情報化施工

近年，測量・測位技術や制御技術の進歩によって，建設機械の自動化技術や情報の統合利用技術を活用した情報化施工が一般的な土木工事においても導入されてきています。

国土交通省では，こうしたICT（情報通信技術）の活用による建設生産システム（調査・計画，設計，施工，維持管理）全体における生産性の向上，品質の確保，および情報の共有化等の実現に向けて，「情報化施工推進戦略」（2008年７月）を策定し，情報化施工の本格的な普及・促進に取り組んでいます。

今回の特集は，国土交通省における情報化施工の現状と直轄工事の導入事例，また，民間における建設機械用システム開発の動向，および土木・建築工事における高度な施工管理にICTを活用する企業の事例を紹介します。

情報化施工の普及に向けた取り組み

（前）国土交通省総合政策局建設施工企画課　課長補佐
荒井（あらい）　猛（たけし）

1.　はじめに

近年の建設施工においては，生産性の向上・施工品質の確保への要求，技術競争力の確保，熟練技術者の減少，安全・環境への配慮などを背景とした各種の課題があり，その対応が求められている。情報化施工の導入により期待される高効率化・高品質化は，これらの課題に対応するものと考えられ，国土交通省としても情報化施工の普及促進を重要な施策の一つと位置付けて取り組みを行っているところである。

本稿で紹介する情報化施工とは，建設生産プロセスのうち「施工」に注目して，ICT[*1]（情報通信技術）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，さらに電子情報をほかのプロセスに活用することによって，建設生産プロセス全体における生産性の向上や品質の確保を図ることを目的とした建設施工システムである。

当初，情報化施工は当初軟弱地盤上の盛土工事，トンネル工事やシールド工事，基礎工事などの特殊な工事において，施工の信頼性を確保するために地山状況を計測しながら施工する観測施工に始まった。近年では，測量技術や制御技術の進歩により，建設機械の自動化技術や情報の統合利用技術を用いた情報化施工が，汎用の建設機械を用いる土工事や舗装工事などの一般的な土木工事においても，一部の大規模工事を中心に導入されつつあり，作業時間の短縮などの効果をあげている。しかし，さまざまな課題により，本格的な普及には至っていないのが現状である。

このため，情報化施工の普及方策を議論する「情報化施工推進会議」が設置され，その中から「情報化施工推進戦略」（以下「推進戦略」という）が平成20年７月に策定・公表された。

