

走行速度を考慮した降雨強度推定手法の開発 Development of a Method for Rainfall Estimation Considering Vehicle Speed

○東 俊孝・中北英一・山口弘誠

○Toshitaka AZUMA, Eiichi NAKAKITA, Kosei YAMAGUCHI

It is well known that advanced Intelligent Transport Systems has been installed in Japan. One of these systems is called as “VICS”. The new service “VICS WIDE” has started with about twice capacity of previous FM multiplex broadcasting since April 23rd, 2015. VICS WIDE is including not only traditional traffic information, but also weather-related information. In particular, radar-derived rainfall is useful for producing heavy rainfall area. However, there has been no little discussion on rainfall intensity which drivers feel during running vehicle. This paper describes how flow distortion around vehicle affect raindrop. In conclusion, our results indicated that estimated rainfall considering vehicle speed was double XRAIN rainfall information.

1. はじめに

我が国では、VICS (Vehicle Information and Communication System) と呼ばれる道路交通情報通信システムが知られている。VICS は、都道府県警察や道路管理者により収集・加工された道路交通情報（渋滞情報、特定区間の旅行時間、交通規制等）を FM 多重放送やビーコンといったメディアを介して、車載機 (Car Navigation System) へ情報を提供するシステムの総称といえる。

このような中、VICS センターは FM 多重放送による情報提供を担っている。2015 年 4 月 23 日からは FM 多重放送の帯域拡張に伴い、新たなコンテンツを配信するサービス (VICS WIDE) を開始した^[1]。特に、豪雨エリアを車載機の電子地図上へ重畳することにより、運転者に対して注意喚起するサービスは初めての試みである。このサービスは国土交通省が運用管理する XRAIN の観測値に基づいており、河川情報センターから配信される XRAIN 合成雨量を情報源としている。

XRAIN 合成雨量の元データは FM 多重放送の東京放送局内だけでも約 200KB/min となるため、限られた伝送帯域である FM 多重放送で車載機へ直接送信することは困難であった。つまり、豪雨エリアを車載機へ提供するためには、情報量削減と運転者の視認性向上が大きな課題となっていた。

そのため、VICS センターでは視認性向上のための適切な降雨強度の閾値を設定した上で、豪雨エリアの頂点座標のみを伝送することにより、情報量を大幅に低減する手法を考案した^[2]。

この開発過程において、著者らは図-1 のような「運転者が感じる降雨強度 (走行時降雨強度: R')」の推定手法を新たに考案し、強雨時に一般道を平均基準速度 50km/h で走行した場合、普通車のフロントガラス上では約 2 倍の降雨強度になることを示した^[3]。しかしながら、この段階では人工降雨による停止車両の前方視認性を議論しているため、強雨時に走行車両に発生する気流場や自然界の雨滴粒径による影響の有無が課題として残っていた。

そこで、本研究では気流場を考慮した走行時降雨強度推定式を開発することを目的とした。具体的には、走行車両の気流場を数値シミュレーションにより再現した上で、フロントガラスへ到達する雨滴の割合に基づき従来の推定式を改良した。

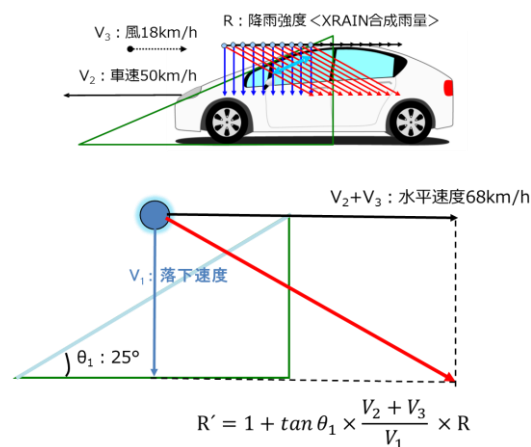


図-1 走行時降雨強度: R' の考え方

2. 気流場による雨滴の挙動把握

(1) 解析概要

本研究では、有限体積法を用いて走行時に車両周辺で発生する気流場を把握した。さらに、粒子法^[4]に基づいた数値シミュレーションへ反映させることにより、気流場による雨滴の挙動を解析した。本解析では、走行時にフロントガラスへ到達する雨滴の割合を推定した。

