

自動車技術 第61巻第7号2007年7月1日発行(毎月1回1日発行)
昭和46年3月25日 第三種郵便物認可 ISSN 0385-7298

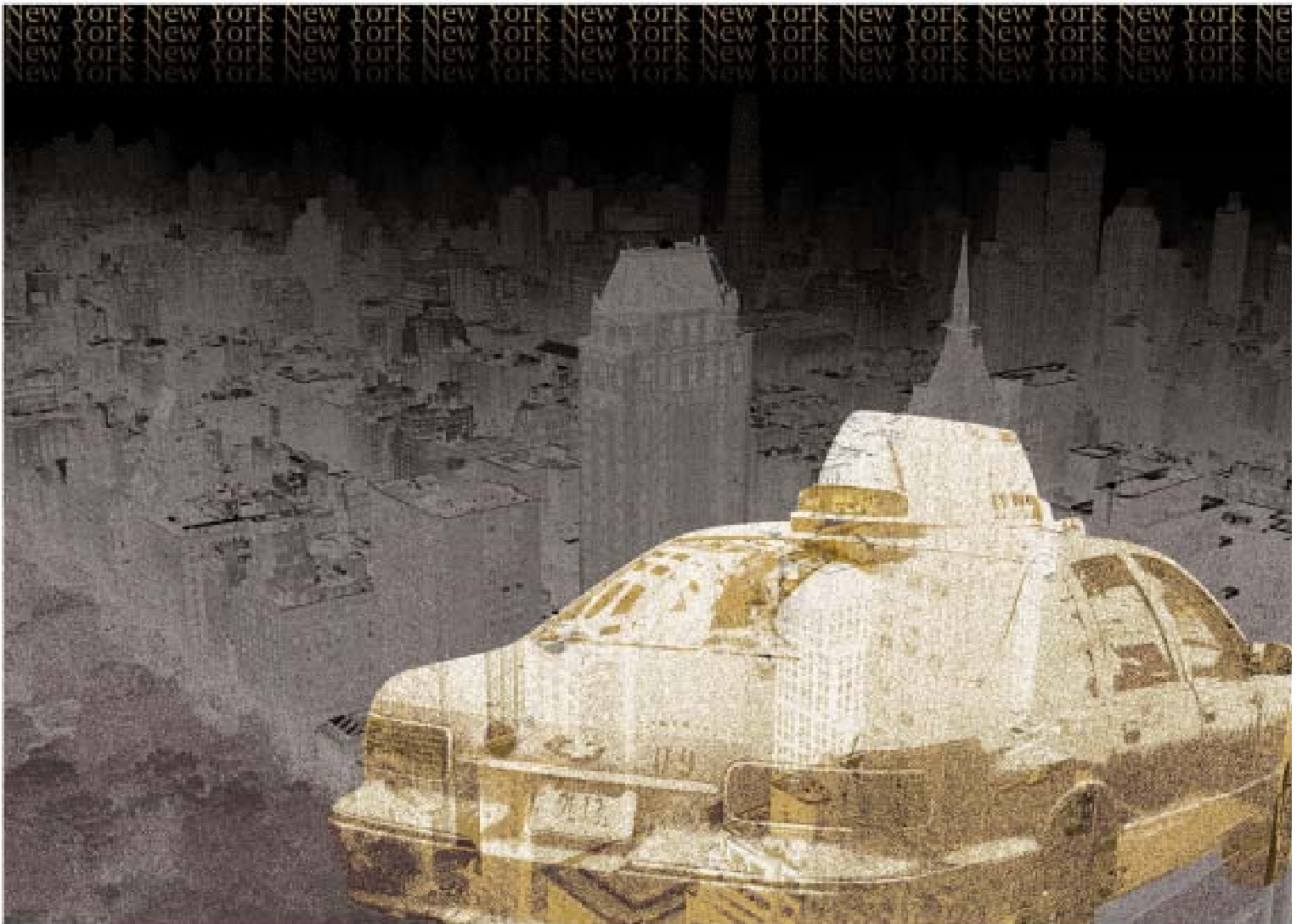
Journal
of Society of
Automotive Engineers
of Japan

