

JCMA 報告

情報化施工技術の活用効果

一般社団法人 日本建設機械施工協会 情報化施工委員会 復興支援 WG
相良 幸雄, 小櫃 基住, 藤島 崇

日本建設機械施工協会情報化施工委員会においては、復興支援ワーキングを設置し、東日本大震災の災害復興事業に情報化施工を活用することで、安全・安心できる復興事業を実現し、一日も早い復興を遂げられるよう活動を行っている。本活動の一つに情報化施工技術を復興工事に試験的に活用いただき、その効果を体験していただく“チャレンジ工事”を実施している。

また、チャレンジ工事ではその導入効果の測定についてご協力をいただくこととなっており、本報告は、チャレンジ工事で確認された情報化施工技術の活用効果について報告する。

1. はじめに

東日本大震災からの早期復興を目指して、三陸沿岸道路等の復興道路や復興支援道路の整備が急ピッチで進められている。このため、短期間での完成と供用開始に向けた発注と工事が進められており、工事においても短い工期と適切な施工品質の確保を両立させることが重要である。

一方、情報化施工技術は、作業性の改善と均一な施工品質の確保に有効な技術として認知されつつあるが、新たな技術への不慣れや、復興工事での具体的な活用事例が少なくその効果も未知といった背景から活用が進んでいない。

そこで、復興支援 WG では工事の早期完成に向けて、情報化施工技術を上手に活用できる人材育成に向けた研修会の実施の他、適用事例における効果や現場での応用例などを周知するための活動を実施している。

さらに、情報化施工技術を活用してみたい施工者を対象に、無償での情報化施工機器貸与とその活用方法に関する技術指導を実施し、情報化施工技術の活用効果を体験していただく“チャレンジ工事”を実施している。本報告は“チャレンジ工事”の第1号となった施工現場において、その活用前後の比較を行い、どのような効果が得られたかを報告するものである。

2. 現場概要

当該工事は、復興道路・復興支援道路として建設が進む宮古盛岡横断道路で、沿岸部の宮古市と内陸部の盛岡市を結ぶ約 100 km の地域高規格道路を構成する「宮古箱石道路」の一部（図—2 の②区間）である。現場は、宮古側の 500 m 程度が盛土の施工区間、盛岡側の 500 m 程度が掘削の施工区間となっており、盛土は場内の掘削土を利用する計画である。



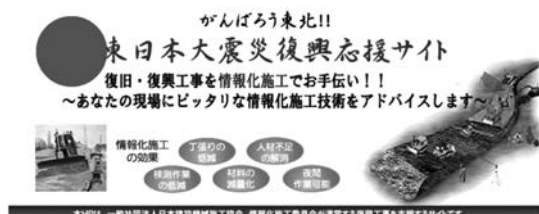
●工事数量（概算）

施工延長：	約 1,000m（本線）
施工土量：	約60,500m ³ （本線切土） 約49,000m ³ （本線盛土）
法面整形：	約 7,820m ² （本線切土） 約 7,840m ² （本線盛土）

宮古盛岡横断道路
（宮古～盛岡）100km
[H23補正新規区間48km]



図—2 施工箇所と現場概要



<http://www.jcmanet.or.jp/sekou/hukkou/index.html>

図—1 復興支援 WG の活動概要

3. 導入技術の概要

本現場では、技術提案等により、当初から TS 出来形管理および TS・GNSS を用いた締固め管理技術が導入されている。また、締固め管理技術についてはネットワーク型の RTK-GNSS が活用されていることから、チャレンジ工事による情報化施工技術としてネットワーク型 RTK-GNSS 方式の MC（ブルドーザ）と MG（バックホウ）を導入していただくこととなった。



写真—1 チャレンジ工事で導入した情報化施工技術

4. 活用効果

本工事では情報化施工技術の導入効果を把握するために、丁張り作業や施工管理等の労務に関する長期アンケート調査に加え、作業能力や施工精度の均一化に関する現場検証を実施した。

(1) 現場検証の条件と検証状況

ブルドーザによる盛土の敷均し作業、バックホウによる盛土法面の整形作業を対象に、情報化施工技術を活用した場合と、情報化施工を活用せず丁張りを目安に施工する従来手法との比較を行い、その違いを確認した。さらに、重機の操作経験が豊富な熟練技能者（20年以上の実務経験）の場合と、重機の操作経験が浅い技能者（冬季の除雪作業で1ヶ月程度の実務経験）による作業の違いについても確認した。

