

アモルファス磁気センサによる路側での交通量計測実験* *Analyze of traffic characteristics using Amorphous sensor**

和久井博**・炭竈正彦***・田中正信****

By Hiroshi WAKUI **・Masahiko SUMIGAMA ***・Masanobu TANAKA****

1. はじめに

道路交通センサス一般交通量調査では昭和8年より約70年間、人手により交通量計測を行って来ている。一方、交通量常時観測では、昭和50年代に当時の土木研究所において開発されたループコイルと超音波センサを用いた感知器を用いた機械計測を行っており、現在も全国約500地点で実施している。

これに対し、簡易型の交通量計測器もこれまでいくつか開発されており、一部市販されている。米国ニューメトリック社による磁気センサを用いた HI-STAR Model NC-97やGROUNDHOGシリーズのG-1が良く知られており、我が国でも(株)近藤インストルメンツで開発されたG-2000などがある。

平成11年度に実施された道路交通センサスでは、日光地域及び高山地域において、埋設型磁気センサを用いた交通量計測を実施している。

しかし、これらの機器は路面に埋設するため、道路のメンテナンス上の障害になるなど実用上の課題も多い。ここでは、それらの問題を解消する目的で路側型の簡易計測器についての実験結果を報告するものである。

2. 磁気センサによる車両の検知

(1) 通過車両の磁気検知

一般に車両は、その構造が鋼によって出来ており、一種の磁性体となっている。

これが地磁気の中を走行することにより磁界の変化が起きる。この変化を捉えることにより車両の通過を感知出来る。米国ニューメトリック社をはじめ、これまで開発された多くの磁気センサは、車線中央の路面への設置あるいは埋設して用いてきた。

しかし、路面での検知は最も磁気変化を捉えやすい反面、設置工事や路面メンテナンスの面で障害となる。そこで本実験においては、高感度磁気センサを用い路側での計測実験を行った。

車両は、図2-1のように磁化されており、一つのセンサよりN-Sの波形が得られる。

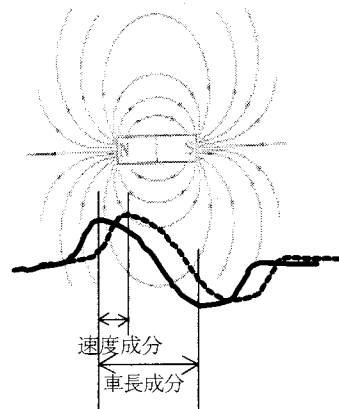


図2-1 センサにより磁気波形

(2) アモルファス磁気センサ

アモルファス磁気センサを用いた自動車のセンシングについては毛利教授等³⁾の研究がある。この磁気センサの特徴としては以下の点がある。

- 1) 磁気検出感度が高く、検出範囲が広い。(設置場所での地磁気影響の補正が不要)
- 2) 屋外自然環境下で使用する耐環境温度が満足出来る。(自動車の基準では車内放置で動作保証温度範囲が-40℃～85℃。アモルファス

*キーワード：交通流、交通量計測、ITS、ネットワーク交通流

**正員、株式会社 社会システム研究所 代表取締役
(東京都渋谷区東 1-26-30、

TEL 03-3407-2066、FAX 03-3486-0986)

***スミガマ技研 代表

(神奈川県伊勢原市東大竹 2-27-5、

TEL 0463-91-1470、FAX 0463-91-1470)

****株式会社 社会システム研究所 研究開発部 研究員
(東京都渋谷区東 1-26-30、

TEL 03-3407-2066、FAX 03-3486-0986)

磁気そのものは $\pm 200^{\circ}\text{C}$ での動作が可能。)

- 3) 電池動作仕様に適した長時間動作が可能な低電圧 (3V $\sim$) 及び低電流動作 (100 μA $\sim$) の磁気センサ回路方式が採用出来る。
- 4) 帯磁に強い動作方式で、強い磁場に曝されても特性が変化しない。
- 5) センサヘッド部は直径 2mm 以下、長さも 20mm で、機器の小型且つ軽量化が可能。