本稿は推進戦略策定後のこれまでの国土交通省における取り組みと今後の展開について，昨年５月号の本誌にて紹介させていただいた取り組みの続編である。

2.　情報化施工に関する最近の動向

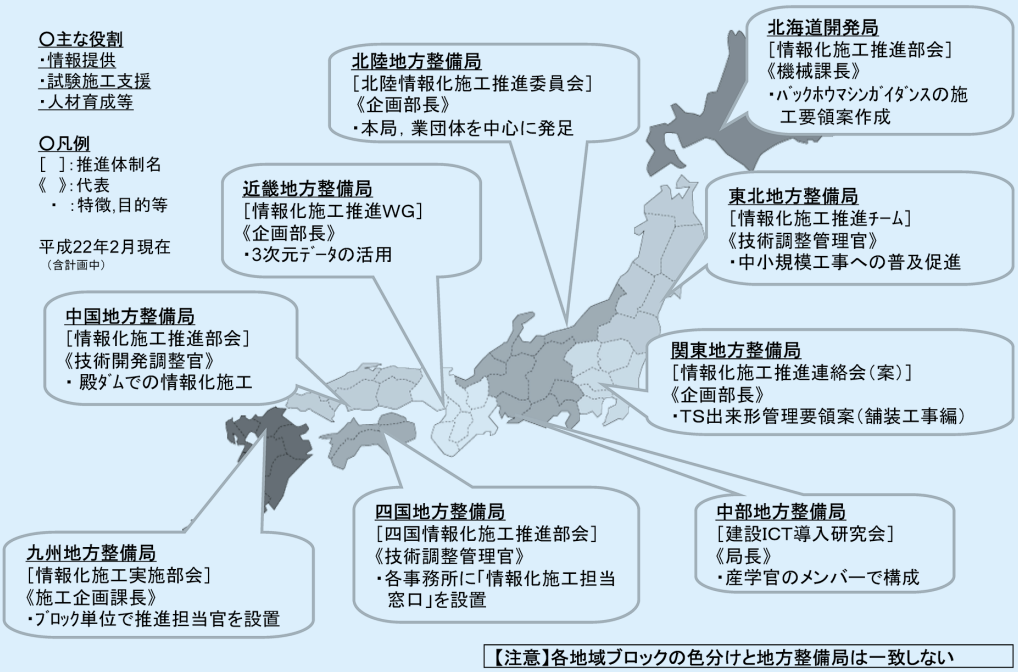
図－1は，これまでの情報化施工に関する主な動きをまとめたものである。

情報化施工の普及方策を議論する場として，建山和由立命館大学教授を委員長とした産学官の有識者からなる「情報化施工推進会議」が平成20年２月に設置された。その成果として，推進戦略が策定されたのは，前述のとおりである。

推進戦略には普及に向けた課題と対応方針が示されている。その重要な対応方針の一つに，情報

- H20. 7　「情報化施工推進戦略」の策定
- H20. 7　「情報化施工研修会」の開設
  ※（社）日本建設機械化協会主催による情報化施工技術者育成研修
- H20. 9　平成20年度 試験施工等の実施
  ※平成21年度試験施工，見学会，人材育成，広報活動等の実施
- H20.10　情報化施工米国調査
  ※平成20年12月に報告会開催
- H20.11　「建設ICT導入研究会」（中部地整）発足
  ※地方整備局における推進体制
- H21. 4　平成21年度 試験施工等の実施
  ※平成21年度試験施工，見学会，人材育成，広報活動等の実施
- H21. 8　第６回情報化施工推進会議の開催
  ※導入効果等の中間報告
- H21. 8　「ＴＳ出来形管理要領案（舗装工事編）」の策定
  ※ﾉﾝﾌﾟﾘｽﾞﾑＴＳを用いた出来形管理要領案（舗装工事編）策定［関東地整］
- H21. 9　情報化施工欧州調査
  ※平成22年2月に報告会開催
- H21.10　国土交通省技術研究会
  ※指定課題としてﾊﾟﾈﾙﾃﾞｨｽｶｯｼｮﾝ
- H22. 3　ＴＳによる出来形管理の監督・検査要領（案）策定
  ※平成22年3月に地方整備局へ通知予定

図－１　情報化施工に関する最近の動向



図－２　平成21年度地方整備局等における推進体制

化施工技術の導入効果や課題などの検証を直轄工事現場で行う試験施工がある。この試験施工は平成20年度において全国で37件であったが，平成21年度は全国で146件（H22. 3時点）と大幅に増えている。また，試験施工を円滑に実施するためには，導入技術の周知や本局と現場の工事担当事務所との連携が必要であるが，各地方整備局では独自の推進体制を整備し，これらに対応している（**図－２**）。

さらに，情報化施工に関する技術者育成を目的とした研修・講習会の開催，試験施工において情報化施工を導入した場合の工事成績での評価などを通じて，「情報化施工」の普及促進に取り組んでいるところである。

3. 試験施工の実施

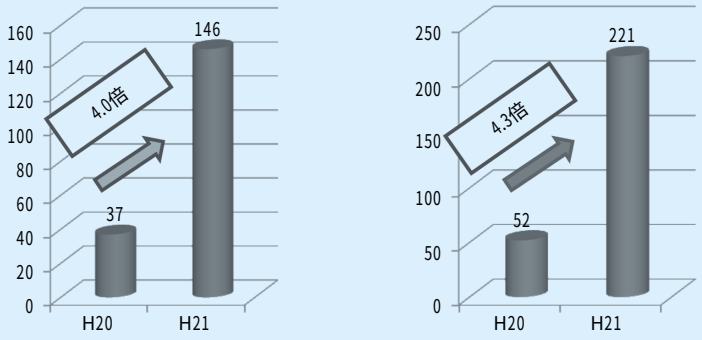
情報化施工の普及に向けた各課題の解決については，平成20年度より実際の工事において，従来施工との比較検証を通じ，技術の確認，導入効果の把握，要領や基準類策定に向けたデータ収集，要領類の検証などを行うとともに，直轄事業に携わる受発注者の情報化施工に対する認識度向上を図るため，平成20年度より試験施工を実施している。試験施工では実用段階にある技術（**表－1**）を中心に一部の直轄工事において，河川土工・道路土工・舗装工（路盤）などの工種で実施している。平成21年度においても，地方整備局の協力を得ながら試験施工に取り組んでいるところである。

