

## 43. アスファルトフィニッシャ自動操向装置による施工の合理化

鹿島道路㈱：\*木下 洋一  
東洋運搬機㈱：北村 幸雄

### 1. はじめに

近年のエレクトロニクス関連技術の進歩は目覚ましく、様々な新技術が産業面に応用され、我々を取り巻く生産環境を変化させている。建設業においてもこの流れは例外でなく、施工の高度化に伴う自動化の波が押し寄せている。このような状況のもと、舗装材料であるアスファルト混合物の敷均しに用いられるアスファルトフィニッシャの自動化は建設機械の中では長く、今日においても各方面で引き続き開発が進められている。しかし、むやみに自動化を押し進めるとかえって複雑な操作や、段取りに手数のかかるものになりかねない、ゆえに、自動化計画においてはその自動化機能の選定が重要である。

一般的には全自動AFとは主に作業装置を自動化したものであるが、敷均しシステムとして考えた場合には根本的に対応する箇所がほかにある、この観点より当社は操向の自動化を1985年より取り上げてきた。ここでは、今回具体化したシステムについてその原理と効果を述べる。

### 2. 自動操向の必要性（IE分析の結果）

自動化に求められる要求とは省力、品質、精度、安全性、環境改善、などであるが、単なる簡素化や安全で楽に品質の良い物が得られるだけにとどまってはその価値は半減してしまうと思われる。自動化に対する期待効果は、人間でなければ出来ないより高度な操作・管理にオペレータの目を向けられる様にする事である、つまり「人間機能の活用」が重要なポイントになると考えなければならない。

そこでアスファルトフィニッシャの何処をどの様に自動化すれば良いか、その要素選択を行った。我々は今までの舗装施工経験からアスファルトフィニッシャの操作のなかで運転手がハンドルを絶えず細かく動かして目標となる操向基準を追っていることに注目してきた。そこでアスファルトフィニッシャの施工作業装置について、その機能をVE手法を用いて分析した結果 操向、材料の送り、敷均し厚さ、の3点に絞られることが分かった。ここで各機能について既存の自動化の有無を調べると、材料の送り、敷均し厚さ、についてはすでに実施されており、運転手はハンドル操作のためだけに機上に拘束されているのが現状である。

一方最近、IE手法を用いて「アスファルトフィニッシャに関わるオペレータ作業の分析」を行った結果、運転手の作業時間のうち右手の97.5%、左手の26.2%が操向のためのハンドル操作に費やされているとの報告がされた。この事は、アスファルトフィニッシャを操作する上で、操向の自動化を行う事が大きな効果をもたらすことを明かにしている。

### 3. 自動操向の経緯（実用化例と問題点）

現在までに試みたアスファルトフィニッシャの操向装置の自動化例と問題点についてあげてみる。

#### a. 光学方式

テレビによる画像やCCDセンサを用いて反射光の濃淡を判断し制御する方式である、施工路面の白線などを追従するようにしたものが多い。非接触であり段取りが比較的楽ではあるが、精度がセンサの分解能力に左右され、また太陽光などの外乱に影響を受けやすいため信頼性に欠ける点があった。

#### b. レーザー光線誘導方式

操向輪に取り付けたセンサがレーザー光を常に捕捉するように舵角を制御する方式を試みた。機構が簡単で信頼性が高く、ダムフェーシング工事において高い直進性と、オペレータの操向作業からの完全解放を可能とした。(写真-1)

この場合直線誘導であったので容易だったが、レーザの特性上曲線施工においては難しい方法である。

最近レーザー光線自動追尾方式のトータルステーションを用いて曲線部のプログラム操向制御を行った事例報告があるが、限られた範囲ではなく移動施工を行う工法には不向きであると思われる。

また、双方向通信時の妨害(レーザ光を遮る障害物、霧 雨などの自然条件)による信頼性に問題がある。



写真-1 ダムフェーシング工事での施工状況  
(レーザ誘導方式自動操向)

#### c. 電磁誘導方式

産業用搬送機器などで多く用いられている方式で、磁気誘導ワイヤから発する磁場を左右2個のピックアップコイルにより感知し、操向の制御を行うものである。非接触で信頼性が高く、曲線操向の誘導誤差も少ない。

