

77. 三次元位置自動制御型アスファルトフィニッシャによる舗装施工技術の研究開発

建設省(土研): 桐山 孝晴
助先端建設技術センター: 福田 実
住友建機(株): *進藤 開一郎

1. はじめに

アスファルトフィニッシャ本体の自動化はかなり進んでいるが、その施工に関連する自動化(即ち、測量作業、準備作業、施工管理などの自動化)がされず、多くの人手と時間を要し、人為的ミスや誤差を生じやすい。また、施工中の舗装状況を定量的に把握できないため、施工精度等は施工技術者の技量に負うところが多くなってしまおうと共に、施工終了後の検査等に寄与できず多くの労力と時間を使っている。

このような問題を解決するため、準備工程を削減し、高効率、高精度施工を実現するためのシステムとして「三次元位置自動制御型アスファルトフィニッシャによる舗装施工技術」を研究開発した。

ここでは、三次元位置自動制御型アスファルトフィニッシャのシステム、制御特性および試験施工について述べる。

なお、本システムの開発は、建設省総合技術開発プロジェクト「建設事業における施工新技術の開発」の一環として官民共同研究開発を行っているものである。

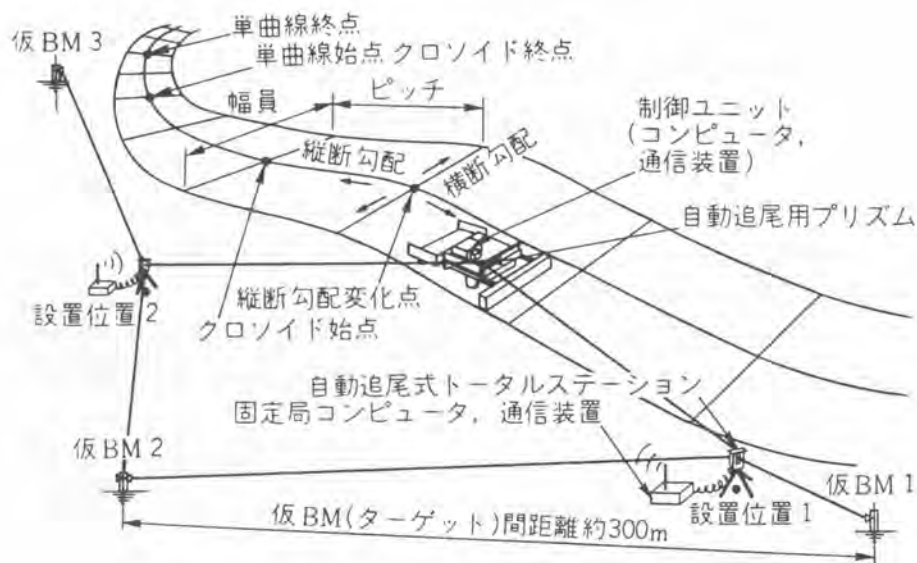


図. 1 三次元位置自動制御型フィニッシャの施工イメージ

2. システムの概要

三次元位置自動制御型アスファルトフィニッシャのシステムは、図. 1のイメージの様に設計施工する。

- ①コンピュータに道路の設計データを入力し、フィニッシャの走行する施工計画線および舗装する設計計画面を演算する。
- ②自動追尾式トータルステーションと共に固定局を設置し、仮BM（ベンチマーク）を基準にトータルステーションの位置を測定、算出する。
- ③移動局を装備したアスファルトフィニッシャにターゲット（プリズム）を取付け、出発位置に正確に配置し、トータルステーションにて、その三次元位置を自動測定確認する。
- ④施工スタートすると共にトータルステーションおよび各センサの測定データを演算し、設計計画線および設計計画面との誤差を修正するよう制御すると共に測定演算したデータを施工管理データとして保存する。