表－1　試験施工で取り組む主な情報化施工技術

情報化施工技術	使用する建設機械	作業内容
マシンコントロール技術	ブルドーザ グレーダ	掘削 捲き出し 敷き均し
マシンガイダンス技術		
	バックホウ	掘削
TS・GNSSによる締固め管理技術	ローラ	締固め
TSによる出来形管理技術	TS	出来形計測

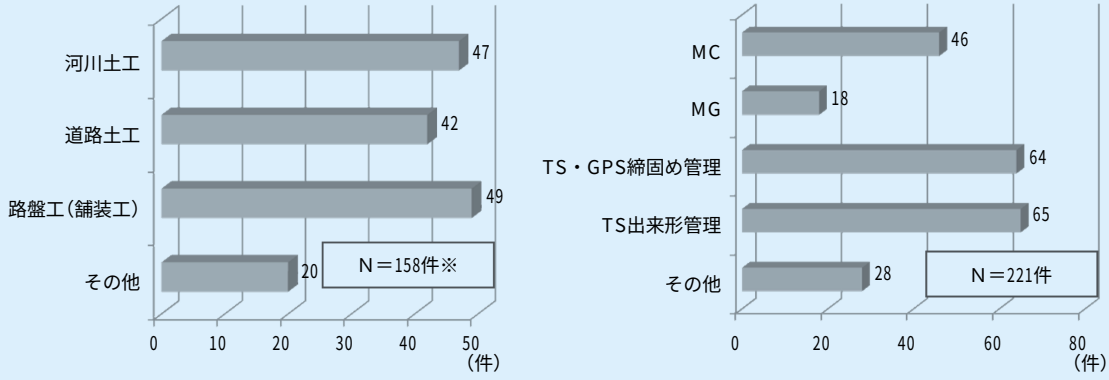
(1)　試験施工対象工事と技術内容

平成21年度に全国で試験施工を実施した工事の実施件数は146件，導入技術は221件といずれも平成20年度の約４倍となっている（**図－3**）。また，平成21年度試験施工での対象工種と導入技術内容を**図－4**に示す。対象工種では，河川土工，



a)　試験施工実施工事件数（件）　　b)　情報化施工導入技術数（件）

図－3　平成21年度試験施工の実施件数と技術件数



※一工事で複数の工種が含まれるため，全体工事件数よりも多い

a）対象工種数　　b）導入技術数

図－4　平成21年度試験施工の対象工種と導入技術内容

道路土工，路盤工（舗装工）が40数件とほぼ同数である。導入技術では，３次元設計データを搭載し，出来形計測を効率化するトータルステーション（以下「TS[*2]」という）による出来形管理技術，TSなどの測位技術を活用し，走行軌跡による転圧位置および回数を自動記録するTS・GNSS[*3]による締固め管理技術，建設機械の作業装置を自動操作するマシンコントロール技術（以下「MC技術」という）・作業装置の目標位置をリアルタイムでオペレータへ指示するマシンガイダンス技術（以下「MG技術」という）が60数件とほぼ同数である。その他の技術では，平成21年度より取り組んでいるセンサーによるアスファルト舗装の温度管理技術，加速度応答による締固め管理技術，ICタグなどである。

(2) 試験施工の調査項目

試験施工を実施する工事では，作業効率の検証・施工品質の改善や既存の施工管理要領（案）の改善点抽出などを目的とした調査を行った。調査は試験施工を実施する請負者・発注者双方に対して行われた。

請負者へのアンケート調査は，工事規模・使用機器・作業時間などの実態調査，施工管理データの収集，路盤完成後の仕上り高さなどを目的とした定量的な詳細調査および情報化施工の導入メリットや課題などの主に感想を聞く定性的なアンケート調査を行っている。

