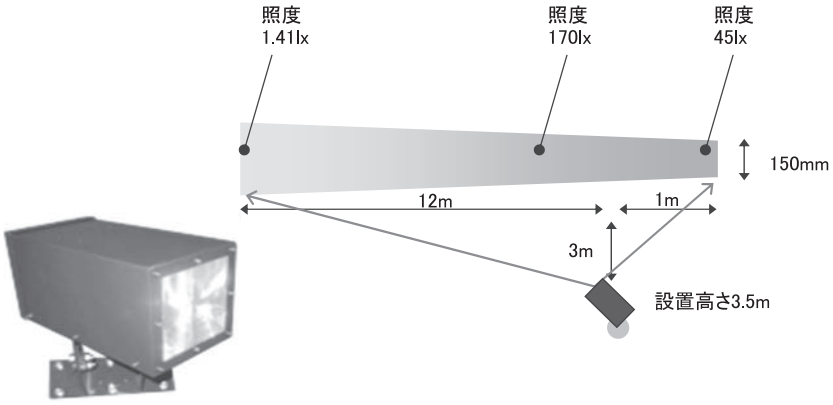
写真―1　照射状況

図―1　設置位置

本稿においては，視認性アップの効果検証として，ドライビングシミュレーターでの室内試験を実施した。実交通流への効果検証として，ドライバーにアンケート調査による有効性の検証を行った。

2. 帯状ガイドライトの概要

帯状ガイドライトは，LED（緑色）と特殊レンズを組み合わせて路側を線状に光のラインで示す発光装置である。帯状ガイドライト設置状況，帯状ガイドライトの照射形状，照度分布を**図―2** に示す。発光装置に近いところの照射幅員は 0.15 m，13 m 先で 0.30 m に広がる。



図―２　帯状ガイドライト外観及び路面への照射形状と照度分布

3. 設置事例

設置事例（試験実施）として，東北自動車道　青森管内(**写真**―2)，関越自動車道　湯沢管内(**写真**―3)，大分自動車道　大分管内（**写真**―4）に設置し，その運用評価を行ったところを紹介する。

(1) 東北自動車道　青森管内（吹雪対策事例）

【東北自動車道　黒石 IC ～浪岡 IC 665.7 KP ～ 666.8 KP（下り)】
帯状ガイドライト（自発光デリニェーター付加）37 基現地取付　設置間隔約 28 m
延長約 1000 m　設置高さ 3.5 m
帯状ガイドライトピッチ　28 m
自発光デリニェーターピッチ　56 m

(2) 関越自動車道　湯沢管内（降雪対策事例）

【関越自動車道　土樽 PA ～湯沢 IC 160.965 KP ～ 161.511 KP（下り)】
帯状ガイドライト 14 基現地取付　設置間隔約 42 m
延長約 590 m　設置高さ 6.0 m

(3) 大分自動車道　大分管内（霧対策事例）

【大分自動車道　由布岳 PA ～日出 JCT 103.407 KP ～ 103.575 KP（下り)】
帯状ガイドライト 13 基現地取付　設置間隔約 14 m
延長約 180 m　設置高さ 2.0 m

4. ドライビングシミュレーター評価

夜間の雨環境，雪環境における帯状ガイドライトの設置間隔に関する検討として，北見工業大学のドライビングシミュレーター（以降，DS）（**写真**―5，6）を用いて検証を行った。夜間に降雨により路面が湿潤となると，区間線の視認性が低下する。また，降雪により積雪・圧雪路面となると区画線が全く見えなくな

