

アスファルトフィニッシャーの自動化

寺 元 陶 太・浅 井 友 章

アスファルトフィニッシャーの自動化は古くから実施されており、舗装厚さ制御の自動化は40年以上前から製品が発売され一般的に使用されている。近年では3次元設計データを基準とした3D-MC (Machine Control) に対応した機器も使用されているが、それらも舗装厚さの制御がほとんどであり、舗装厚さ以外の制御に対応したものは少ない。その理由としては3D-MC で使用する3次元設計データと実際の現況データとに相違があり、そのため周囲の構造物の形状を捉えるための現場の測量やデータの作成に時間が掛かることがあげられる。

本報では3次元設計データを必要としない、アスファルトフィニッシャーの操舵およびスクリッド伸縮の自動制御について紹介する。

キーワード：アスファルトフィニッシャー、自動化、省力化、安全性、制御

1. はじめに

アスファルトフィニッシャーにおける自動化の歴史は古く、当社では40年以上前より舗装厚さの自動制御に対応した機械を生産している。現在では超音波センサー等を用いた舗装厚さ制御は一般的に使用されており、近年では測量機器メーカーから3次元設計データを使用した制御装置が発売されi-Construction の対応として広がりを見せている。

舗装現場ではアスファルトフィニッシャーの周囲には作業者が多く（写真—1）、機械の移動に合わせ動きながら作業する。そのため、オペレーターは周囲への安全配慮が必要となるが、アスファルトフィニッシャーには操作装置が多く、オペレーターが操作に集

中すると安全配慮がおろそかになることがある。また、オペレーターの操作が間に合わない場合、例えば舗装幅が不足した場合は不足分を作業者が補修する等の無駄作業が発生し、作業効率の低下、舗装品質の低下の要因となっている。このような課題に対応するため、さらなる自動化装置等の開発が必要とされている。

2. アスファルトフィニッシャーの自動化装置

現在使用されているアスファルトフィニッシャーの自動化装置は主に2種類あり、2D-MC (Machine Control) と3D-MC に分けられる。

(1) 2D-MC

アスファルトフィニッシャーにおける2D-MC とは一般にAGC (Auto Grade Control) 装置と呼ばれるもので、現場に設置された基準との距離をスクリッドもしくはスクリッドアームに取り付けられたセンサーにおいて測定し、舗装厚を変化させるレベリングシリンダに指令を出してスクリッドの高さが目標高さになるように舗装厚を調整するシステムのことである。

当初は基準面やワイヤーロープ上を直接滑らせて高さの変化を測定する接触式センサーが主流であったが、後に超音波を使用して基準までの距離を測定する非接触式センサーが開発され現在では広く使用されるようになった。最近では複数の超音波センサーを装備



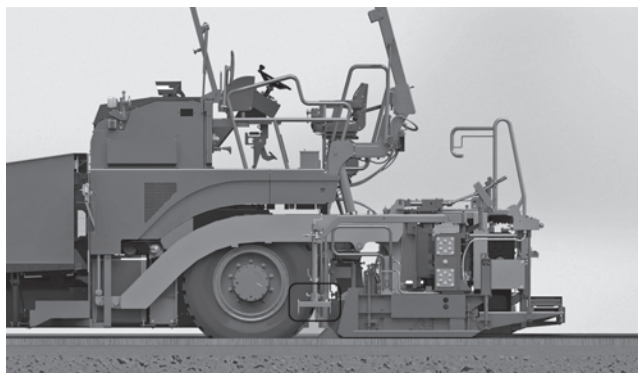
写真—1 舗装現場

した非接触式センサーも開発され精度向上を図っている（図—1）。

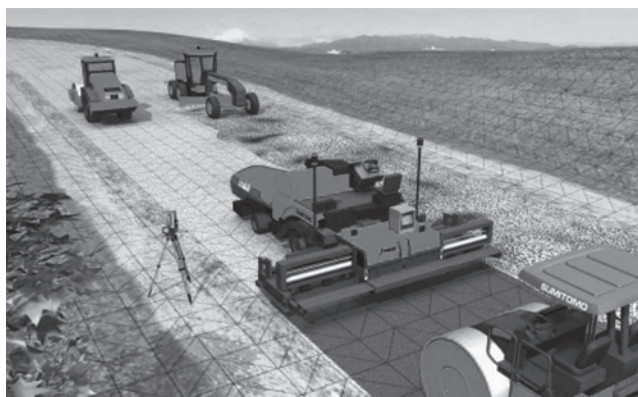
(2) 3D-MC

アスファルトフィニッシャーにおける3D-MCとは、位置計測装置を用いてアスファルトフィニッシャーのスクリードまたは、スクリードアームに設置された計測装置の現在位置座標を計測し、現在位置座標から算出した現舗装高さデータと施工箇所の3次元設計データの差分に基づき、左右のレベリングシリンダに指令を出して所定の舗装高さとなるよう自動制御するシステムである（図—2）。