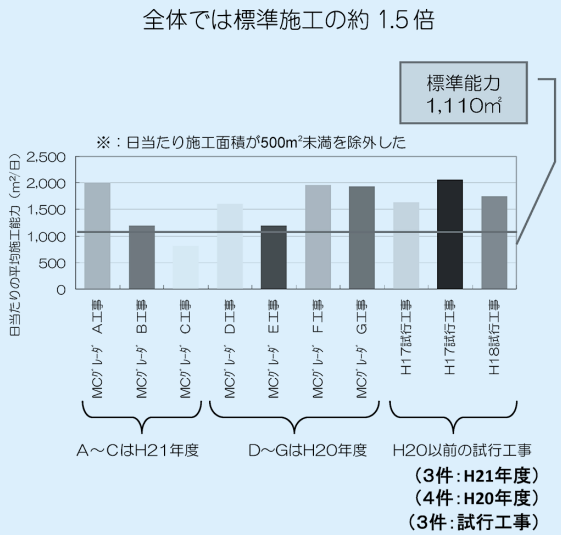
発注者側の調査は，当該工事を担当する監督職員・検査職員に対し，情報化施工導入に当たってのメリットや課題などをアンケート調査している。

(3) 試験施工の調査結果

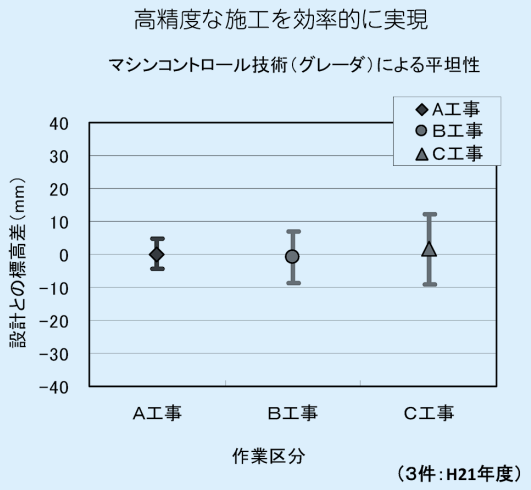
各地方整備局での試験施工調査は，各工事の進捗に合わせて実施されている。平成22年３月時点で収集された試験施工の調査結果について，その一部を以下に示す。限られた暫定的な調査結果であるが，その一部を以下に示す。

① MC（モータグレーダ）の作業効率

MCを搭載したモータグレーダによる舗装工の路盤工（敷均し・不陸整正作業）での作業量を標準施工能力（土木工事積算基準書記載の施工量）と比較したものが**図－５**である。MC技術を導入することで，どの程度施工能力が向上するか，これまで試験施工などで得られた７件と平成21年度の３件のデータと標準施工能力を比較した結果，単位時間の作業量が増え，作業効率が約５割向上している。この作業効率は，現場の施工量や施工者の情報化施工に関する習熟度などにより増減するものと考えられるが，直轄工事においても一定



図－５　MC（モータグレーダ）の作業効率（H21：３工事）



図－６　MC（モータグレーダ）の施工品質（H21：３工事）

の効果が期待できる。

② **MC（モータグレーダ）の施工品質**

施工品質の向上事例として，**図－6**にMCを搭載したモータグレーダによる路盤工の仕上り高さの平坦性（バラツキ）を示す。

図－6は21年度の３件でのデータを示したものであるが，平均値は設計値とほぼ同じであり，誤差についても最大で±10mm程度の範囲内で仕上げられており，施工管理基準規格値である±40mmの1/3程度に収まっており，非常に高い精度で均一な施工が行えていると言える。この技術を用いることで，経験の少ないオペレータでも精度の高い施工が期待できる。

