

15. 土工事施工管理システム「アマックス-G」の開発

Development of Earthwork Execution Control System"AMACCS-G"

村上 譲二* 浅田 毅*
高稲 敏浩*

要 旨

近年、道路や鉄道の盛土、河川堤防など土構造物は大型化しており、締固め施工機械の大型化、高速化、ロボット化が進んでいる。したがって締固め管理においても、広範囲なエリアを短時間に正確に測定し管理することが求められている。そこで、この度、当社が開発し実用化されている衝撃加速度法を用いた盛土の締固め管理システム「アマックス」¹⁾にGPSによる自動位置計測システムを搭載した「アマックス-G」を開発した。造成現場にて本システムの試験施工を行ったところ、盛土工事における施工管理の大幅な省力化と品質向上が可能であることが確認できた。

キーワード：土工事／施工管理／締固め装置／GPS

1. はじめに

盛土工事における締固め管理は、最も重要な施工管理項目である。現在、この締固め管理は、盛土材料別に試験施工を行い、試験結果に基づいて転圧方法、転圧回数などを規定する工法規定方式と砂置換法による現場密度試験やRI計器等による品質規定方式とで管理することが一般的である。しかし、現状の品質規定方式では測定に要する労力・時間が多大となるため、盛土全体の品質を確認するほどの頻度で実施することが困難である。そのため、所定の転圧回数を完了する前に管理基準に達している箇所や、所定の転圧を完了しても管理基準に満たない箇所が生じる可能性がある。

そこで、盛土工事における施工管理の大幅な省力化と盛土の品質向上を図ることを目的に、衝撃加速度法とGPSを利用した、新しい土工事施工管理システム「アマックス-G」を開発した。以下、この「アマックス-G」の概要と特長、および試験施工の結果について述べる。

2. システムの概要

本システムは、既に開発済みで土木研究センターから技術審査証明を取得している土の締固め管理システム「アマックス」にRTK-GPSによる自動位置計測システムを付加し、盛土施工を行いながら、土の締固め度測定値とその測定位置を自動計測できるようにしたものである。そのため、土の締固め状況を即座に判定し、その結果を直ちに施工に反映させることができる。全体システム概要を図-1に示す。

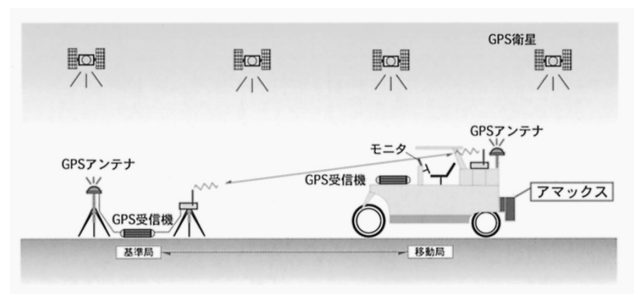


図-1 システム概要図

2.1 土の締固め管理システム「アマックス」

アマックスは、転圧機械の後部にランマーを内蔵する測定装置を取り付けて走行させ、一定の高さからランマーを地表面に自由落下させたときに生ずる衝撃加速度と土の密度とを相関させる応答加速度法による自動締固め管理システムである。応答加速度法による土の締固め管理の作業フローは、大きく分けて①盛土材の土質試験、②盛土の締固め管理基準値の設定、③盛土の施工管理の順となっており、盛土施工時に締固め状況を即時に判定できるものとなっている。この測定装置には、重機取り付け機構、検出巻き上げ機構と制御機構が備わっている。

(1) 重機取り付け機構

重機取り付け機構により、どのような転圧機械にも取り付けが可能である。またこの機構には、転圧機械が走行中に絶えず地面と測定装置の離隔が一定になるように上下駆動部が設置されている。

(2) 検出・巻き上げ機構

*土木構造研究室

検出・巻き上げ機構は、圧電型加速度検出器を内蔵したランマー（重錘・直径50mm、重さ4,5kg）を地面より45cmの高さに保持し、測定開始信号によりランマーを自由落下させ、モーターによってランマーを巻き上げるようにしている。