位置の計測装置には、自動追尾式 TS（Total Station）を用いるものと GNSS（汎全地測位航法衛星システム）を用いるものがある。TS 方式では機械に設置したプリズムを自動追尾式 TS で追尾し、位置情報と高さ情報を同時に高い精度で計測する。一方、GNSS 方式では複数の衛星電波を受信することで位置情報を取得し、基地局と機械に設置された移動局との間で無線により誤差を補正する RTK-GNSS 方式を使用することで高い位置計測精度を実現している。しかし RTK-GNSS 方式においても高さ精度は cm 単位での計測が限度であり mm 単位の精度が求められる舗装工事では



図—1 2D-MC



図—2 3D-MC

は実用性がないため、別途設置したゾーンレーザーにより mm 単位の高さ計測を行っている。

3. アスファルトフィニッシャーの自動化における問題点

アスファルトフィニッシャーの自動化はこれまではほぼ舗装厚さの制御のみとなっており、その他の装置の自動化はほとんど行われてこなかった。これは3次元設計データを使用して操舵やスクリード伸縮の制御を行うことは可能であるが、操舵やスクリードを追従させるためのデータを別途作成する必要がある、舗装厚さの3D-MCよりもさらに手間がかかる。また、実際には現場にある構造物や施工時に使用する型枠に追従する必要があり事前に作成した設計データだけでは精度よく追従させることが難しいという問題があったためである。

4. ステレオカメラを使用した自動制御

上記問題点に対応した、ステレオカメラを使用したアスファルトフィニッシャーの自動制御装置を紹介する。

本装置ではステレオカメラを使用し現場の基準となる型枠や構造物、切削段差を検出し、操舵およびスクリード伸縮位置の制御を行うものとなっている。使用機器を図—3に示す。

