

CMI 報告

「復興道路」工事への
情報化施工技術活用の有効性

柴藤 勝也・藤島 崇

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¹⁾。これらの道路については、これまでに前例のない大規模プロジェクトを短期間で実施することによる様々な課題が見られる。例えば、測量・調査・設計業務の迅速化と品質確保、複数機関との連携調整、建設資材や建設機械の不足、技術者・技能者の不足、大規模工事での確実な施工管理等が挙げられる。このような課題を解決するため受発注者双方で様々な取組みが実施されているが、なお一層、官民が協働して取り組んでいく必要があると考えられる。

本稿は、施工現場の効率化・省人化に資する情報化施工の普及促進を図るとともに、復興道路工事の早期整備の一助として有効な情報化施工技術を効果的に活用するための支援として、日本建設機械施工協会が実施している取組み（技術指導、技術支援等）について紹介するものである。

2. 復興道路工事の課題

復興道路工事における施工段階での課題を表—1に示す。これらの課題は、復興道路工事に携わっている施工者からの聞き取りで得られたものである。施工段階の課題は、以下の3つのグループに区分できる。

【課題のグループ】

- I：個々の施工現場の工程・施工精度確保に関わるもの
- II：個々の施工現場の施工管理、品質確保に関わるもの
- III：複数の施工現場の運搬車両等の運行管理に関わるもの

課題解決の方策には様々なものが考えられ、例えば工程確保の一般的な方法としては建設機械や作業員を多く投入して時間当りの施工量を増やすことが挙げられる。しかし、復興道路工事ではそれらが不足するケースがあり、その実行は困難である。また、施工精度の確保は、作業効率を無視して時間をかければ可能だが、工程が遅れる要因となる。このような課題を同時に解決する一方策として、施工現場に新たな自動化・機械化の導入を行う情報化施工の活用が考えられ、以下のような課題解決の方向性が考えられる。

【課題解決の方向性】

- I：主要工種の準備作業時間の短縮、建設機械の自動化やオペレータ操作支援による施工効率・施工精度の確保
- II：面的管理による管理業務の実施頻度低減・省略および施工仕様の面的な遵守による品質確保
- III：各現場間の工程調整の容易化と運搬車両の運行状況把握の迅速化

情報化施工で課題に取り組む理由としては、土木作業は協同作業や並行作業が多く、一部分の作業の見直しのみでは必ずしも工事全体の工期短縮には寄与しない場合もあるが、個々の工程や作業を効率化させることが結果として全体の工程・工期に影響を及ぼすことも間違いはないことである。個々の工程や作業の効率を高めるには、作業を連続化させたり、統合化させたり、非

表—1 施工段階の復興道路工事の課題

グループ	課題
I	①先行工事との調整、細部の設計の未決定、支障物の移設の追加等が影響して、主要工種の着工に遅れが出る。
	②建設機械の熟練オペレータの確保が困難であり、施工ミスや施工精度の低下が懸念される。
II	③大土量と広範な施工ヤードの工事となり、品質、土量、出来形の管理が煩雑である。
	④早期整備に向けてスピード感を持った対応が求められる一方で、高盛土となる箇所も多く、将来の地震等の災害に耐えるための品質の信頼性が重要となる。
III	⑤掘削のみ、盛土のみの現場も多く、関連する工区全体での土配計画・運土計画が必要である。
	⑥多数の土砂運搬車両が現道を走行するため、現道環境への負荷が懸念される。
	⑦ダンプトラック等の機材の手配が困難（台数不足、価格高騰）で、工程の調整が難しい。

効率的な作業や手戻り・手直しを少なくすることが重要であり、その点で情報化施工が最も適していると言える。

3. 情報化施工とは

情報化施工は、ICTの活用により各プロセスから得られる電子情報を活用して高効率・高精度な施工を実現し、さらに施工で得られる電子情報を他のプロセスに活用して、建設生産プロセス全体の生産性の向上や品質の確保を図るシステムである²⁾。

代表的な情報化施工技術は、マシンガイダンス(MG)やマシンコントロール(MC)、締固め回数管理といったものである。これらは、GNSSやTSといった測位技術で建設機械の位置を測定し、建設機械が行う作業の目標とする位置(設計データ)と照らし合わせ、建設機械の操作すべき位置を表示したり、建設機械の作業装置を自動操作したりする技術である。MC技術の概要を図-1に示す。