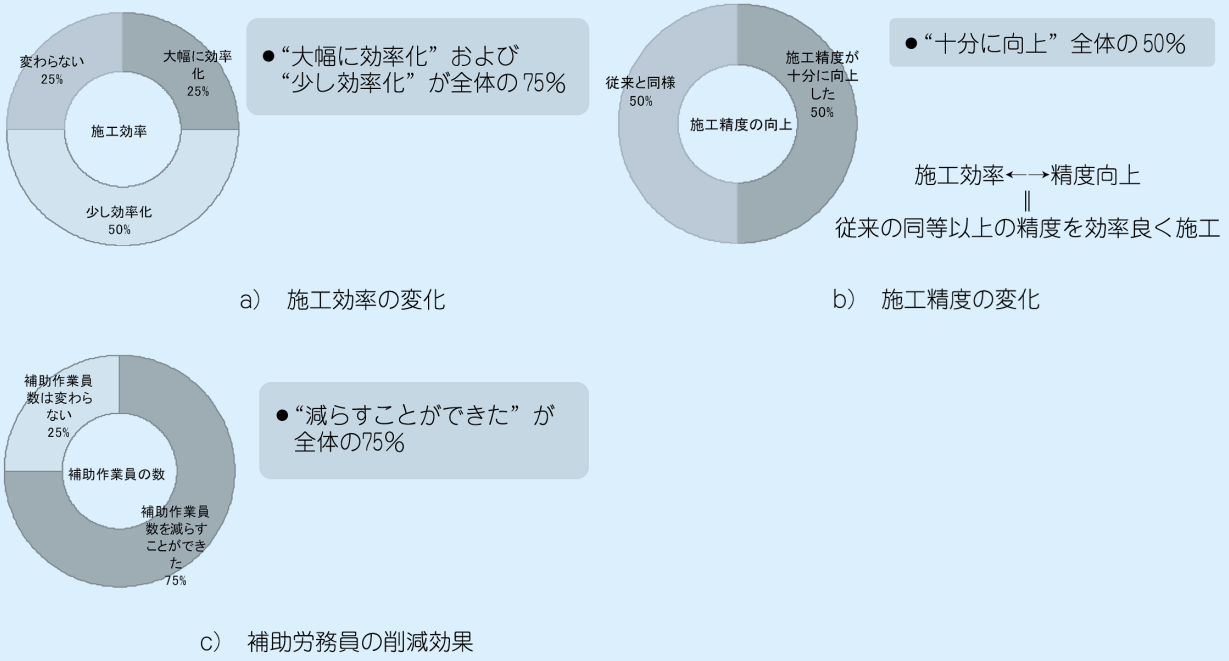
③ **請負者・発注者へのアンケート調査について**

請負者（現場代理人等）と発注者（監督職員，検査職員）に対し，情報化施工の試験施工で感じた導入効果・課題等をアンケート調査した。誌面の都合ですべては紹介できないが，その一部を紹介する。

③-１　請負者に対するアンケート調査

a）　MC（モータグレーダ）の調査結果

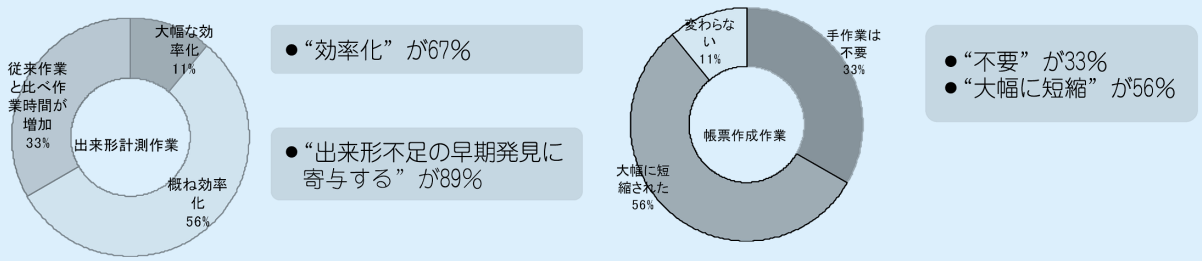
図－7はMCを搭載したモータグレーダに関するアンケート調査結果である。４工事という限られたデータであるが，施工効率の向上，施工精度の向上，補助労務員の削減効果がある，といった感想が挙げられている。**図－5，6**でも示されたMCの導入効果が請負者からのアンケート調査からも確認できた。