(2) 粒子法の特長

粒子法は自由表面で非圧縮性流れの計算ができる解析手法である。従来手法では流体挙動を把握する際に格子が必須となっていたが、粒子法では格子を用いずに流体挙動を粒子運動から計算できる。そのため、自由表面流れの取り扱いが容易となり、移動境界問題への適用も可能となる。

(3) 走行速度に伴う気流場の発生状況

有限堆積法を用いた気流の解析結果から、フロントガラスを含む車両上部及び車両側方部において、走行速度の増加に伴い流速の大きな気流場が形成されていく様子を判読できた。

(4) 雨滴粒径の設定

自然界の降雨では、強雨時において雨滴粒径分布の中央値が約 2mm に収束することが知られている^[5]。そのため、本研究では雨滴粒径を 2mm として数値シミュレーションを実施した。

(5) フロントガラス衝突前後の挙動

粒子法に基づく数値シミュレーションにより、フロントガラス衝突後に車両の前方又は後方へ移動した雨滴、並びにフロントガラスへ衝突せずに車両の側方部へ逸れた雨滴を測定した。図-2 のように、速度増加と車両周辺の雨滴の存在割合に顕著な差は見受けられない。しかし、走行速度 50km/h までは気流場の影響により約 15% の雨滴がフロントガラスに衝突しないことが判明した。

3. 気流場を考慮した走行時降雨強度の推定

本研究では、一般道平均速度で強雨時に車両が走行した場合、フロントガラスに衝突する総雨滴量の約 15% が低減されることを示した。そのため、気流場の補正係数として 0.85 を図-1 内の推定式に連乗し、最終的な走行時降雨強度推定式とした。

なお、従来の走行時降雨強度は XRAIN 合成雨量の 2.3 倍だが、新たな推定式では 2.0 倍となる。気流場の影響は限定的であり、走行時降雨強度は XRAIN 合成雨量の約 2 倍という見解に変更はない。

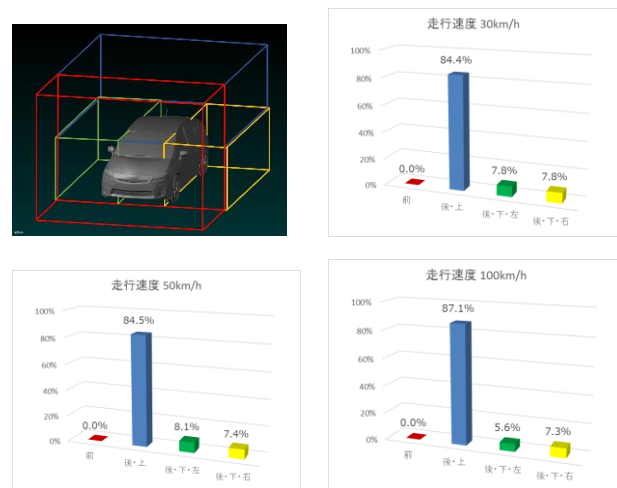


図-2 走行速度毎の雨滴の存在割合。フロントガラスを基準として前方を赤色、後方・上部を青色で表示。車両の正面から見て、後方・下部・左側を緑色、後方・下部・右側を黄色で表示。

参考文献

- [1] 東俊孝, 古賀光彦, 中北英一: 新たな道路交通情報サービス (VICS WIDE) におけるXRAINの活用, 特集報文, 土木技術資料, 平成28年7月号.
- [2] 一般財団法人道路交通情報通信システムセンター: 「降雨ポリゴン生成方法, コンピュータプログラム及びシステム」, 特許第5570672号 (2014).
- [3] 東俊孝, 矢上卓也, 中北英一, 古賀光彦: 走行速度を考慮した降雨強度推定手法の提案, 土木学会論文集B1 (水工学), 71.4, pp. 493~498, 2015.
- [4] 越塚誠一: 粒子法による流れの数値解析, ながれ21, pp. 230-239, 2002.
- [5] V. N. BRINGI, V. CHANDRASEKAR, J. HUBBERT, E. GORGUCCI, W. L. RANDEU, M. SCHOENHUBER: Raindrop Size Distribution in Different Climatic Regimes from Disdrometer and Dual-Polarized Radar Analysis, Journal of the atmospheric sciences, vol. 60, pp. 354-365, 2003.