

V-123

盛土の施工管理システムの開発

ーインテリジェントタイヤローラシステムの開発ー

三井建設㈱ 正会員 中川良文 正会員 高田知典
建設省 正会員 苗村正三 正会員 青山憲明

1. はじめに

近年、建設事業においては、高品質、高精度の施工が求められる一方、土木、建築施工現場での苦渋作業や危険作業から作業者を解放することが望まれている。このような背景のもと、建設省においては、平成2年度より5年間の予定で総合技術開発プロジェクト「建設事業における施工新技術の開発」に取り組み、土工事に関する自動化・合理化を目的とする「土工における合理化施工技術の開発に関する研究」を実施した。

本研究では、土工事における盛土の施工管理を効率的にしかも安全に行い、迅速に施工に反映するシステムの開発を目的とし、土工事を対象として、種々の管理（品質管理、出来形管理、重機稼働管理）を自動的かつリアルタイムに行い、盛土施工作業の合理化、効率化を図る盛土施工管理システムの開発を目指した。また、本システムは代表的な転圧機械であるタイヤローラに搭載し、管理情報を施工と同時にオペレータや管理者に伝達し、迅速な施工管理に寄与することを目的としたインテリジェントな機能を持つタイヤローラシステムである。

具体的な開発目標として、1)リアルタイムかつ高精度にタイヤローラの現在位置を、搭載されたシステムにより計測し、経路や稼働状況を記録・表示するシステムの開発、2)盛土の品質データ（密度、水分量から締固め度を内部演算）を任意の場所で、任意な時に、かつ走行しながらでも計測可能なシステムの開発、3)タイヤローラの現位置高さを計測記録し、盛土の出来形管理を行うシステムの開発、4)3つのシステムを統合してオペレータにリアルタイムに表示し、かつ管理者側に通信するシステムの開発、をあげた。

2. システムの概要

(1) システムの機能

本システムは、散乱型R1密度・水分計による計測システムにより多点もしくは連続的に盛土品質の計測を行うとともに計測結果をリアルタイムに演算処理し、統計計算により盛土地盤の締固め度の面的な分布を表示し、オペレータに適切な指示を与える「品質計測、作業指示機能」およびGPS（Global Positioning System）を利用した施工機械の「位置を把握する機能」および「走行実績を把握する機能」を持つ。また、「高さ情報」と「作業（転圧）領域」の把握により盛土の出来形計測も同時に行う機能も有する。

(2) システムの構成

盛土品質管理システムは、オペレータへの表示・指示、現状のモニタ、データの記録、作業指示を行うメインシステムと、重機の位置測定、締固め度の測定、出来形の測定、得られた情報を通信・表示する3つサブシステムより構成される。

図-1に全体システムの構成を、図-2にイメージを示す。

各システムの概要は次の通りである。

1) 位置計測システム

転圧機械の現位置（相対座標）、走行状況などをRTK（リアルタイムキネマティック）-GPSにより計測し、機械位置のモニタリング、経路の記録、オペレータへの作業指（走行方法、経路指示など）を行う。

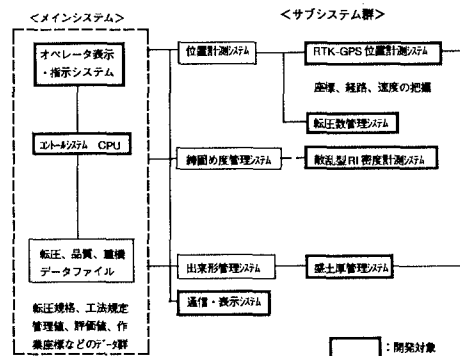


図-1 システムの構成図

2) 締固め度管理システム

タイヤローラに散乱型R I密度・水分計を搭載して、走行しながら盛土の締固め度（密度・水分量）を計測し、オペレータへの転圧効果のモニタリング、作業完了、再転圧などの指示を行う。R I計の概要を図-2に示す。