自動車 技術

Vol.61

7

2007



特集 | リアルワールドを知る

URL : <http://www.jsae.or.jp/>



特集 リアルワールドを知る

< I. 排出ガス >	
◆ 大気環境の現状と排出ガスのリアルワールド評価の必要性	4
	小林伸治 (国立環境研究所)
◆ 自動車排ガスのオンボード計測技術	11
	青木伸太郎 (堀場製作所)
◆ 自動車排出ガスのリモートセンシング技術	17
	三角明裕 (イー・エス・ピー・ジャパン)
◆ リアルワールドでのPM計測技術	23
	中島 徹 (日本自動車研究所)
◆ 大気質シミュレーションのための自動車排出量推計モデル	30
	平井 洋・林 誠司 (日本自動車研究所)
< II. 燃 費 >	
◆ 「e燃費」のデータ収集方法と、そのデータの分析・活用方法や今後の可能性	36
	藤原央行 (IRIコマース&テクノロジー)
◆ 燃費改善に向けた運行管理システム	42
	青山 大・小野康博・武井祐一 (いすゞ自動車)
◆ 排気熱再循環システムによる冬季実用燃費向上	49
	中川 正・坪内正克 (トヨタ自動車) 鈴木光郎 (フタバ産業)
< III. 交通事故 >	
◆ 交通事故分析の現状と今後	55
	田久保宣晃 (科学警察研究所)
◆ 交差点での事故記録映像記録技術	61
	瀬利俊光 (三菱電機エンジニアリング) 上山 勝 (元科学警察研究所附属鑑定所)
◆ 交通事故鑑定の現状と課題	66
	上山 勝 (交通事故解析士認定協会)
◆ 救急医療の現場からみた交通事故による傷害実態の変化	73
	阪本雄一郎・益子邦洋 (千葉北総病院)
◆ ドライビングシミュレータにおけるリアルワールド再現技術の最新動向	78
	赤松幹之 (産業技術総合研究所) 大貫正明 (三菱プレジジョン)
< IV. 交通流 >	
◆ 画像分析による交通流計測システムとその活用事例	85
	渡辺昌治・正岡久明・星野 洋 (シー・イー・サービス)
◆ 道路環境評価のための交通流シミュレーションモデル	91
	押野康夫・筑井啓介・鈴木 忠 (日本自動車研究所)
< V. 車両運動性能 >	
◆ 実路上でのホイール6分力測定技術	97
	山田 淳 (日本キスラー)
< VI. 性能維持 >	
◆ 電子制御システムの整備技術	102
	喜出眞司 (トヨタ自動車)

<IV. 交通流 / Traffic Flow >


画像分析による交通流計測システムと その活用事例*

Traffic Detecting System by Using Image Analysis and Its Application

渡辺 呂治¹⁾ 正岡 久明²⁾ 星野 洋³⁾

Shoji Watanabe Hiisaaki Masaoka Hiroshi Hoshino

Traffic Image Analysis System detects vehicles driving on the road by analyzing the traffic image of camera, and collects the time of a vehicle passing, travel speed and length of a vehicle. Besides various functions, the high analysis precision by utilizing the automatic sensitivity adjustment function corresponding to environmental change is the most important characteristic of this system. This report describes the system functions and characteristics and presents a few applications in the real world.

