

第Ⅵ部門

レーザー光を用いた常時沈下監視システムの提案

南海電気鉄道株式会社 正員 ○中山 卓
同上 正員 山部 茂
同上 正員 小出泰弘

京橋工業株式会社 正員 並木宏徳
同上 小澤理夫

1. はじめに

鉄道軌道は列車の運行などにより常に運動している構造物であり、動きをモニターするデバイスが数多く開発されている。南海電鉄では大阪市地下鉄6号線の建設工事に伴い、昭和60年頃に軌道の沈下を監視するために鉄道軌道の下に鋼構造の仮設構造物に図1のようなシステムを設置して約2年間計測を行ったことがある。当時としては最新のシステムで沈下量データを計測器を介してパソコンに接続し論理判断してアラームを通報するシステムとした。

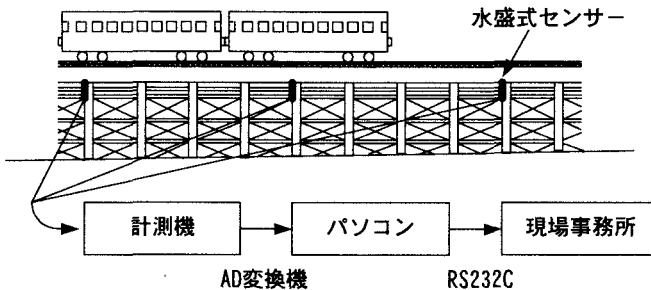


図1 昭和60年頃の計測システム

システムと同様の軌道下の地盤や構造物の沈下を警報することができる応答速度の速い、より簡易なシステムである。

ところが、センサーとして水盛り式の変位計を鋼構造物に取り付けたため、温度変化および列車通過や道路からの振動を受け、水管中の液体流動が発生し、センサーとして機能しなかった経験がある。軌道構造物の沈下監視のように急激な変位が予想される場合には応答速度が速いセンサーが望ましい。

ここで提案しようとするのはこの

2. 監視システム

図2に示すように、ビーム断面の光量分布が一定に近いレーザービームを計測範囲に投射し、ビームを横切るように構造物に固定したオリフィスを設ける。構造物が沈下などにより移動すると、取り付けられたオリフィスも移動してビームを遮り光量が減少するので、受光部に光量を計測するセンサーと光量カウンターを設置すれば構造物の移動量を簡単に計測することができるシステムが構築できる。

このシステムに、パソコンや警報装置を接続し、警報レベルを設定すれば監視システムを容易に完成することができる。また、ネットワーク回線を利用すれば、遠隔地での監視も可能である。このシステムでは、警報が発せられたとき、どのオリフィスが警報レベルにまで移動したかはわからないが、それは通報によりかけつけた係員が確認すればよいと考えられる。

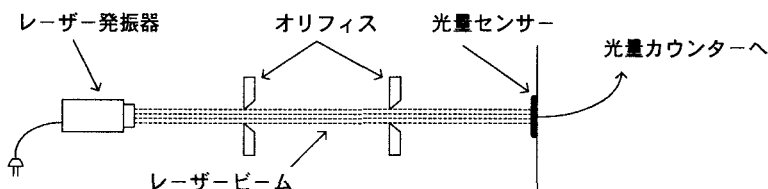


図2. レーザービームを用いた監視システム

3. 沈下量の検出実験

本システムの精度はレーザービームの特性に依存するので、現在製造されているレーザー発信器が実用に供しうる性能を有するかどうかの実験を行った。実験に用いたのは5 mm 径のエキスパンダー付で出力3 mW のヘリウム-ネオンガスレーザー（ネオアーク社製 NAL-3M、He-Ne 0.6 μ m）である。

本実験の状況は下に示すようであり、22 m の距離では光束径は約2 倍の10 mm にまで拡大する。レーザービームの光路断面の光量密度はほぼ一定であったので、オリフィスが遮断した時の光量変化が断面積の変化量に比例すると考えるとオリフィス3でのセンサーの特性は図3 のようにほぼ線形となると考えられる。

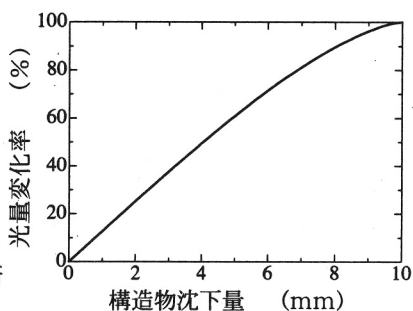
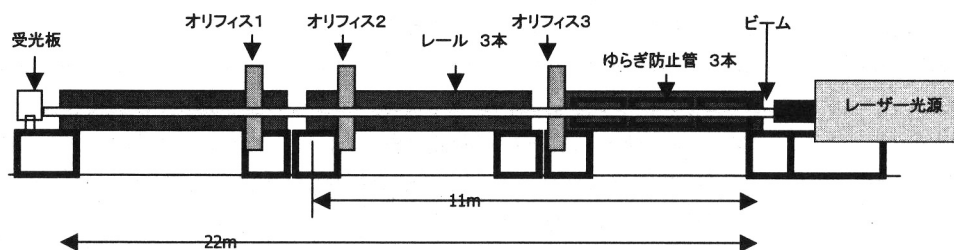
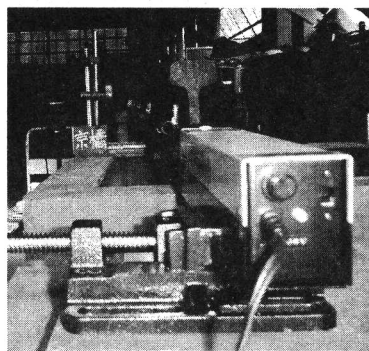
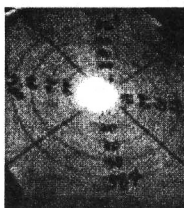


図3 構造物沈下量と光量変化率
(光束径10mm)

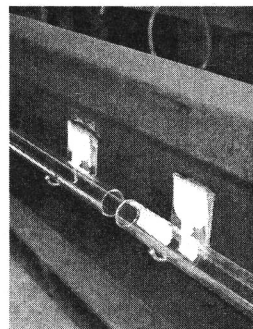


構造物の沈下量と光量の変化の様子を写真のように実験したところ、沈下量に比例して光量が変化することを確認できた。



4. ゆらぎ対策

軌道敷は直射日光に曝される厳しい環境下にあり、レーザービームの光路を軌道周辺に設定すると空気のゆらぎ、陽炎により光が屈折散乱して激しく変化して光量の計測が不可能になる。対策としてレーザービームを管路内に設定すると光が安定すると考えて、アクリル樹脂製の直径20 mm のパイプをレールに沿って設置し、ガスバーナーで熱した空気を吹き付けて実験した。その結果パイプ内に空気の乱れはほとんど起らず、光の乱れは極めて小さくなることが判った。こうしたパイプの設置は容易であることから現場計測に十分利用可能であると考えられる。



4. まとめ

レーザービームが長距離に亘って拡散角度が小さい特性を利用してオリフィスと組み合わせて変位検出装置を構成できることを実験により確認した。さらに、管路内に光路を設定する方法で陽炎などの空気の乱れを排除して安定した計測が可能となることを示した。

【参考文献】 日本国特許：「レーザー光による軌道変位検出装置」、特願 2002-030985