# 8. ラインリーダの開発

# 光学技術を応用した舗装用レベリングセンサ

鹿島道路株式会社 株式会社トライテック 株式会社トライテック 〇 平藤 雅也 梶原 泰樹 柴崎 秀一

#### 1. はじめに

現在、アスファルトフィニッシャのスクリードの自動制御方式として、ソニックセンサ等を用いてセンサワイヤ、構造物などの基準高さを倣う基準値トレース方式、トータルステーションを用いた3次元数値制御方式(3D-MC)などがある¹)。これらの中から、個々の現場状況に応じた制御方式が採用されている。

橋梁やトンネル内などの構造物が施工端部まで 迫っている現場においては、センサワイヤや構造 物を使用した倣い制御が主となっている。しかし 十分な作業スペースを確保できないような現場に おいては、センサワイヤなどを用いることができ ない場合も多々ある。そのような場合、路面に舗 装厚さを記しておき、その数値を参照しながらオ ペレータが手動で厚さを管理する非効率的な手法 もとられてきた<sup>2)</sup>。そのような作業スペースに余 裕の無い現場において、従来の方法よりも省力化 やコストの削減が期待できるラインリーダ(舗装 用レベリングセンサ)を開発した(写真-1)。

本文は、今回開発したラインリーダを、従来の 制御方法と比較、検討するとともに、橋梁部での 施工例を紹介し、その有効性について報告を行う ものである。



写真-1 ラインリーダ外観

# 2. 概要

#### 2.1 背景

前述のように、作業スペースに余裕の無い橋梁 や狭あい部では、センサワイヤや構造物を倣うシ ステムが用いられている。写真-2 にソニックセン サを用いた倣い制御の施工例を示す。ここでは高 欄上に鋼材を並べ、その高さを基準としスクリー ドを制御している。このシステムを用いる上で注 意しなければならないのは、センサワイヤなどが 高さ制御の基準となるため、これらを正確な高さ に調整して設置しなければならないことである。



写真-2 ソニックセンサを用いた倣い制御

写真-3、4に、作業スペースに余裕の無い高速道路の施工におけるセンサワイヤの設置例を示す。

写真-3 は、木製の高さ調整用の土台を高欄上に 等間隔に設置し、その上にセンサワイヤを張って いる。この現場はカーブ部分の施工もあるため、 ワイヤが狙ったカーブラインを通るように、写真 のような形状の設置台を製作した。

写真-4 は、ワイヤ固定用の脚を鋼材で製作し、 構造物とボルト止めすることで固定している。固 定位置を変えることによって、センサワイヤの高 さ調整が行えるようになっている。



写真-3 センサワイヤ設置台



写真-4 センサワイヤ固定用脚

このように個々の現場状況に応じた設置方法を考え、それに合わせて鋼材や木材を加工し、かなりの数の設置台を製作しなければならない。更に施工前にこれらを設置し、施工後には撤去しなければならない。この設置作業だけで6~7人が必要となり、かなりの手間と時間が掛かっている。

#### 2.2 ラインリーダとは

ラインリーダは、高欄やトンネルの壁面などに 引かれたラインを光学センサで画像として取込み、 内部処理によりラインを検知することで、ライン を基準として高さ制御を行う舗装用レベリングセ ンサである。

事前の準備作業として、現場で通常使用されているライン打ちの道具を用いて、壁面に決められた高さでラインを引くだけである。2~3人で準備することができ、さらにラインは自然に消えるため撤去作業の必要もなく、かなりの省力化が期待できる(写真-5)。

従来の倣い制御と比較すると、センサワイヤ設置台の検討・製作に苦慮することがなくなり、段取りの手間も大幅に省くことが期待できる。

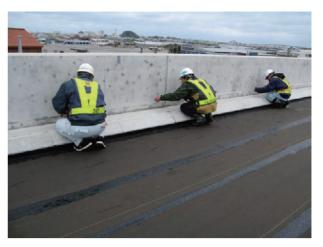


写真-5 ライン打ち作業

ラインリーダから出力されるラインの高さ情報は、従来から使用されている汎用コントローラで目標高さとの離れとして計算され、その情報が電磁弁オン・オフの電流となり、フィニッシャ側のレベリングシリンダを制御する(図-1)。したがってラインリーダを使用するために、アスファルトフィニッシャ側に特別な改造を施す必要がなく、現在保有している機械(特殊な機械を除く)で使用することができる。

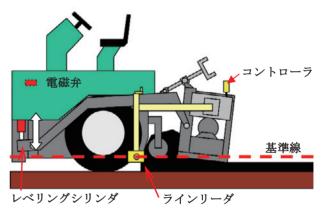


図-1 施工イメージ

## 3. ラインリーダ概要

#### 3.1 システム構成

ラインリーダは、以下のシステムから成り立っている。

- ・光学センサ:壁面に引かれたラインを画像として取込む。
- ・ 距離センサ: 光学センサと壁面との距離を計 測する。
- ・ 処理基板 : 各センサから得られた情報から ラインを認識し、ライン情報を コントローラへ伝送する。
- ・補器類 :壁面を照らす照明や各種表示ランプなど。