3. システムの構成

三次元位置自動制御型アスファルトフィニッシャは図. 2に示すとおり、舗装施工するアスファルトフィニッシャ（移動局）と座標計測するトータルステーション（固定局）から構成され、両局間で通信モデムを通じた双方向通信を行っている。

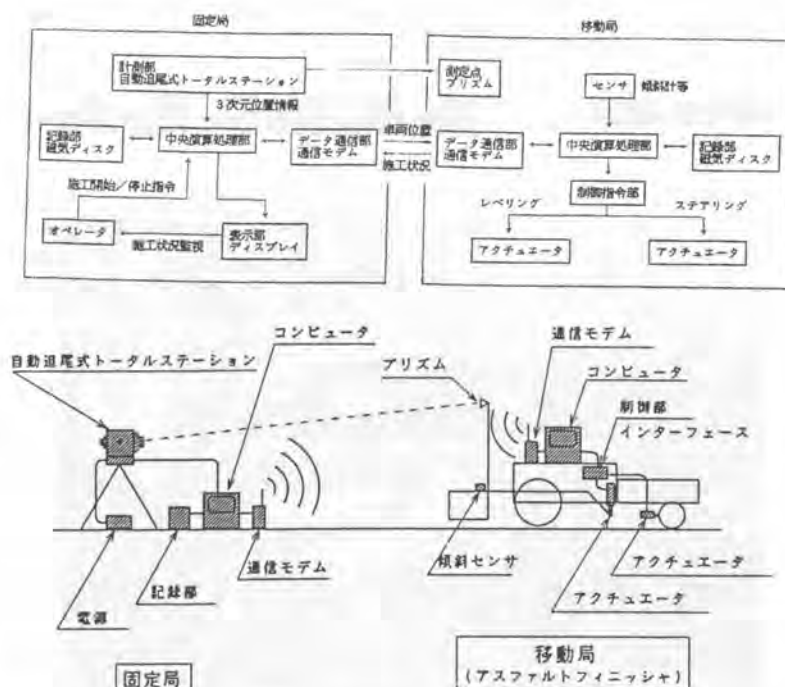


図. 2 三次元位置自動制御型アスファルトフィニッシャのシステム構成

3-1 固定局（トータルステーション側）

固定局は、コンピュータを中心に、それと連動した自動追尾式トータルステーション、通信モデム、ディスプレイ、磁気ディスクなどからなる。処理としては、設計計画画面の演算、移動局に設置されたターゲットの三次元位置の測定、演算、管理を行う。

自動追尾式トータルステーションは、レーザースキャンニング装置と駆動用モーターの連動により、ターゲットを自動追尾し、リアルタイムでターゲットの三次元位置計測を行う。