(3) 制御機構

制御機構は、地面に自由落下したランマーから発生した衝撃信号を測定回路によって数値化し、CPUに蓄積することとしている。また、転圧機械の方向判別、距離計測センサーの情報を元に、一定間隔でランマーを落下したり、引き上げたりする。得られたデータから締め固め不良箇所を土面上に印することができる。

アマックス構成図を図-2に、取り付け状況を写真-1に示す。

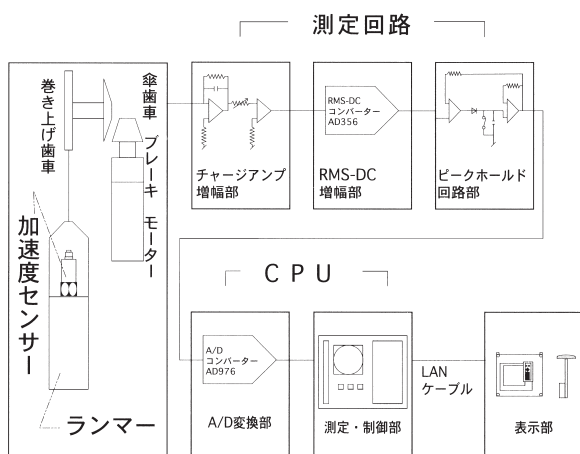


図-2 アマックス構成図



写真-1 アマックス取り付け状況

2.2 RTK-GPSによる自動位置計測システム

RTK-GPS測位は、座標既知点においてGPS衛星から受信したデータを処理し、その補正データを送信するGPS基準局と、その基準局から送信されたデータ

とGPS衛星から直接得られたデータから自身の位置をリアルタイムで計算するGPS移動局から構成されている（図-1参照）。本システムは、このRTK-GPS測位を用いて、転圧機械位置のモニタリングや経路の記録などを行えるようにしたものである。GPS基準局とGPS移動局の設置状況を写真-2、写真-3に示す。また、RTK-GPSと無線モデムの仕様を表-1に示す。



写真-2 GPS基準局



写真-3 GPS移動局

表-1 RTK-GPS・無線モデムの仕様

無線モデム	送信周波数	429MHzの特定小電力帯
	送信出力	0.01W/MHz以下
	伝送速度	4800bps以下
	伝送距離	屋外にて：Max2000m
GPS	受信器	GP・DX1
	受信周波数	L1搬送波、L2搬送波、Pコード
	測定時間	1秒
	精度	平面：±(10mm+2ppm×D) 高さ：±(20mm+2ppm×D) D：基線長(mm)

2.3 操作・表示

本システムにおいて、転圧機械の運転席に搭載するパソコンには、振動に強く、日中でも画面が見やすいWindowsモバイルコンピュータ（ペンターミナル型）を採用した。このパソコンにて、測定位置、軌跡・転圧状況等を表示、記憶する。基本操作はテンキーのみで簡単に行うことができ、作業終了時には、このパソコンを取り外して、事務所にてデータ処理を行うことができる。搭載パソコンを写真-4に、表示画面例を図-3、図-4に示す。