## 3.2 作動原理

ラインリーダは、システムに組み込まれた光学 センサが壁面をスキャンし、処理基板にて壁面に 描かれたラインを検知する。これを進行方向にト レースしていくことで、ライン高さを認識してい くのである。

写真-6 に処理基板による画像処理イメージを示す。点線矢印(写真中央)の位置をスキャンしたものが右側に示されている。このようにラインをピークとして検知する。

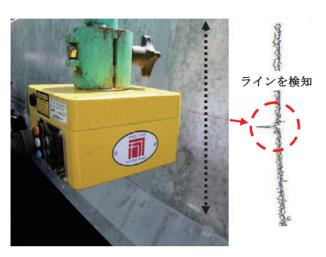


写真-6 画像処理イメージ

## 3.3 制御フロー

図-2 に制御フローを示す。

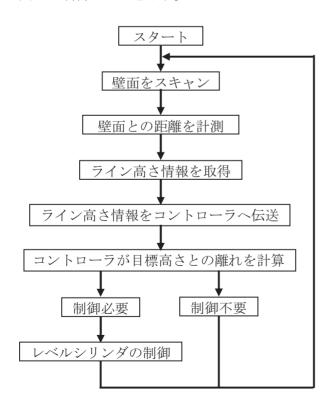


図-2 制御フロー

光学センサによるスキャンと同時に、距離センサが壁面と光学センサの距離を計測する。距離センサが計測した数値から補正値が算出される。これにより壁面とラインリーダの距離が変わる場合でも、精度を確保して制御することが可能となる。各センサから得られた情報を処理基板が演算し、ライン高さを求める。求められたライン高さをコントローラへ伝送し離れを求め制御を行う。

#### 3.4 応用

制御用コントローラとして東京計器株式会社製Hi Grade を使用する(写真-8)。因って、アスファルトフィニッシャだけではなく、Hi Grade を接続することのできる切削機などの高さ制御などにも使用することが可能である。



写真-8 Hi Grade (制御用コントローラ)

## 4. 施工現場の紹介

開発に当たり試作機を製作し、実際の現場に導入して、トラブル、使い勝手などの確認を半年に渡り実施した。写真-9 は鹿児島県の橋梁で試作機を用いて施工を行った際のものである。壁面に目地がある場合や、壁面に直射日光が当たる場合でも、問題なく使用できることを確認した。



写真-9 試作機を用いた施工 (鹿児島県)

写真-10 は沖縄県の高架橋で試作機を用いて施工を行った際のものである。ラインリーダ取付けアームを横に伸ばしての施工となり振動の影響が懸念されたが、その影響はみられなかった。



写真-10 試作機を用いた施工(沖縄県)

いずれの施工においても、ラインリーダの敷均 し精度を評価するため、下がり量のチェックと出 来形の管理を行った。

制御に関しては、通常のセンサと同等の精度で 施工できることを確認した。機械の振動による影響に関しても、問題ないことが確認できた。

段取り作業に関しては、センサワイヤ設置台などを準備する必要もなくなり、手間が大幅に減るなど良好な結果が得られた。

2010年6月までに、試作機による評価を重ね、 そこから得られたデータをもとに、2010年7月に 実用モデルが完成した。一回り小型化し、更に耐 久性も向上している。使い勝手を考慮し、操作パ ネルやボタン、補器類も追加した。写真-11 は試験 機(左)と実用モデル(右)とを比較したものである。



写真-11 試験機と実用モデルの比較

写真-12,13 は愛知県の橋面舗装で実用モデルを使用して施工を行った際のものである。



写真-12 実用モデルを使用した施工(愛知県)



写真-13 実用モデルを使用した施工(愛知県)

## 5. 今後の予定

今回実用モデルを4台製作したが、これらを積極的に現場導入していき、施工実績を伸ばすと共にアスファルトフィニッシャの他、切削機などの高さ制御にも応用していくことを検討している。

#### 6. おわりに

ラインリーダは、壁面に描かれたラインを検知し制御することができる。これにより、施工できる現場が増えるだけではなく、従来の段取りと比較すると時間、手間を大幅に縮減することが可能となる。

なお本システムは、制御機器およびソフトウェア開発会社であるトライテック社と共同で開発を行っている(特願 2009-165472)。

#### 参考文献

- 1) 福川光男:舗装技術者のための建設機械の知識,舗装, Vol42 No.6, pp.42~45, 2007
- 2) 山口達也: 光学技術を利用したレベリングセンサ, 舗装 Vol45 No.7, pp3~4, 2010