各種センサーを搭載した視程障害移動観測車の開発とその活用

The Development and Utilization of the Visibility-observation Vehicle, which is Carreid on Various Sensors

松 沢 勝*・ 鈴 木 武 彦*
Masaru Matsuzawa Takehiko Suzuki

1. はじめに

積雪寒冷地の冬期道路は、吹雪等による視程障害や滑りやすい雪氷路面等のため、非常に厳しい運転環境となっている。視程障害時の事故は、後続車からの発見が遅れやすく、多重衝突事故に発展する事例も少なくない。また、多重衝突事故は長時間にわたり道路交通に障害を生じさせ、社会生活に与える影響も非常に大きい。このため、防雪林や防雪柵等各種の対策が行なわれてきているが、対策の実施にあたっては事前に現地の状況を十分に把握することが必要であり、また、施工後の有効性の評価も重要である。しかし、対策を要する区間全体の気象状況を同時に観測することは、膨大な観測機材や人員、費用を要することから、実現が困難となっている。そこで、当研究室ではこうした問題に対処するため、各種の観測機器を搭載し、走行中に道路気象を観測できる視程障害移動観測車を開発し、各種実験観測に使用している。以下には視程障害移動観測車の概要と、活用事例について概説する。

2. 視程障害移動観測車の概要

上記に示したように、視程障害移動観測車は走行中に、視程や風速などの道路気象を観測できるように平成7年度に開発したものである。その後、冬期道路条件下における運転操作上の問題や、防雪施設の有無による運転挙動の変化について調査するためセンサーを追加して、現在では表－1に示すセンサーを搭載し観測を行うことができる。

現在の視程障害移動観測車の搭載機器の状況を図－1に示す。

表－1 視程障害移動観測車に搭載している各種センサーと観測項目

センサー名	観測項目
車載型視程計	視程（高さ約1.2m）
風向・風速計	風向風速
気温計	気温
アイカメラ	ドライバーの視点挙動
ハンドル操舵角計	ドライバーがハンドルを切った角度
アクセル踏量計	ドライバーがアクセルを踏んだ量
ブレーキ踏力計	ドライバーがブレーキを踏んだ力
水平2軸加速度計	前後方向、左右方向の加速度（車両挙動）
簡易式路面摩擦係数測定器	すべり摩擦係数

図－1 視程障害移動観測車概要図

3. 各種センサーの概要

視程障害移動観測車に搭載するセンサーの内、観測車専用開発された「車載型視程計」と「土木分野では比較的なじみの薄いアイカメラ」について簡単に解説する。

* 北海道開発土木研究所 道路部防災雪氷研究室

1) 車載型視程計^{1, 2)}

この視程計(写真-1)は、高規格幹線道路の視程障害を高速走行により移動観測する目的で開発された(平成3年度)もので、側方散乱方式と呼ばれる。本器は、一対の投光器と受光器から成り、投光器から1kHzで振幅変調された矩形波の平行光線を照射し、大気中の雪や霧によって散乱された光を受光器で受け、入射光量から視程値を得るものである(図-2)。

なお、太陽光の直流成分や、道路照明の低周波成分については、受光器の増幅器により1kHz成分のみを取り出すことで除去し、外乱光の影響を小さく抑えている。霧、雪の何れの観測においても同一特性で測定することが必要であるため、建設省土木研究所(当時)の人工霧発生装置内と、当研究所石狩吹雪実験場にて特性試験を行ない、投光器と受光器のなす角度を霧、雪とも特性が良好となるよう、約130度に設定した。

写真-1 車載型視程計の設置状況

図-2 側方散乱方式の視程計測のしくみ：投光部から照射された光線は、検知エリアにある雪粒子などの浮遊物によって側方に散乱し受光部に達する。雪粒子が多いほど散乱光が増える現象に基づき視程を計測する。

2) アイカメラ

アイカメラ(写真-2)は人間の視点の動きを調査する機械で、眼を撮影する小型のカメラと近赤外線LEDで眼を照らすLEDが付いている。照射光は被験者には見えないが、カメラで撮影された映像には照射光が輝点として写る。眼を動かすと、眼の映像では瞳孔と輝点が動く。両者の動きを検出して眼球の水平方向と垂直方向の回転量を求める。ところで、回転運動を検出した段階では、注視点が正しく算出されない。これは、眼の形や装置の装着の仕方に各被験者特有の違いがあるためである。そこで、アイカメラを装着する毎にキャリブレーションを行う。

視程障害移動観測車では、吹雪・地吹雪による視程障害時にドライバーが何を目標に運転しているか、また、視線誘導施設等の有無によるドライバーの視点の動きの差異についての調査に使用する。

写真-2 アイカメラ装着図

4. 視程障害移動観測車の活用事例

1) 視線誘導施設の視線誘導効果

冬期道路における固定式視線誘導柱(矢羽根)等の視線誘導施設の効果を把握するため、平成15年度冬期に一般国道276号虻田郡喜茂別町相川にて、アイカメラを装着した被験者走行実験を行った。

アイカメラによる視線挙動の把握の一例を図-3に示す。視線挙動データは、視野角 2° 以内に0.1秒以上停留した場合を「注視」と定義した。また、視認対象物のある区間において、1回以上その対象物を注視した走行数を、その区間の全走行数で割ったものを「注視割合」として集計を行った。

図-4は、冬期の路面別の注視割合である。夏期計測では、道路上の区画線を頼りにした走行が確認されたが、冬期積雪時には道路上の区画線などが確認できないことから、路面のタイヤ跡、雪堤、及び様々な視線誘導施設を注視していることがわかった。

2) 視程障害時における運転挙動の調査事例

吹雪対策を検討するにあたっては、吹雪時のドライバーの運転挙動を把握することが重要である。このため、平成11～12年度の2冬期にわたり、札幌市近郊の一般国道275号江別市角山にて、吹雪時の被験者運転挙動実験を行なった³⁾。この実験では運転挙動、車両挙動、気象状況の観測を同時に行なった。単路部における視程と速度の関係について調べた結果、視程の低下に伴って、速度が低下していた(図-5)。また、視程の低下とともにアクセル踏量の変動や、ハンドル操作のふらつきも顕著に見られる等、視程の低下が運転挙動を不安定にすることがわかった。

図-3 アイカメラの視線挙動の計測データ

図-4 冬期路面別の注視割合

図-5 視程と速度の関係：視程が低下すると速度が低下する傾向にあることが分かる。

5. おわりに

視程障害移動観測車の概要とこれまでの活用事例について記述した。

本施設は、調査全区間において、気象状況、運転挙動及び視線挙動を同時に把握することにより、冬期道路における基礎的なデータが収集できる効果的な観測システムである。今後、これらのデータを利用して道路設計・管理に関する基礎検討に活用していく予定である。

参考文献

- 1) 福澤義文, 竹内政夫: 車載型視程計の開発について, 開発土木研究所月報, 464, 12-18, 1992
- 2) 福澤義文, 石本敬志, 千葉隆広: 視程障害移動観測車の開発とドライバーの視点挙動観測, 土木学会第50回年次学術講演会, IV部門, 736-737, 1995
- 3) 加治屋安彦ほか: 冬期道路とヒューマンファクターに関する研究ー吹雪による視程障害時のドライバーの運転挙動ー, 寒地技術論文報告集, Vol.16, 325-332, 2000