写真―２　東北自動車道　青森管内設置例

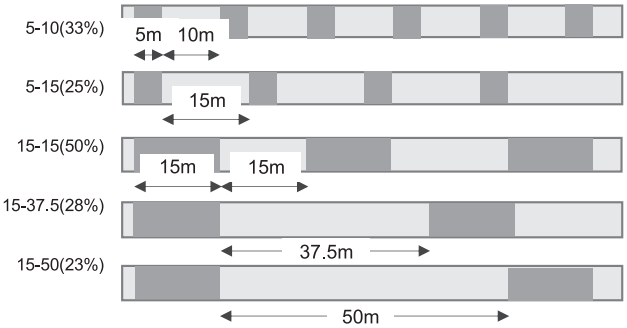
写真―３　関越自動車道　湯沢管内設置例

写真―４　大分自動車道　大分管内設置例

写真―５　ドライビングシミュレーター

写真―６　ドライビングシミュレーター CG 画面

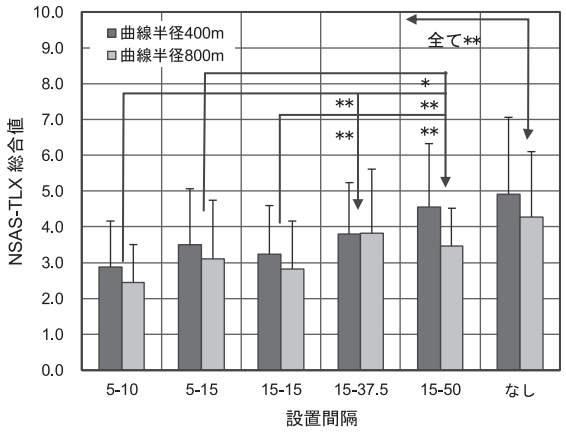
るため，どこが車線でどこが路肩なのかわからなくなる。このような環境を DS で再現し，左右のカーブ・曲線半径による線形誘導性として必要十分な設置間隔や反射光の長さを知ることを目的とした。雨環境において道路区画線はうっすら視認できる条件，雪環境において道路区画線がすべて雪で覆われ全く見えない環



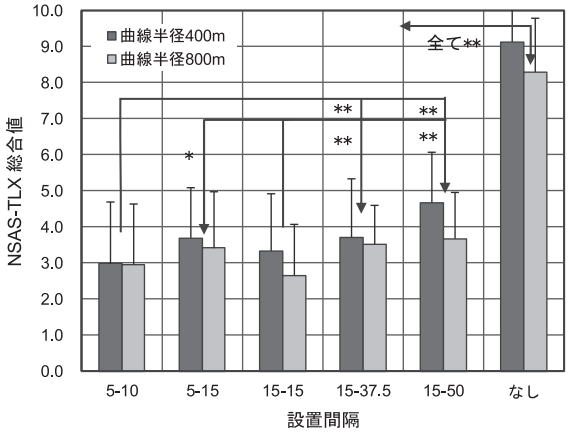
図―３　帯状ガイドライトの設置間隔

境とした。このような悪天候下において設置間隔の評価を行うために，帯状ガイドライトの設置間隔を非設置，10 m，15 m，37.5 m，50 m（**図**―３），線状反射光の長さを 5 m，15 m（**図**―３），カーブの曲線半径を 400 m，800 m を対象としこれらの 3 条件を組み合わせて検証を行った。

ドライバーのメンタルワークロード（NASA-TLX）[1)～5)] の低減効果は帯状ガイドライトの設置間隔が密になるほど増し，かつドライバーに対して安心感が得られることが明らかとなった。結果の中で，設置間隔が 15 m ～ 37.5 m，15 m ～ 50 m（**図**―４，５）と条件の中では間隔が広くても，夜間の悪天候下においてドライバーのメンタルワークロードに低減効果があった。



図―４　曲線半径２条件・設置間隔６条件別，雨環境の走行コースにおける NASA-TLX 総合値（n:20）



図―５　曲線半径２条件・設置間隔６条件別，雪環境の走行コースにおける NASA-TLX 総合値（n:18）

5. ドライバーへのアンケート調査

(1) 諸条件

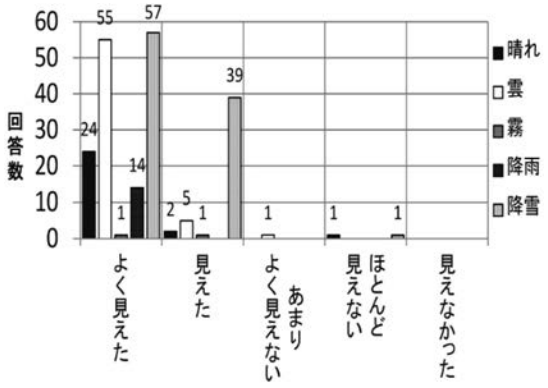
ドライバーへのアンケートは試験的に設置・運用している，新潟県の関越自動車道　土樽 PA ～湯沢 IC 間の設置区間（**写真**―３）で実施した。

