

10. 転圧折り返し点指示機能を搭載した「GNSS 転圧管理システム」の開発

鹿島道路株式会社
株式会社トライテック

○ 大竹 元志
梶原 泰樹

1. はじめに

近年、コンピュータの小型高性能化や無線通信技術、GNSS（全地球航法衛星システム）など位置特定技術の発展など目を見張るものがある。これら技術は様々な分野で有効に活用されている。

道路建設業界においても、高効率・高精度・電子データ化など様々なメリットのあるこれら技術を、情報化施工や各種センサなどに応用し普及を進めている。中でも情報化施工「TSによる出来形管理技術」、「マシンコントロール（モータグレーダ）技術」の導入は高い効果が認められ、急速に普及している。それ以外にも、「TS/GNSSによる締固め管理技術」、「マシンコントロール（ブルドーザ）技術」、「マシンガイダンス技術」などの技術が、実用化に向けて有効性の検討が進められている。

「TS/GNSSによる締固め管理技術」とは、TS（自動追尾式トータルステーション）やGNSSを用いて締固め機械の位置情報をリアルタイムに取得し、車載PCに記録することで、舗装体の品質を締固め回数で面的管理する手法であり、舗装品質の均一化を図るシステムである。

本報では、独自機能である「転圧折り返し点を指示する」機能（以下「転圧回数ガイド機能」）を盛り込んだ転圧管理システムを開発したので紹介する。また、当転圧管理システムを社内工事に適用したので、その結果を報告する。

2. 締固め管理とは

通常、締固め管理は転圧回数で管理しているが、平坦性を確保する観点から単に所定の回数以上の転圧をすれば良いということではなく、均一でムラのない転圧作業が要求される。ローラの転圧作業は、ある一定の区間で前後進を繰り返しながら施工幅員分だけレーン移動し、徐々に次の区間に移動していく。この作業を繰り返しながら、所定の回数まで転圧を行っていく（図-1）。

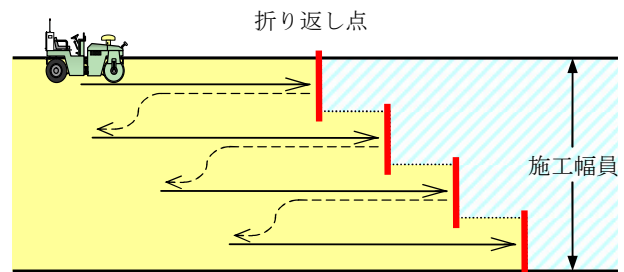


図-1 転圧作業イメージ図

転圧折り返し点と同じ箇所に集中するとその箇所だけ過転圧となり、転圧面が変形し平坦性を確保できなくなる。そのため、折り返し点をレーン毎にズラさなければならず、オペレータは目標物を決めそれを目印に折り返し点を決めていく。つまり、転圧作業は折り返し点を分散させ、レーン移動と前後進を繰り返して、均一なパターンを描かなければならない。

しかし、幅員の広い道路や空港のような広い現場や、転圧回数の多い現場においては、オペレータの力量に左右される上に、転圧ムラの少ない施工を実施することが困難である。

3. 転圧管理システム

転圧管理システムとは、TSやGNSSを用いてローラの座標位置情報を取得し、ローラの軌跡や転圧回数を車載PCに色分けして表示するシステムである。

転圧作業は折り返し点を分散させるために均一なパターンを描きながら、あらかじめ決められた転圧回数で転圧する必要がある。従来では、この作業をオペレータ自身が目見当で折り返し点を設定し、転圧回数を数えながら行っており、転圧内面の転圧ムラが発生する原因の一つとなっていた。

転圧管理システムでは、PC画面上でリアルタイムに転圧状況を確認できるため、オペレータの作業負担や転圧ムラの軽減が期待できる。

4. 開発背景

現在、新技術提供システム（NETIS）に登録された転圧管理システムが各社から提供されている。しかし、このような転圧管理システムは、導入コストが高く、必ずしも社内現場で求められる仕様に整合したものではない。

