

建設ロボットと IT 施工に関する最近の技術開発

藤野 健一

IT やロボットなど、近年進展が著しい技術を活用し、施工の品質確保や省力化、生産性の向上をねらった施工技術の開発、実用化が進んでいる。

これまでの建設ロボットや無人化施工技術は特に災害対策等における活用に限定されるものであったが、情報化施工と組み合わせることによって施工管理の簡便化、品質確保をねらった取組みや、危険箇所へ近接する施工を行う際に無人化施工を利用することにより、付帯する仮設工事を省略することによってコスト縮減をねらった取組みが進められている。

ここでは、このような建設ロボット、IT 施工として情報化施工及び無人化施工の現況について紹介するとともに、今後の展望を述べる。

キーワード：建設ロボット、IT 技術、無人化施工、情報化施工、コスト縮減、品質確保

1. はじめに

平成 16 年度は度重なる台風による新潟、福井、兵庫の水害や新潟県中越地震など、多くの災害に見舞われ、甚大な被害が発生した。これを通じて、我々は日本が曝されている自然の脅威と国土の脆弱性に認識を新たにすると共に、安全・安心な国土基盤を整備することの重要性を再認識させられることとなった。

しかし、国民の生活を支える社会資本整備に必要な建設投資は減少の一途をたどっている。さらに、この社会資本を構築する建設産業を取巻く環境も大きく変化し、少子・高齢化に伴う労働生産人口の減少やこれに伴う熟練作業者の減少等が進んでおり、建設事業の推進に当たってはコスト縮減、省力化、生産性の向上、品質向上など多様な取組みが必要な状況にある。

これまで建設産業では、施工の自動化・合理化などの取組みを進めてきたが、

- ① 単品受注生産
- ② 屋外での現地作業
- ③ 工程毎の分業生産

等の特性を有しているために、製造業などの他産業に比べて立後れている状況にあった。

しかし、近年の IT の進展に伴い、CALS/EC や 3D-GIS が施工現場に導入されたことから、「情報化施工」の利用効果が飛躍的に向上し、建設生産管理シス

テムや建設ロボットの利活用にも大きく門戸が開かれているのが現状ではないだろうか。

本報文では、建設ロボットと IT 施工、情報化施工の現況について紹介するとともに、これと関連の深い国土交通省の無人化施工技術を紹介する。

2. 情報化施工の現況

「情報化施工」(図-1)とは、情報技術を建設生産に適用するもので、施工に関する情報の効率的な利用により、施工の効率性、安全性、品質の向上、省力化、環境保全等に関する施工の合理化を図る生産システムを指す。フィールドデータをリアルタイムに計測し、施工管理の省力化や施工の自動化による生産性の向上などの効果が期待される。

ここでは、具体的な例として、盛土の締固め管理を取上げてみる。

近年、TS や GPS により自動かつリアルタイムに計測された締固め機械の走行軌跡と 3 次元座標情報から転圧回数を確実に把握する盛土締固め管理システムが各種開発されている。従来の締固め管理では砂置換法や RI 計法を用いた「締固め度」がその指標とされている。情報化施工を活用する場合、管理指標は車載モニタに表示される施工管理ブロックにより規定の締固め規定回数を締固めたことを判読する「締固め回数管理」となるが、この方式については従来の施工管理