これら以外にも、ダンプトラックの通過をICタグで認識して運行管理に役立つ技術や、建設機械の稼働状況等の情報を工事の受発注者で共有する技術³⁾なども、広く情報化施工の技術として考えることができる。

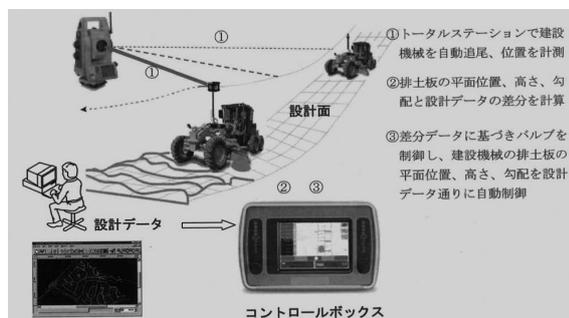


図-1 MC技術(例:MCモータグレーダ)の概要⁴⁾

4. 情報化施工技術の活用支援の取組み

復興道路等の震災復興事業での課題解決手段として、積極的な情報化施工技術の活用を支援するため、日本建設機械施工協会では以下の取組みを実施している⁵⁾。

(1) 講習会の開催

情報化施工の実務内容の講義と、実際に機器を操作体験することにより、情報化施工への理解を深めて施工現場での活用に役立つことを目的として、平成24年から計4回の「災害復興工事に役立つ情報化施工講習会」を実施している。第1回講習会受講者のアンケート結果を表-2に示す。情報化施工自体への理解が深まり、現場に活用する意欲につながっていることがうかがえる。

表-2 第1回講習会での受講者アンケート結果

設問	回答(受講者14名)
講習会の感想	非常に役に立った(8名), 役に立った(5名), 普通(1名)
今後の情報化施工の活用	すぐに活用したい(6名), いずれ活用したい(8名), 考えていない(0名)
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・講義と体験で理解が深まった ・メーカーによる操作方法の違いも体験したい ・復興工事のスピードアップが期待される ・人手不足や若者の建設離れ防止に役立つ

(2) 震災復興工事チャレンジ業者の募集

当協会では震災復興工事で情報化施工の活用を検討している施工者に対し、導入技術のコンサルティング、一部の情報化施工機器の貸出し、機器設置作業、現場教育やトラブル対応等のサポートを行う「震災復興工事チャレンジ事業」を実施している。機器の貸出しやサポートには期間を限定するため、技術の導入は試験的なものとなる。このような試験導入のため、発注者

表-3 震災復興工事チャレンジ事業での情報化施工技術の導入内容(平成26年7月現在)

項目	内容
工事概要	道路新設に伴う土工事、構造物等の設置
工事内容	道路土工, 法面工, 舗装工等
導入技術	MGバックホウ: 掘削(粗仕上げ) MCブルドーザ: 盛土の敷均し
効果確認	作業性(施工能力の違い), 熟練工不足への対応, 安全性, その他の感想



写真-1 情報化施工機器の設置状況(MGバックホウ)



写真-2 情報化施工機器の設置状況(MCブルドーザ)

の理解を得るための支援も必要に応じて実施している。
 現在、1件の道路改良工事で情報化施工技術の導入を実施中であり、引き続き現場での効果的な活用方法に向けたコンサルティング、実運用および効果確認を行う予定である。情報化施工技術の導入内容を表—3に示す。機器設置状況を写真—1, 2に示す。

