

1. 建設施工における3次元データの有効活用

施工プロセスにおける生産性向上と効果

○ 株式会社トプコン販売 開発営業部 平岡茂樹

1. はじめに

近年CALS/EC(公共支援統合情報システム)をはじめe-JAPAN戦略、電子入札、電子納品そしてアクションプログラム2005と建設業界もこれまでの紙ベースの情報から電子データ化、デジタル化が急速に進んでいる。

また、ICT技術(情報通信技術)を用いた施工合理化や品質向上のため、公共工事にもトータルステーション(以下TSという)を用いた出来形管理要領の普及促進が進められている。既に道路土工においては、3次元のデジタル設計データを使用した出来形管理は、実用段階に入ってきている。

一方で、GPS(全地球測位システム)や自動追尾TSといったポジショニング技術も急速に発達してきており、高精度なリアルタイム位置計測が可能となってきた。そして、この3次元設計データをポジショニング計測技術と、油圧制御技術に結びつけることにより、重機施工の自動化が出来るようになってきた。このことは、調査・設計、施工、検査、維持管理の建設施工プロセス全体の合理化を図る情報化施工システムとして欧米では急速に普及している。本稿では各プロセス毎の3次元データの有効活用による建設施工の生産性向上や効果について説明する。

2. 3次元データ活用効果

各施工プロセスごとに3次元データのメリットについて見てみたい。

2-1 施工プロセス全体

現在、工事発注者側から3次元設計データは、供給されておらず、施工現場では設計図面から3次元データを作成する必要がある。しかし、一度この3次元データを作成してしまえば起工測量や設計変更などで発生した計画の変更や追加に迅速に対応

できるだけではなく、建設機械各種に搭載したマシンコントロールシステムに使用すると、丁張りなしで撒きだし作業や、敷き均し整地作業、法面整形作業を行うことが出来る。また、振動ローラの転圧管理システムのデータとしても活用できる。施工中の検査として仕上がり高のチェックから出来形管理まで一貫して同じ3次元データで運用することにより施工プロセス全体の合理化が図れるばかりでなく、デジタルデータの送受信による情報伝達となるため、計算ミスや転記ミス、丁張りの設置ミスなどの人為的ミスも大幅に軽減できる。また、竣工後も3次元データを維持管理用にも活用でき、この3次元データを補修・維持管理に活用したり、次の工事計画にフィードバックできれば図-1のように更に合理化が図れる可能性がある。



図-1 3次元データの流れ

2-2 設計・施工プロセス

設計施工プロセスでの3次元データを利用する事の利点は、測量用フィールドコンピュータなどを用いて基準杭の設置や起工測量、構造物などの丁張りを設置でき、設計変更があってもデータの修正もしくは追加作業ですぐ対応が可能な点が上げられる。既設の構造物など既にあり現場合わせが必要な場合でも起工測量で取得したデータを転送することで迅速に対応できる。

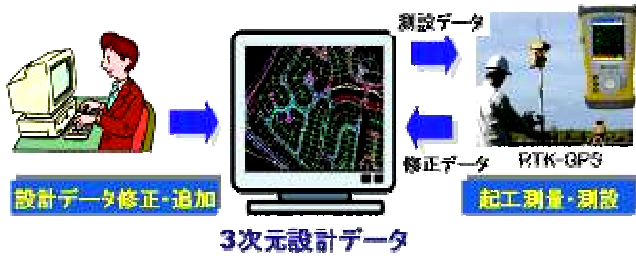


図-2 準備工での3次元データの流れ

2-3 施工作业における効果

株式会社トプコンでは前述した3次元設計データと油圧制御機器、GPS、自動追尾TSを組み合わせた3次元マシンコントロールシステム「3D-MC」を製造販売している。この3D-MC用コントロールボックスに3次元データを取り込むことにより設計データを元にした自動施工が実現できる。この「3D-MC」は、ブルドーザー、モータグレーダー、フィニッシャー、油圧ショベルなどの建設機械の排土板やスクリード、バケットの刃先の3次元座標を、GPSや自動追尾トータルステーション、レーザー機器を用いてリアルタイムに計測し、入力された3次元データと照合して、仕上げ面に対して掘削運搬装置を自動制御できるようにするものである。(但し油圧ショベルは掘削装置の位置及び形状表示機能のみ) これによりオペレータは進行方向へのステアリング操作のみで、設計データどおりの施工が可能となる。



