

CMI 報告

三次元重機制御による 路盤の高度化施工

竹本 憲充

1. はじめに

近年、測量機器の高機能化が進み、従来の光学的測量機能に加えて、測量ターゲットの自動追尾機能、測定した出来形標高と設計標高との比高差自動算出機能等が付加された製品が普及しつつある。また、建設機械についても、熟練を要する複雑な操作作業を、油圧・電子回路によって容易にコントロールできる技術が確立されている。これらの要素技術を、情報の伝達機能を有する測量機器を介して統合することにより、築造物の設計データを参照して建設機械を直接コントロールできる技術が開発された。この技術は、GPSや自動追尾トータルステーション（以下 TS という）を応用したものなど幾種類かに分類される。ここでは光通信機能を持たせた TS を利用し、モータグレーダのブレードを設計データ通りに自動制御できる技術の仕組みと路盤施工の試行結果について報告する。

2. 三次元重機制御グレーダシステムの概要

本システムは、図-1 に示すとおり光通信機能を備えた TS と高さ・横断勾配等の設計データを入力したコントロール用 PC（TS と直結）及びグレーダ側に設置された各種センサ、油圧制御部などで構成されている。

システムの運用手順は、以下のとおりである。

- (1) コントロール用 PC に設計データを入力する。
- (2) TS でグレーダのブレードに設置されたターゲットプリズムを視準し、ブレードの平面位置データと進行方向を把握する。

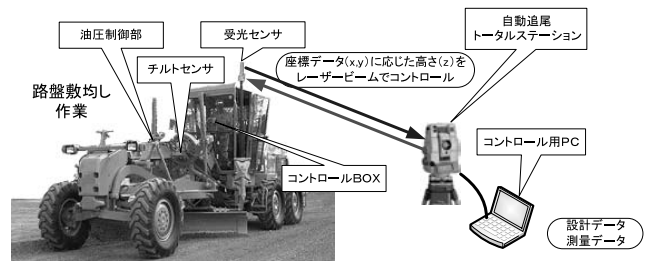


図-1 三次元重機制御グレーダシステム

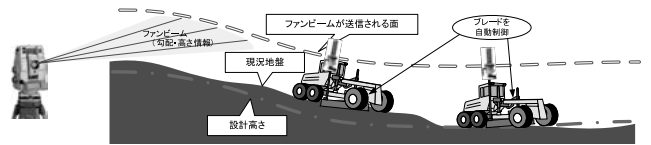


図-2 ブレード高さ自動制御概念図

- (3) ブレードの平面位置に合致する設計高さと横断勾配データをコントロール用 PC で計算し、10 回/sec に光通信装置でグレーダ側へ発信する。
- (4) グレーダ側では、受光センサで機械位置における設計データを受信し、ブレードを設計データに沿うように自動制御させる（図-2）。オペレータは、グレーダの前後進とステアリング操作をするだけで、設計どおりに路盤を仕上げることができる。

3. 設計データの作成

設計データの作成方法には、次の2つの方式がある。施工する現場の形状、線形の有無等により適宜選択し、コントロール用 PC に入力する必要がある。

①ポリライン方式

ポリラインとは、道路を構築している線形要素（路線）であり、その線形要素に、グレーダを制御するための必要な勾配情報を含んだものである。主として線形を持つ構造物（道路等）の施工に用いられる。

②三角メッシュ方式

3箇所の座標点を直線で結ぶことにより作成される三角形の面により設計形状を表現する方法である。主として線形を持たない形状（空港、造成地等）の施工に用いられる。

4. 高度化施工の精度検証

三次元重機制御グレーダシステムを利用した路盤の高度化施工では、前記2. の運用手順によりモータグレーダのブレードを自動制御し、目標高さに仕上げることができ、現行の丁張りを参照した高さ検測では管理できなかった管理断面以外の区間についても施工精

度が向上する。これを検証するため国土交通省関東技術事務所の委託により2現場で試行工事を実施した。この試行現場の道路幅員は約11m、試行延長は約100m（工事延長は約900m）である。

検証は、現行施工と三次元重機制御グレーダシステムを活用した高度化施工による路盤仕上げ完了後に道路端部と道路中心において道路延長5m間隔で標高測量を行い、設計値と出来形値との比高のばらつきを比較した。その結果、図-3①、②に示すように、高度化施工の出来形がより設計（比高=0）に沿って均一化していることが伺える。その傾向は下層路盤で顕著であった。また、上・下層路盤面の標高差から上層路盤の層厚を算出した結果、105測点の全てで施工管理基準で示す規格値（設計層厚に対し、-25mm以上）を満足した。

