

ゴム光ケーブルを用いた自動車荷重測定システムの開発

金沢大学工学部

梶川 康男

石川工業高等専門学校

西澤 辰男

1. まえがき

自動車荷重列自動観測 (TLAM) システムのうち、交通流測定システムについてはすでに完成し、多くの実績があり、その特性の把握に寄与してきた。その後、荷重測定システムの開発に努力しているのでその現状について報告する。現在用いられている自動車荷重の測定方法はつぎの3方式が用いられている。

1) ロードセル方式 ロードセルを4台置き、その上に鋼製の載荷板を敷き、車輪重量を求めるものであり、高速道路の料金所入口や一般国道に多く設置されている。

2) 蓄電容量方式 ポータブル車両重量計として開発されたものであり、センサーマットは3枚の鉄製電極、すなわち2枚の外側の電極と中央の電極からなり、天然ゴムでできた不電導体で外側と中央の電極を仕切ることによって、中央の電極のまわりにスクリーンを形成する大型のコンデンサーである。そして、車両の車輪がセンサー上を通過するときの蓄電容量の変化が測定される。

3) 橋梁のたわみやひずみからの逆解析方式 橋梁は自動車荷重によって変形し、たわみやひずみを生ずる。これを計測することによって大きなロードセルとみなすこともでき、逆解析によって荷重を求めることができる。

上記の方式では、走行自動車に関する総合的な荷重列データを求めることが難しいこともあり、新たにTLAMシステムに組み込める荷重センサーが必要である。

2. ゴム光ケーブルを用いた荷重センサーの概要

TLAMシステムに荷重測定機能を持たすために、ゴム光ファイバー感圧センサ (ブリヂストン (株) の開発したオーネス) を荷重検出素子として利用した荷重測定マットセンサを開発し、システム全体の完成に努力しつつある。

1) ゴム光ファイバー感圧センサの概要

ゴム光ファイバーは屈折率の高いコアと低いクラッドならびに被覆材から構成され、ともにゴム弾性材料であることから、伸び、圧縮変形が大きいことが特徴である。このために従来の光ファイバーになかった荷重検出機能を有する。図-1に光ファイバーの荷重検出の原理図を示す。荷重が加わらない場合は一端から入射した光はコアとクラッドの界面で全反射を繰り返しながら他端に伝送されるが、ゴム光ファイバーに荷重が加わった場合、光ファイバーは変形しその変形部分から導波光の一部が外に漏れ、全反射条件が崩れて他端に伝送される透過光量が減少する。このような特性を利用することによって、逆に光量保持率を測定することによって荷重を求めることもできる。