期間は平成 27 年 2 月 6 日から 3 月 31 日で，対象は東日本グループ社員，運送会社，タクシー会社，高速バス会社のドライバーに対して調査を行った。通過時の天候・路面・視程・ライトの見え方についての回答，質問 8 項目（**図**―６）に対して運転時に感じたところに 5 段階評価でチェックし，その質問事項に意見欄を設けることでその回答とした理由も記入していただいた。また，その他の意見もあれば自由意見として記入する形を取った。

(2) アンケート結果

帯状ガイドライトの見え方の集計を**図**―７に示す。回答数の約 94%の人から通過時の天候に関わらず『よく見えた，見えた』の高い評価を得られた。運転時における各項目の評価としては，天候の状態が雪のときにも降っていないときと比べて若干低いものの全体的に高い評価が得られた。自由意見としては「とても走

図―６　質問項目及び運転時における評価



図―7 天候によるガイドライトの見え方

りやすい」,「延長区間を延ばしてほしい」といった好意的な意見が多く寄せられた。その一方で，天候の良し悪しに関わらず中央分離帯の位置のわかりやすさに関しては低評価となった。

(3) 結果に対する考察

帯状ガイドライトの光の見え方としては94％の人から通過時の天候に関わらず見えると回答されたことから，悪天候時でも道路線形を示す路上設備としての機能を果たしていると言える。運転時の評価の集計結果をまとめたものを**図―6**に示す。降雪時でも運転性や路肩の位置のわかりやすさに関しては高評価であるといえ，路肩に設置していることによる効果が高いと言える。中央分離帯の位置のわかりやすさに関して効果を向上させるために，中央分離帯の位置も路肩と合わせてわかりやすくするために，中央分離帯に別途ガイドライトを取り付ける，既存の視線誘導灯の運用を併用することで相乗効果を図るなどといった対策を検討する必要があると考えられる。

6. おわりに

今回の検証により緑色線状の照射ラインで視線誘導を行う基本機能の視認性の確認ができた。冬季において安全で信頼される高速道路の実現のため，共同で検証等を実施して頂いた東日本高速道路㈱東北支社　盛岡・十和田・青森管理事務所，新潟支社　湯沢管理事務所とともに継続して開発検証を進めていきたい。

今後，視環境や路面といった状況を踏まえた帯状ガイドライトによる設置効果・コストから，このような線状反射光を利用する道路付属物の設置基準についてさらなる検討を進める必要があると考える。

JCMA

《参考文献》

1) 萩原，川村，佐々木，高木：帯状ガイドライトの設置がドライバのメンタルワークロードに与える効果について，交通工学論文集 1（2），B_10-B_17, 2015.
2) Hart, S.G., et al.: Development of NASA-TLX（Task Load Index）: Results and theoretical research, Human Mental Workload, Elsevier Science Publishers B.V.（North Holland, Amsterdam）, p.139-183, 1988.
3) 萩原，徳永：メンタルワークロード評価法に基づく運転中の携帯電話利用の影響に関する研究，国際交通安全学会誌，Vol.30, No.3, pp.66-73, 2005.9.
4) 三宅，神代：メンタルワークロードの主観的評価法（NASA-TLX と SWAT の紹介及び簡便法の提案），人間工学，Vol. 29, No.6, 1993.
5) 萩原亨，佐藤嘉哉，川村彰，富山和也，佐々木伸，曽根翔太，高木一誠，国村昌生：帯状ガイドライトの設置間隔がドライバのメンタルワークロードに与える影響について，第 36 回交通工学研究発表会，2016.

［筆者紹介］

佐々木　伸（ささき　しん）
㈱ネクスコ・エンジニアリング東北
施設技術部　施設技術課
課長

萩原　亨（はぎわら　とおる）
北海道大学大学院工学研究院
教授

高木　一誠（たかぎ　いっせい）
積水樹脂㈱
交通・景観事業部 開発室
課長