中小規模施工現場における情報化施工導入成功の秘訣（事例紹介）

福川光男

ICT機能を活用した情報化施工システムは大規模施工でその効果を発揮するもので，小規模工事では，費用対効果の面より運用は困難である，はたしてそうなのであろうか？　一般製造業においてはかなり以前より中小の町工場に産業用ロボットが導入され，飛躍的に作業効率が改善されその生産性を高めることができている。土木建設業においても，この既成概念に囚われず，「ものづくり」の視点から施工の合理化を探求した結果，いち早く情報化施工システムを導入し，小規模な工事でも高い運用効果を上げている地方の小規模施工業者の情報化施工システム採用に至った経緯を紹介する。

キーワード：情報化施工，3次元マシンコントロール，TS・3D-MC，回転レーザ制御

1. はじめに

建設機械の操作革命と言われる数値制御による情報化施工は21世紀に入り世界的な規模で普及し始めている。しかし，一般製造業においては既に，半世紀前の20世紀後半1960年代には工作機械の数値制御が開発され急速に普及した。我が国においても，小規模な町工場にまでティーチング機構を備えた産業用ロボットが採用されて，画期的な生産性の向上を果たしてきた。国土交通省の情報化施工推進戦略の重点目標において，2012年度までには中・小規模の工事について標準的な施工・施工管理方法として位置付けるとしている。ただし，大規模工事での情報化施工はそれなりの効果があり普及促進が進むことが予測される。一方，圧倒的に工事件数の多い中小規模の工事においても同じく情報化施工は作業の効率化が図れる場合も多く，むしろ，その効果比率は大規模工事にも勝る場合もある。しかし，工事受注環境が甚だしく厳しい現況下において，中小規模の建設会社による情報化施工の導入促進は敬遠されがちであり，さらに，情報化施工に関する技術的な情報に接する機会も乏しいことが推測される。

ここでは，そのような環境下において，すなわち産業ロボットが町工場に普及した時代背景，環境とは異なっているが，発注者，元請けの要請，一時のトレンドや世間の動向の如何にかかわらず，施工のプロとして常により良い仕事を追及する自己の信念に基づいて，情報化施工システムの有効性を見極め，それを早々と導入し，大幅な施工の合理化と高品質な施工を実現し，会社の信頼性を高め，この厳しい環境を乗り切ろうとしている地方の小規模建設会社を紹介する。

2. 事例紹介する建設会社の概要

事例紹介する建設会社は長野県安曇野市を本拠とした従業員8名程度の地方の小規模な一般建設業であり，大手舗装会社の協力会社として，主に県内で行われる道路舗装工事や建築の外構工事を行っている。同社の現社長は父親が興したダンプを使用した建設資材の仕入れ販売業を引き継ぎ，元請の要請に基づき小型ブルドーザを使用した路盤整形作業を請け負うことになった。その事もあって，自ら小型ブルドーザを運転し，操作技能を高めていった。やがて，体育施設系建設会社の依頼でテニスコートや野球場の整備工事を請け負うこととなった。

3. 3次元マシンコントロールシステム（3D-MC）採用にいたる経緯

(1) 各種競技グランド（スポーツ施設）規定形状と要求精度

スポーツ施設のグランド造成工事の施工ポイントは，いかに基盤となる路盤の施工精度を高められるかである。テニスコートなどの造成工事では付帯構造物が接近しているため大型の重機は使用できない場合が多く，基盤整形作業には小型ブルドーザを使用した材料敷き均し作業が行われる。しかし，ブルドーザはその構造上材料の敷きだし能力は高いが（モーターグレーダに比較すると）図—1の如く敷き均し精度を得るには高い操作技能を要する機構となっている。ゆえに，社長は自らの操作経験を通し，施工の方法，手順，搬入材料の見極め等，施工品質を向上させるためのノウハウを蓄積していった。