Key Words : Traffic Flow, Analysis / Traffic Volume, Travel Speed, Image Analysis, Detection System, Real Time 

1. はじめに

交通流画像分析システムは、道路カメラ映像の画角上に任意に設定した計測ポイントを画像分析することで通過する車両台数、走行速度、車両長、通過時刻などを、計測するシステムである。

本システムの特徴として、高い分析精度を有すること、CCTVカメラのリアルタイム画像のみならずビデオ画像の分析も可能なこと、1システムで6車線まで同時に分析できること、1システムで複数台のカメラに対応可能であること、昼夜の環境変化に応じた自動感度調整機能を有することなど、多くの機能や特徴がある。本稿では、交通流画像分析システムの機能や特徴、及び活用事例を紹介する。

2. 現状の交通計測

2.1. 人手計測

交通流計測の多くは、“人手”により行われている。道

路交通状況の把握のために調査される道路交通センサス（「全国道路交通情勢調査」）もおおむね5年ごとに全国的規模で行われているが、これも“人手”による計測である。

人手による交通量調査は、調査員が通過車両の台数を数えて記録する単純な作業であるが、車両の見逃しなどから5~15%程度の誤差が発生するともいわれている。また人手計測は、人員の確保の問題や調査員に計測方法を教育する手間の問題、現地計測時の安全管理の問題なども存在する。

人手による速度調査は、ある一定区間を調査員が実際に乗用車を走行させて計測する。計測は1時間に3回ほど走行し、区間の所要時間をストップウォッチで計測して、区間距離から平均速度を算出する。サンプル数の少なさから、計測データが平均値として実情に合っているか疑問視されることもある。

2.2. 機械計測

機械計測は、車道直上部(約5m程度)に設置したセンサで計測する方法と、車道の舗装内にセンサを埋設する方法の二つに大別される。前者は超音波センサが多く用いられ、後者はループコイル式センサや地磁気を利用したセンサなどが使用されている。

これらの機器及びシステムの構築には多大な建設費が

* 2007年4月9日受付

1)・2)・3) 株式会社シー・イー・サービスシステム開発部 (062-0032 札幌市豊平区西岡2条8-5-27)

E-mail: watanabe.s@ces.co.jp

E-mail: masaoka.h@ces.co.jp

E-mail: hoshino.h@ces.co.jp



図1 「計測フレーム」の設定画面

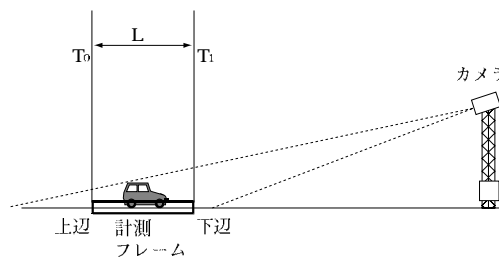


図3 速度計測の模式図

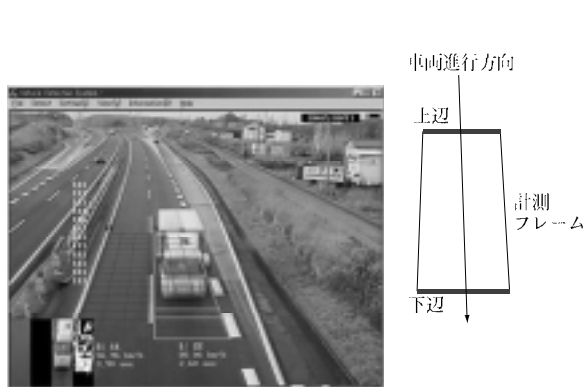


図2 計測フレーム

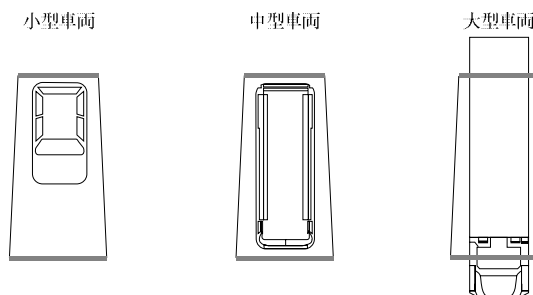


図4 車種区分の模式図

必要となることや、既設道路への設置工事やそれに伴う交通規制などが障害になるケースもある。

3. 交通流画像分析システム

本システムにおける画像分析のアルゴリズムには、昼夜の明るさの違いや、降雨・降雪などの環境条件の違いを自動判定するロジックを有している。以下では、交通流計測の原理と取得データ、及び計測パラメータの設定について記述する。