一方、現行施工においては、下層路盤仕上がり面の凹凸に起因して上層路盤の層厚不足箇所（規格外）が105測点中5点確認された。この層厚不足は多点管理を行ったことではじめて確認されたものである。各車

線200m毎に一箇所を掘り起こし、その深さを測定することで層厚を管理する現行の施工管理基準においては、規格値を満足する層厚であった。

5. その他の導入効果

本試行工事とは別途に実施した施工実験により、三次元重機制御グレーダシステムの導入効果として下記の事項が確認された。

- ①ブレードの自動制御により、出来形確認のための検測作業（作業中断）を低減でき、仕上げ作業が容易であることから施工能力が大幅に向上する。
- ②作業効率の向上に伴い燃料消費が削減し、環境負荷の軽減に寄与する。
- ③作業中の重機周りにおける出来形確認のための人力作業軽減により安全性が向上する。

6. おわりに

本システムの最大の導入効果は面的な出来形品質の向上であり、将来懸念されている熟練オペレータの不足問題に有効な対策となりうる。これまで本技術は主として請負者の施工効率化のために用いられてきたが、出来形品質の均一化は発注者にとっての導入効果としても認められるため、発注者メリットを明確化し、発注者主導での導入を促す取り組みが必要と考える。たとえば、本システムの導入による路盤出来形の均一化が、その上層（基層・表層）の層厚均一化に寄与し、ひいては基層・表層の長寿命化に寄与できることを、システム適用現場の追跡調査によって確認することが有効であると考えられる。さらに長寿命化の程度を定量評価し、施工～維持管理を含めたトータルコストの低減量として換算することにより、導入コストに見合う効果が得られるか発注者自らが検討できるようになり、発注者主導での導入事例が増えるものと考えられる。

JICMA

《参考文献》

- 1) T.Kanazawa et al: Proposal of construction management using position measuring technology of construction equipment in paving work, International Symposium on Automation and Robotics in Construction 2006 (ISARC 2006)
- 2) 坂本鋼三・他：舗装工における建設機械の位置情報技術を利用した施工・施工管理の提案，建設ロボットシンポジウム，2006年11月
- 3) 山口達也・他：3次元マシンコントロールモータグレーダ，建設機械，日本工業出版，39 [10]

【筆者紹介】

竹本 憲充（たけもと のりみつ）
社団法人日本建設機械化協会
施工技術総合研究所 研究第三部
主任研究員

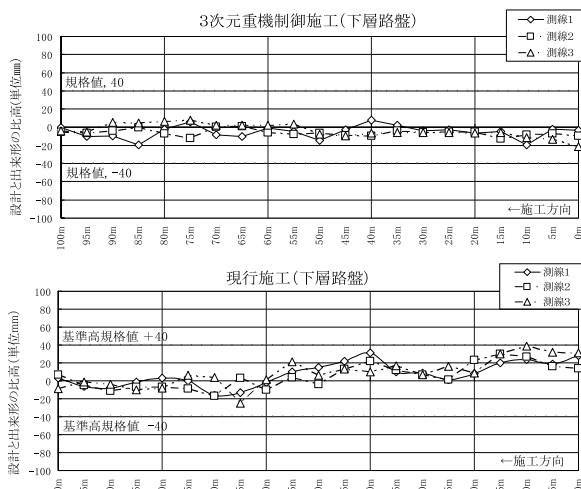


図-3① 下層路盤出来形の比較（設計値と出来形値との比高）

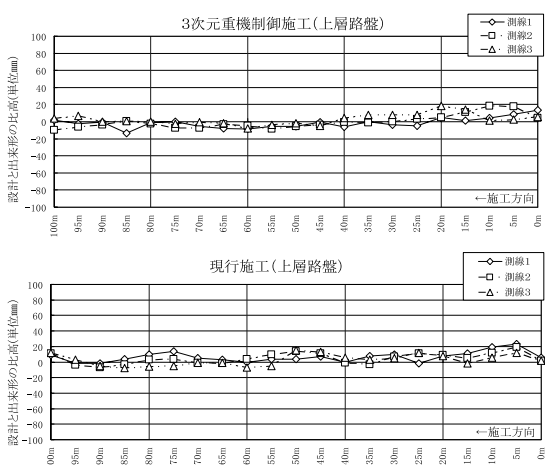


図-3② 上層路盤出来形の比較（設計値と出来形値との比高）