

V-305

ロボットフィニッシャによる施工の合理化

(財)先端建設技術センター 正会員 本江 裕之
 (財)先端建設技術センター 萩原 哲雄
 大成ロテック(株)技術研究所 木下 庄次

1. はじめに

熟練技能労働者の減少や若年層の建設業離れ、3Kを嫌う社会的な背景等建設業を取り巻く環境は一層深刻な事態となっている。舗装事業においても状況は同様で、未だ人力や熟練工に依存する労働集約型で施工されており、積極的に施工体制を改善するような自動化・ロボット化は実現していない。このような背景から、舗装工での苦渋作業の解消、省力化、安全性の確保および施工・品質管理の向上等を目的に「ロボットアスファルトフィニッシャ」を開発し、実施工に適用し有用な成果が得られたので報告する。

2. 開発項目の設定

表-1 現状施工法の調査

現状施工方法での問題点、特性等を把握、分析するために表-1に示す調査を行い、自動化技術の開発項目の設定を行った。定量的分析の結果から現状施工法の問題点は、以下の通り抽出できた。

- (1) オペレータは、ステアリングと合材供給の操作を同時に行い、高度の熟練した技術が要求される。
- (2) スクリードマンは、舗装厚管理とスクリードの伸縮調整を行っているが、その熟練度に出来形が影響される。また、スクリードマンは、舗装厚の確認、調整のため横移動量が多く、労働負荷が高い。

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、I E手法によりオペレータ、スクリードマン、作業員の機能分析を実施
フィニッシャの性能と出来形の調査	舗設作業をオペレータとスクリードマンのみで施工し、出来形に対する影響調査を実施
フィニッシャの操作機能分析	オペレータとスクリードマンに、施工条件別操作のアンケートを実施し、操作要素の難易度を調査

- (3) 良好な出来形精度の確保は、後工程のスコップマン、レーキマン等の補助作業に対する依存度が高い。
- (4) ダンプトラックから合材の受け取り作業が、全体の施工効率を低下させている。誘導・合材の排出等を指示する誘導員の安全確保に問題がある
- (5) 舗設作業の始業・終業時に変則作業（人力作業）が発生し、作業員のピークがある。

現状施工法の問題点の内(5)は、施工上避けられない問題であるが(1)～(4)はフィニッシャの機能と相関が高い。従って施工改善効果を図-1の通り設定し、下記の5機能の開発項目を選定した。

- ①合材の自動供給、②舗装厚の自動管理・自動制御
- ③スクリードの自動伸縮、④ステアリングの自動制御
- ⑤混合物受け入れの半自動化

以上の5機能を自動化すると、オペレーティングは自動運転の監視と一部の補助作業を行うのみのワンマンコントロールが可能となるとともに、後工程の作業員並びに作業負荷を軽減することができる。

3. 開発機能の特徴

3-1 混合物の自動供給装置

4個の超音波センサーにより、左右のバーフィード、スクリュウフ

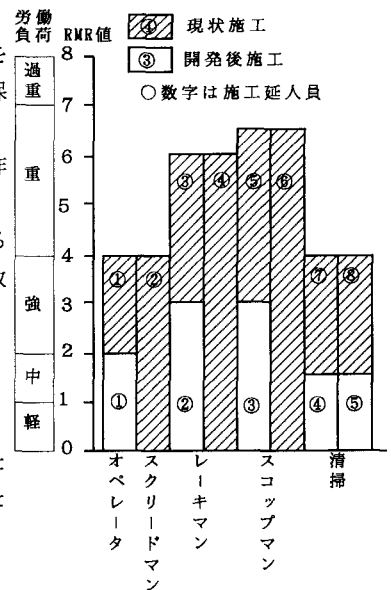


図-1 改善効果の設定

ィーダを制御し、最適な合材供給量が確保できる。

3-2 舗装厚の自動管理・自動制御装置

超音波センサーと傾斜センサー、走行距離用センサーにより、敷均し厚を常時計測しスクリーンを最適な位置に制御する。制御モードは、厚さ優先制御、サイドレベル優先制御を選択できる。