(3) 路側での反応実験

基礎データの収集用磁気センサとして図 2-2 に示すセンサを製作した。計測用の磁気ヘッドはパイプ状で、内部の機能は計測された磁界を 500 $\sim$ 10,000 倍の範囲で増幅し、V-F 変換して記録装置に出力する。また、VR 調整の目安とし LED を点灯する方式とした。

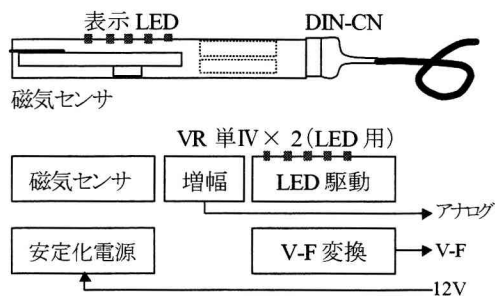


図 2-2 基礎データ収集用磁気センサ

これを路側に設置し、ビデオで通過車両の反応を見た。(図 2-3) この結果、以下の結果が得られた。

- ①通過する自動車の全てに反応する。
- ②反対側車線の大型車両についても反応する。
- ③オートバイは反応せず。
- ④車両通過の確認には十分な能力がある。



図 2-3 路側での実験

(3) 車長及び车速の計測

車長及び车速の計測を行うため、2 個のセンサを並べて、その波形を収集した。(図 2-4)

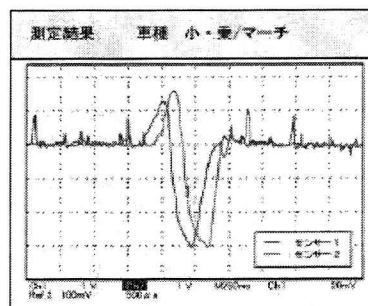


図 2-4 走行車両の磁気波形

1) センサ間隔

センサ間隔は広い方が高い精度が得られる。一般に市販されている簡易型の感知器では 15cm $\sim$ 30cm の間隔で使用されているが、本実験では 20cm $\sim$ 200cm の間で変化させ、安定的にデータが収集できる 1m 間隔をとりあえず採用した。

2) 磁気変化のサンプリング周期

20cm のセンサ間隔では、100km/h で走行する車はこの 2 点間を 7.2ms で移動する。今回の実験で採用した 1m のセンサ間隔では 36.0ms かかる。

また、車長を 5m とするとセンサを通過に要する時間は 180.0ms である。もし、5m の車両を 50cm の精度で捕捉しようとするすると約 9.0ms 以下の周期でのデータサンプルが必要となる。

検出される信号成分の周波数範囲にもよるが、これまでの実験データでは 5Hz $\sim$ 1KHz の取得信号周波数成分となっている。従って、マイコンの A/D 変換サンプリング周期が 0.5 $\sim$ 3ms の範囲であることから、周期の 1/2 が通過最高周波数となる。サンプリング周波数が高いとデータ処理が増え、高速処理が必要となるので、設計の目安として 2CH の A/D 変換を行うことから各 CH のサンプリング周期を 2ms 最高処理周波数を 200Hz と設定した。

3) 磁気波形のノイズ除去

本来、2 つのセンサからの波形は全く相似となる筈であるが、種々の要因が介在し、実際はかなり異なった波形となっている。そこで、以下の手順で波形の補正を行った。

- ①ローパスフィルターでノイズ成分を除去

② 2つの波形の相関最大となるシフト量算定。

③ 上記の状況での平均波形を決定。

4) 車長及び車速

先の図 2-4 に示す波形からノイズを除いた磁気波形は図 2-5 のようになる。この図の各ピーク点間の距離より、速度及び車長が算定出来る。今、センサ間距離を $L_s (=1m)$ とすると、速度は以下のようになる。

