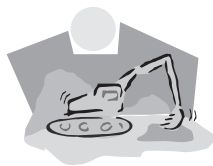


建設紀行



重機土工における最適作業機能と 操作制御方法の選択と課題

地場施工会社の災害復興道路工事適用事例

福川 光 男

建設施工の合理化においては工法に応じた建設機械の機種の選択とその作業機能を如何に効率的に制御させるかが要求される。情報化施工を活用するには準備作業として設計図書からの制御データの作成、衛星測位機能を使用する場合には現場地形制約など手間と条件が伴う。もっと現場状況に適応した制御システムはないのか？ また、新規システムを導入する際の専門の部所をもたない中小の施工会社の対応はどうか？ 更に、建設機械の作業機能は開発され尽くして、これ以上効率的機能は探し得ないのか？ 各種の自然災害に対して強固な土木構造物を構築する必要性の認識が改めて求められる昨今、最先端の情報化施工システムを含む作業環境に応じた適正な制御システムを組み合わせ、また工法に適応した最適機能を駆使している宮城県古川市に本拠を構える地場の土工施工会社の事例を通して、合理化施工システムの普及促進における課題を述べる。

1. はじめに

今回、東北の地場土木施工会社を知ったキッカケは、ネットワーク型 RTK-GPS（衛星測位仮想基準点）配信サービス会社の担当者から今回の東日本大震災復興道路・復興支援道路工事で宮城県古川市に本拠を持つ地元の工務店がネットワーク型 RTK システムによる作業形状確認（写真—1）とローラ転圧管理に活用している写真を見たことである。

その2枚目の写真（写真—2）に国内には数台しかない深層転圧に効果のある特殊ローラのスナップがあり、この会社は地場の施工会社であるが、技術的に評価できる会社と感じ、早速インターネット検索をしたがヒットせず、逆に益々強く興味を持ち情報化施工システムの普及推進を唱えている者としては是非伺ってお話をお聞きしたい思いで、平成23年暮に南三陸町



写真—1 作業形状確認状況



写真—2 特殊ローラ

の施工現場に伺い、現場を見せていただき工務店の社長との面談を持つことができた。

2. 事業展開履歴

米どころである宮城県北部に位置する大崎平野にて農業の生産性を高めるための水田圃場整備事業への参画に伴い、湿地ブルドーザを用いた機械化施工を展開



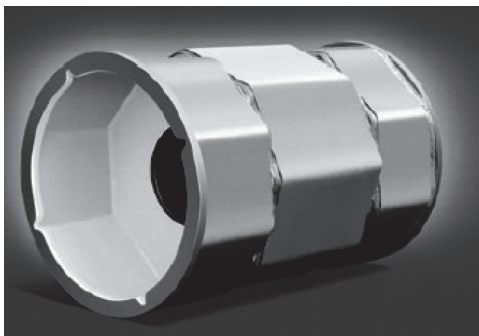
写真—3 ブルドーザの排土板制御システム

した。その後、回転レーザを用いたブルドーザの排土板制御システムを導入し、飛躍的に作業の効率化と施工品質を高めることを可能とした（写真—3）。会社は常に施工の合理化対策に積極的に取り組み、施工機械の開発、装置の改良にチャレンジし実績を積み上げていった。この農業土木での経験と実績を基に本格的に一般土木事業への展開を図り施工の合理化への意欲を持ち続けた。

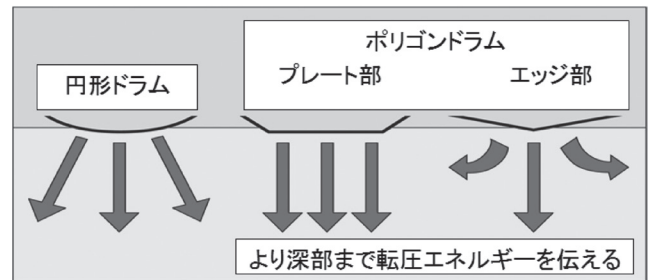
3. 施工の合理化、高品質を追求した企業理念

その一例として、軟岩材を使用する盛り土工事における締め固め作業の効率化に、いち早く、ドイツ製の多角形ローラの導入を図った。

盛り土作業において締め固めにくい材料を効率的に締め固める特殊な形状（平面部と凸部が組み合わされた多角形ロール図—1、2）であるが、わが国では一部大規模工事で使用されその効果が実証されているのみで、一般工事での使用実績はまだ無に等しい現況であった。新しいシステムを導入する場合にはそのシステム、機能が広く認知されてから実施するが、まだ認知されない時期にその機能価値を確信して導入に踏み切った。