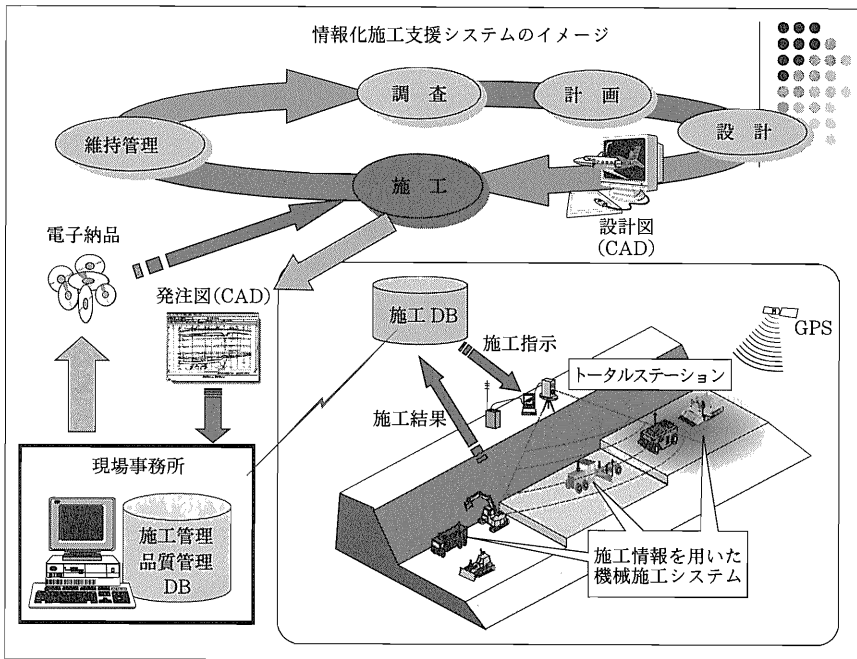


図-1 情報化施工のイメージ

要領では認められていなかった。

平成 15 年度に国土交通省関東地方整備局では「締固め回数管理」による施工管理の妥当性と実用性を検証するため、適正な管理ブロックサイズや適正な締固め回数管理の調査検討を行い、情報化施工に対応した「TS・GPS を用いた盛土の締固め情報化施工管理要領（案）」を策定した（図-2）。

この管理要領は、仕上がり層厚管理や出来高管理の簡便化をはじめとして、次のようなメリットをもたらしている。

- 盛土全面の締固め状況が把握できることによる品質の向上（品質の均一化）
- 締固め管理のリアルタイム把握による工程短縮（次層盛土の迅速な施工）
- 品質管理業務の簡素化・効率化（品質管理のための計測時間短縮）
- 締固め回数の管理による過転圧の防止（施工の効率

化)

- オペレータの省技能化（オペレータの熟練度に左右されない品質確保）
- 品質管理業務の電子化による電子納品への対応（施工管理の合理化）

3. 建設ロボットの開発に向けた取組み

製造業の分野では、生産性、精度、品質を高めるために産業用ロボットが様々な形態で活用されているが、建設施工の分野では、ロボット技術の活用事例はまだ多いとはいえない。いわゆるバブル期にはコンクリート床の仕上げロボットなどが民間建設企業によって開発される等、一時期ブームを起

したが、結局のところコストパフォーマンスと汎用性がなかったことなどから、開発レベルに止まり、実用化への道りは険しかった。これまでに実用されてきた主な建設施工用ロボットとしては、災害復旧用バックホウ、ブルドーザ等の遠隔操作技術（リモコン技術）、シールドトンネルの全自動運転のような自動化・複合施工技術等があるが、災害緊急復旧等の特殊現場等、特定の現場への適用に止まっており、建設施工用ロボットの開発、普及が広く進められていないのが現状である。

このような過去の反省と現在の IT 技術の進歩を踏まえ、国土交通省では、平成 15 年度より平成 19 年度までの 5 ヶ年の計画で、最先端の IT やロボット技術を活用し、既にある災害復旧現場等におけるロボット施工技術の汎用性を高めるとともに、施工現場において容易に利用可能な 3 次元空間データを用いた施工技術や遠隔操作ロボット等による施工技術の研究開発に着手した。この研究については、別途報告があるため、