3-3 スクリーン端部の自動追従装置（スクリーンの自動伸縮、ステアリングの自動化）

スクリーン端部の前後に設置したロードアイにより舗装の基準線を検知し、ステアリングの操舵角とスクリーンの伸縮量を制御し、スクリーン端部が自動的に基準線に追従する。ロードアイは、レーザー投光器、CCDカメラ、画像処理装置から構成され、白線、白墨線、型枠、構造物等各種を非接触で基準線として検知ができる（図-2参照）。また、数理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ー制御を採用している

3-4 混合物受け入れの半自動化

距離センサーによりダンプトラックとの距離と超音波センサーでホッパー内の合材量の検知し、表示板で運転手へ指示を与え、ダンプトラックの誘導、合材の排出が行える。

4. ロボットフィニッシャの現場適用結果

実証試験、試験施工は東北技術事務所構内、国道45号線で行った。試験施工の工区内にはR120、R200の曲線区間が有り、合材は再生密粒ギャップ13Fを使用した。施工体制は、従来の8人体制からスクリーンマン、レーキマン、スコップマンを減じた5人体制で行い（図-1参照）、現場への適応性を評価した。調査は、ロボット機能や操作性

作業性（苦渋性、省力化）と出来形や出来映えの観点から評価を行った。図-3は、敷均し厚の精度を示し図-4は端部の敷き均し精度を示したものである。敷均し厚さは、表示値と実測値の差が $\pm 3\text{mm}$ 以内で制御されており、端部の敷均し精度は基準線に対し、 $\pm 5\text{mm}$ で制御されている。センター側の端部処理は、補助作業なしで要求される性能を確保でき、センター側の補助作業員の削減の可能性も確認できた。また、聞き取り調査から作業員の労働負荷は、8人の施工体制が、5人に減少したにも拘わらず、非常に小さくなっていることが確認できた。作業員のIE分析は、現在実施中であり、別の機会に報告したいと考えている。

5. まとめ

ロボットフィニッシャは、実施工に適用可能で当初開発目標とした省力化、省熟練化、苦渋性の解消等を有し、施工の合理化に有効であることが確認できた。今後は、種々の現場条件での耐久性を調査し、ロボット化の完成度を高めて行きたいと考えている。なお、本開発は、東北地方建設局東北技術事務所、日本舗道㈱、鹿島道路㈱、大林道路㈱、世紀東急工業㈱、日本道路㈱、新潟鐵工所により実施したものである。

参考文献：舗装の自動化技術の開発検討業務報告書、平成5年、平成6年。東北地方建設局東北技術事務所

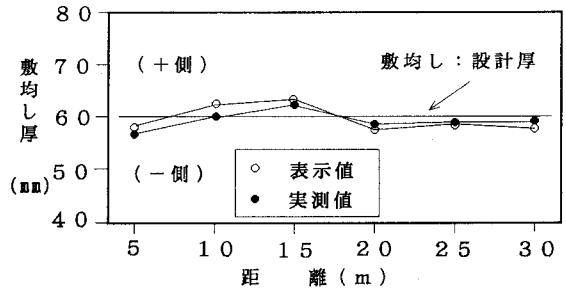
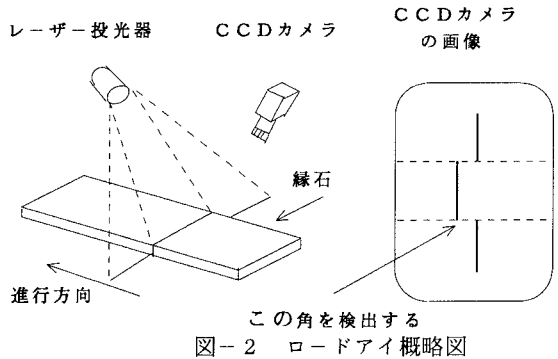


図-3 敷均し厚の精度

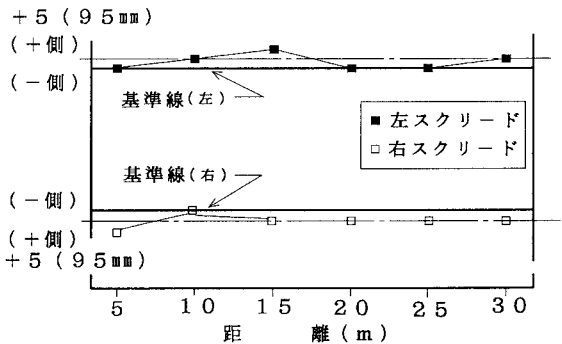


図-4 スクリーンの自動伸縮精度