(a) ブルドーザによる敷均し作業

当該工事では、掘削土を盛土材として利用していることと、運搬路の制約があることから、ダンプトラッ

クによる土砂運搬（1台分）ごとに敷均し作業を行っている。検証作業においても同様の作業手順とし、土運搬の待ち時間は作業時間から除いている。

施工現場内の同条件の箇所に、MCによる施工区間とMCを利用せず、従来の丁張りを設置して施工する区間を設けて作業時間を比較した。丁張りは検証ヤードの四隅に丁張りを設置して作業を行った。

(b) バックホウによる法面整形作業

施工現場内の同条件の箇所に、MGによる施工区間とMGを利用せず、従来の丁張りを設置して施工する区間を設けて作業時間を比較した。丁張りは検証ヤードの2箇所に設置して作業を行った。検証区間は盛土区間であり、余盛り分を削りながら整形する作業である。

各区間：延長約 30 m × 幅約 6 m

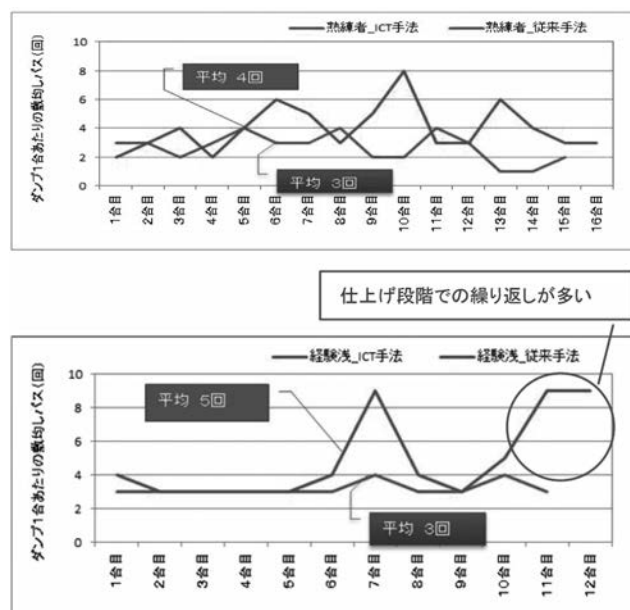
各区間：延長約 15 m × 法長約 3 m

(2) 作業性の向上

(a) ブルドーザによる敷均し作業

図—3は、熟練技能者の場合と経験の浅い技能者の敷均し作業について、ダンプ1台分の土砂を整地する際の機械の前後進の回数を分析した結果である。

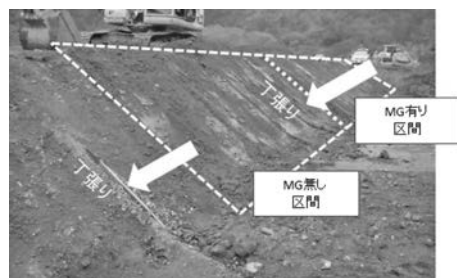
図—3（上）に示すように、熟練技能者の場合は、従来施工（丁張りを目安にした施工）は、ダンプ1台分の土砂に対して概ね4回程度の敷均し作業で完了しているが、MCを利用した場合は概ね3回程度の敷均し作業で完了している。また、丁張りを目安にしている場合は、作業の終盤になると施工範囲全体を見渡し



図—3 MCの有無による作業状況の違い
（上：熟練技能者、下：経験の浅い技能者）



各区間：延長約 30 m × 幅約 6 m



各区間：延長約 15 m × 法長約 3 m

図—4 ブルドーザの敷均し作業（上）とバックホウの法面整形作業（下）の検証ヤード

て最終整形を行っているが、MC を利用した場合は最終整形作業が僅かな微修正のみで完了している。

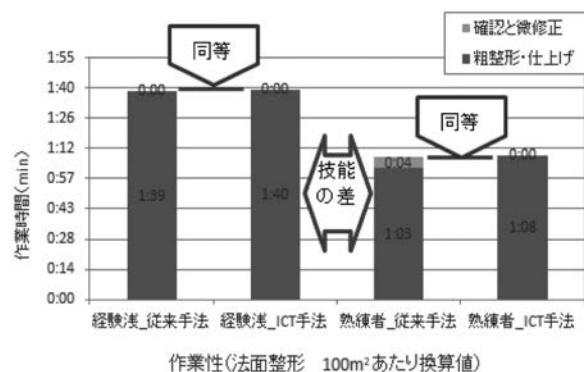
一方、図—3（下）の経験の浅い技能者では、MC を利用しない場合は作業終盤で全体を俯瞰した際の修正作業回数が熟練技能者に比べて多いが、MC を利用することで終盤での整形作業が熟練技能者相当の回数まで削減できている。