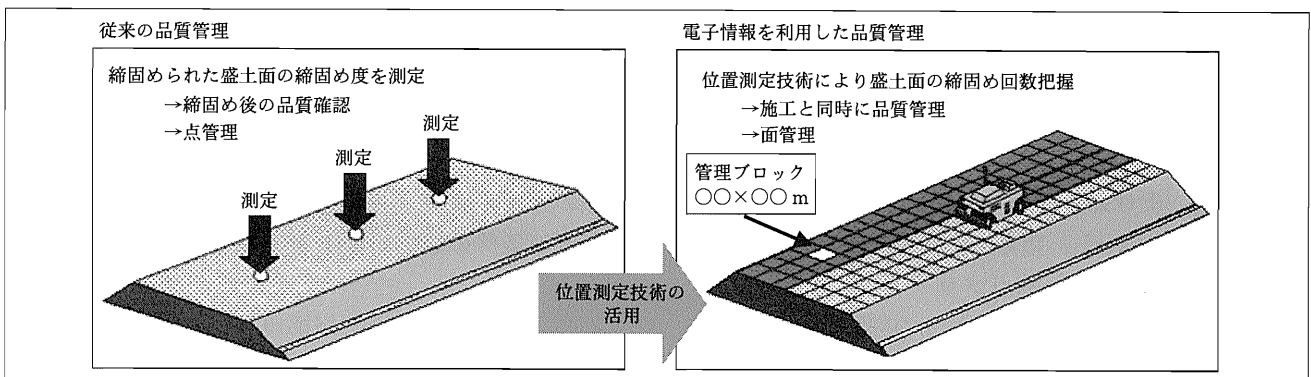


図-2 情報化施工による締固め管理

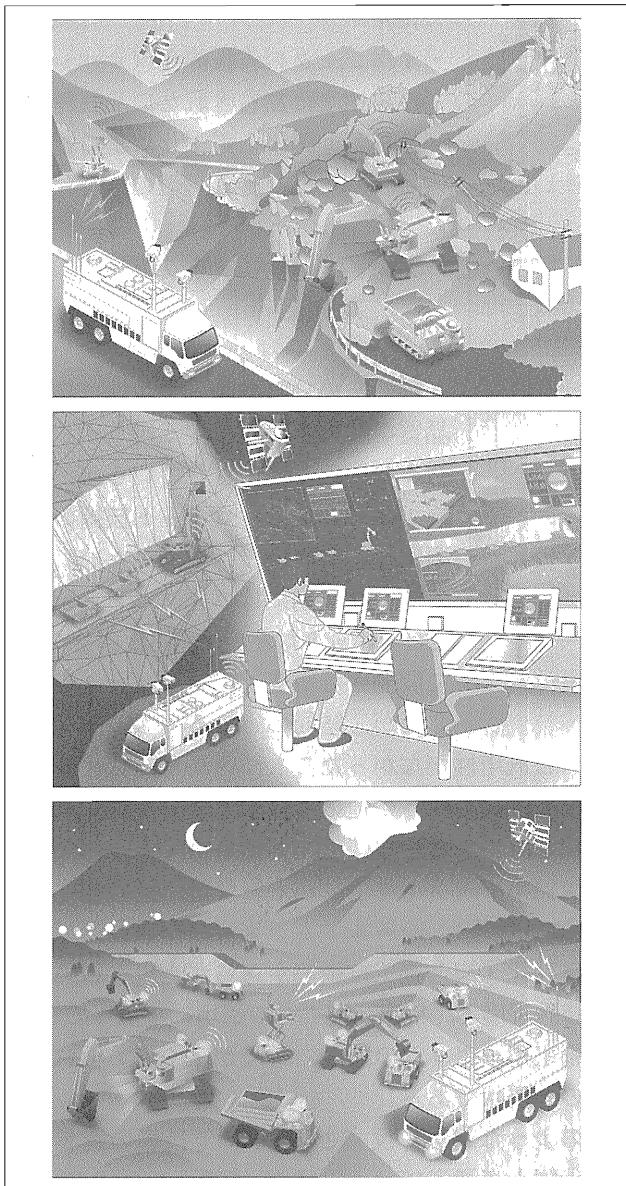


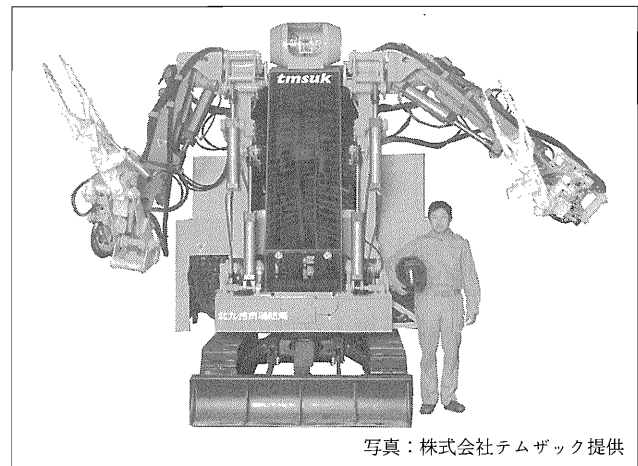
図-3 国土交通省技術基本計画における建設ロボット利用イメージ

ここで詳細を述べることは避ける。

なお、国土交通省では、社会資本整備、交通分野を中心に平成15年度から平成19年度までの5年間を計画期間として、その間の国土交通省の技術研究開発の方向性を明らかにした「技術が支える明日の暮らし—国土交通省技術基本計画」（以下、「技術基本計画」という）を策定している（図-3）。この技術基本計画は、国土交通省の技術研究開発の方向性をできるだけ具体的に示すことにより、産学官における研究者が共通の認識を持ち、より効率的な技術研究開発が促進されていくことをねらいとし、重点的に実施する研究開発テーマとして、10テーマが重点プロジェクトとして位置づけられている。これらの具体的な内容については本誌で別途紹介されているので、そちらを参考にされたいが、重点プロジェクトの一つとして、建設ロボット

等による自動化技術の開発が挙げられており、建設工事からの危険、苦渋作業の解消のために最先端のITやロボット技術の活用について、産官学で連携をとりながら、今後国として積極的に取り組んでいく方針が示されている。

