

54. ロボットアスファルトフィニッシャの開発

建設省東北技術事務所：熊本 泰俊・*富手千賀子
(財)先端建設技術センター：萩原 哲雄

1. はじめに

建設工事の機械化・合理化は年々確実に進みつつあるが、未だ人力や熟練工に依存する工種も数多く存在し、アスファルト舗装工もその一つである。こうした状況は、近年の技能労働者不足や若年層の建設業離れも加わって、一層深刻な事態となっている。その一方では、道路整備に対する社会的ニーズの高まりから、舗装延長の増加並びに道路の維持補修の需要も増大化しており、舗装の高品質化、生産性の向上が期待されているところである。

このような背景から、現状のアスファルト舗装工を対象に作業の省人化並びに苦渋性の解消と品質の向上を目的として、各種の操作を自動化した「ロボットアスファルトフィニッシャの開発」を行なったので、ここに、その概要を報告するものである。

2. 開発目標

2-1 現状施工法の分析

開発目標の設定にあたって、現状の施工方法における問題点、特性等を把握するため、表-1に示す調査分析を行った。

表-1 現状施工法の調査分析項目

調査項目	調査内容
舗設作業の調査分析	舗設状況をビデオ撮影し、IE手法を用いてフィニッシャとオペレータ、スクリッドマン、作業員の機能分析を行った。
フィニッシャの性能と出来形の調査	舗設作業員をオペレータとスクリッドマンのみで施工し、舗設出来形に対する影響調査を行った。
フィニッシャの操作機能分析	オペレータに対して施工条件別の操作に関するアンケートを実施し、操作要素の難易度を調査した。

定量的分析結果から得られた問題点等は、以下のとおりである。

- (1) オペレータは、手動による合材供給調節とステアリング操作を同時に行っているため、操作が難しく、熟練度を要する。
- (2) スクリッドマンは、舗装厚管理、及びスクリッド伸縮調節を1人でやっているが、出来形に影響するため非常に細やかな操作を行っており、熟練度を要する。また、舗装厚等の確認、調整のための横移動量が多く、肉体的にも負担が大きい。
- (3) 良好な出来形精度を確保するため、フィニッシャでの合材の敷均し後、スコップマン、レーキマン等補助作業に対する依存度が高い。

- (4) フィニッシャがダンプトラックから合材を受け入れる作業が、全体の施工効率を低下している。
また、ダンプトラックの誘導、合材排出等の指示は誘導員により行われるが、誘導員の安全確保に問題がある。

2-2 開発対象項目の選定

現状施工法の分析により明らかになった問題点から、表-2に示す5要素を自動化の開発項目として選定した。

各要素の選定理由は、次のとおりである。

- ①合材の供給の自動化を行うことにより、スクリード前部の前幅にわたる均一な材料供給が可能となり、オペレータの操作の軽減につながる。同時に、舗装端部におけるスコップ、レーキ等の補助作業の負担が軽減される。

また、敷均し精度が向上し、次項の舗装厚の調整にも関係する。

- ②舗装厚の管理・調整は、スクリードマンの経験や技能に大きく依存される操作であり、これを自動化することにより、省熟練化が可能となる。

また、舗装厚が安定することにより、敷均し精度が向上し、スコップ、レーキ等の補助作業の負担が軽減される。

- ③スクリードの伸縮が自動化されることにより、スクリードマンの削減が可能となる。また、舗装端部におけるスコップ、レーキ等の補助作業の負担が軽減される。

- ④ステアリングの操作の自動化を行うことにより、オペレータの操作が軽減され、ワンマン化を進める上で大きな要因となる。

さらに、ステアリング操作は、スクリードの伸縮調整に大きく関わるとともに、舗装端部におけるスコップ、レーキ等の補助作業の負担が軽減される。

- ⑤ダンプトラックからの合材の受け入れを(半)自動化することにより、スムーズな施工が可能となる。

また、誘導員は不要となり、省人化につながる。

2-3 自動化装置による改善効果の目標

ステアリングの自動操作、合材の自動供給が可能となることにより、オペレータの操作は軽減され、省熟練化が可能となるとともに、舗装厚の自動管理・自動調整、スクリードの自動伸縮が可能となることにより、スクリードマンは削減され、省人化が可能となる。また、均一な敷均し精度が確保されることにより、スコップマン、レーキマン等の作業量も減少し、最終的に全体の1/2程度の人力での施工が可能になると考えられる。

図-1は、フィニッシャによる舗設作業において、現状施

表-2 開発項目の5要素

- ①合材の供給の自動化
②舗装厚の管理・調整の自動化
③スクリードの伸縮の自動化
④ステアリングの操作の自動化
⑤合材の受け入れの自動化

RMR値：肉体的負担を評価する値でエネルギー代謝率と呼ばれ、ある作業で消費された代謝量を基礎代謝量の倍率で表したものを

労働強度：RMR値により作業の重し(強度)を格付けしたものを

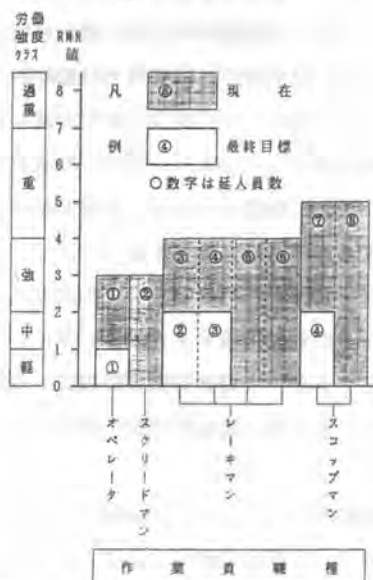


図-1 省力化・苦渋性の改善度

工法に対し、自動化装置を搭載した開発機で施工した場合、どの程度の省力化・苦渋性の改善を目標とできるかを表したものである。

縦軸は、労働強度（労働の厳しさ、苦渋性）を表したもので、山が高い程、きつい作業であることを表している。ここでは、「現在」（網掛け）の棒を「最終目標」（白抜き）の棒まで低減することを表し、横軸は、作業員職種と人数を表したもので、現在の作業編成を最終目標として1/2に省人化することを表している。