図—5 は、MC を利用した場合と丁張りによる作業について、熟練技能者の場合と経験の浅い技能者の作業時間を比較したものである。経験の有無に関係なく、MC を利用することで正確な操作が実現されるため作業の繰り返し回数が減少し、MC を利用しない場合に比べて作業時間が短縮されている。

また、経験の浅い技能者でも効率的に操作ができることにより、従来手法による熟練技能者程度の作業時間で敷均し作業ができる結果となった。

(b) バックホウによる法面整形作業

図—6 は MG バックホウを利用した場合と利用し



図—6 MGの有無と経験の差による作業時間

ない場合について技能者の操作経験の違いによる作業時間の差を整理したものである。

熟練技能者は、従来手法では運転席から目視で法面仕上がりを確認するが、MG を利用した場合でも、バケット幅の法面整形作業が終了時に数秒程度確認する程度での違いであり、作業時間もほぼ同等であった。

一方、経験の浅い技能者では、従来手法では運転席から仕上がり状況を目視判断し、最終的には降車による丁張りとの確認を実施しながら何度も整形作業を繰り返している。MG の利用により降車作業により確認は削減されているが、運転席のモニタに表示された設計との差が所定の目標値になるまで微修正を繰り返すことになり完成に至るまでに細かな修正時間を要していた。このため、MG を利用した場合でも、バケットの幅毎に何度も画面を確認しながらほぼ設計どおりになるまで操作を繰り返す作業となり、MG を利用しない場合の完了までの作業時間とほぼ差がない結果となった。

上記の結果、MG の利用の有無によって運転技能が向上するという効果は見られなかった。ただし、技能者へのヒアリングでは操作の結果として、目標値との差が数値で確認できるため、自己の操作に対する評価が常に出来ることとなり、技能の習得や習熟にも効果があるのではとの意見も聞かれた。

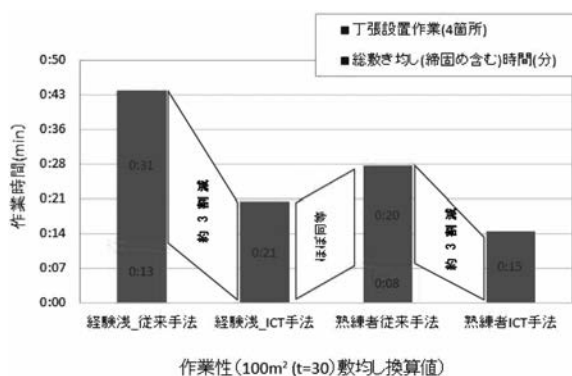
(3) 施工精度の均一化

(a) ブルドーザによる敷均し

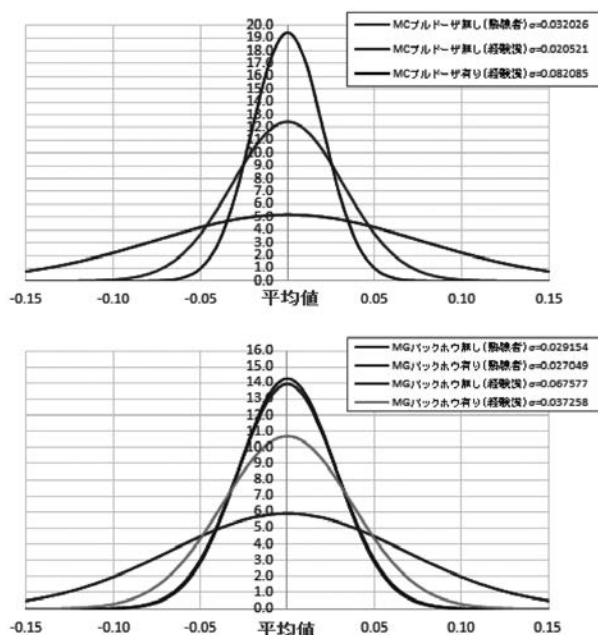
図—7（上）は熟練技能者が MC ブルドーザを利用しない場合の仕上がり状況と、経験の浅い技能者が MC を利用する場合と利用しない場合の仕上がり状況の違いを比較した図である。