なお、現在、建設分野におけるロボットとしては、九州技術事務所及び株式会社フジタが共同開発した建設機械遠隔操縦用ロボット「ロボQ」は既に数多くの災害現場での建設機械の遠隔操作に活躍している。また、株式会社テムザックの開発した災害対策ロボット「援竜（T-52）」等も今後の災害現場をはじめとした建設分野での活用が模索されている（写真-1）。



写真：株式会社テムザック提供

写真-1 援竜 T-52

4. 無人化施工の現況

新潟県中越地震においては、地盤の弱い山間部が直撃されたため、大規模な崩落や地滑りが発生し、厳しい状況下での復旧作業が余儀なくされている。これに対応するものとして、雲仙普賢岳や有珠山の災害において培われた無人化施工の技術が効果的に利用されている。ここでは、共用変換器タイプの遠隔操縦対応型バックホウ（北陸地方整備局で開発）が用いられ、簡易遠隔操縦装置（ロボQ）等に関しても活用が検討された。

無人化施工は「遠隔操作機能等の高度な操作制御システムを有する建設機械及び画像装置などにより、作業エリアが無人の状態で行える施工法」である。実際の活用場としては、新潟県中越地震の被災箇所のような条件の厳しい箇所も主要な活躍の場の一つである。

このような無人化施工が採用される場合の条件は概ね以下の二つに大別できる。

- ① 対象地域を施工するに当たって、立入り禁止区

域等を伴う危険箇所であり、有人施工できない場合

② 対象地域を有人で施工するに当たって、大きな仮設や迂回路を必要とし、コストや時間を要するために、無人化施工で実施する事に優位性がある場合

①の場合は、いわゆる災害復旧現場における無人化施工を意識しているが、②においては、一般的な施工現場においても工期短縮、コスト縮減に対しても無人化施工の有効性を活用しようとするものである。

