

特集：次世代に向けた新技術開発……現状と将来の方向性

建設現場におけるIT・RT普及 —次世代の施工技術に向けて—

藤野健一* 茂木正晴** 大槻 崇***

1. はじめに

ICT(情報通信技術)の発達により、建設業においてアナログベースで取り扱われていた施工データ等をデジタル化及びネットワークを活用することが可能となり、建設施工における生産性の向上、コスト縮減・品質の確保・向上、事業執行の効率化等が期待されている。

建設施工において、IT(情報関連技術)・RT(ロボット技術)を活用することは、施工情報としての計測・施工(制御)・管理といった施工プロセスで情報を有効に利用することが可能となる。さらに、広く監督・検査、維持管理等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が可能となる。

そこで、本報告では、建設施工分野における現在のIT・RTの技術動向及び課題を整理し、次世代に建設施工に大きく貢献するIT・RTの効果的な普及方策について今後の方策を考察した。

2. IT・RTの現状

2.1 建設施工の現状と課題

公共事業における建設施工は、国民生活や経済活動の基盤となる質の高い社会資本を提供するために重要な役割を担っている。

現在の建設施工に到達するまでには、人力による施工から建設機械の導入、建設機械性能の向上といった建設施工の機械化によって、生産性の向上や品質の確保といった取組みが進められてきた。

また、少子高齢化に伴う人材の不足が大きな社会問題となっているように、建設施工においても若年労働者の確保が大きな課題となっている。

その要因として、建設現場における3K(きつい・汚い・危険)といった事情が若年労働者への労働意欲の低下に繋がっているものと考えられる。このような状況が継続した場合、建設労働者の半

数以上占める団塊世代の退職に伴い、建設施工のコアとして担ってきた熟練技術者・技能者による生産性の向上や品質の確保といった取組みが衰退する他、適切な維持管理ができなくなり、社会資本そのものが不安定なものになってしまう恐れがある。

2.2 IT・RT導入で期待されているメリット

現在、IT・RTは、国民生活や経済活動において不可欠な技術であるとともに、その基盤となる質の高い社会資本を提供するためにも重要な役割を担っている。

図-1は建設生産プロセスへのIT・RTの導入イメージである。各プロセスにおいて情報を有効活用し、施工の自動化・ロボット化等の直接的な生産活動や3D-CADによる自動積算等といったマネジメントを改善することにより、求める出来形・品質の確認、工期の短縮、効率的・効果的な維持管理が可能となる等のメリットが期待できる。

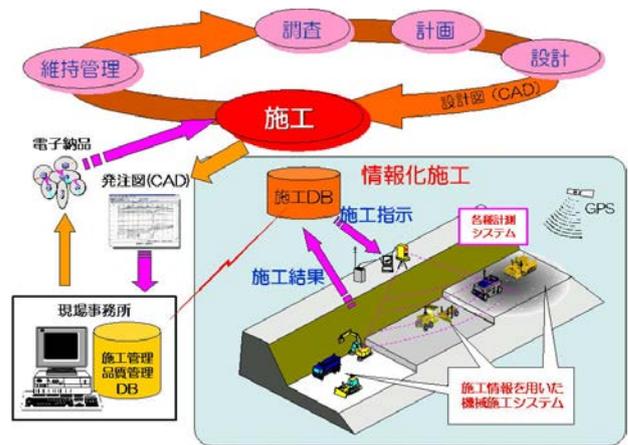


図-1 IT・RTの導入イメージ

2.3 建設施工におけるIT・RT導入の経緯

建設施工におけるIT・RTの導入は2001年3月に「情報化施工促進検討委員会」(委員長：大林成行 東京理科大学教授(当時))が策定したビジョンから本格的な取組みが始まり、その後、情報化施工の技術を活かした技術研究として、国土交通省総合技術開発プロジェクトとして2003年か

ら2007年に「ロボット等によるIT施工システムの研究・開発」が産・学・官の参画により実施され、RT分野の研究開発も進展した。

また、改訂された国土交通省 CALS/EC アクションプログラム2009においては「工事施工中の情報交換・共有の効率化」「情報共有・連携に向けた必要な標準の整備」のなかで情報化施工の位置づけが重要性を増している。さらに、2008年7月31日には情報化施工の積極的な導入に向けて「情報化施工推進戦略」が公表された。¹⁾

3. 現在の技術動向

古くから安全対策や生産性向上の観点から建設施工の自動化のニーズは高いものがあったが、建設生産現場ではその制御に必要な位置情報の連続的な把握が難しく、高度な技術・機材を必要とした。

近年、屋外で簡易に位置情報が取得できる衛星測位技術（以下、「GNSS」という。（米国が運営するGPSやロシアが開発を進めるGLONASSなどの衛星測位システムの総称：Global Navigation Satellite System）や高度な光学機器で自動的に高精度の位置情報を取得できるトータルステーション（以下、「TS」という）が開発されるなど、著しく進展した測量技術はこれを一気に解決し、GNSS/TSなど衛星もしくは光学により得られる位置情報と電子化された施工図面の数値情報に基づく建設機械の自動制御等が現実化した。