$$V_1 = L_s / t_a$$

$$V_2 = L_s / t_b$$

等速の場合、 $V_1 = V_2$ となることから、以下の平均速度を採用する。

$$t = (t_a + t_b) / 2$$

$$V = L_s / t$$

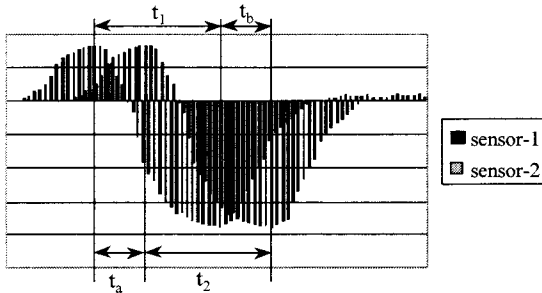


図 2-5 片側 2 個のセンサによる磁気波形

また、車長 (L) は先の V を用いてセンサ別に L_1 、 L_2 が以下のように求められる。

$$L_1 = t_1 / V$$

$$L_2 = t_2 / V$$

$L_1 = L_2 = L$ であるから、これより、車長の推定値 (計測値) としてその平均値 $L = (L_1 + L_2) / 2$ を採用する。

5) 車種分類

道路交通センサスでは、4 車種区分でデータを収集している。本計測器でも車種区分を行う必要があり、現段階では、「車長」と「波形」により分類することとしている。方法としては波形データから推計されたパラメータにより判別モデルを用いた推計を検討している。

3. 簡易感知器の構成案

(1) 計測器の概要

最終的な計測器の構成としては、以下のように

考えている。

- 1) アモルファス磁気センサを用いた車両による磁気変化の検出
- 2) 2 個のセンサにより、車速、車長を計測
- 3) 磁気変化の波形による車種分類
- 4) 携帯電話モジュールにより、リモートでのデータ収集
- 5) GPS により測定位置及び方向データ記録
- 6) 内部タイマーにより時刻記録
- 7) 電池内蔵方式により自由に設置出来る方式とし、工事等を必要としない。

計測器の構成は図 3-1 のようになる。

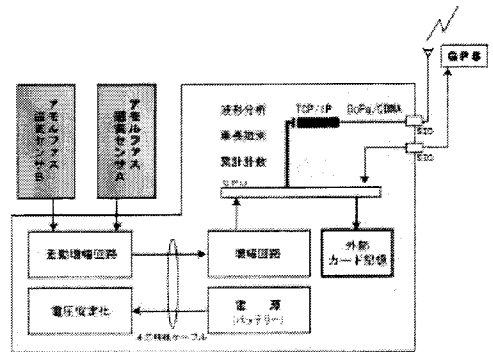


図 3-1 計測器の構成

(2) 計測器の特徴

ここで考えている計測器の特徴として以下の点があげられる。

- ① 波形及び車長より、車種の推定が可能。
- ② 車両の認識は 98% 以上の精度。
- ③ 個別データ (Headway) 等も収集可。
- ④ 電源は電池により 1~2 年計測可 (ログの省電力化が必要)。
- ⑤ 太陽電池による補助充電も可。
- ⑥ 反対側車線の車両の識別可。(2 つのセンサの感知順で識別)

4. 路上駐車台数の計測

路上の違法駐車は交通流に多大な影響を与えるのみでなく、新たな交通施策やシステムの実用化の際に違法駐車の影響と競合するというおかしな状況が出現しかねない。

平成 11 年度道路交通センサスでは、DID における駐車車両の台数を人手により計測したが、前述し

た磁気センサを用いることにより、自動計測が可能となる。

(1) 走行車両からの駐車検出実験

図 4-1 に示すタバコ箱サイズ大の樹脂ケースに、単4乾電池二本 3.0V を電源とする回路を収納し、先端のプロープに検出される磁界変化を 10～5000 の範囲で増幅して、五段階の閾値で赤の LED 表示出来る機器を製作した。