固定局にいるオペレータは図. 3のディスプレイ画面により、フィニッシャ施工状況を監視し、異常時の緊急停止等の操作を行う。

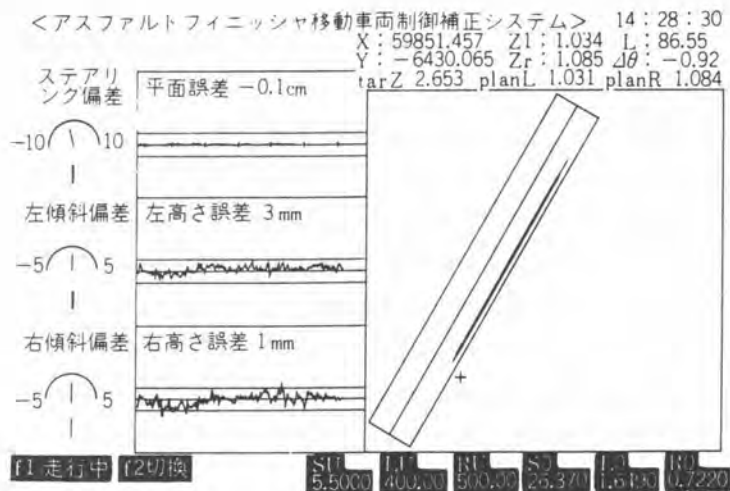


図. 3 表示画面例



写真-1 固定局

3-2 移動局（アスファルトフィニッシャ側）

移動局は図. 4 の様にアスファルトフィニッシャにコンピュータ（制御インターフェース付）通信モデム、ターゲット（プリズム）および各部センサよりなっている。

固定局から送られてきた三次元位置情報をモデムから受け取り、各部センサのデータからアスファルトフィニッシャの作業装置（スクリード）の三次元位置および動きを算出し、誤差およびその動きを算定し、制御する。

移動局は一度セットアップすれば、操作の必要なく無人操作となる。

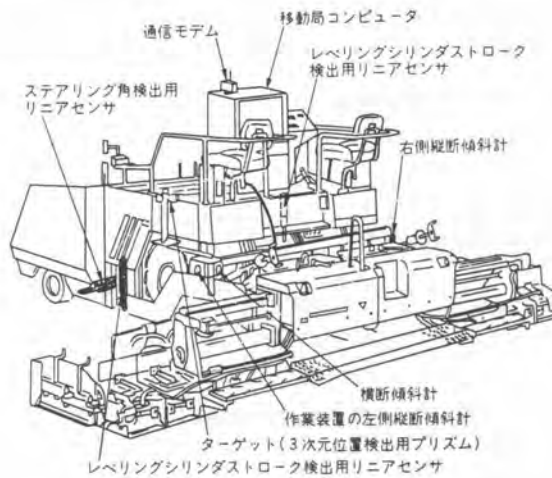


図. 4 移動局および補助センサの取付け位置



写真-2 移動局

4. アスファルトフィニッシャの制御特性

4-1 数均し高さ制御

アスファルトフィニッシャの作業装置であるフローティングスクリードの高さ制御は、機械的に計測し設定した水糸等を基準に、高さ制御センサ（AGC）をレベリングアームに取付け行っているのが現状である。

本制御システムは、トータルステーションからのターゲット高さデータおよびアスファルトフィニッシャに付いている傾斜センサより数均し高さを算出し、フィードバック制御を行うという新しい方式をとっている。

ブロック図で書くと次の様になる。

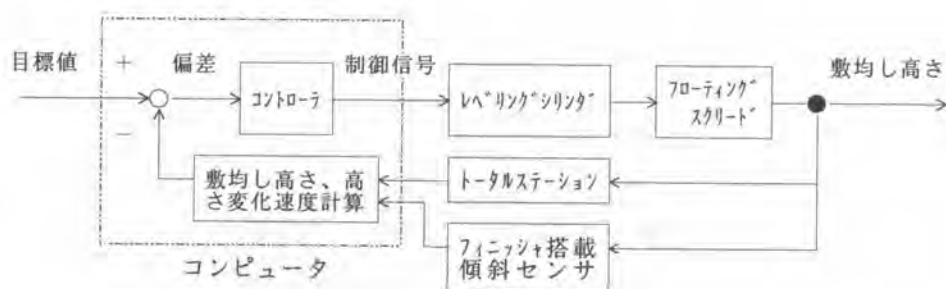


図. 5 数均し高さ制御ブロック図

このブロック図の様に、数均し高さの他に高さ変化速度要素を入れることにより、フローティングスクリードの遅れ要素を補償し、安定した数均し高さを維持する制御システムになる。

4-2 ステアリング制御

アスファルトフィニッシャの操向は（数均し高さ制御と異なり）ステアリングの変動に追従して瞬時に変化し始める。しかし、アスファルトフィニッシャは、数均すアスファルト合材の摩擦抵抗や、スクリード左右のアスファルト合材抱え量差の抵抗差により直進ステアリング状態でも蛇行するため、ステアリング角と走行経路との変位置の関係は常に一定ではない。