3.1. 交通流計測の原理

(1) フレームの設定 計測を行う車線ごとに「計測フレーム」を設定し、計測するエリアを決定する。同時に計測できる車線数は、各方向合計で最大6車線まで可能である。

【設定】(図1)

- ・計測地点の撮影画角により、大型車両の大きさを勘案して12.0 mに設定
- ・設定したフレームに対して、車両の進行方向を設定

(2) 台数の計測方法 台数計測は、「計測フレーム」の上辺と下辺の両方を通過した車両のみを通過台数として出力する。

上辺、下辺のどちらか片方を通過しなかった場合は、通過台数としては出力しない(図2)。

表1 取得データ

通過時間 (t)	累積台数 (台)	車両速度 (km/h)	占有時間 (sec)	車両区分		
				小型車	中型車	大型車
0:00:45.796	1	5.100	2.92	1	0	0
0:04:02.281	2	6.930	3.94	1	0	0
0:06:42.312	3	27.936	2.28	1	0	0
0:09:01.406	4	25.788	1.88	0	0	1
0:10:35.968	5	37.998	1.17	1	0	0
0:11:10.875	6	35.676	0.89	1	0	0
0:11:20.687	7	36.282	0.73	1	0	0
0:12:12.234	8	37.944	0.61	1	0	0
0:13:37.656	9	39.048	0.53	1	0	0
0:14:34.875	10	42.096	0.47	1	0	0
0:16:04.859	11	44.082	0.48	1	0	0
0:16:11.234	12	43.926	0.44	1	0	0
0:16:23.312	13	45.090	0.53	1	0	0
0:17:06.656	14	45.618	0.46	1	0	0
0:17:11.765	15	45.840	0.46	1	0	0

(3) 速度の計測方法 速度計測は、「計測フレーム」の上辺を通過した時刻 T_0 と下辺を通過した時刻 T_1 との時間差と、「計測フレーム」の長さ L から、速度を演算する(図3)。

(4) 車両長の区分方法 車両長の計測は、「計測フレーム」の面積に対して、通過する車両の占有面積から、小型、中型、大型の3種類に区分する(図4)。

(5) 取得データ 本システムでは、交通量、速度、車両長、通過時刻、占有時間などの計測を行うとともに、分析の結果をテキスト形式で出力することが可能である(表1)。

- ① 交通量(車両の数, 単位:台)
- ② 速度(車両の速度, 単位:km/h)
- ③ 車両長(車両の大きさ, 単位:大・中・小)
- ④ 通過時刻(車両が通過した時刻, 単位:時分秒)
- ⑤ 占有時間(計測範囲内の車両滞在時間, 単位:秒)

3.2. 各種計測パラメータの設定

(1) カメラ設置条件パラメータの設定 現地に設置されたカメラの設置条件パラメータの入力を行う。ここで入力するパラメータは、設定した「計測フレーム」の画角を補正し実距離に変換するために使用される。

- ① 撮影方向
 - ・道路の正面から撮影: Center
 - ・道路の右側から撮影: Right
 - ・道路の左側から撮影: Left

- ② CCD サイズ
 - ・撮影したカメラのCCD素子のサイズ
- ③ 焦点距離
 - ・撮影時のレンズの焦点距離
- ④ カメラの設置高さ
- ⑤ カメラの設置角度

上記の5項目のパラメータを設定した後、図5に示す距離計測機能を用いて、現地における実際の長さ(現地の基準線の実測値)を画面上で確認することが可能である。

(2) 画像処理パラメータの設定 背景画像の取得処理、及び車両検出に関わる閾値の設定、夜間におけるヘッドライト処理条件など、画像処理上の各種条件を設定する(図6)。

