

マシンコントロールモータグレーダ導入効果について

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 ○橋本 毅
 国立研究開発法人 土木研究所 正会員 田中 洋一
 国立研究開発法人 土木研究所 正会員 藤野 健一

1. はじめに

マシンコントロール（以下MC）とは、TSやGNSSなどを用いて施工機械の位置を把握し、その位置における設計値（あらかじめ入力された設計データ）と作業装置（ブレードなど）との差を算出し、作業装置が設計値に添うよう自動的にリアルタイムで制御を行う技術のことである。現在ではモータグレーダやブルドーザを用いた敷き均し施工を中心に実用化されており、オペレータの負担を軽減することによる施工の効率化や高精度化などが期待されている。国土交通省では平成25年3月に新たな「情報化施工推進戦略」を策定し、その中でMCモータグレーダとMCブルドーザを「一般化推進技術」としてさらなる普及を進めている。しかしながら、その導入効果を試験ピットにおける実験などにて定量的に把握した例は少なく、基礎実験等による効果の定量的な把握が、さらなる普及を促進する上で必要とされている。

そこで本研究では、MC施工の優位性を定量的に明らかにすることを目的とし、施工条件を同一にした2つの試験場にて従来施工とMC施工を行い、施工にかかる作業時間および出来形のバラツキを比較した。対象の工種は、モータグレーダによる路盤敷き均し施工とした。

なお、本研究は土木研究所と民間企業5社（鹿島建設、鹿島道路、トプコンソキアポジショニングジャパン、西尾レントオール、NIPPO）による共同研究にて行った。



写真-1.実験状況

2. 実験概要

2. 1. 実験概要

幅6m、全長70m（直線部45m、曲線部25m）の路床を2レーン用意し、その路床上に厚さ30cmになるよう路盤材料（M40）をモータグレーダにて敷き均す実験を行った。モータグレーダはMCシステムを搭載したKOMATSU GD655を使用し、1レーンはMCを使用せずに（従来施工）、2レーンはMCを使用して（MC施工）施工を行った。実験状況を写真-1に示す。また実験は一般的な施工と同様に、直線部10ピッチ、曲線部5mピッチで設定した測点における仕上がり高さが、設計高さ（基準高さ）±1cm以内になった時点で終了とした。



図-1.出来形計測点

2. 2. データ測定

実験結果として以下のデータを測定した。

- ① 施工開始から終了までにかかった時間
- ② 施工終了後、中央・右・左の3測線上1mピッチの仕上がり高さ（出来形）。TSにて計測（図-1）

2. 3. オペレータ

表-1に示す様々な経験を持った6名のオペレータにて実験を行った。

表-1.実験オペレータ

	年齢	業務経験年数
Aさん	30	8
Bさん	36	16
Cさん	22	1
Dさん	33	10
Eさん	52	33
Fさん	23	5

キーワード マシンコントロール、モータグレーダ、情報化施工、導入効果

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 土木研究所 先端技術チーム TEL 029-879-6757

3. 実験結果

施工にかかった実作業時間（後進や計測作業などを含まない、敷き均し作業のみの時間）を図-2に、3測線上1mピッチで測定した施工終了後の出来形を設計高さからの乖離で表し、さらにそのバラツキの標準偏差を算出した結果を図-3に示す。

図-2によると、すべてのオペレータにてMC施工を導入することにより実作業時間が短縮され、その短縮率は熟練者（経験15年以上：Bさん、Eさん）では約3～15%程度、非熟練者（経験9年未満：Aさん、Cさん、Eさん）