このため、ステアリング角が目標の安定ステアリング角に制御されているにもかかわらず、誤差が解消されない場合、ステアリング角を自動的に補正するという学習機能を有している。この補正制御のため、ファジーによる位相面制御を行っている。本ファジー制御によりかなり精度の良い経路制御が可能となる。

5. 試験施工

本三次元位置自動制御アスファルトフィニッシャのプロトタイプ機を使用した試験施工は、構内試験施工を経て次の『試験フィールド』において行った。

- 1) '94年11月 国道51号線東バイパス（茨城県稲敷郡東村）
- 2) '95年6月 国道新4号線砂田工区（栃木県宇都宮市）

図. 6は東バイパスの管理データ値と実水準測量値を示している。このデータから数均し高さの誤差は数mm以内に入っていることがよく解る。

この結果から、このプロトタイプ機はその施工精度の高さからほぼ実用レベルにあるといえる。今後も『試験フィールド』を重ね、より一層の精度アップと実用化を目指していきたい。

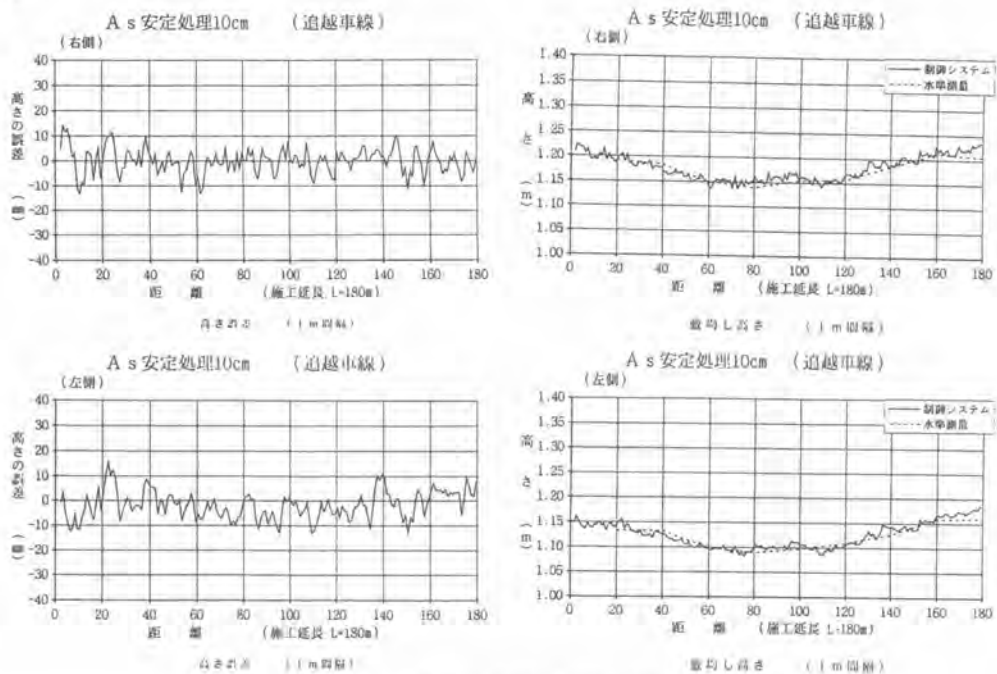


図. 6 数均し高さおよび高さ誤差

6. あとがき

試験施工の結果から、本システム実用化の見通しをつけることができた。また、本システムは設計および施工データが記録されていることから、施工管理システムとしても活用できる。

今後共実験および現場での試験施工を行って、一層の改善を図り実用化を進めていきたい。

なお、本開発は建設省土木研究所、(財)先端建設技術センターの下に大林道路(株)、鹿島道路(株)、住友建機(株)、大成ロテック(株)、日本道路(株)、前田道路(株)が一体となって共同研究開発を行っている。共同開発メンバーに謝意を表し発表を終わります。