共用変換器やロボQは①を指向して開発されたものであるが(写真-2)、最近、②を指向して北陸地方整備局で開発されたものに無人ラフテレンクレーンがある(写真-3)。このクレーンは白山の砂防工事現場(北陸地方整備局金沢河川国道事務所)で利用されて



写真-2 運転席にセットされたロボQ

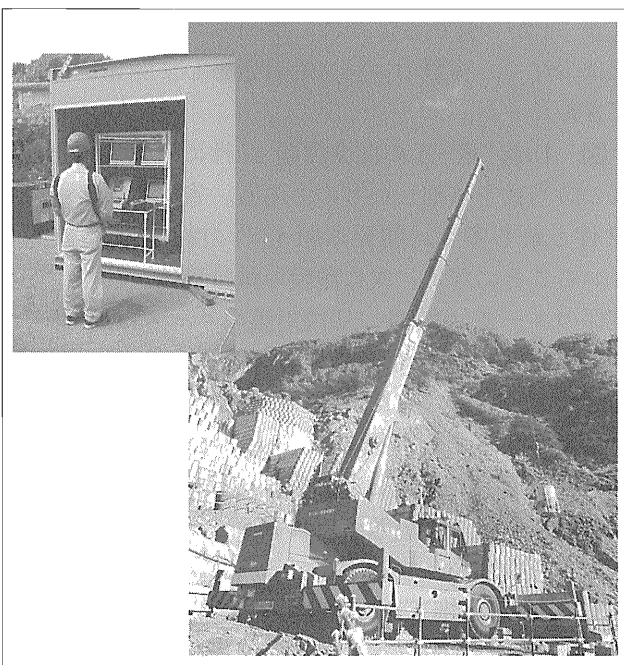


写真-3 無人化クレーンと操作状況

いるが、安全性を確保するだけでなく、工事用道路の建設などの合理化により大幅な工期短縮とコスト縮減を達成している。さらに、このクレーンは災害復旧活動への支援も期待されているところである。

5. 次世代に向けての施工技術

本報文では、これからの施工技術として、建設ロボット、IT施工・情報化施工、無人化施工の技術の現状を紹介した。情報化施工については盛土の締固め管理を紹介したが、今後はさらに工種を展開すると共に、CALS/ECとの連動によるより高い効果の検証やコスト構造改革における品質確保の方策としての検討など、今後はメリットを明確化していくことが肝要である。

すなわち、マネジメント面としては、施工管理者としてCMへの情報活用、施工業者として生産システム・品質管理システムへの情報活用、発注者・工事監督者として検査・監督業務への情報活用などが想定される。さらには、この技術の活用は建設現場によっては生産システムを一般製造業と同等のレベルまでに改善する可能性を秘めている。さらに、施工の自動化・合理化面としては、電子丁張り等を導入することにより、狭隘な湾曲部における施工などの効率化や精度・品質の向上などの効果が確認されており、今後さらに無人化施工と組み合わせることにより、施工条件の厳しい現場における施工効率改善などにも効果が期待される。そのためには、現状の施工に関わる監督方法や品質管理のあり方などを含めた総合的な検討を行い、情報化施工の効果を最大限に発揮させるための環境整備を行うことが重要である。

このように、建設ロボットやIT施工、無人化施工では情報処理技術、無線技術、電子測量技術、画像処理技術など、様々な分野の技術が総合的に利用されている。従来から建設施工技術はこのような技術を総合的に活用していく、いわゆる実用化研究の代表格とされている。今後も各分野等で開発された先端的な技術を積極的に取り入れ、次世代の施工を展望していく方針である。

JCMA

【筆者紹介】

藤野 健一 (ふじの けんいち)
国土交通省総合政策局
建設施工企画課
企画専門官