5. 情報化施工による解決策

(1) 適用が考えられる情報化施工技術

表—1に示した課題に対する取組みの方向性と適用が考えられる情報化施工技術を表—4に示す。

表—4 各課題に適用が考えられる情報化施工技術

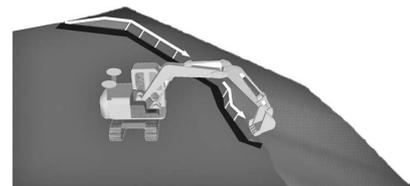
	取組みの方向性	情報化施工技術
グループⅠ	主要工種の準備作業時間の短縮（丁張り設置低減）	MG バックホウ, MG・MC ブルドーザ, MC モータグレーダ
	施工効率の確保（非熟練オペレータの技能補佐）	
	施工精度の確保（非熟練オペレータの技能補佐）	上記3技術, 締固め回数管理（ローラ等）
グループⅡ	施工仕様（敷均し厚さ, 締固め回数等）の面的な遵守による品質確保	MG・MC ブルドーザ, MC モータグレーダ, 締固め回数管理（ローラ等）
	面的管理の実現による管理業務（丁張り設置, 現場密度試験）の実施頻度低減・省略	MG バックホウ, 上記3技術
グループⅢ	土運搬の現場と発注者での工程等の情報の共有	各現場の土運搬の工程（実績と予定）等の情報を共有するためのグループウェア
	ダンプトラックの運行状況の迅速な把握と運搬経路指示や過積載監視等	ダンプトラックの運行管理（GNSS, IC タグ等）

(2) 山間部での情報化施工の留意点

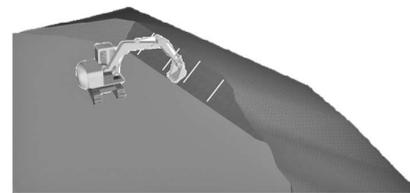
復興道路は険しい山間部区間に施工されることも少なくない。このような場所でGNSSを利用した情報化施工を実施する場合、山の陰によって衛星からの電波が遮られ、精度を確保する上で必要な衛星捕捉数が不足する状況が生じやすい。また上空が開けていても、一日のうちで衛星捕捉数が少なくなる時間帯があり、一時的に測位精度が低下する場合もある。結果として、その時間帯ではMG・MC技術を使用できないことになり、掘削や敷均し作業を中断せざるを得ないことになる。

このような作業中断を防止して施工効率を確保するとともに情報化施工機器を有効活用するため、衛星捕捉数が十分な時間帯にMGやMCを搭載した建設機

械で掘削や敷均しのための「土の丁張り」を作成しておき、衛星捕捉数が不足する時間帯には土の丁張りを利用して掘削や敷均しの作業を続行することが考えられる。これは新しい施工方法の提案であり、情報化施工の利点を活かしつつ、衛星の捕捉数不足によるダウンタイムの回避のみならず、情報化施工機器の稼働率向上にもつながる。土の丁張りを利用した掘削作業の概要を図—2に示す。



①衛星捕捉数が多い時間帯にMGで、法面の切り出し位置と法面勾配の見本となる程度の土の丁張りを作成



②衛星捕捉数が少ない時間帯に、土の丁張りを利用して掘削作業を実施

図—2 土の丁張りを利用した掘削作業の概要

(3) 情報化施工の効果を得るための留意点

情報化施工の効果には、施工効率の確保、施工精度の確保、品質の確保等が挙げられる。これまでに実施された情報化施工による工事でも、これらの効果が得られていることが確認されている^{6) 7)}。

しかし、実施した全ての工事でこれらの効果が得られるわけではなく、施工現場の条件等により効果が得られなかった事例も見られる。効果が得られなかった事例を表—5に示す。復興道路工事の早期整備を目的として情報化施工を活用するにあたっては、その効果が得られるよう施工現場の環境整備や他現場との調整を実施していく必要があると考えられる。

6. 情報化施工技術の選定時の着目点

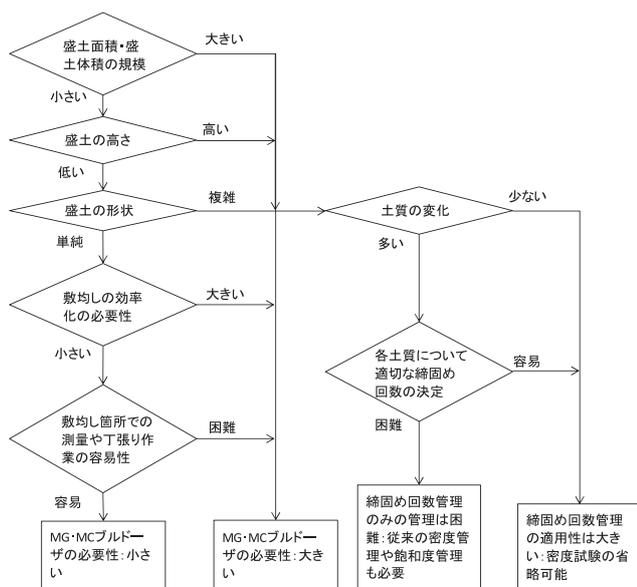
情報化施工の活用により得られる効果を復興道路の早期整備に活かしていくためには、施工者の技術提案で導入するだけでなく、設計の段階から発注者主導で情報化施工の活用可否を検討しておき、情報化施工の適用が有利と予想される場合には情報化施工を十分に活用できる環境を必要に応じて整えておくことが考えられる。工事に適した情報化施工を選定する際の着目点として考えられる項目を、盛土作業に活用する技

