

10. 情報化施工を用いた舗装の実験手法について

－ MC施工と従来施工の比較モデル －

国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 ○坂本 鋼三
国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 山口 崇
(一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 竹本 憲充

1. はじめに

国土交通省はこれまで情報化施工の導入を促進するため、平成20年7月に「情報化施工推進戦略」として5年間の戦略的な普及方策をとりまとめ、この方針に則り情報化施工の試行工事を実施し、その導入に努めてきたところである。

平成25年3月に第2期の「情報化施工推進戦略」が策定され。経験するための「使う」から、より効率的あるいは確実な施工を実現するための「活かす」ことに目的をむけた導入促進が求められる段階になってきた。

現在一般化を目指している技術にマシンコントロール（以下、「MC」という。）技術がある。これは施工機械の位置情報をリアルタイムで把握し、施工用の3D設計データのとおりに作業装置を制御するもので、オペレータの操作、作業負担を軽減し施工エリア全体で均一な施工を実現出来る技術である。

技術導入のメリットとして施工の効率化、施工品質の確実な確保に寄与するとして、技術の普及に努めているが、一方で情報化施工を用いて構築された土木構造物への均一な施工の効果について、定性的な有効性が期待されているが定量的な検証がなされていない。

本稿では、現状の課題となっている「定量的な効果の把握」を目指して行った「基礎実験」の試みについて、その実験手法と実験結果について報告する。

2. MC施工による目的物

MCによる施工は「情報化施工推進戦略」において一般化推進技術として導入を促進している技術である。モータグレーダのほかブルドーザなどの施工機械へ搭載し、土工や路盤工等において活用されている。従来施工とMC施工による路盤の仕上りの違いについてイメージを図-2に示す。

現状（従来施工）では、丁張りを目印に作業装置を操作し施工を行う、管理断面では設計値との差異を確認しながら施工をおこなうが管理断面間

の任意点ではオペレータの技量に依存することとなる。

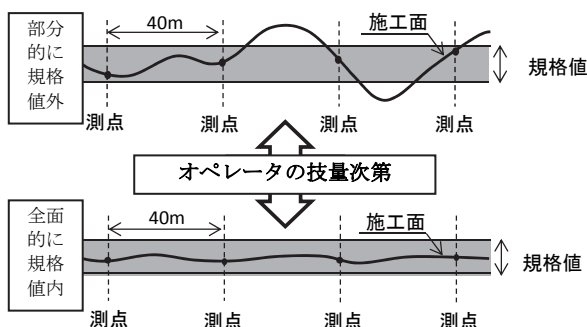


図-1 オペレータの技量による仕上りの差イメージ

一方、MC施工では、施工の目標となる3D設計データを施工機械に搭載し施工範囲全面で作業装置を制御して施工するため、管理断面間の任意点でも管理断面と同様の精度で施工出来る。これは路盤や表層などの施工厚が従来施工より均一な厚さで作り上げられることになる。

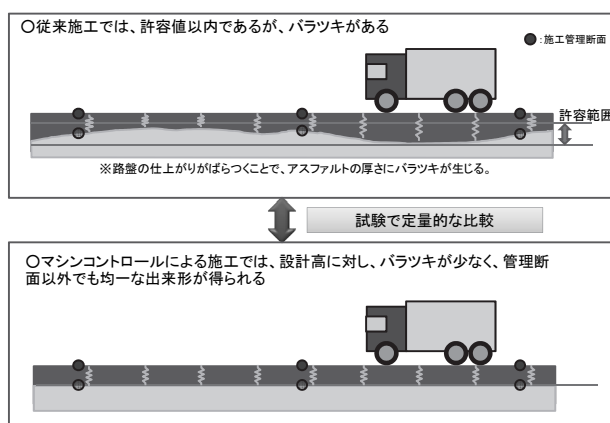


図-2 MC施工による均一な施工の比較イメージ

MC施工によって形作られた目的物の定量的評価を行うことは、均一に施工された目的物の構造物としての特性を把握することと考えられる。

そこで、今般の「基礎実験」においては、均一に施工された構造物の特性把握を行う一手法として、路盤を模した材料を用いて、仕上がり面に変化をつけた比較モデルを作成し、荷重試験機によ

る沈下や変形を観察することを試みた。

土木構造物は複数の要素からなるが、定量的な効果検証を行ううえで個別の要素毎に効果検証を行い、それらの結果を総合的に足し合わせることで評価出来ると想定した。その一部として、MC施工で実現される均一な路盤の効果を検証するため図-2のバラツキの差異を表すような要素モデルによる変状把握手法の成立性について検証した。