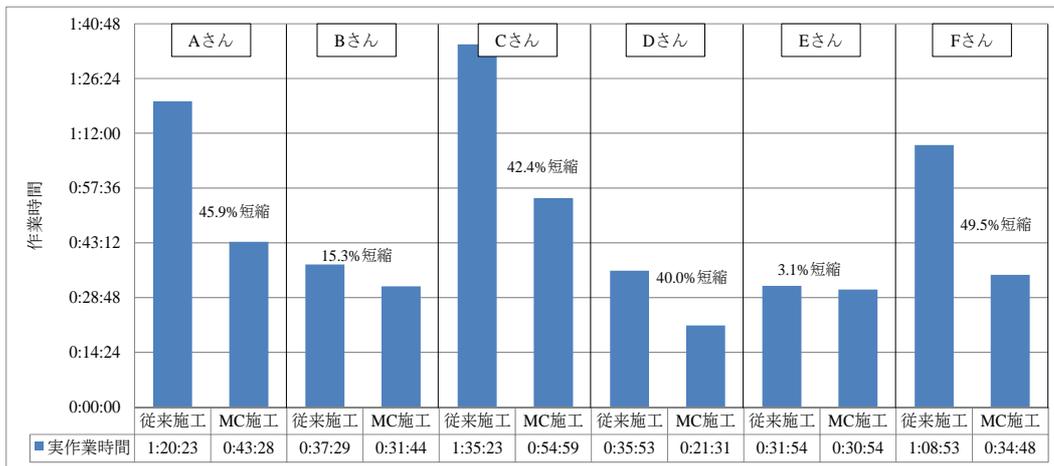


図-2.実作業時間

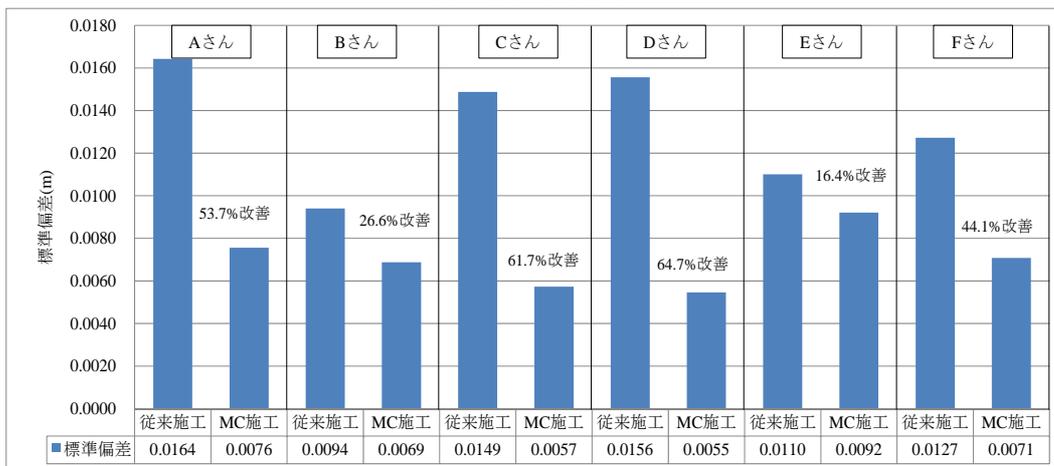


図-3.出来形バラツキ

では約40～50%程度となっており、非熟練者の方がMC施工導入による作業時間短縮効果が高いことがわかる。また図-3によると、すべてのオペレータにてMC施工を導入することによりバラツキが改善され、その改善率は熟練者では約16～26%程度、非熟練者では約40～60%程度となっており、非熟練者の方がMC施工導入によるバラツキ改善効果が高いことがわかる。また図-2、3によると、非熟練者にMC施工を導入した場合、ほぼ熟練者並みの実作業時間（約30～40分）、バラツキ（標準偏差約1cm以内）で施工できる可能性があることがわかる。

4. まとめ

施工条件を同一にした2つの試験場にて従来施工とMC施工を行い、施工にかかる作業時間および出来形のバラツキを6人のオペレータによる実験で比較した。その結果以下の点が判明した。

- 1) すべてのオペレータにてMC施工を導入することにより作業時間の短縮、バラツキの改善が可能である。
- 2) MC施工導入による作業時間短縮率、バラツキ改善率は非熟練者の方が高い。
- 3) 非熟練者にMC施工を導入した場合、ほぼ熟練者並みの実作業時間（約30～40分）、熟練者並みのバラツキ（標準偏差約1cm以内）で施工できる可能性がある。

モータグレーダのオペレータは、周辺環境や材料配分などを即座に分析・判断し、ブレード操作や速度調整、操舵などを行わなくてはならない。MC施工を導入することにより「ブレードの上下操作」を自動化することが可能となり、オペレータは他の操作に専念することができる。仕上げ行程においては「ブレードの上下操作」が施工の効率や精度に最も影響を与える因子であると考えられることから、MC施工導入により非熟練者でも熟練者なみの効率や精度が実現できるのではないかと考えられる。しかしながら今回の実験結果のみではすべての非熟練者が熟練者並みに施工できるとは未だ言えない。また課題のひとつとして、従来施工とMC施工で「最適な施工手順（材料配分・走行速度など）」が同一であるかどうかの確認、すなわち「MC施工用の最適施工手順」が存在するか否かの検証が必要であると考えている。これらについて、今後さらなる研究を行っていきたい。