表一5 情報化施工の効果が得られなかった事例

工種と導入技術	効果が得られなかった理由
掘削・法面整形 MG バックホウ	掘削土砂を場外に搬出できず、場内に仮置きして工事の進捗がスムーズではない状態になっていた。
路体盛土 締固め回数管理	飽和度管理の現場試験が必要で、現場試験の省略ができなかった。
下層路盤 MC モータグレーダ	他工種との調整で分割施工となったため効率が向上しなかった。路盤材の運搬が遅れ、施工量に見合う供給ができず、手待ちが生じた。

術を例にして述べる。

盛土作業に活用できる情報化施工として、MG・MCブルドーザと締固め回数管理が挙げられる。これらが当該施工現場に活用可能かどうかの主な着目点として、以下のものが考えられる。これらの着目点に従った情報化施工の活用検討フローの例を図一3に示す。



図一3 盛土での情報化施工の適用検討フローの例

- ・ 盛土の規模、形状：大きく複雑なほど従来施工での丁張り設置数が増大するため、MG・MCブルドーザの活用による丁張り低減効果が大きい。また、締固め回数管理を実施して現場密度試験を省略できる場合の省略効果が大きい。
- ・ 盛土の高さ：高盛土の場合、各層の敷均し厚さや締固め回数が適切でないと盛土の品質への影響がより大きなものとなるため、MG・MCブルドーザと締固め回数管理を適用した場合の適切な敷均し厚さと締固め回数の遵守による品質確保の効果が大きい。
- ・ 測量や丁張り設置作業の容易性：測量や丁張り設置作業の場所の勾配が急であったりすると、それらの

作業が困難となり、危険性が增大するため、MG・MCブルドーザを適用した場合の作業頻度低減による安全性向上の効果が大きい。

- ・ 盛土の土質の変化：少ないものであるほど締固め回数管理を適用しやすく、締固め後の現場密度試験を省略できる効果が大きい。

7. おわりに

復興道路の工事は、全線早期整備のためのスピード感を持った対応が求められる一方、将来的な地震等の災害に対する強靱性の確保のため、品質の信頼性も強く求められる。このようなニーズを満足するにあたっては、情報化施工の活用が極めて有効と考えられ、施工者のみならず工事発注者にも積極的な取組みが望まれる。また、情報化施工は施工現場によってはまだまだ新しい施工方法であり、費用対効果の点から活用範囲を拡大し、稼働率を高める新たな使い方や工夫を検討する必要もある。

日本建設機械施工協会では、本文にも述べたように、震災復興工事の受発注者が情報化施工の取組みを進めやすくするための方策を実施している。当研究所としても、震災復興工事への効果的・効率的な情報化施工導入を推進する活動を実施していきたいと考えている。

JCMCA

《参考文献》

- 1) 国土交通省東北地方整備局：復興道路・復興支援道路情報サイト、<http://www.thr.mlit.go.jp/road/fukkou/>
- 2) 情報化施工推進会議：情報化施工推進戦略、2008.7
- 3) 松本三千緒ほか：ダム ICT 施工総合管理システム (4D-DIS)、電力土木、pp.147-149,2011.11
- 4) 日本建設機械施工協会：情報化施工ガイドブック 2009,2009.11
- 5) 日本建設機械施工協会：東日本大震災復興支援サイト、<http://www.jcmanet.jp/sekou/hukkou/index.html>
- 6) 日経コンストラクション：勝つための情報化施工、pp.46～59、2010.6
- 7) 日経コンストラクション：現場で実感 情報化施工の効果、pp.34～51、2014.6

【筆者紹介】



柴藤 勝也 (しばとう かつや)
 (一社) 日本建設機械施工協会
 施工技術総合研究所 研究第三部
 技術課長



藤島 崇 (ふじしま たかし)
 (一社) 日本建設機械施工協会
 施工技術総合研究所 研究第三部
 研究課長