a）　施工効率の変化　　b）　施工精度の変化

c）　補助労務員の削減効果

図－７　MC（モータグレーダ）の請負者アンケート調査結果（４工事）



a）　現場での計測作業　　b）　出来形帳票の作成時間

図－８　TS出来形管理の請負者アンケート調査結果（９工事）

b） TS出来形管理の調査結果

図－8はTS出来形管理に関するアンケート調査結果である。９工事の限られたデータであるが，現場での計測作業の効率化，電子データにより出来形帳票の作成時間が削減できるといった感想が挙げられている。

c） TS・GNSSによる締固め管理の調査結果

図－9はTS・GNSSによる締固め管理に関するアンケート調査結果である。７工事の限られたデータであるが，作業時間の効率化が図られる，密度管理の頻度が減らせる，品質管理帳票の作成時間が削減できた，といった感想が挙げられている。

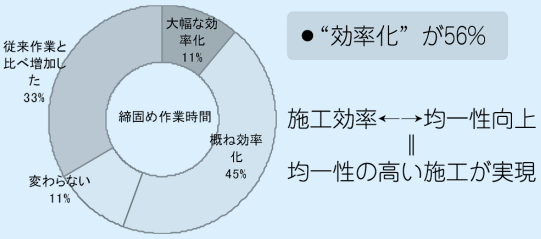
③-２ 発注者（監督職員）に対するアンケート調査

a） TS出来形管理の調査結果

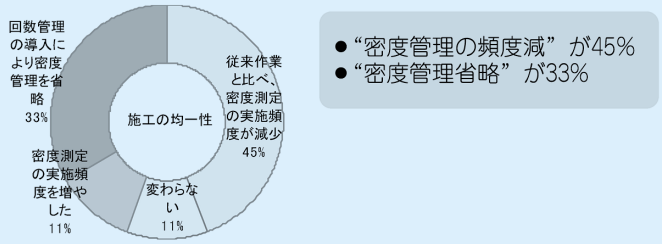
図－10はTS出来形管理に関するアンケート調査結果である。９工事の限られたデータであるが，現場での計測精度が向上した，立会時間は変わらないといった意見が挙げられている。

b） TS・GNSSによる締固め管理の調査結果

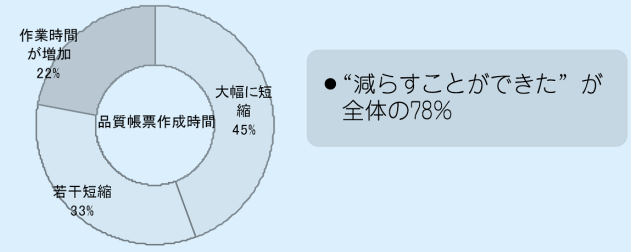
図－11はTS・GNSSによる締固め管理に関するアンケート調査結果である。７工事の限られたデータであるが，施工瑕疵の抑制や施工ミスの低減に寄与するといった意見が挙げられている。