図-3 情報化施工イメージ

また、この3次元設計データは、面データとして

利用できるため、施工面を従来の測点部分だけの管理ではなく面で管理できるようになる。このため、施工面に対し均一な精度での施工が実現し現場の品質が向上する。

(図2-3)

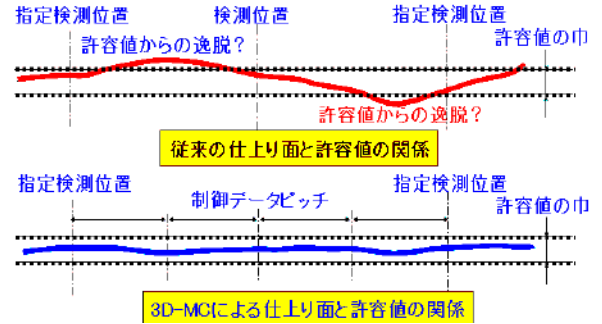


図-4 3D-MCの仕上がり精度

次に施工における3次元計測機器の概要を説明する。

2-3-1 RTK (リアルタイムキネマティック) - GPS

RTK-GPSとは、現在、カーナビなどで利用されているGPS衛星を利用し、固定局GPS受信機から無線で配信された補正情報を各移動局GPS受信機が受信することにより、リアルタイムに精度よく現在位置がわかる技術である。

計測条件として、確実に5個以上の衛星情報を受信することが必須となるため、山間部や市街地などでは極端に衛星の受信状態が悪くなることから、現在では、米国GPSだけでなくロシアのGLONASS衛星も利用し、安定した位置情報を確保している。

このRTK-GPSを情報化施工に利用する場合、複数台数の建設機械を同時に運用でき、天候に左右されないなどの利点がある。また、写真-1のブルドーザーシステムを使った撒きだし作業の場合、写真-2や図-5のような運転席に設置されたディスプレイで設計データ上の位置関係や設計値との差も確認しながら施工ができるため、粗均しから仕上げまで設計値との高さの差が確認でき、検測作業員によるチェックも不要、確認のため重機から

降りる必要も無くなり、生産性と安全性の向上が図ることができる。



写真-1 ブルドーザーシステム



写真-2 ブルドーザー用コントロールボックス

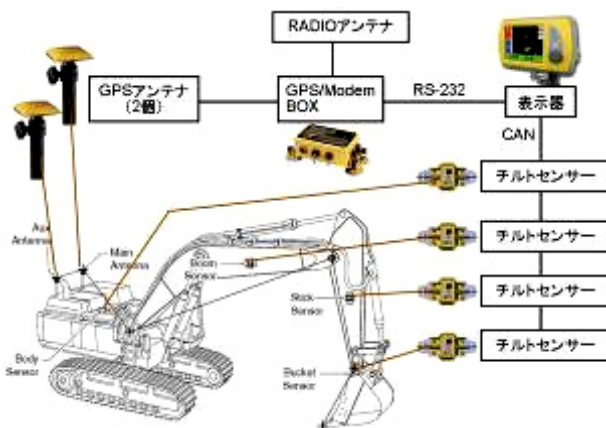


写真-3 油圧ショベルシステム

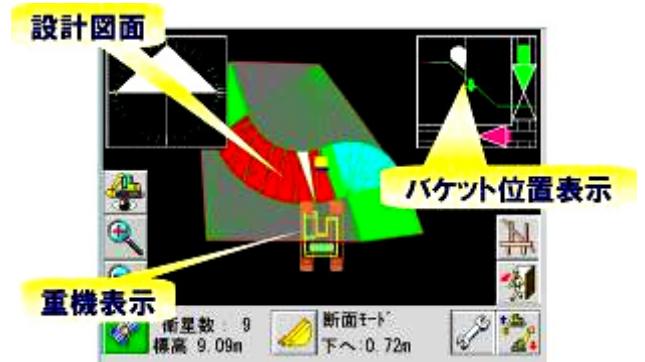


図-5 油圧ショベル用誘導画面

転圧管理システムにもこの3次元データをインプットし利用する事が出来る。GPSは転圧後の高さも計測できることから、一部ではこの施工データを面管理だけでなく、施工管理データとして活用していこうとする動きも出てきている。