写真-4 搭載パソコン

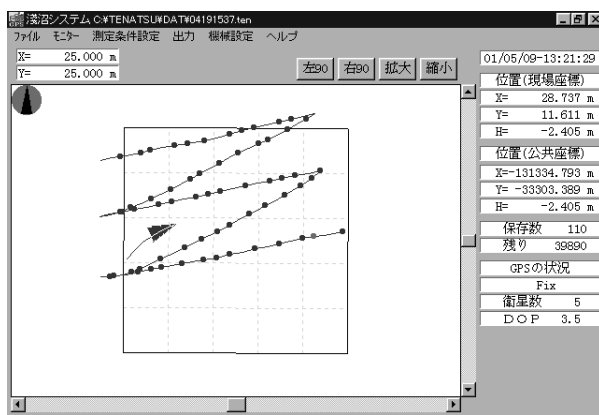


図-3 アマックス測定位置

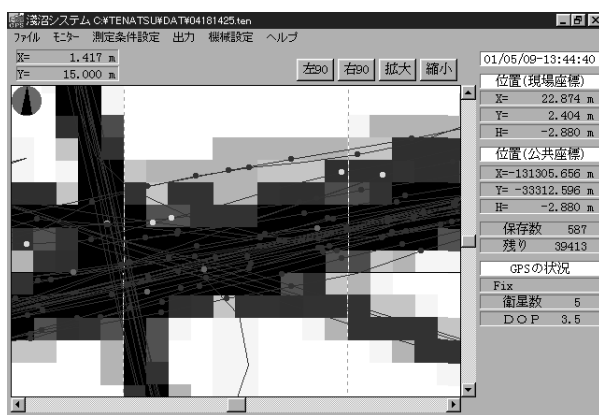


図-4 転圧機械の軌跡、転圧回数

3. システムの特長

本システムの特長を以下に示す。

- ① 締固め判定結果が、転圧機械運転席に設置したモニター画面上にリアルタイムに表示される。
- ② 従来不可能だった広範囲での締固め度判定が可能になり、面的な施工管理ができる。
- ③ 締固め度の不十分な箇所が即座に判明でき、その場で対策を講じることができるために、手戻りなく盛土全体を高品質に施工できる。

4. 施工手順および試験施工

(1) 施工手順

本システムを運用するときの作業手順を以下に記す。

① 室内準備作業

- ・現場の地図データを作成してパソコンに入力する。
- ・座標系（公共座標系、管理座標系）の設定を行う。

② 現場準備作業

- ・転圧機械に下記の機器を取り付ける。

アマックス測定装置

GPS移動局（受信器、GPSアンテナ、通信機器）

モバイルコンピュータ

- ・上記設置機器にLANケーブルを配線する。

- ・GPS受信器とモバイルコンピュータ間の通信設定を行う。

- ・基準点（座標既知点）にGPS基準局（GPSアンテナ、受信器、通信機器）を設置する。

- ・GPS基準局の受信器に公共座標を入力する。

- ・GPS基準局にてGPS衛星との受信状況を確認する。

③ 計測作業開始

- ・システムを起動する。

- ・転圧機械を稼働し、オペレータがモバイルコンピュータのモニターで締固め状況を確認しながら転圧作業を行う。

④ 計測作業終了

- ・転圧機械を止める。

- ・システムを終了し、モバイルコンピュータの電源を切る。

- ・モバイルコンピュータを取り外し、事務所にてデータ処理を行う。

(2) 試験施工

本システムの各機能を確認するため、兵庫県川西市の民間造成工事の現場にて試験施工を行った。施工状況を写真-5、写真-6に示す。

前述した施工手順に従って適用したところ、通信部分に若干の不具合が検出されたが、速やかに修正ができ、当初目標の機能を有することが確認できた。なお、転圧機械のオペレーターが行うシステムの基本操作は、モバイルコンピュータのテンキーのみで簡単に行えるため、短時間で操作を習得することができた。ただし、GPSによる位置管理システムに関して、GPS衛星受信状態や転圧場所によっては計測不能となる場合があり、今後の検討課題である。



写真－5 試験施工状況



写真－6 試験施工状況

5. まとめ

盛土工事の大型化、高速化が進展するとともに、効率的で、なおかつ盛土の品質を高度に保つための管理システムが求められている。今回開発した「アマックス-G」は、この時代の要望に応えた管理システムと考えている。

今後は、試験施工での結果を踏まえてソフト面、ハード面の改良・改善を行い、「アマックス-G」の完成度を高め、数多くの盛土工事に適用展開されることを目指す。

〔参考文献〕

- 1) 浅田毅・溝口義弘・佐野久二：浅沼式締固め管理システム(AMACCS工法)の開発、浅沼組技術研究所報 No.5、pp.98～103、1993