

マシンコントロール導入による 生産性向上への効果について

土木研究所 先端技術チーム ○橋本 毅

研究背景・目的

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、作業装置が設計データに添うよう自動的にリアルタイムで制御を行う技術
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

効果の定量的な把握などの基礎研究はあまり行われていない

↓

**同じ線形・横断形状を有する路盤を、従来施工と情報化施工にて施工する。
作業時間、出来形、平坦性を比較。
MCグレーダの優位性を定量的に明らかにする。**

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



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
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




オペレータ、材料、線形、天候、重機、などの条件を統一し、MC使用・未使用の比較実験を行う

実験概要

計測項目
① 施工時間 施工終了までの時間を計測 施工終了判定：従来施工と同様（直線部10mピッチ、曲線部5mピッチで設定した測点すべてが設計値から±1cm以内）
② 出来形 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）をTSにて測定 
③ 平坦性 出来形計測後、左2.5m測線上の平坦性をローラにて締固めた後、3mプロファイルメータを用いて測定 

実験概要

オペレータ

	年齢	業務経験年数	従来施工経験	MC経験
Aさん	30	8	少	少
Bさん	36	16	多	多
Cさん	22	1	少	少
Dさん	33	10	少	多
Eさん	52	33	多	少
Fさん	23	5	少	少

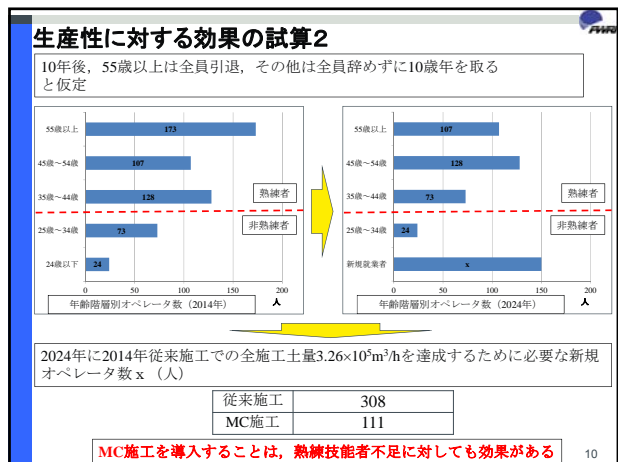
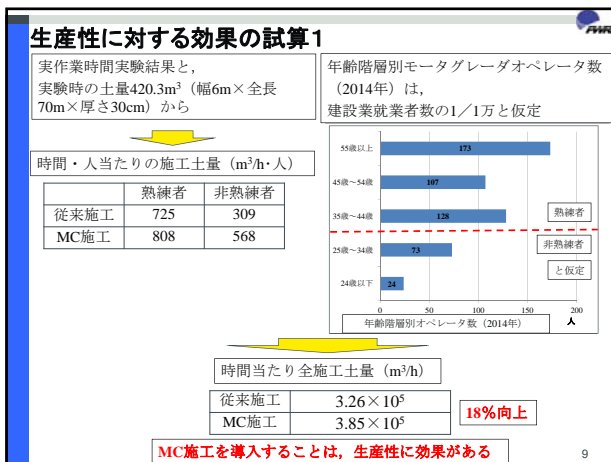
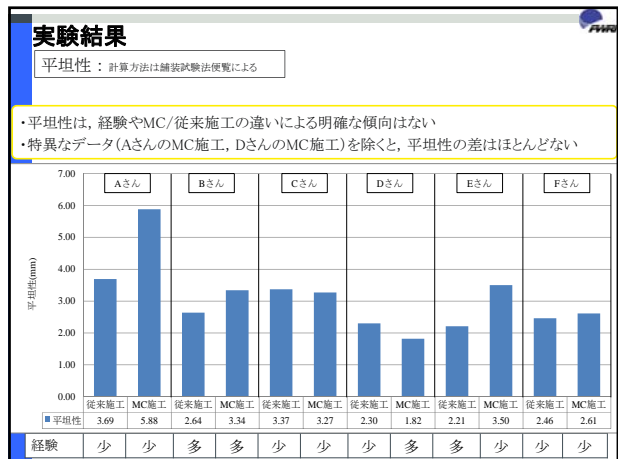
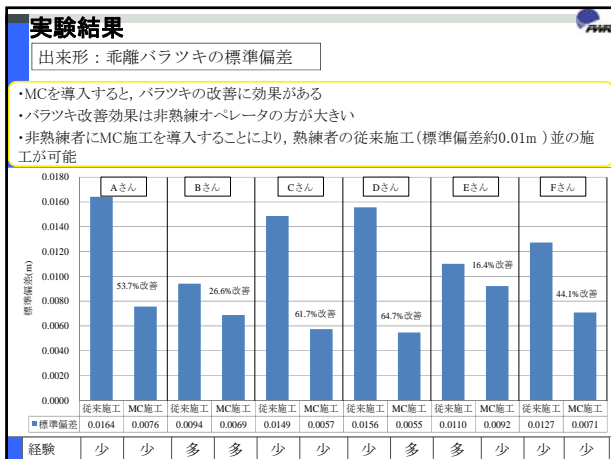
Bさん、Eさんを熟練者
Aさん、Cさん、Fさんを非熟練者とする
Dさんは特殊なため（MCトレーナ）検討から除外した

実験結果

※実作業時間＝敷均し作業のみの作業時間（転圧・水余下がり測定・後退などを含まない）

- MCを導入すると施工時間短縮に効果がある
- 施工時間短縮効果は非熟練オペレータの方が大きい
- 非熟練者にMC施工を導入することにより、熟練者の従来施工（30～40分）並の施工が可能

オペレータ	従来施工 (分)	MC施工 (分)	短縮率 (%)
Aさん	1:20:23	0:43:28	45.9%
Bさん	0:37:29	0:31:44	15.3%
Cさん	1:35:23	0:54:59	42.4%
Dさん	0:35:53	0:21:31	40.0%
Eさん	0:31:54	0:30:54	3.1%
Fさん	1:08:53	0:34:48	49.5%



- ### まとめ
- 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。
 - 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。
 - 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。
 - 平坦性はオペレータの経験、MC施工の有無による明確な傾向はなく、その値も（特異なデータを除くと）ほとんど同一である
 - MC施工の導入は生産性の向上および熟練技能者不足に効果的である。

考察と今後の課題

グレーダによる敷き均し施工を、高効率・高精度で行うための因子(コツ)は、とても多い

施工手順・段取り	材料配分	周辺環境	ブレード	ブレード	ブレード	走行速度	走行操舵
		・安全	ブレード上下	ブレードスライド	ブレード回転		

オペレータは上記すべての因子を分析・判断・操作しなくてはならない。MC施工は「ブレード上下」を機械が補完してくれるため、他の因子に専念できる。

ここで、「ブレード上下」は最もオペレータに対する負担が大きい因子、かつ最も効率・精度に影響を与える因子と考えられる

MC施工とは、以下が可能なツールである

- 非熟練者が熟練者なみの施工時間・出来形ばらつきで施工できる
- 生産性向上に効果がある
- 熟練技能者不足対策に効果がある

今後の課題

- さらなるデータの蓄積(さまざまな経験をもつオペレータ)
- 平坦性に効果が見られなかった理由
- MCモータグレーダ以外の機器
- MC施工用の最適施工手順は存在するか？ 完全自律制御は可能なのか？