MC ブルドーザによる施工後に、TS を用いてほぼ 2 m 間隔（ランダム）で計測を行った結果について、設計値との差を抽出し平均値からのばらつきを整理した。

図—7（上）より、MC ブルドーザを利用することで、経験の浅い技能者でも熟練技能者並みのばらつきで敷



図—5 MCの有無と経験の差による作業時間



図一七 施工後のばらつき
(上：MC ブルドーザ，下：MG バックホウ作業)

均しが完了しており、施工が均一化していることが解る。

ただし、熟練技能者の場合は、単純に均一に敷均すだけでなくブルドーザの軌跡が一箇所に偏らないようにレーンを変えて敷均しを行うことや、土砂の盛りこぼしを減らす方向での作業を行うなど、土質や現場の状況ごとに細かなノウハウを加えており、MC の利用だけでは補えない作業のノウハウもある。この様に、MC の利用により操作の支援は可能であるが、現場状況の把握と基本的な知識による的確な判断技術は不可欠である。

(b) バックホウによる法面整形

図一七（下）は、バックホウによる法面整形作業後にTSを用いて計測を行い、設計値との差を抽出し平均値からのばらつきについて整理した。

図一七（下）より、MG バックホウを利用することで、熟練技能者経験の浅い技能者の両者で、施工のばらつきが減少していることがわかる。また、技能者のヒアリング調査では、MG を利用することでミスリスク

が低減でき安心感があるとの意見が聞かれた。

(4) 労務作業の改善

情報化施工技術の効果として、精度および作業時間に関する短期調査の他に、作業に必要な人員構成の変化や丁張り設置作業の変化についてヒアリング調査により分析を行った。

(a) 作業員の構成について

図一八は当該現場での作業員体制を整理したものである。当該現場では、初めての技術導入となったことから導入初期は従来の人員構成であったが、技術への理解とシステムのチェック方法の確立によって、図一八に示すような人員構成での作業が可能となった。

●切土、掘削工事 《3DMGバックホウ》	
バックホウオペレータ	… 1名
施工指示者	…………… 1名(3DMG施工では不要)
施工精度確認	…………… 2名(3DMG施工では不要)
※掘削位置、深さ、法面との正対など、施工箇所や施工状況を観察しながらバックホウオペレータへ指示する作業員が不要	
※施工精度確認は、従来はレベルやTSなどの測量により確認していたが、3DMGでは施工中にシステムで確認可能	
●盛土工事 《3DMGブルドーザ》	
ブルドーザオペレータ	… 1名
ローラオペレータ	…………… 1名
施工精度確認	…………… 2名(3DMG施工では不要)
※施工精度確認は、従来はレベルやTSなどの測量により確認していたが、3DMGでは施工中にシステムで確認可能	

図一八 作業員構成の変化

(b) 丁張り設置作業について

図一九は丁張りの削減効果を試算した結果である。実現場においては、丁張りは現場で作業する職員の共通認識を行うための目印である他、土工以外での作業指示にも利用することから全てを無くすことはできない。特に、法面施工では小段部分の排水構造物などの設置にも利用されることから、従来施工の半分程度の削減となっている。