- ① 通過車両を差分認識する際の閾値(図7)
- ② 画像内のノイズを除去するための閾値
- ③ 昼夜モードの切替え感度
- ④ ヘッドライトの読み取りパラメータ(図8)
- ⑤ テールランプの読み取りパラメータ
- ⑥ 背景画像として利用するフレームサンプル数
- ⑦ 背景画像の取得間隔



図5 カメラ設置条件の設定及び距離計測機能

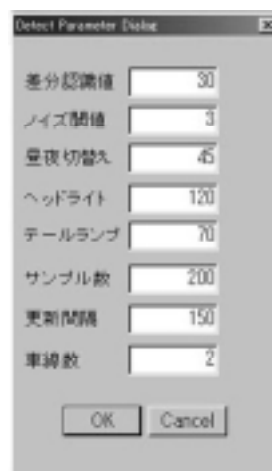


図6 パラメータの設定

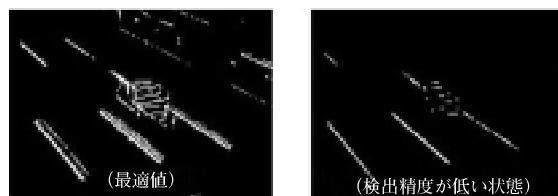


図7 差分情報の画面状態

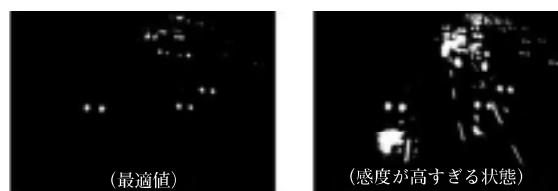


図8 ライトのパラメータ設定の画面状態

3.3. 誤差の発生パターン

本システムは、自動環境調整機能や各種パラメータ設定機能によって通常95%以上の分析精度を有するが、カメラの設置状況によっては精度が低下する場合がある。以下に計測誤差の発生事例を示す。

(1) 検知フレームを斜めに通過した場合 対象の車両が車線変更を行った際、「計測フレーム」の上辺と下辺を通過しない場合(図9)。

(2) 車間距離が短い場合 2台の車両の車間距離が短く1台と認識してしまう場合(図10)。

(3) 大型車の陰に隠れてしまった場合 計測対象車両が大型車の陰に隠れてしまい、小型車を検知できない場合(図11)。



2秒経過後



図9 誤差発生パターン1



図10 誤差発生パターン2



図11 誤差発生パターン3



図12 誤差発生パターン4

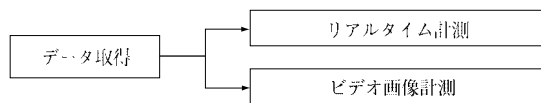


図13 データ取得方法

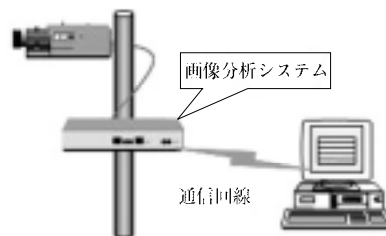


図14 現地常設タイプのシステム構成図

(4) カメラレンズの焦点がずれている場合 カメラがもつ機能(AGC(自動絞り))によって、薄暮時間に絞り調整が働き、画面全体がぼやけてしまう場合(カメラモードの切替えの極短時間)(図12)。

3.4. データの取得方法とシステム構成

本システムは、現地に設置されたカメラの映像を、ネットワーク回線を通じてリアルタイムに計測する以外にも、ビデオカメラによって撮影した画像の分析も可能である(図13)。

(1) リアルタイム計測 リアルタイム計測は、現在の交通流の変化を捉え、道路状況の管理や、その状況を道路利用者に提供するなど、即時性の高い利用が考えられる。システム構成によって以下の2タイプがある。