3.1 実用化が進んできている技術

3.1.1 マシンガイダンス技術

ブルドーザ・グレーダによる敷均しなどの作業において、TS・GNSSやレーザ、角度センサ等により排土板（ブレード）の位置を計測することにより、2次元若しくは3次元化された設計データとの状況比較し、これをOP(建設機械オペレータ)に視覚的に状態表示することによって、



写真-1 振動ローラ (3D-MG技術)

OPの技量的な差異に関係なく所要の施工精度が確保されるマシンガイダンス技術（以下、「3D-MG技術」という）の実用化が進んでいる。

3.1.2 マシンコントロール技術

設計データと位置情報を自動制御（敷均しなどの排土板のコントロールなど）に活用している技術が、マシンコントロール技術（以下、「3D-MC技術」という）である。

図-2は、グレーダの事例である。レーザ計測によってグレーダの位置を把握するとともにチルトセンサによってブレードの高さをリアルタイムで計測する。計測されたデータは、管理用PCによって設計データとの検証を行い、油圧制御部によるチルトコントロールによって設計データに基づく路盤敷均し作業を行う。ただし、走行等の基本操作はOPが行うため、ロボットではなく、イーザーオペレーションといわれるシステムである。

これらの3D-MC及び3D-MG技術は熟練オペレータ不足などの理由から近年アメリカ・ヨーロッパ等を中心に急速に普及が進んでいる。

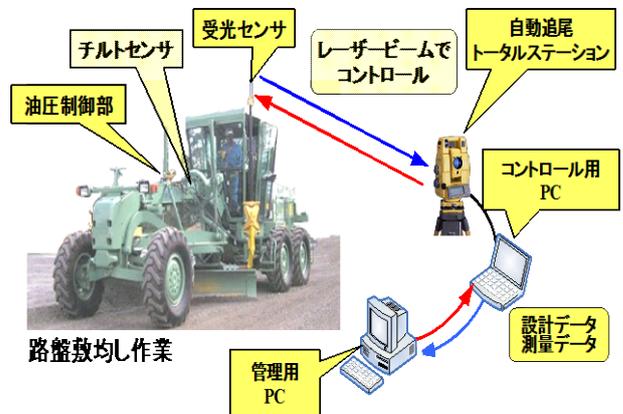


図-2 グレーダによる自動化技術 (例)



写真-2 グレーダ (3D-MC技術)

3.2 現在実用に向けた研究を進めている技術

3.2.1 建設ロボット（油圧ショベル）

建設ロボットは建設現場における作業環境の改善と安全性確保、今後の熟練労働者不足への対応等を目的として開発が進んでいる。ここでは国土交通省総合技術開発プロジェクト等で土木研究所で研究・開発を進めてきた建設ロボットを事例として説明を行う。

これは、完全な自動制御を行う点で3.1.1で述べたマシンガイダンス技術の油圧ショベルにおける発展型と位置づけることが出来る。これは災害現場やOP、作業員等によって施工不可能な現場をターゲットとして開発され、現地の形状をレーザースキャナなどで把握し、電子的に記録された設計データに基づいて自動的に施工を行うことが出来る（図-3）。

システムは①設計データと施工データを比較するための「設計データと施工状況データの3次元情報の表示・作業指示技術」、②建設機械の状態



図-3 建設ロボットのシステムイメージ

や施工データと設計データとをシステム自身が比較指示する「3次元情報として計測するシステム」、③指示データに応じた建設機械の制御部である「建設機械の自動制御技術」の3つの要素により構成されている。

3.2.2 TS・GNSSによる出来型管理技術

現場作業の効率化(測量効率の向上)、人為的ミス防止(データ記録・保管による野帳記録不要、転記なし)、任意点管理の効率化(誘導)、技術者判断の早期化(その場で設計との差分提供)に寄与するTS・GNSS出来形管理技術がある。具体的には、TSやGNSS等の測量機器により施工対象物の出来形を3次元座標で計測し、出来形値(基準高、長さ、幅)等に抽出・変換、出来形管理に用いる手法が、大規模造成(空港等)、ダム骨材採取工等で用いられている。国土交通省では、中小規模への普及促進に向けて、これらの3次元測量技術を用いた試験施工により適用性の検証を進めている。