図—1　モーターグレーダとブルドーザの機能比較

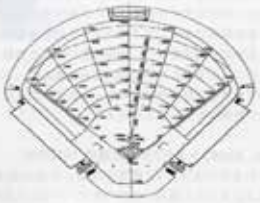
(2) 回転レーザ制御（2D-MC）ブルドーザの採用（STEP-1）

テニスコートなどのスポーツ施設においては，表面の平滑性がプレーに大きく影響するため，一般建築物の外構工事とは異なり，路盤となる基盤構築整形作業には高い施工精度が要求される。そこで，更にこれまで以上に施工精度を上げるため，回転レーザによる水平制御マシンコントロールシステムを導入し，自社保有の小型ブルドーザに搭載した。社長自身がブルドーザの操作に精通しているため，導入した回転レーザ制御システムの機能に高い評価を与えることができ，導入に踏み切った判断が正しかったことに確信をもった。また，発注者からも施工精度が飛躍的に向上したことに対して高い評価がなされた。このシステムは設置された発光装置よりレーザ光を回転させ基準となる円盤状構成面を作り，機械側の受光センサでセンシングして作業装置を自動コントロールさせる。このシステムは既にかなり普及がなされており，平面構成面の多い駐車場，コンテナーヤード，更には飛行場，そしてその機能は農業分野での水田の圃場整備にも使用され，対象機種はブルドーザ，モーターグレーダ，アスファルトフィニシャなど広範囲に運用されている（図—2）。

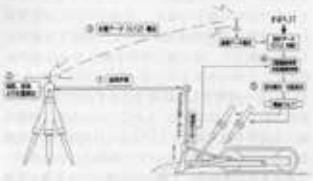
図—2　回転レーザによる整備水平面制御イメージ

(3) 更なる要求機能は TS・3D-MC の導入に至った（STEP-2）

回転レーザ制御システムを使いこなせるようになり，従来の丁張りを作業指標とした人的操作より大幅な施工の合理化と飛躍的に施工精度を高めることができた。しかし，スポーツ施設ヤードの構造は単なる平面構成ばかりではなく，ゆるい排水勾配をもたせた複雑な3次元合成勾配構造の施設もあり（図—3），そのような施設の基盤構築整形作業で回転レーザ制御システムを使用するには頻繁にレーザ発光器の移動と勾配の設定変更が必要になる。そこで，回転レーザ制御システムの導入先であった，計測機器メーカの担当者に，「何とかブルドーザの運転席からリモートコントロールで勾配の制御値を変えることができないか？」との要求を投げかけた。この要求に対して，まだ一部の限られた施工会社にしか導入されていなかった測量機器機能（トータルステーション：TS）を活用した3次元マシンコントロールシステム（図—4）が紹介された。この説明に対して，既に，回転レーザシステムを使いこなしている社長は，求めていたのはこのシステムだ！と判断し，2007年9月数回の試験施工を経て，即，導入に踏み切った。この導入経過は大手の舗装施工会社が2D-MCシステムの導入を経て3D



図—3　野球場の勾配



図—4　TSを活用した3次元マシンコントロールシステム

-MCシステム導入に至った経過とまったく同じであり，経営者が費用対効果を直接判断しているため，むしろ大手企業が長時間かけて調査して導入に踏み切るよりも，非常に短時間での導入がなされた。

4. システムの運用はどのようになされているのか？

この3次元マシンコントロールシステム（3D-MC）を使用するためには，システムのハード部分を揃えても運用ソフトが働かなければ動かない。この課題に対して，どのようにして運用スタッフを確保したのか？

(1) 制御デジタルデータ作成要員の育成（STEP-3）

数値制御によるマシンコントロールシステムは従来の各種センサを使用して予め設置された基準物をトレースさせる自動コントロールシステムと異なり，設計デジタルデータにて建設機械の作業装置を自動制御するシステムを運用する。このため，操作用デジタルデータを作成・運用する技術者が必要になる。そこで，大手建設会社での勤務経歴があり測量作業経験をもち，パソコン操作に精通した工務系技術者を社員として雇い入れ，システム導入先のトレーニングを受けさせることにより，従来の設計図書および現場の測量測設データからデジタル操作データを作成できる運用技術者が育成できた。タイミングよく適任者を探し出すことができた背景には，社長の広い人脈と適材，適所を見つけ出す優れた洞察力にあると感じた。大手の企業でも多数の社員の中からもっとも適した人材を選び出す行為にも同じことが言える。