① システムを現地に設置するパターン：現地のカメラ

の映像を、現地に設置した画像分析システムで計測する方法。計測データの取得方法は、システム内に蓄積させて定期的に蓄積データを回収する方法と、通信回線によって事務所内でリアルタイムに情報を得る方法がある(図14)。

② システムを事務所に設置するパターン：光ファイバネットワークなど通じて現地のカメラの映像を事務所に伝送し、事務所に設置した画像分析システムで計測する方法(図15)。

(2) ビデオ画像計測 ビデオ画像計測は、ビデオカメラによって録画された画像を分析する方法である。用い

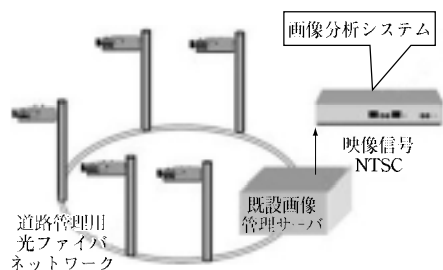


図 15 事務所タイプのシステム構成図

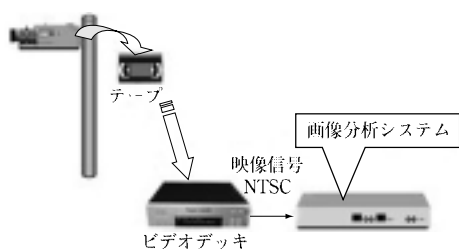


図 16 スタンドアロンタイプのシステム構成図

る機材は普通のビデオでよいため機動性に富み、一時的な計測や突発時の計測として活用されている。

① **ビデオ画像による計測パターン**：録画データを利用して分析する場合は、映像信号(NTSC)を直接画像分析システムに取り込むことでデータ分析が可能である(図 16)。

4. 交通流画像分析システムの活用事例

4.1. システムの活用事例

交通流画像分析システムによって、走行する車両台数、走行速度、車両長、通過時刻など詳細な道路交通状況の把握が可能であり、さまざまな目的で活用することができる。次に代表的な活用事例を示す。

(1) **速度超過車両をセンシングした注意喚起システム**
車両速度の計測ができるので、道路情報板と連携して、速度超過車両に対する注意喚起システムとして活用できる(図 17)。

(2) **冬期旅行速度をセンシングした冬期道路管理**
車両速度の計測ができるので、車両の速度変化を捉えた冬期間管理対応やロードヒーティング制御システムとして活用できる(図 18)。

(3) **道路交通センサスなどの定期的な交通量調査**
複数車線の交通量を自動計測できるので、交通センサスなどの定期的な交通量調査に活用できる(図 19)。

(4) **事故多発箇所の交通挙動調査・分析**
事故多発箇所の交通挙動調査・分析ができるので、交通安全対策の立

案、また、道路設計時の基礎資料として活用できる(図 20)。

(5) **道路改良計画を行う前の交通流調査**
車両の走行台数、車頭間隔、速度など交通流に関するデータが取得できるので、中央分離帯や右左折レーンなどの交通安全対策の基礎資料として活用できる(図 21)。