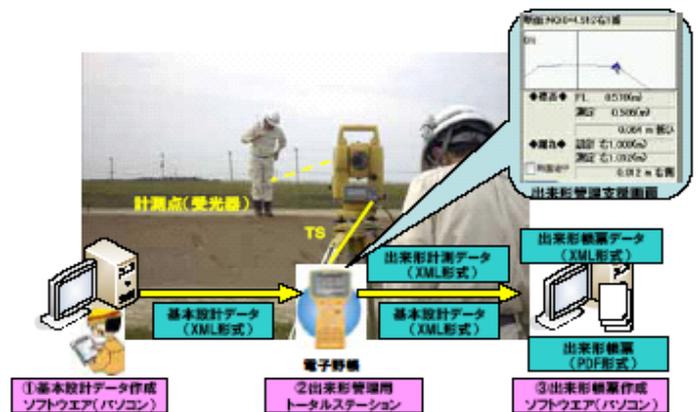


図-4 TS・GNSSを用いた出来形管理技術

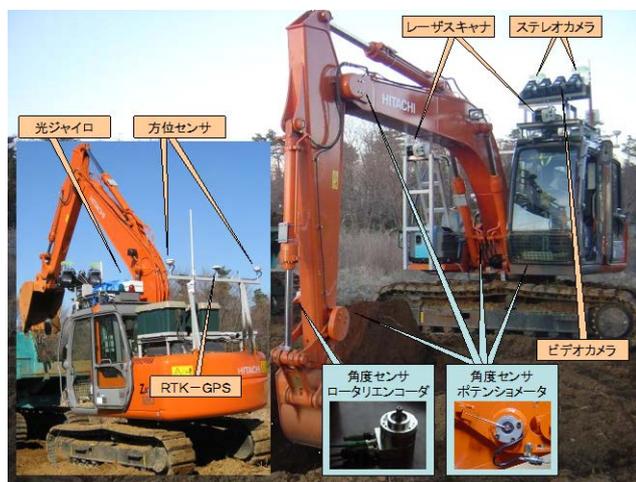


写真-3 土木研究所における建設ロボット

3.2.3 検討が進められている品質管理技術

建設機械に搭載したGPS受信機や加速度計、非接触温度センサなどのICTを組合せた施工管理システムの開発が進められ、一部実用化が進められている

図-5は、振動ローラの加速度応答の特性変化からリアルタイムに地盤の剛性や密度を判定し、面的に締固め品質を評価するもので、企業内での自主的な施工管理において積極的に取り組まれている技術である。その他、走行経路を記録するシステムが、土工においては面的な施工管理技術として実用化が進められている。



図-5 加速度応答による品質管理

3.3 データ交換標準

建設施工に情報化施工を推進するために、建設機械、測定装置、現場情報システムの間でデータを容易に交換することが必要とされている。そのデータ交換標準として、ISO15143（情報化施工におけるデータ交換標準）がISO（国際標準化機構）において承認された（図-6）。

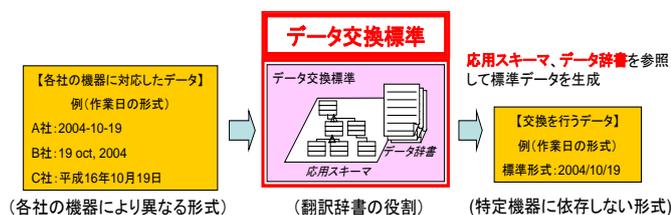


図-6 データ交換標準のイメージ

4. IT・RTの効果的な普及方策

これまで見てきたように建設施工のIT・RTの導入には多くの期待がありいくつもの実用技術が開発されているが、その導入が十分に進んでいないとの指摘がなされている。その理由は導入コストの問題、もうひとつは従前よりも手間が省けるこ

とや技術導入の受注機会等への効果が施工企業等に十分に感じられないこと、最後に発注者側の施工管理基準等が活用の障壁になっているケースがあることにある。

コストの問題は、量産化等による製造コストの低減策やリースレンタルでの流通活性化が期待される。2つめの問題では、メリットを強く認識して貰うために、これらの技術のメリットの明確化とその共通認識が必要である。さらに、3つめの問題では必要に応じて現在の施工管理基準等の改訂を行うなど、より積極的な業者が技術を活用しやすい環境を整備することが必要である。

特に②における効果の客観的な判断や③における基準類の改訂については、技術開発者の主張でない第3者の評価が必要とされるものであり、今後、土木研究所として取り組むべき課題となるものと考えられる。

5. おわりに

建設施工へのIT、RTの導入は情報把握や生産管理の観点で建設事業を工場生産並みの管理レベルに引き上げると共に、従事者を危険作業・苦渋作業から解放することが可能である。また現在においても緊急かつ危険度の高い災害対策などにおいては大幅なリスク軽減が必要なことから、今後とも建設分野のIT、RTの普及に向けた研究開発を進めて参りたい。

参考文献

- 1) 国土交通省：「情報化施工推進戦略」、2008.7.31

藤野 健一*



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所技術推
進本部先端技術チーム
主席研究員
Kenichi FUJINO

茂木正晴**



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所技術推
進本部先端技術チーム
主任研究員
Masaharu MOTEKI

大槻 崇***



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所技術推
進本部先端技術チーム
研究員
Takashi Ootsuki