このような状況を踏まえ、独自のソフトウェアを自社開発することと NAVCOM 社の GNSS 受信機を採用することにより、システムの導入コストを安く抑え、さらに、現場の使い勝手と施主が求める仕様を考慮した転圧管理システムを完成させた。独自のソフトウェアを採用することで、今後の動向や現場の状況に応じ、機能の追加や仕様の変更など柔軟に対応できるメリットがある。

また、均一な品質確保に着目し、折り返し点を分散させるための補助機能として転圧回数ガイド機能を盛り込んだ。

5. 当転圧管理システムの概要

5.1 転圧管理システムの特徴

当転圧管理システムの特徴を以下に挙げる。

- 転圧状況をリアルタイムに把握することができ、踏み残しや過転圧を解消し、品質確保や効率的な転圧が可能である。
- オペレータ自身が転圧回数を数える必要がなくなり、オペレータの作業負担が軽減される。
- 転圧記録は、事務所に電子データとして持ち帰り、パソコンで保存・管理することが可能である。

また、当システムは様々な衛星測位方式に対応しており、現場に応じた使いわけが可能である。

【RTK-GNSS（干渉測位方式）】

現場内の既知点上に据えられた基地局から補正データを受信することで、高精度な位置座標データの取得が可能である（誤差±15mm）。RTK-GNSSのシステム構成を図-2に示す。

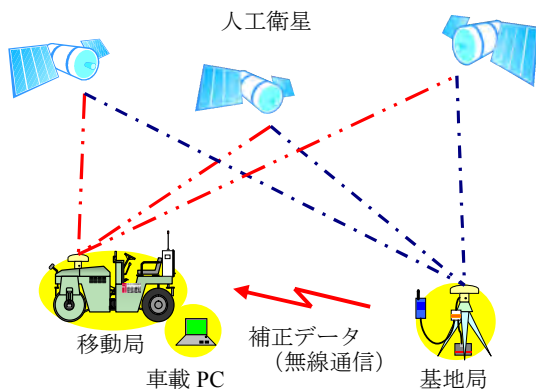


図 - 2 RTK-GNSS システム構成

【VRS-RTK（仮想基準点方式）】

VRS-RTK は、RTK-GNSS のように基地局を必要とはせずに高精度な測位を可能にしたシステムである。通信端末を用いて、移動局で取得した位置情報を配信局に送信し、配信局は送られてきたデータと電子基準点データを元に移動局付近に仮想基準点（仮想の基地局）を構築する。これによって、あたかも近くに基地局があるかのように補正データを取得するシステムである。このように基地局を設置する必要がないため現場装置を簡略化することができる上に、RTK-GNSS と同等の精度を得ることが可能である。概念図を図-3に示す。

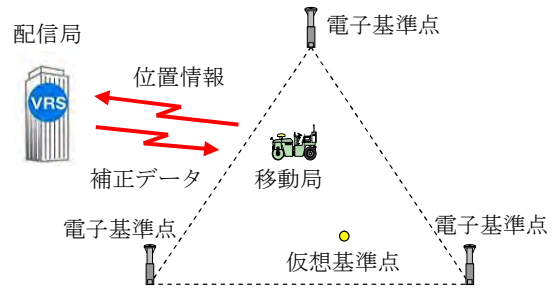


図 - 3 VRS-RTK 概念図

5.2 機器構成

当システムでは、主に RTK-GNSS と VRS-RTK の衛星測位システムを用いた転圧管理システムを採用している。機器構成を写真-1、2に示す。

RTK-GNSS 機器構成として、移動局（ローラ）は、転圧状況を表示・記録するための車載 PC、受信装置（基地局からの補正データを受信するための無線受信機、GNSS 受信機、GNSS アンテナ）、基地局は補正データを送信する無線送信機、GNSS アンテナで構成される。