a） 作業時間

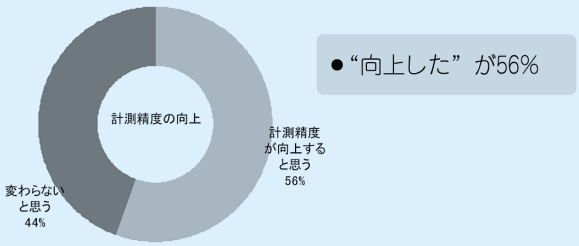


b） 品質管理手法の変化

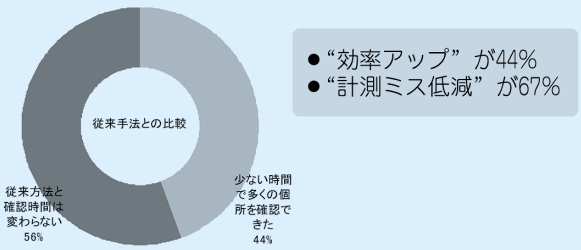


c） 品質管理帳票の作成時間

図－９　TS・GNSSを用いた締固め管理の請負者アンケート調査結果（７工事）

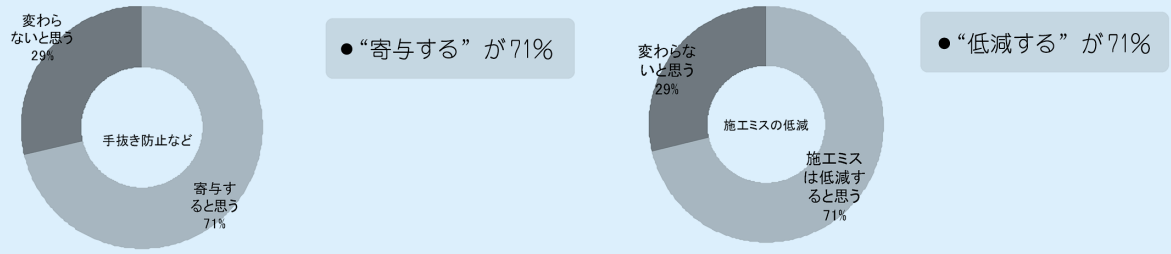


a） 計測精度についての意見



b） 現場での立会についての意見

図－10　TS出来形管理の監督職員アンケート調査結果（９工事）



a） 施工瑕疵（手抜き・間違いなど）抑制についての意見

b） 施工ミスの低減についての意見

図―11　TS・GNSSを用いた締固め管理技術の監督職員アンケート調査結果（７工事）

③-３　情報化施工に関する課題

アンケート調査では情報化施工に関する課題も挙げられている。請負者では，データ作成の手間，導入時のコスト，技術に関する情報不足などで，発注者では，情報化施工機器に関する調達環境の整備，発注者からの３次元データ提供などが課題として挙げられている。これらの課題ついては，それぞれ対応策を検討し，今後の普及促進に反映することとしている。

本稿で紹介した試験施工調査票集計結果は平成22年３月時点に各地方整備局等より回収された調査票をまとめたものであり，試験施工全体の結果を示すものではない。今後，調査票の充足やさらなる分析を行い，導入効果の検証，課題の抽出を図る予定である。

4.　発注者の人材育成

推進戦略に示されているように情報化施工の普及に当たっては，情報化施工について知識や経験を有した発注者の人材育成が不可欠である。昨年度より各地方整備局等においては，職員研修や講習会等にて情報化施工に関する技術内容，導入効果，活用事例などが紹介されている。さらに試験施工実施工事を対象に情報化施工の見学会が開催

【試験施工見学会での感想・意見等】
- 施工状況を確認できたので，紙上の説明よりも理解しやすい
- 情報化施工により作業効率化，高度化が図られ，コスト縮減や労働力不足へつながる施策であると感じた。しかし，認知度，理解度が低いため，今後の普及活動が重要
- 作業性は向上するが，データ作成などの準備が手間
- 実機に触れることで，情報化施工が身近に感じられた
- それほど難しいものでないことが，わかった
- 施工量が大きくないと効果は低いのでは
- 締固め状況が一目でわかりやすい。データ改ざんが行われないか不安
- データ作成や機器調達のコストがかかる

写真―１　情報化施工見学会実施状況

表－２　発注者の人材育成

人材育成内容	概要・開催数，参加者数等
国土交通省等職員向け研修 （地方整備局実施分）	・研修「品質確保技術（Ⅰ）（Ⅱ）」〔東北地整〕 ・実践研修「情報化施工」〔関東地整〕 ・技術マネジメント研修〔北陸地整〕など ★内容：情報化施工に関する技術の習得 平成21年度　７回開催　154名参加
国土交通省等職員向け研修 （国土交通大学実施分）	・専門課程　施工企画研修 ★内容：情報化施工演習，課題研究にて情報化施工に関する技術の習得 平成21年度　33名参加 ・副所長，課長，係長クラスの他の研修にて，講義中に情報化施工に関する情報提供
出前講座や講習会等での講演	・情報化施工研修会〔東北地整：施工企業向け研修会〕 ・出前講座「情報化施工」〔関東地整：施工企業向け講演会〕 ・建設事業専門研修会〔北開局：施工企業向け研修会〕など ★内容：職員，地方公共団体，業団体等向け情報化施工に関する技術講習 平成21年度　38回開催　3,141名参加
フェア・シンポジウムでの広報活動	・「建設ICT展」〔中部地整　H21.10.28～29〕 ・「建設技術フォーラム」〔中国地整　H21.12.2〕 ・「情報化施工普及促進フォーラム」〔北開局　H22.1.21〕など ★内容：外部向け情報化施工に関する技術紹介，講演，パネルディスカッション等 平成21年度　４回開催　1,875名参加