一方、盛土部分の敷均し作業については、従来でも敷均し作業用の丁張りであることと、目印としては法面の丁張りがあることから全数削減が実現している。

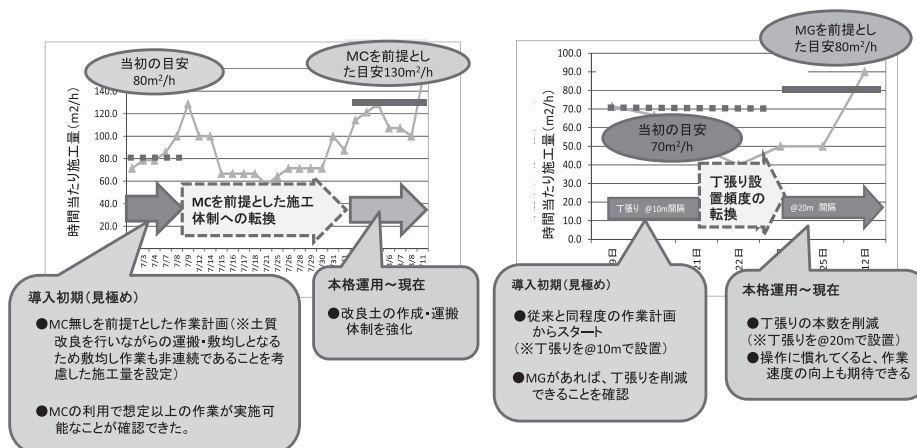


種類	総設置数	設置時間
従来施工	600箇所	50hr
情報化施工	0点	0hr



種類	総設置数	設置時間
従来施工	50箇所	25hr
情報化施工	26箇所	13hr

図一九 丁張りの削減効果（左：ブルドーザによる敷均し作業，右：バックホウによる法面整形作業）



図一 10 日当たり作業量の推移 (左：敷均し作業，右：法面整形作業)

(5) 工程の短縮

図一 10 は日当たり作業量の推移 (一部) をとりまとめたグラフである。図一 10 から解るように，導入当初は従来施工の日当たり作業量付近で推移しているが，その後，MC ブルドーザを利用した敷均し作業では当初計画のおよそ 160%，MG バックホウを利用した法面整形作業では当初計画のおよそ 110%の施工量で推移している。これは，技能者が情報化施工技术に慣れたことと，現場のマネージャが導入後の個別作業の効率向上を確認し，当該現場に適した土砂運搬体制などへ転換を図ったことである。

5. まとめ

今回のチャレンジ工事における効果検証により，情報化施工技术が個別の作業スピードの向上，施工精度の均一化といったポテンシャルを有していることが確認できた。また，導入当初は新たな技術への不安や不慣れもあるが，情報化施工技术を扱う技能者を育成することで，労務の削減に寄与できることが再確認された。さらに，MC や MG といった情報化施工技术が経験の浅い技能者への支援にも有用であるとの意見も伺うことができた。

一方，MC ブルドーザを運転したオペレータの感想では作業スピードは 3 倍以上との声も聞かれているが，現場ごとに土砂運搬やその他の制約条件があり，作業のスピードアップがそのまま作業量の増加に繋がってはいない。また，盛土作業だけが進んでもその他の付帯作業が進められない状況下では全体の進捗向上に繋がらないことも明らかとなった。

この様に，情報化施工技术の導入による個別作業の効率化を現場進捗の向上に繋げるためには，情報化施工技术に適した作業手順への変更，情報化施工システ

ムのチェックなどの新たな機器の運用体制の確立の他に，周辺作業や現場環境による制約条件を踏まえた現場の作業手順や資機材調達などのマネジメントが重要であることがより明確となった。

6. おわりに

本報告は，震災復興工事で“信頼性の高い構造物を効率的に作りたい”そんな施工業者様の熱意を情報化施工で支援することを目的として，情報化施工を使ってみてみたい施工業者様を募集し，対象の施工業者様には，情報化施工導入・実施に関するトータルコンサルティングをさせていただくチャレンジ工事第 1 号での支援報告をとりまとめさせていただきました。

本チャレンジ工事では，現場の杉枝所長を始め施工業者様の皆様と支援 WG メンバの熱心な取り組みのもと，情報化施工技术を生産性向上に繋げるという明確な目的で技術を利用いただき，情報化施工技术の導入を前提とした作業体制や運用体制を臨機に導入いただいたことで“信頼性の高い構造物を効率的に構築する”という効果が得られました。ご協力いただいた関係者各位に記して感謝致します。

さらに，最近の情報化施工技术は，機械の稼働状況などをインターネットに繋ぐことで施工の進捗をリアルタイムに把握することも可能となっており，マネジメントに必要な情報の入手環境が改善されつつあり，技術と情報を上手に利用することで一層の生産性向上が期待できるものと考えております。

当復興 WG では，情報化施工技术と情報の活用により一日も早い復興が実現するよう活動を続けて参りたいと考えております。関係各位には今後ともご協力の程よろしくお願い申し上げます。