写真-1 RTK-GNSS の機器構成
移動局（左上）、基地局（右上）

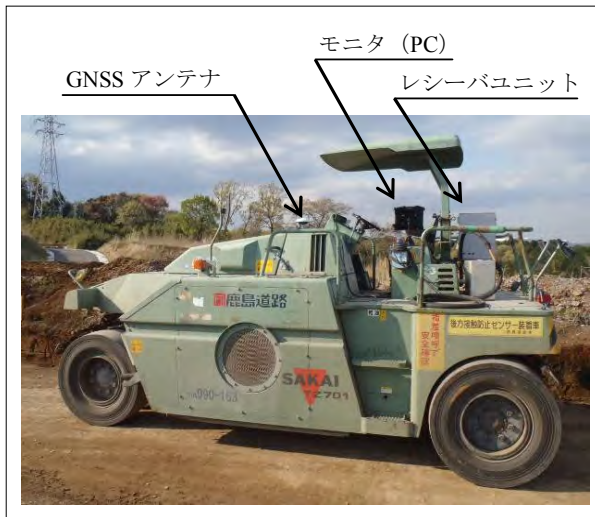


写真-2 VRS-RTK の機器構成

対して、VRS-RTK では移動局単独となり、無線受信機の代わりに仮想基準点補正データを受信するための通信端末が組み込まれる。

車載 PC 表示画面を写真 - 3 に示す。

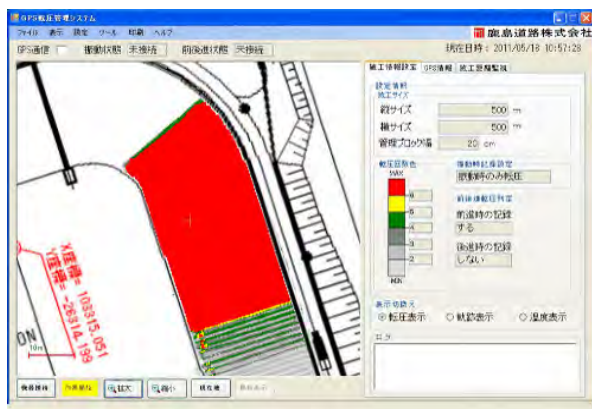


写真-3 車載 PC 転圧回数表示画面

5.3 転圧回数ガイド機能

当転圧管理システムの独自機能として、転圧回数ガイド機能を盛り込んだ。転圧回数ガイド機能とは、転圧移動距離を管理することで、転圧回数の均一化を図り、転圧内面の転圧ムラを少なくするためのシステムである。

均一な転圧パターンを得るために、あらかじめ決められた転圧作業区域内の転圧折り返し地点を表示し、警告音で知らせるといった機能である。

転圧回数ガイド機能の基本的な考えとしては、ローラは1車線を1往復だけ走行することとし、車線変更のたびに転圧面を進行方向に ΔL 、横方向にレーン1つ分だけシフトさせていき、平行四辺形の転圧エリアを形成していく。この平行四辺形を巧みに重ねるように転圧作業を進めていき、