されている（**写真－１**，**表－２**）。

今後も，継続的にこのような人材育成や広報活動に取り組む予定である。

5.　施工企業側の環境整備

施工企業側が情報化施工に取り組みやすくするための環境整備について，次の２事例を紹介する。

⑴　工事成績評定での評価

平成21年度より情報化施工が主任技術評価官の工事成績評定への加点対象となった。情報化施工の試験施工に取り組み，その工事が完成した場合には主任技術評価官が，創意工夫の中で２点加点することとしている。

⑵　情報化施工機器等の購入融資制度

情報化施工の普及に向けた課題の一つに機器調達のための初期投資が上げられる。国土交通省の取り組みではないが，これらの対応策の一つとして，中小企業の建設業者であれば情報化施工機器類調達に以下の低利融資制度が利用可能である。

「企業活力強化貸付制度（IT活用促進資金）」
株式会社日本政策金融公庫

6.　情報化施工技術の実用化

推進戦略では，試験施工等を通じて導入に必要

表－３　情報化施工技術の実用化（H22年度）

技　術　名	主な対象工種	適用技術	実用化の環境	現場での導入	備　　考
マシンガイダンス技術 マシンコントロール技術	アスファルト舗装工事	マシンコントロール〔モータグレーダ〕	試験施工による導入効果を確認	・施工者の任意で導入 ・導入効果の周知に努め，普及を推進	任意では導入が進みにくい中小規模工事や経験の少ない業者ランクに対しては，試験施工を継続し，導入環境の整備を引き続き検討
	河川工事 ／道路改良工事	マシンガイダンス／マシンコントロール〔ブルドーザ等〕			
TSによる出来形管理技術	河川工事 ／道路改良工事	設計データを搭載したトータルステーションによる出来形管理	監督，検査要領（案）等の導入環境を整備	・施工者の任意で導入 ・施工管理手法の一つとして自由に導入し，普及を促進	経験や技術の習得が十分でない中小規模工事では，試験施工を継続

※上記技術について，実用化後もさらなる普及促進に向けた導入環境整備のためのフォーローアップを引き続き行うものである。

な環境整備の整った技術から標準的な施工・施工管理技術として実用化することとしている。

平成22年４月から一部の直轄工事において，MC・MG技術，TSによる出来形管理技術を実用化することとしている。ほかの技術についても今後，試験施工等を通じて環境整備を図り，実用化技術を拡大する予定である（**表－３**）。

7.　おわりに

情報化施工で目指しているICTを利用した機械制御や計測ならびに技術者判断の高度化は，建設イノベーションと呼ぶに値する革新的な技術であり，これまでの建設施工のイメージを変え得る可能性を有している。国土交通省では，これまで紹介したように情報化施工の導入効果を確認し，導入環境の整った技術から実用化技術として現場への普及促進を図ることとしている。

今後は単に施工・施工管理に着目するのではなく，本来の目的である建設生産システム全体の合理化・効率化に向けた取り組みを行う必要がある。例えば，設計データを施工だけでなく，監督検査や将来的には維持管理まで一連で活用できるよう環境整備を図る必要があり，情報化施工とCALS/ECアクションプログラム2008との連携を図りつつ取り組みを進めていきたい。また，海外に目を向けると欧米では情報化施工の導入効果を発注者・施工者双方でいち早く認識し，導入環境を整備しつつ積極的に現場で活用している。工期短縮や品質向上に寄与する技術として，中小建設会社による小規模な工事においても，情報化施工が広く導入されている。今後，建設業の海外展開を図る上でも，日本企業にとって情報化施工を一般的な施工技術として位置付けていくことが重要であると考える。

＊１　ICT：Information and Communication Technology（情報通信技術）
＊２　TS：Total Station（トータルステーション）
＊３　GNSS：Global Navigation Satellite System（汎地球測位航法衛星システム）

【参考文献】

1)　「情報化施工推進戦略」
2)　「情報化施工推進会議資料（第１回～第７回）」