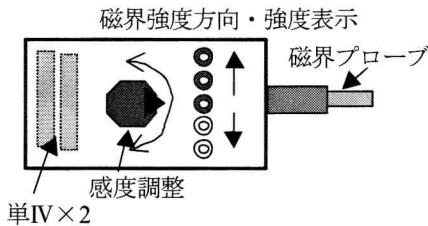


図 4-1 駐車車両検知実験のためのセンサ

(2) 基本動作原理

図 4-2 の状態で駐車されている車両があるとする、車両は地磁気相当以下に自然帯磁され、立方体方向に磁極を中心とした磁束が放射される。

高感度磁気センサを矢印で示す側面から磁界計測すると、図 4-2 のような実測磁気波形が計測され、駐車車両と対応する。

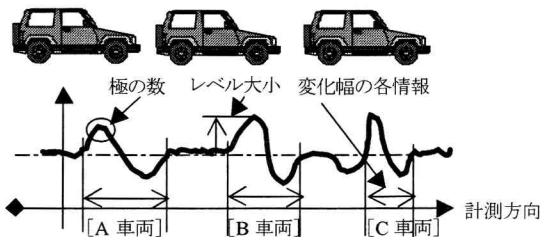


図 4-2 駐車車両の波形

(3) 駐車車両の測定結果と課題

走行車両の後部座席より、駐車車両の検知実験を行った。図 4-3 に実験時の写真を示す。

これにより駐車車両の近傍（1.5m 以内）では確実に検出出来ることが判明した。

また、計測の精度も含め、実用化には以下の課題等があり、検討を要する。

- 1) SRC 高層建造物の背景磁気ノイズの影響
- 2) 地下鉄の車両走行有無と架線電流の影響や商

用電線電流の影響

3) 移動計測速度や計測位置の認識精度の確認

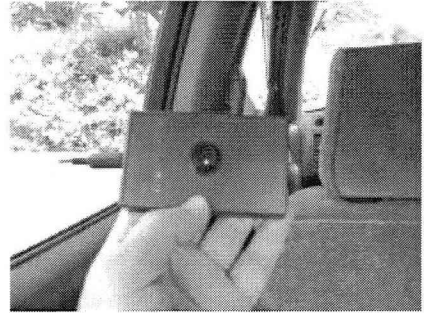


図 4-3 駐車車両の実験

5. おわりに

現在、市販されている磁気センサを用いた交通量計測機器はかなりの完成度となっており、十分使用出来る。しかし、最初にも示したように、道路管理者からは歓迎されず、設置に際し、交通止めを行って工事をやることから安全面でも問題が多い。そこで、当社では現在 2 つの実験を行っている。一つは、ビデオカメラを用いた光学センサによる計測実験であり、もう一つは磁気センサを路側に置いて計測する方式の実験である。今回の発表は、後者の実験の中間報告に該当するが、センサを路側に持って来たことから、駐車車両の検出にも使えるなど、今後の多くの可能性が期待出来ることとなった。

現在、実用タイプの簡易型感知器の試作及びピテストを行っており、その結果についても機会があれば、発表したいと考えている。

参考文献

- 1) MAP Taylor, W Young, P W Bonsall : Understanding Traffic Systems, Avebury Technical, (1995)
- 2) 松井邦彦：センサ活用 1 4 1 の実践ノウハウ、CQ出版社、(2001)
- 3) 加藤大吾、野畑裕吾、毛利佳年雄、加藤大介：自動車走行磁気センシング、MAG、(1996)
- 4) (株)近藤インスツルメンツ：交通流データ計測端末装置の精度報告、(2001)
- 5) (社)交通工学研究会：交通工学ハンドブック 2001
- 6) 国土交通省道路局道路経済調査室交通量常時観測システム案)(2001)