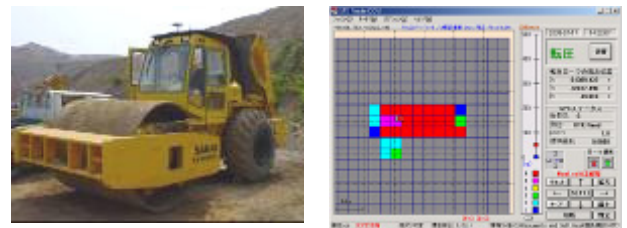


写真-4 転圧管理システム

2-3-2 自動追尾トータルステーション (LPS)

LPSは、中小規模現場に有効なセンサーである。基本原理は測量で使用するトータルステーションが反射プリズムを追尾し3次元座標をリアルタイムに計測する。トータルステーションを使用することで手軽に高精度な位置計測が可能となるシステムである。RTK-GPSとの違いは、自動追尾トータルステーションと反射プリズムは1対1でしか使用できず、また雨天や視通を遮るものがある場合は使用できないというデメリットもある。

舗装工事の路盤仕上げ作業において、従来では測点の杭毎に主にグレーダーで整地作業実施後作業員3名で仕上がり高さ計測、路盤面上に石灰やスプレーで差を表示しオペレーターがその表示を見て修正するという作業が行われている。この路盤の仕上げ精度が道路の平坦性にも影響してくることが

らかなり高い精度を要求される。

この作業も、3次元設計データを使ったLPSシステムにより、GPSシステムと同様、オペレーターが設計との高さの差が、コントロールボックスのディスプレイ上で常に確認でき、(写真-2)、検測作業も頻繁に実施しなくても良いことから、検測作業が止まることもなく連続的に作業ができるため、大幅に合理化が図れる。

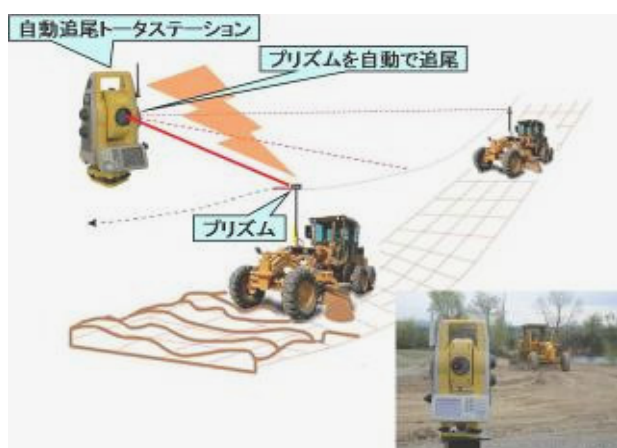


写真-5 LPSシステム図

2-3-3 mmGPS（ミリメートルジーピース）

このシステムは、RTK-GPSの弱点である高さ方向の精度弱さをレーザー技術を組み合わせることによって、mmまで向上させるシステムである。

mmGPSに利用するレーザー機器は、従来から利用されている水平方向のみの高さ方法を検出するものではなく、新たに開発された10mの高低幅をもったレーザー発光器（ゾーンレーザー発光器）を使用することにより、GPSの高さ精度を補完し、舗装工事でも充分使える精度まで向上する事を可能にした。これにより、グレーダーやアスファルトフィニッシャーといった高さ精度を重要とする大規模現場でのマシンコントロールシステムに非常に有効である。



図-5 mmGPSシステムイメージ図

現在日本の工事現場（特に舗装業界）において「3D-MC」は、大手舗装会社を中心に普及が進み始めており、施工現場の効率化に貢献している。

3. おわりに

3次元データの有効活用により、建設施工の生産性や安全性の向上、維持管理の効率化まで図れることは間違いないと考えられる。

また、ペーパーレスが叫ばれている昨今において、3次元データ化は、時流にのった流れであり、データ管理の面でも効果が得られる。

現在国土交通省が中心となり、情報化施工推進会議の中で、普及促進の問題点が議論されている。情報化施工を推進していくためには、3次元設計データでの発注や3次元施工データ、3次元出来形データを工事計画や維持管理に活用されるような仕組みができることが必要と考える。

また、各3D-CADソフトの標準化やTSを用いた出来形管理要領のデータフォーマット互換性の強化も重要であり、情報化施工機器メーカーとして、今後、データコンバータ機能の向上や同一フォーマットの整備にも注力し、3次元データの有効性を向上させるとともに情報化施工の推進に欠かす事のできない計測機器の更なる技術開発を行い市場に提供することで、日本の建設業界の生産性の向上に貢献したいと考える次第である。