3. 開発機の概要

開発目標をもとに、各装置の自動化を検討し、総合システム機の開発を行った。以下に、開発項目の詳細を述べる。

3-1 主要諸元

総重量	13,000kg
全長	6,700mm
全幅	2,490mm
ホイールベース	2,600mm
回送速度	10km/hr
作業速度	1.5~10m/min
駆動方式	油圧駆動、ノースピンデフ、4駆-2駆切換式
ステアリング方式	パワーステアリング、前輪ステアリング
機関名称	いすゞ 4BD1-T
機関出力	86kW/2000rpm
敷均し材料	アスファルト混合物及び路盤材
敷均し幅	2.5~4.5m(標準)
敷均し厚	10~150mm
最大敷均し能力	180t/hr



写真-1 ロッドアスファルトフィニッシュ全景

3-2 自動化装置の特徴

(1) 合材の自動供給装置

スクリード中央と両端に設置した超音波センサにより、左右のパーフィード、左右の固定・伸縮スクリーフフィードを各々制御し、最適な供給量を確保するものである。

また、供給量が不足した場合には、警報を出し、走行を停止させる機能も有している。

(2) 舗装厚の自動管理・自動制御

左右のレベリングアームに設置した超音波センサ、傾斜センサと走行距離センサ、スクリード端部の超音波センサにより、敷均し厚さを常時計測し、スクリードを最適な位置に制御するものである。

また、制御モードは、路盤面からの高さを基本とする厚さ優先制御と端部の構造物等の高さを基本とするレベル優先制御を選択できる。

(3) スクリード端部の自動追従（スクリードの自動伸縮・ステアリングの自動化）

スクリード端部の前後に設置した特殊センサにより、舗装基準線を検知し、ステアリングの

操舵角とスクリードの伸縮量を制御し、スクリード端を自動的に追従させるものである。特殊センサは、ロードアイと呼び、レ

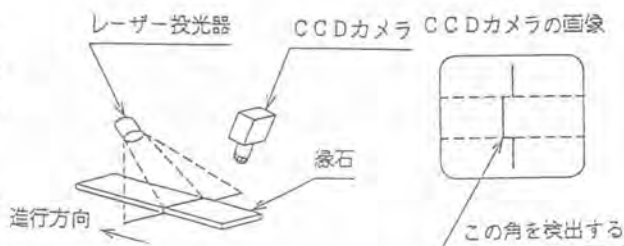


図-2 基準検知システム（ロードアイ）概要図

レーザー投光器とCCDカメラ、画像処理装置により構成され、平面的な白墨線や立体的な型枠構造物等各種の基準線を非接触で検知できるものである。

また、ステアリング制御は、スクリード制御と密接に係わり、数値的な関数による制御ルールの構築が困難なことから、ファジィ制御を採用した。

(4) 合材の受け入れの半自動化

距離センサによりダンプトラックとの距離及び、ホッパ内の合材量を検知させ、表示板(サインボード)により指示し、ダンプトラックの誘導、合材の排出(ダンピング)を行うものである。また、アスファルトフィニッシャーとダンプトラックをトラックヒッチという連結装置で自動的に連結可能とした。

4. おわりに

本開発は、平成3年度から3ヶ年計画で実施しているものであり、現在までに、各要素技術の開発を終え、全要素技術を搭載した総合システム機の試作・性能試験段階に達したものである。要素技術の開発過程における試験施工の結果では、施工改善効果を有することを確認しており、開発目標に確実に近づきつつあると考えている。

アスファルト舗装工は、mm単位の精度を要求されるために、熟練度を要し、多くの人力による補助作業も不可欠であり、その結果、労働集約型の施工形態となり、かつ、大変な重労働となっているのが現状である。こうした実態を改善するために、IE手法を応用した分析結果を行った結果、フィニッシャーの自動化が最も効果があるとの方向付けを得て、ロボットアスファルトフィニッシャーの開発を進めてきたものである。

今後は、5要素を搭載した総合システム機による実証試験並びに試験施工を行い、施工改善効果を評価し、早期にロボットアスファルトフィニッシャーの実用化を目指すものである。

なお、本開発は、共同開発により実施しているものであるが、(財)先端建設技術センターの他、大林道路(株)、鹿島道路(株)、世紀東急工業(株)、大成道路(株)、日本道路(株)、日本舗道(株)、(株)新潟鐵工所が参画しているものである。

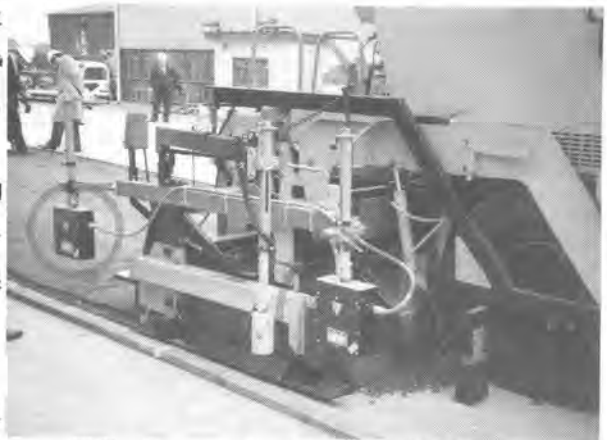


写真-2 スクリードのセンサ取付け状況



写真-3 合材受け入れ半自動化装置