規定の転圧回数を得るものである(図-4)。

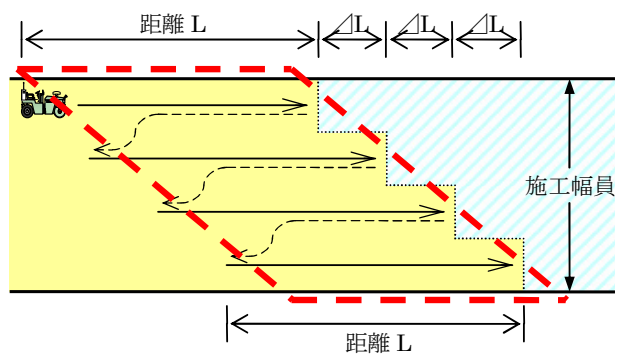


図-4 転圧エリアの形成

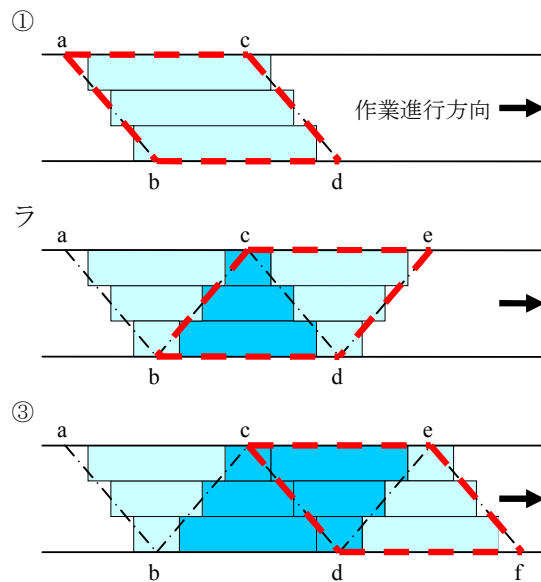


図-5 三つの転圧区域の重なり

図-5は平行四辺形の均一な転圧エリアを重ねていったものである。①では地点 a から地点 d までを転圧し平行四辺形を形成している。②で地点 b から地点 e までを転圧することで、転圧区域が重なる Δbcd が4回転圧されたことになる。同様に、③では地点 c から地点 f までを転圧することで Δcde が4回転圧されたことになる。このように転圧パターンを順々に繰り返すことで、転圧折り返し点を分散させ、あらかじめ決められた転圧回数を確保していく。

このシステムの導入により、転圧ムラが少なくなり、転圧品質がオペレータの力量に左右されにくくなる。しかし、ローラマークを消すことが目的だったり、他の重機や人が邪魔になって進めないなど、パターン通りの軌道をとることができないため、臨機応変な対応が求められる。これらの点が今後の改善課題である。

6. 施工現場の紹介

当転圧管理システムを実際の社内現場へ導入したので紹介する。写真 - 4は貯水池フェーシング工事に RTK-GNSS を用いた際のものである。

期待通りの位置座標精度で、問題なく使用できることを確認した。また、長期間に渡り使用したが、目的別転圧データの取り扱いや、ソフトウェア上のデータ管理も良好であった。



写真 - 4 施工現場（フェーシング工事）

写真 - 5は高速道路のジャンクション部の工事に VRS-RTK を用いた際のものである。VRS-RTK では、基地局を日々設置する手間がなくなるので、現地での段取作業が簡略化された。通信センタとのデータ通信も途切れる事なく、終始安定して施工できた。



写真 - 5 施工現場（高速道路ジャンクション）

7. 問題点

写真 - 6 の○印部分では橋下の転圧（写真 - 7）のため、GNSS 電波が遮断されうまく届かず、実際の軌道の転圧記録をとることができなかった。

衛星測位システムを使用している以上は避けることができない問題であり、現場で使用するには天空の開けた場所であるか注意することが不可欠である。



写真 - 6 施工現場表示（高速道路ジャンクション）



写真 - 7 橋下の施工（○印部分）

8. おわりに

本報では、独自開発した転圧折り返し点を指示する機能「転圧回数ガイド機能」を盛り込んだ転圧管理システムの紹介を行ってきた。今回、現場での当転圧管理システムの運用を行い、担当者の意見をもとに、機器の調整やソフトウェアの改善など操作性の向上を図ってきた。それにより、より現場での使い勝手を考慮したものになったと確信している。今後も、情報化施工技術の動向や現場の状況に応じ、機能の追加や仕様の変更など柔軟に対応していく考えである。

参考文献

- 1) 福川光男：舗装技術者のための建設機械の知識，舗装，Vol42 No.8, pp.29～34, 2007
- 2) 福川光男：舗装技術者のための建設機械の知識，舗装，Vol42 No.9, pp.28～36, 2007