図—1 多角形ロール



図—2 多角形ローラ導入の意義

4. 作業プロセス管理のシステム化

また、材料の撒き出し作業には圃場整備で活用した、ブルドーザのレーザガイダンスシステムを用いて各層の高さ管理を実施していた。ともすると土工工事での評価は如何に正確な出来形に仕上げるかに求められがちであるが、一概に出来栄＝機能評価には繋がらなく、特に、多層形状の盛り土工事において各層の作業プロセスの重要性を認識していることは高く評価できる。

このローラとレーザコントロールブルドーザの組み合わせ（写真—4）を用い、今回の東日本大震災の復興道路・復興支援道路として早期の全線開通が望まれる三陸縦貫自動車道 南三陸町工区での盛り土工事に新たに GPS 測位機能（VRS-RTK）を搭載し、さらに GPS ローバ（写真—1）を用いて施工プロセス毎の作業形状確認を行いながら、27メートルに達する高盛土工区を施工している。



写真—4 作業状況

5. 直営施工だからこそ施工合理化へのアイデアが生まれる

地元工務店の社長（写真—5）はレーザコントロールシステムには作業データ記録機能が付加されていないので今回採用した衛星測位機能によるローラ転圧管



写真—5 地元工務店 社長



写真—6 改良されたパワーショベルの活用

理システムに高さ方向のデータ記録機能を付加させれば盛り土工事における各シフトの施工高さ（厚さ）の作業エビデンスとして残すことができるので是非採用を検討したいと意欲を示した（この機能に類したソフトは既に開発され実施例は少ないが使用されている）。

この方法は材料の撒出しと締固めの作業をユニットで管理する大変合理的な施工管理方法である。これらの適正な機械の選択と制御システムの活用そして施工プロセス管理の重要性を認識した施工体制であれば災害に強い強固な土木構造物の構築は間違いなく可能であると確信した。

事実、震災前にこの多角形ローラを使用して施工した道路盛り土工事では他の工区に比べクラック等の発生は無かったとのことであった。

6. 費用対効果を意識し、作業に適したシステムの選択

法面部での施工では2D（二次元）パワーショベル制御システム（本体とブーム、アームの作業角と屈折点間距離からバケット先端の相対位置を算出し、キャビンのモニターに明示させる（図—3））を一部使用しやすいうように改良を加え活用していた（写真—6）。

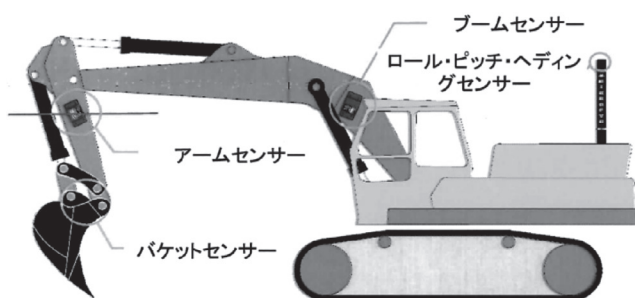
パワーショベルの作業はブルドーザやモータグレーダのように本体移動＝連続作業とはならず、本体

が固定した状態で作業を行うため、使用状況によっては基準位置とバケット先端位置との相対位置情報が分かれば高価な衛星測位機能を付加した3Dシステムを使用しなくても十分に実用性の高い作業を可能としている。この2Dパワーショベルコントロールシステムはわが国では普及実績が少ないがヨーロッパ各地では一万台以上使用されているとのことである。