図 17 注意喚起システム



図 18 冬期道路管理



図 19 道路交通センサスの高度化

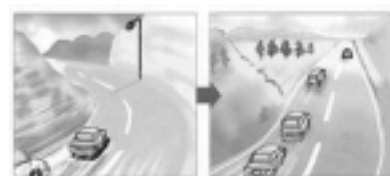


図 20 事故多発地点の分析



図 21 事業評価

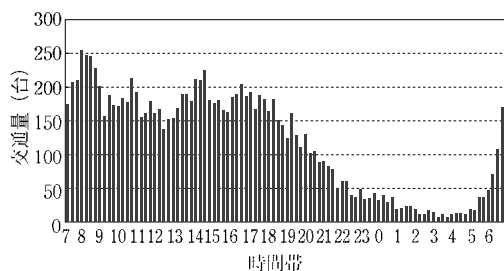


図 22 交通量の日別変化

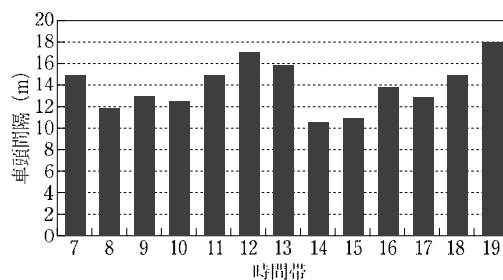


図 24 平均車頭間隔

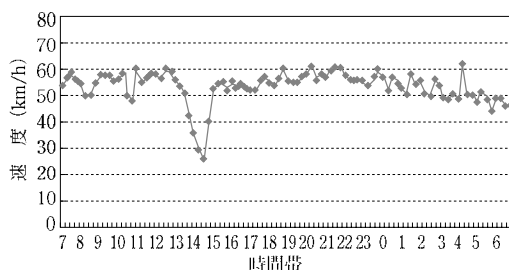


図 23 走行速度の日別変化

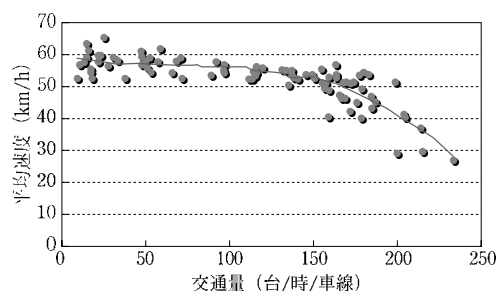


図 25 Q-V 関係図

4.2. 取得データの考察 事例

交通流計測システムで取得したデータは、季節的な変動、日変動、曜日変動、時間変動などに着目して詳細な分析をすることが可能である。

(1) **交通量** 交通量の日別の変化は、朝の通勤時間帯(7時～9時)に交通量が多く、正午頃に若干低下するものの午後から夕方にかけて増大している。また、深夜の交通量が大きく低下していることがわかる(図 22)。

(2) **走行速度** 走行速度は 14 時に低下しているが、15 時前に回復していることがわかる(図 23)。

(3) **車頭間隔** 通過車両の間隔を時間帯別にみると、交通量の多い朝の通勤時間帯(7時～9時)と 14～15 時頃に狭まっている(図 24)。

(4) **交通量と速度の関係(Q-V)** 交通量と速度の関係は、図 25 に示すように交通量の増大とともに速度が低下していることがわかる。

上記のグラフ化したデータのように、連続的にデータを取得することで、時系列の変化を読み取ることができ、さらに蓄積したデータを整理・分析し、季節変動や災害、事故、渋滞、気象の変化などの突発事象に対して、事前事後の変化を検証することが可能となる。

このようなデータの利用によって、渋滞の要因となるボトルネックの発見や対策の立案、気象データ・維持管理データなどをマッチングさせて効率的な道路維持管理

をすることも可能である。

5. まとめ

本稿では、交通流画像分析システムの機能や特徴、システム構成パターン、システムの活用事例、及び取得したデータの考察事例などについて述べた。

本システムの特徴として、分析精度が高くコストパフォーマンスが高いことをはじめ、目的にあわせてスタンドアロン型やネットワーク型などさまざまな機器構成が選択でき、汎用性が高いことなどが挙げられる。

本システムは、既存の道路管理用 CCTV カメラと組み合わせることができるため、道路計画や管理をする上で重要な交通流データ(車両台数、走行速度、車両長、通過時刻など)を低コストで取得することができる。また、得られたデータを蓄積し分析することによって、他のデータと組み合わせた分析や、その道路の特性から起こる事象の分析及び対応策の立案など、道路診断のツールとしても大きな役割を果たすものと期待する。

□フェース

株式会社シー・イー・サービスは、道路・交通分野に関する企画・調査・設計・事業評価などのコンサルティングを行っている建設コンサルタントです。また、弊社で開発した交通流画像分析システムや費用便益分析比支援プログラムなどの販売も行っています。