しかし、工場のように固定走路では問題はないが、移動施工を行う現場では誘導ワイヤの設置などの手間が掛かり施工上のネックとなった。



写真-2 電磁誘導方式による自動操向施工状況

#### 4. 超音波による非接触操向制御の開発

超音波を利用した距離測定システムは概に多くの制御機構に用いられている。従来舗装工事現場に於いては構造物、型枠などの施工基準となる段差が存在するが、これを操向基準と兼用させることを目的として超音波を用いた新操向システムを開発した。

#### 4-1 原理

図-1において一対の超音波センサが本体の蛇行により変位した場合、段差によって各々のセンサに距離の差が生じる。

この差をマイクロプロセッサで比較演算し、ステアリング機構を制御する出力信号として得られる。この信号により油圧アクチュエータを作動させ操向車輪の舵角を変えるわけであるが、このとき舵角変化量はセンサにより検知され、制御回路にフィードバックしてより細かな制御を行っている。

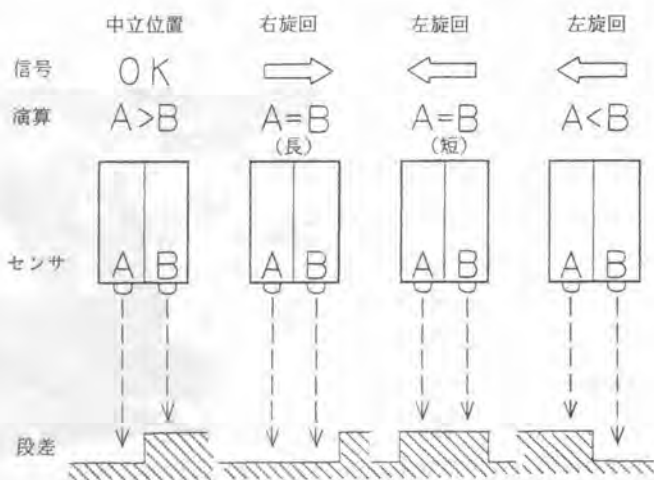


図-1 超音波センサの原理

#### 4-2 システム

システムの概要は図-2において、一対の超音波センサを組み込んだセンサ部、パルス発振制御及び距離演算を行うマイクロプロセッサ部、D/Aコンバータ、油圧サーボ、フィードバックセンサ部から成り立っている。制御部はアスファルトフィニッシャ本体に納められており、作業時に着脱式のセンサをケーブルを介してつなぐ方式を取っている。

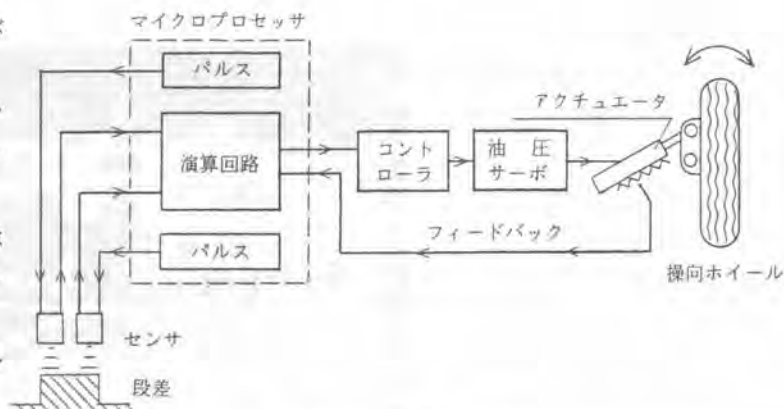


図-2 制御装置システム

このシステムの利点は、既存の段差を利用して施工の前準備に影響を及ぼさないことと、センサそのものが軽量、小型、非接触で信頼性の高いことである。

#### 5. 結果

この超音波式操向制御システムをホイール式アスファルトフィニッシャに搭載し評価を行った。その結果半径10mの曲線部において車速1 km/h以下の条件で、その誘導誤差は約±30mmであった。この結果は実施工において十分許容できる値であるので、引き続き施工現場での評価とシステムの改良を行っている。ここでセンサの取り付け位置により操向基準とスクリード端部の軌跡に「ずれ」が生じた。