2) 自動車荷重計測用マットセンサの構造

ゴム光ファイバーそのものは比較的軟らかいので、直接タイヤに踏ませることはできない。そこで、従来のTLAM用



図-1 ゴム光ファイバーの荷重検出原理

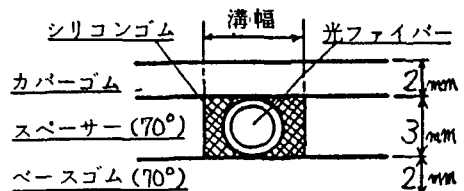


図-2 軸重測定用マットの断面図

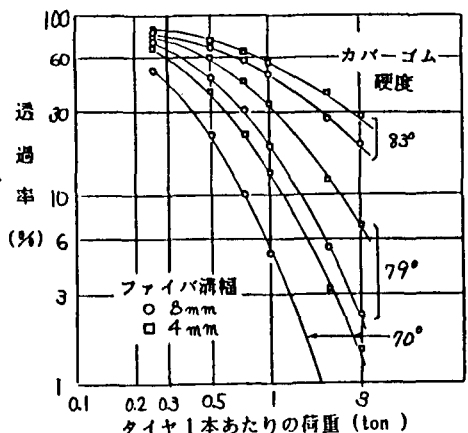


図-3 種々のゴムでの荷重と透過率

マットとの整合を考慮して、図-2のように、カバーゴム・スペーサー・ベースゴムの3枚重ねのNR系ゴム（総厚7mm）の第2層のスペーサーに溝を明け、その溝にゴム光ファイバーを入れ、RTVシリコンゴムによって充填し固定することとし、道路横断方向にマットを敷く形式をとることとした。カバーゴムの硬度や溝の幅の影響について調べた結果が図-3である。したがって、断面構成については図-3の結果によればよく、平面配置についてはマットへのタイヤの乗り上げによる衝撃ができるだけ小さくなってからの測定が望ましいことから、図-4のようにマット後部に配置することとした。しかも、タイヤの溝などの影響も考えられることから、センサーとしてのゴム光ファイバーを3本埋め込むこととした。このような配置で自動車荷重計測用マットセンサ（1号）を試験的に製作した。試作段階であることから、従来のTLAMシステムとは独立させた。

3) マットセンサの既設軸重計による荷重検定調査

阪神高速道路大阪神戸線姫島入路料金所に設置されている軸重計を用いて、試作されたマットセンサ（1号）の荷重検定調査を実施した。その調査時のシステム図を図-4に示した。軸重計によって得られた軸重とマットセンサの光透過率の関係を図-6に示した。軸重4トン程度までの範囲で両者は比較的良好な対応関係にあるが、4トン以上ではバラツキが大きくなり、測定精度が得られていないことが明らかとなった。

このバラツキの原因について検討した結果、①料金所での車両が加減速していること、②図-3の結果からマットの構造を決めたが、タイヤ1本当たりの荷重のみを考えたため、実際にはダブルタイヤでは1軸当たり4個のタイヤ（%）であり、複数輪载荷のときの光透過特性を考慮しなければならないこと、③予想以上に大きな軸重が存在していること、などが考えられ、その後、さまざまな試行錯誤を行った。

3. 新しいTLAMシステムの構成

自動車荷重計測用マットセンサは、ゴムの硬度を上げてセンサとしての感度を下げ、さらに輪重ごとのセンサを配置することとし、図-6のような配置にすることとした。ゴム光ファイバーの受光部からのアナログ電圧は各センサ毎にピークホールドされ、ストップトリガー後にピーク電圧値をAD変換し、他の軸データとともにメモリーされる。これらのデータ処理については、高速ロギング装置を開発中である。

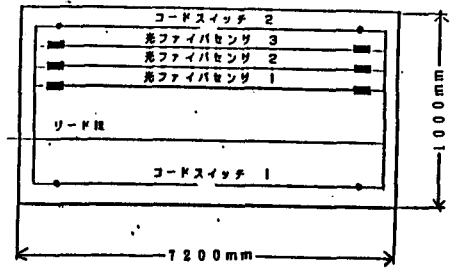


図-4 軸重検定用マットの配置図

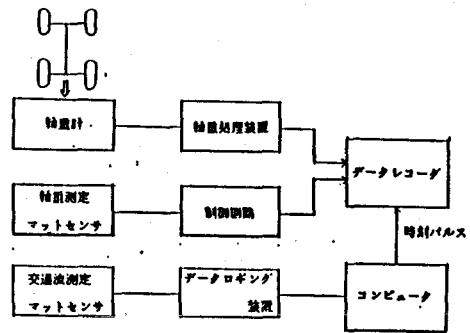


図-5 軸重検定調査におけるシステム図

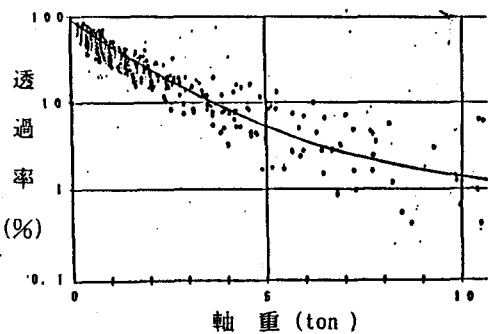


図-6 検定用マットによる軸重と光量透過率

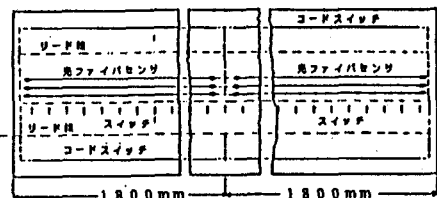


図-7 TLAMセンサーの平面配置