3) 出来形管理システム

締固め機械で転圧しながらRTK-GPSによるデータをもとに平面位置と高さを同時に計測し、施工領域の高さを求め、施工層厚を算定し出来形を把握する。

4) 通信・表示システム

タイヤローラの現位置、高さの情報及び経過を記録・表示し、同時に締固めデータをオペレータに表示する。また、同一のCRT画面を離れた場所の管理者側に無線で送信し複数のモニタに表示する。

(3) 基本仕様

■位置計測システムの主な仕様は次のとおりである。

1) 測定方式：RTK-GPS（リアルタイムキネマティックGPS：写真-1に構成を示す。）

2) 使用機器

- ・GPS受信機：4000SSE（基準局、移動局）
- ・通信システム：特定小電力無線
- ・通信距離：見通し直視で2～3km
- ・データ処理機：PC9801NC

3) 測定範囲

- ・基準局と移動局との距離：200m

4) 測定精度：10mm（X、Y）20mm（Z）

5) 測定時間：1～3秒（任意設定）

■締固め度計測システムの主な仕様は次のとおり。

1) 測定方式：・密度：ガンマ線散乱型
・水分：熱中性子散乱型

2) 測定範囲：・密度：1.2～2.5 g/cm³
・水分：0～0.7 g/cm³

3) 測定精度：密度比の2～5%

4) 測定時間：1～999秒・任意設定可

5) 表示内容：計数率、測定番号、測定位置など

3. システム導入の効果と課題

本システムの開発・導入により盛土工事における品質、出来形、工法管理などの施工管理業務の効率化が期待できる。具体的に導入により予想される効果を次に整理する。

1)「RTK-GPS（リアルタイムキネマティックGPS）」により機械の現位置（X、Y、Z）、スピード、転圧回数などをリアルタイムにオペレータがモニタリングできるため、作業の正否の判定や仕様の確認が容易となる。

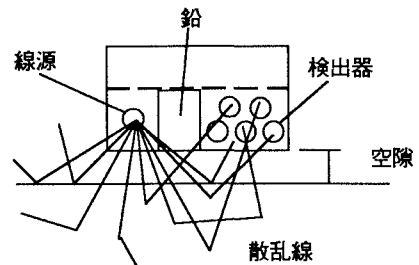


図-2 散乱型R I計の概要

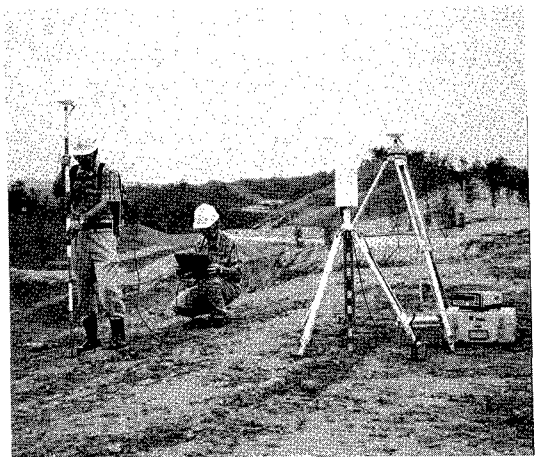


写真-1 RTK-GPSの構成

2) 仕上げ段階で、再転圧箇所や次作業への留意点などを指示・表示することができるため、計測結果をリアルタイムに施工に反映できる。

3) 通信システムにより、計測結果をオペレータばかりか管理者へ任意に伝達・表示することができるため、結果の判定のチェックも容易に可能となる。

今後、残されている主な課題として、

1) 種々の土質における計器の適用性、問題点の把握

2) 現場における諸条件（施工機械、土質、規模等）に適合した計測手法の検討

3) 施工管理のための計測結果のリアルタイム処理と施工へのフィードバック手法に関する検討などがあげられる。

今後は、開発したシステムをより実用的で、種々の条件の異なる施工現場にも適合できる汎用性の高いシステムに機能を向上させ、実際の工事現場への導入を行う予定である。