従来舗装施工時、アスファルトフィニッシャの操向を行うときは本体先端にガイドを設け、操向基準

にこのガイドを合わせるようオペレータがハンドル操作を行っていた。曲線施工時基準線と舗装幅員端（スクリード側端部）の軌跡が一致しない事は経験的に知られているが、このようなときはオペレータがハンドルを故意にアンダーステアにするか、スクリードの幅員を調整することで対応してきた。ホイール式アスファルトフィニッシャのほとんどはステアリングの機構としてアッカーマンジョイントを用いている。

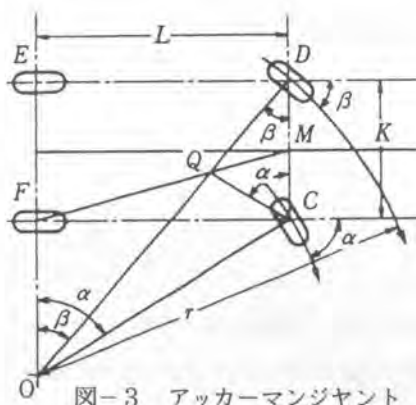


図-3 アッカーマンジョイント

この機構を用いる限り前後輪の「ずれ」すなわち輪差を生じる、またアスファルトフィニッシャは構造上後輪より後ろ側にスクリード装置を備えており、なおかつ施工幅員に合わせて側方へもオーバーハングさせた状態で施工を行う。ここで「ずれ」の要因としては回転半径に応じた輪差とスクリードの合成オーバーハング量、そして実際にはタイヤの滑りなども考えられ、制御の対象としてははなはだ難しいものとなっている。図-4において最大変位量を感知できる右全部に操向センサを置くと、現状のステアリング機構では「ずれ」が生じることは避けられない。

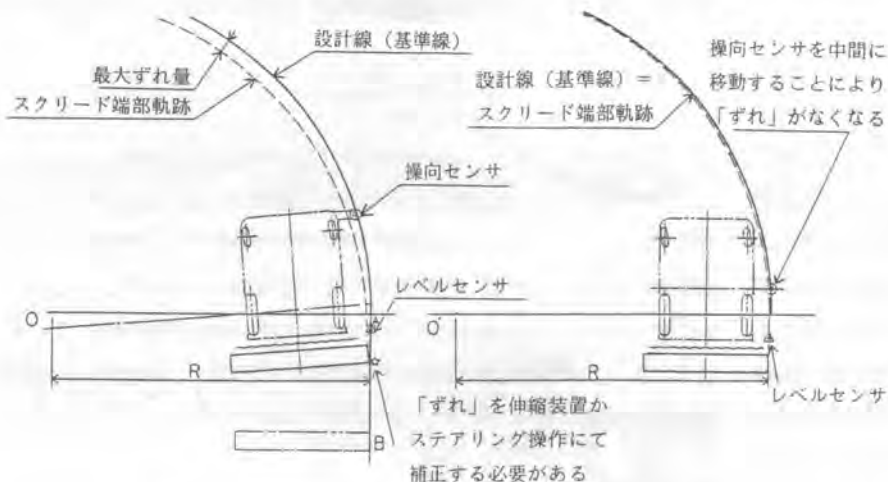


図-4 センサ位置とスクリード端部の移動軌跡

そこで「ずれ」が最も少なくなる部位を解析し、センサを後ろにずらしてスクリード端部に近付けた。しかし変位量が少なくなるためにセンサのレスポンスが悪くなり、一般的なON-OFF制御機構では蛇行してしまう。そこで小さな変位量を電氣的に増幅して演算し、その変化量に比例した操舵角をフィードバック制御することによって対応することができた。

#### 6. まとめ

以上ホイール式アスファルトフィニッシャにおける操向装置自動化の意義と今までの経緯、及び超音波を用いた新システムを紹介した。今後は厳しい条件への対応を含め、他の自動化へ繋がる総合的なシステムに広げ、施工の合理化を進めていきたいと考えている。