3. 「要素実験」を見据えた基礎実験概要

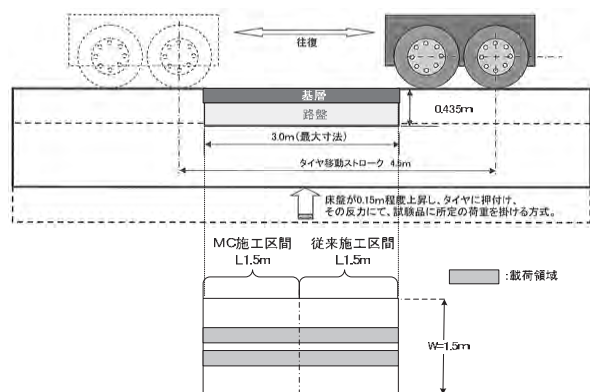


図-3 輪荷重移動載荷試験

3.1 基礎実験の目的

路盤の敷き均し作業に情報化施工を用いることにより路盤の平坦性が向上するが、このことが路盤・基層を含むアスファルト舗装の疲労耐久性に及ぼす影響を確認する手法として、実物大アスファルト舗装試験体を用いた輪荷重疲労試験を実施した。

3.2 輪荷重疲労試験装置の仕様

実験装置には(株)G&U技術研究センター内の室内輪荷重疲労試験機（図-3）を用いた実験の条件は表-1のとおり。

表-1 実験条件

項目	内容
載荷荷重	98 (KN)
移動距離	4.5 (m)
移動速度	最大 20 (往復/分)
載荷回数	22.4 (万輪) =0.7 万 (往復/12 時間) ×2 (昼夜) ×4 (輪) ×4 (日)
軸間距離	1.4 (m)
タイヤサイズ	11R22.5-16PR トラックタイヤ用ゴムタイヤ ダブルタイヤ 2 軸
試験体サイズ	L3.0 (m) × 1.5 (m) × t0.4 (m)

舗装試験法便覧では標準荷重を 49KNとされているが促進試験として 2 倍を設定する。このため荷重が 2 倍になると舗装の寿命に対する影響が 16 倍

になる 4 乗則を引用し、載荷輪数を算出した。

3.3 供試体

実験で使用した供試体は図-4のイメージを参考とし輪荷重疲労試験装置の供試体寸法を最大限利用し作成した。



図-4 基礎実験イメージ

3.4 供試体の形状等

実験期間などの制約により一つの供試体の中で従来施工のモデル部分とMC施工のモデル部分の二区間を設けた。

3.4.1 路盤の表面形状等

- ・従来区間：路盤表面へ波長 1.5m、振幅 1cm のサイン波状に凹凸をつけた。路盤を敷き均し、載荷範囲にサイン波の山部と谷部がそれぞれ 1 カ所ずつ含まれるようにした。
- ・MC 区間：可能な限り平坦に敷き均した。

3.4.2 路盤の密度

セメント安定処理を行い、密度・剛性を均一にした。転圧方法は、従来区間、MC 区間とも転圧にタンパ等を用いた人力施工にて実施した。部分的に締固め不足による密度低下箇所が生じないように、入念に締固めを行った。



図-5 路盤締固め



図-6 路盤締固め

3.4.3 表層の表面形状等

供試体を収めるカセット上端まで合材を打設し、表面をレーキ等で平坦に仕上げ、転圧方法はプレートコンパクタを用いて平坦に転圧した。



図-7 乳剤散布



図-8 合材投入



図-9 基層敷均し



図-10 基層締固め

4. 実験状況

実験状況の写真を図-11～14に示す。



図-11 輪荷重載荷試験機



図-12 載荷輪(ラジアルタイヤW2軸)



図-13 測線配置



図-14 沈下状況(2.8万回載荷後)