(2) 3D-MC システムの自社運用（STEP-4）

このようにして，TS機能を活用した3D-MC情報化施工システムの運用が社外のサポートなしに自社のみでの運用が可能となった。その結果，運用のノウハウを徐々に自社内に蓄積していくことができ（レンタル依存では不可能との考え），小型ブルドーザを使用しての路盤構築整形作業において，変化する如何なる設計勾配でも，常に施工制度を概ね10 mm以内に収めることができるようになった。このことにより，3D-MCを一度使用した現場では必ず次回での使用を要求されるようになった。しかし，いくら施工精度を向上させても施工単価を上げることは発注者側の理解を求めるのが困難であるので（期待はしているが），このシステムを生かして施工の合理化による施工単価を下げることに機能させていきたい（海外では工期短縮，精度向上に対してのインセンティブを与える仕組みがあるが，我が国においては残念ながらそのような仕組みはないに等しい）。そして，「我々がもっとも設計に近い他社に負けないものを作っているという自負がある」とのことであった。

5. 新たなマーケットへの活用展開（STEP-5）（複雑な3次元形状グランドの施工事例）

丁張りの設置なしで，設計どおりに縦横断勾配に対応できる3D-MCシステムが使いこなせるようになると，新たな活用に展開して行った。2008年6月，市が発注した工事は，移転する保育園の改修工事で付帯する約4,100 m²のグランド整備において，点在する建物やプールに合わせてクレー舗装を施す設計であり，そのため，擦り付け勾配が0.1％～最大5％の範囲で複雑に変化する現場であった。ここで基盤構築整形作業として，路床，路盤，表層材の敷き均し整形作業に3D-MCシステムの機能を駆使して（写真—1），工事を無事に完工することができた。施工の完成後，園児が走り回るであろう複雑な3次元形状のグラウンドに降雨の際，設計通りに「水道（ミズミチ）」が美しいシュプールを描いていたことに，工事に従事した関係者からは驚嘆の声が上がったとのことである。

写真—1　3D-MC システムの施工事例

6. 更なる高精度施工を求めて（STEP-6）（3D-MC モーターグレーダの導入）

社長は更なる施工精度の追及と道路構築作業への情報化施工システムの活用を予測した新たな目的として，2009年10月にマシンコントロール対応の電磁油圧操作弁を搭載したモーターグレーダを導入した（写真—2）。国内での小規模施工業者の導入は初めてであろう）。その結果，路盤材の敷き均し精度を5 mm以内に収める精密施工が可能となった。ただし，この値を実現するには単に装置をグレードアップしただけでは不可能であり，施工法の原理原則に基づいて，装置を駆使することによって可能となる。その操作手順には経験で得た数多くのノウハウが生かされていることであろう。このことが先行導入者が後からの追従者を引き離す大きな要因になるのではないか？

写真—2　3D-MC ブルとの組み合わせで施工精度を高めている

7. おわりに

筆者も情報化施工システムの導入・運用に従事した経験をもって，直接，社長へのインタビューを通してこの紹介記事を執筆した。筆者自身，従来の操作方法を根本的に変えた建設機械操作革命と高く評価している。しかし，かつての急激な経済発展過程に伴った建設工事の需要に対応するため施工の合理化は，作業の分業化によって大量施工体制が確立された。その後，経済発展の停滞に伴って，分業化の体制は皮肉なことに受注（生産）対応に即する結果となり現在に至っている。その結果，従事する技術者に施工作業の良し悪しを総合的に見極める能力が不足してきている感が否定できない。そのような環境下においては，いくら優れたシステムが開発されても，その効果を正しく評価し，導入に踏み切り，活用に至る建設施工業者は少なくなってくる。日本建設機械化協会では情報化施工委員会の活動を通してこのシステムの普及促進を図っている。その一環として，海外での普及状況を調査しているが，既に情報化施工が一般化している北米では発注者，施工者ともに「施工方法を熟知している」点と「自己の施工技術を高めることが結果的に相互の利益を生む」という理念が普及促進に繋がっている。真に，本稿で紹介した経営理念と同じであった。これが情報化施工導入成功の秘訣であろう。

最後に，本稿執筆に当たり筆者のインタビューに施工工事のノウハウを細部に亘り惜しみなく提供頂いた五大興業㈱の小林昌徳社長，計測機器メーカの㈱トプコンに心から御礼を申し上げる。

JCMA

［筆者紹介］
福川　光男（ふくかわ　みつお）
元日本建設機械化協会　施工部会
情報化施工委員会
委員長