またパワーショベルを使用した法面整形作業を安全に施工するために、この2Dガイダンスモニターと遠隔操作システムを融合させたシステムの開発にもチャレンジしているとのことであった。

7. どのようなアプローチで情報化施工システムを導入したか？

このような地場の中小企業がどのようなアプローチで新しいシステムの導入に至ったのか？ 特に情報化施工システムは各種の要素技術の集合によって構成されているため窓口を一箇所に絞り込むことが困難な場合も想定される。新しいシステムの導入に積極的に取り組んできた仙台市の測量機器販社（各測量機販社の代理店）が窓口となり各々の要求機能を満たす会社を紹介している。具体的な例としてパワーショベルの2Dガイダンスシステム、TSやGNSS測位機能を使用した重機の3D-MCシステム、ローラの転圧管理システム、そして、施工データ作成のコンサル、さらに、ネットワーク型仮想基準点測位の補正データ配信会社など各社のバックアップによってこの新しい情報化施工システムを稼働させている。ハード、ソフトを自社保有する場合にはこのようなアプローチになり、一方、リースレンタルで運用を試みる場合には、機器の提供、データ作成、運用指導などリースレンタル会社が総合的にサポートを行っている例が多い。



図—3 2Dパワーショベル制御システム

8. 情報化施工（特に衛星測位）を運用するための基盤整備の必要性

今回、訪問した三陸縦貫自動車道は復興事業として全線開通が急がれている状況下において、地震の地殻変動により従来の座標軸が大幅に動いている。故に国土地理院の管理による電子基準点（GEONET）によってネットワーク型仮想基準点測位システムを活用することにより新たな地理座標の測位を可能としているため、使用実績が急増している。

さらに測量分野のみに留まらず、情報化施工に衛星測位機能を活用するためには

- ①高精度な連続したデュアルタイム、測位が必要となるため米国のGPSのみでなくロシアのグローナス衛星を含めたグローバルな衛星測位機能を活用した新たなGNSS対応が早急に望まれる。
- ②三陸縦貫自動車道のルートは、津波を考慮して、施工現場は海岸線から数キロ離れた起伏のある山中で（写真一七）衛星機能を使用した補正データの無線伝送は大変厳しい状況下であり、また携帯電話中継局ネットワークも受信率が低いためいずれの場合も補正データ伝送環境が思わしくないので早急なデータ通信網の整備が望まれる。



写真一七 起伏のある施工現場

9. おわりに

今回の工務店の作業現場への訪問と社長との面談を通して感じたことは、けっして大きな企業規模では無いが想像していた以上にしっかりした経営理念の下で



写真一八 3D-MC システム

責任施工としての作業原則に忠実に取り組み、情報化施工システムを作業の効率化と施工品質の確保のための手段として取り入れ、蓄積した経験とノウハウを常に作業システムの改善改良に積極的に取り組んでいたということである。

本格的な衛星測位によるブルドーザ3D-MCシステム（写真一八）の導入も実現されており、まだ衛星測位機能を活用した情報化施工システムを取り入れたばかりで試行錯誤の連続であると推測されるが、積極的な運用によって今後の活用が期待でき、情報化施工普及促進の旗振りに期待したい。

謝 辞

本稿執筆にあたり、取材に対して多大の協力をいただいた(株)佐藤工務店の佐藤敦代表取締役ほか関係各位に心よりお礼申し上げます。

JCMA

《取材協力、参考文献》

(株)佐藤工務店（代表取締役 佐藤 敦）会社案内
 (株)ジェノバ、(株)旭商会仙台店、ジオサーフ(株)
 ・ライカ Power Digger 2D 取扱説明書 ライカジオシステムズ(株)
 ・BOMAG New Technology Polygon Drum コベルコ建機(株)

【筆者紹介】

福川 光男（ふくかわ みつお）
 (一社)日本建設機械施工協会
 施工部会 情報化施工委員会 委員、
 (独法)土木研究所 技術推進本部 先端技術チーム
 招聘研究員、
 鹿島道路(株) 顧問