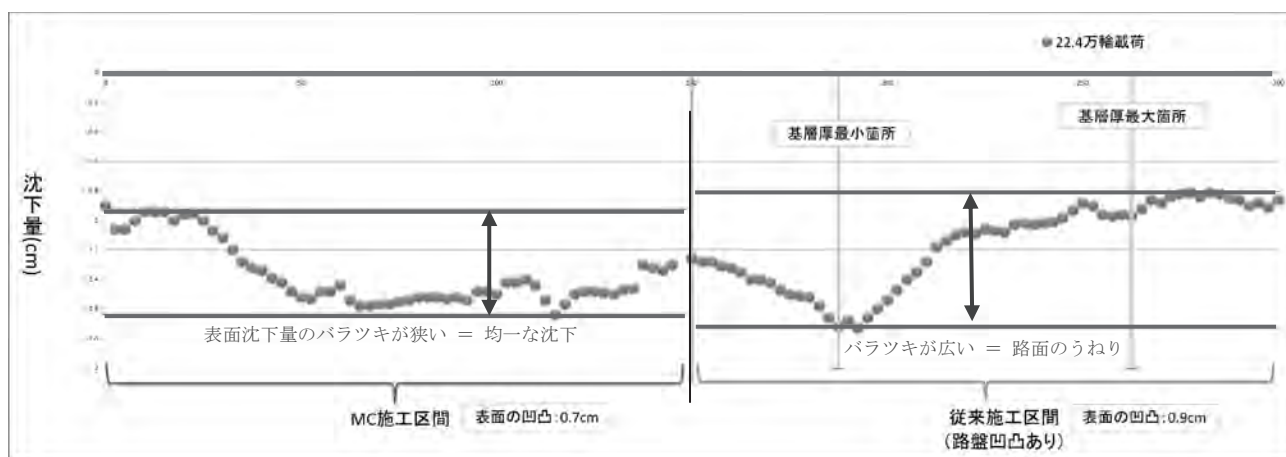


図-15 基層表面の沈下量(縦断方向)

5. 実験結果

実験の結果は以下のとおりであった。

5.1 沈下量確認(縦断方向)

MC区間(基層厚が均一、平均層厚 5cm)では、ほぼ均一に沈下が進んだ。(路盤の平坦性向上(＝基層層厚の均一化)により沈下量が均一化)

従来区間では、基層が最も薄い区間では他区間より沈下が大きく、基層が最も厚い区間では、沈下が小さい傾向があった。

路盤の凹凸が基層厚のバラつきを生じ、その結果、MC施工より短期間で平坦性が低下したことになる。

5.2 沈下量確認(横断方向)

従来区間では、基層厚により沈下量の違いが出た。(厚い＝沈下量少。薄い＝沈下量多。)当初の層厚と厚さの変化量との間に明確な相関はなく、層厚のすり減り量は、当初の基層厚さに関係なく同程度であった。

5.3 密度試験結果

実験結果の裏づけとして、供試体(基層)の密度試験を実施し、「土木工事施工管理基準および規格値」の品質に関する規格値(基準密度の95%以上)を満足していた。

6. 実験結果と実験方法の考察

今般の基礎実験では、従来施工とMC施工の違いについて、5.2項で述べた基層のすり減りに差が無く、路盤の変状(変形)が原因となって沈下が発生する現象で違いが確認できた。しかし、実際の現場では、轍掘れは基層・表層面で発生し、路床・路盤面まで変形しないことが知られており実際の事象と異なる事象として結果が得られたこととなる。

原因として、今般の実験を行った条件が鋼製枠に納められたカセット状の供試体で行われたことが考えられる。また、路盤の仕上り精度について規格値を参考として極端に設定した。これは、要素実験で傾向判断が行えるかの確認も目的とした

ためであるが、極端な事例による実験のため、実現場との乖離が発生したと考えられる。今後「定量的な効果の把握」を行っていくためには、従来施工とMC施工の実現場での出来形形状を精緻に確認し要素実験に反映することが正しい評価に繋がると考えられる。

7. おわりに

今回の基礎実験では、構造物の均一性の違いによる変状発生の違いについて、かなり極端なモデルによる実験であるが違いを把握することが出来た。実験手法としては、要素実験による効果検証の可能性は確認できたと考えられる。しかし、実現場で構築される構造物の定量的評価に結びつけるには、その環境条件の違いが大きく影響すること、実構造物の性状を踏まえた要素実験モデルの造成など多くの課題が存在する。そのため実験による直接的評価は困難であることも指摘されている。

今後、道路土工と舗装工の実現場において、平坦性や均一性などの性状把握とその定量的評価を試みる事が予定されており、その進捗にともない、今回の基礎実験の結果を踏まえた要素実験の活用が期待できると考える。

8. 謝辞

本実験の結果考察にあたり、国立研究開発法人土木研究所 道路技術研究グループ 舗装チーム 久保上席研究員より、基礎試験方法や試験結果のとりえ方に対して指導及び助言を頂いた。この場をお借りして感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 情報化施工推進戦略会議：「情報化施工推進戦略」、提言 pp. 91～96、平成24年
- 2) 国土交通省関東地方整備局：「MC施工を前提とした情報化施工技術の新たな施工管理への展開」建設施工と建設機械シンポジウム 論文集・梗概集、pp. 107～110、平成25年