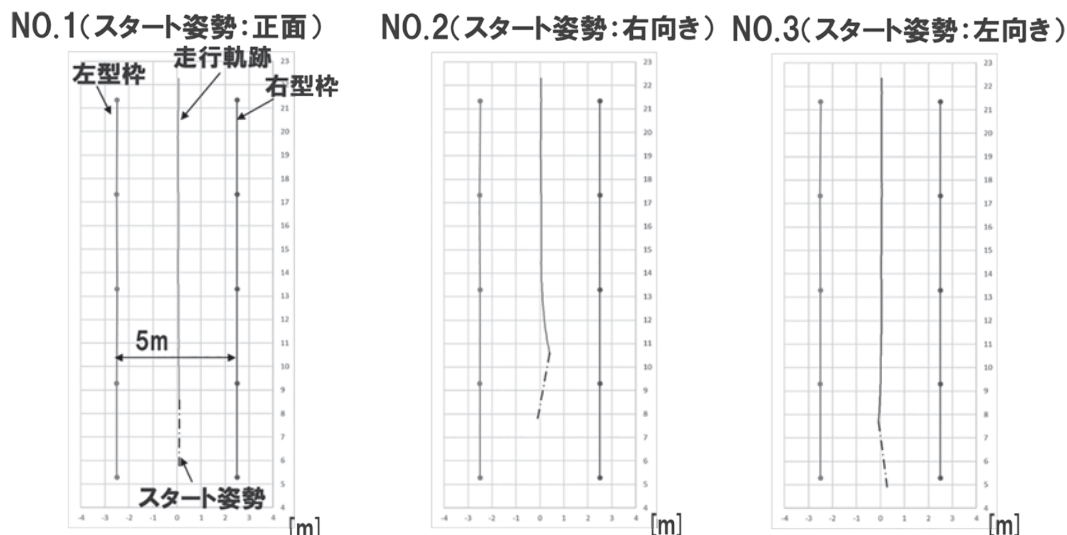
ステレオカメラの機能および車両制御の概要は下記のようにになっている。

(1) ステレオカメラの機能

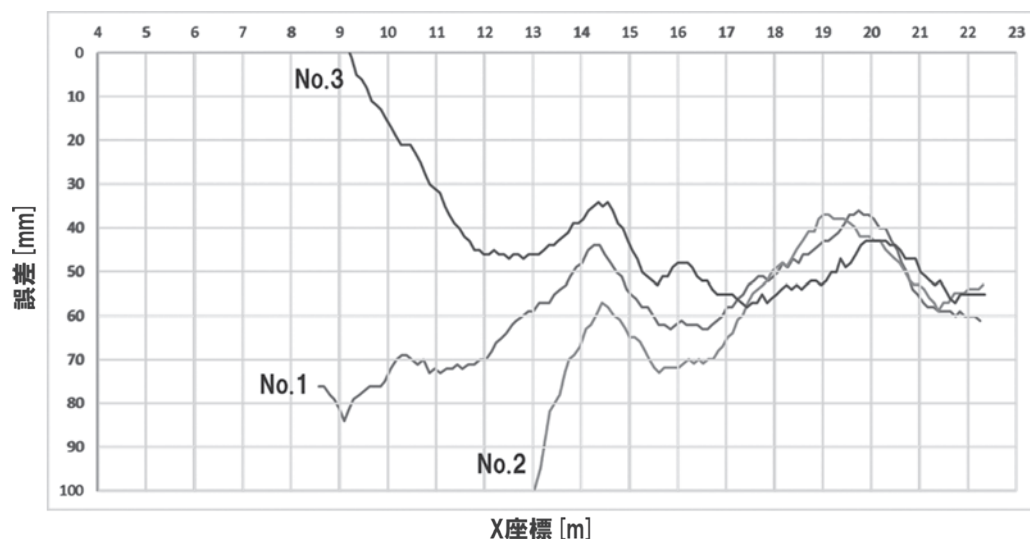
ステレオカメラはレンズが路面方向に向けられ、範囲内の路面の高低差を検出することで高さの違いを段差として検出することができるようになっている。検出された段差はカメラ内でデータ処理され1本の直線（検出エッジ）の情報（ θ ， $d1$ ）として車両側に送られる。また、カメラ中心線上にある実際の段差位置についても情報（ $d2$ ）を車両側に送信する（図—4）。

(2) 操舵制御

操舵制御は左右のステレオカメラで検出されたエッジの情報「 θ ， $d1$ 」を用いて行われ、自動制御コントローラーで検出エッジの情報を車両中心が追従すべき施工中心線に変換し、前輪（操舵）軸から一定距離前方の施工中心線上に設定した目標点へ向けて舵角の制御を行う（図—5）。



図一七 社内試験直線コース



図一八 誤差 (直進)

が通過した軌跡をトータルステーションで追尾測定し型枠中央に対する誤差を計測した。その結果を図一8に示す。走行距離10 m程度で各パターンはほぼ同じ所を通り、x座標22 mのコースの終点では各パターンの差は10 mm以内に収まっており自動操舵制御の再現性精度は十分と言える。

(2) 自動スクリード伸縮制御試験

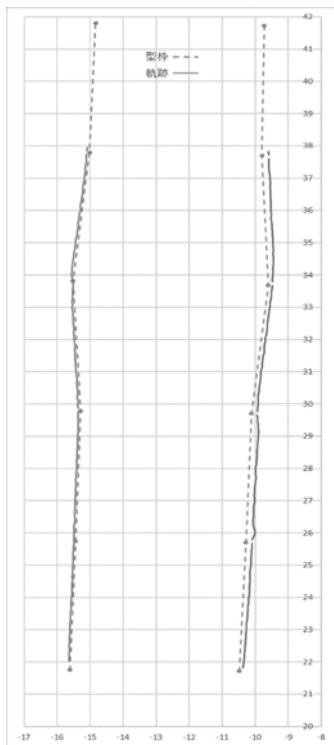
自動スクリード伸縮制御試験は型枠でコースを作成し、型枠長手方向の端部座標をトータルステーションで事前に計測したのに対し、スクリード端部にターゲットを設置し追尾計測した軌跡をグラフに重ねた。結果を図一9, 10に示す。図一9は直線で幅が増減するコースとなっており、概ね追従できているが右スクリードについては測定の誤差もありズレはあるが形

状を追尾できている。図一10, 11は半径約12 mのカーブしたコースとなっており型枠に合わせて操舵するとスクリードの自動制御を入れない場合、カメラが型枠の継ぎ目付近を通る度にステアリングを大きく切るため、スクリード端部は型枠から外れているが、制御有りの場合はスクリード端部は型枠上を追従できており、制御の有効性が確認できた。

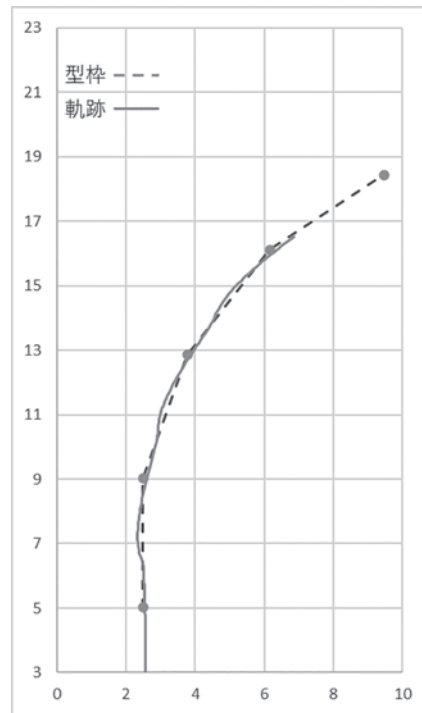
6. 実施工試験

ステレオカメラを使用した自動制御を用いて実施工試験を行った。

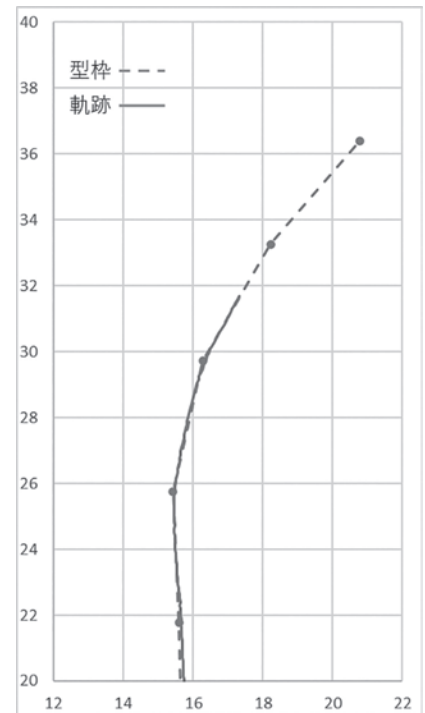
1つ目の現場は工場敷地内の通路舗装で直線約80 m、左側が側溝、右側は建屋の現場となっており、側溝の縁および建屋の壁を段差として検出し自動施工



図—9 スクリード伸縮制御試験①



図—10 スクリード伸縮制御試験②（制御無し）



図—11 スクリード伸縮制御試験②（制御有り）



写真—2 試験施工①



写真—3 試験施工②

を行った。この現場では雨水枡が現場内にありそれを回避するため枡の前後に型枠を設置した緩和区間を設けた（写真—2）。

2つ目および3つ目の現場は施設内の通路舗装で型枠、コンクリート構造物、縁石、ホットジョイントを検出し施工を行った（写真—3、4）。このように検出対象、条件の異なる現場での試験施工を実施し実用化へ向けて開発を進めている。一方、現場施工での問題点として検出の安定性改善や、周囲への制御状況の周知、自動で動くことへの安全確保といった課題もあり対応を進めている。



写真—4 試験施工③

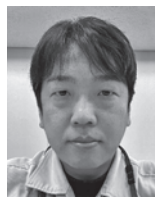
7. おわりに

今回3次元設計データを使用しないステレオカメラを使用したアスファルトフィニッシャーの自動制御装置を紹介した。施工現場の安全性、生産性の向上や少子高齢化による作業員確保が困難となることへの対応として、今後自動制御への関心、期待は今以上に大きくなっていくと思われる。そのような期待に応え、建設業界の課題に貢献する機械づくりを目指して今後も開発を行っていく所存である。

J C M A

【筆者紹介】

寺元 陶太（てらもと とうた）
住友建機㈱
技術本部 道路機械技術部
主任技師



浅井 友章（あさい ともあき）
日本道路㈱
生産技術本部 技術部
課長

