

マルチメディアに対応した出来形管理システムの開発

三井建設株式会社 〇高田知典 中川良文
佐田達典 林 俊夫

1. はじめに

造成工事をはじめとする土工事における出来形管理は、切盛土量バランスなどの施工計画、運土計画、それに伴う重機配置計画などの計画業務から、企画・設計段階での設計支援、シミュレーション、CGによるプレゼンテーション、また、施工段階での土量管理まで幅広い業務プロセスを対象としている。これらの業務プロセスでの課題は、データ入力の複雑さや種々の計測手法に対応したシステムがないこと、これらの業務段階を共通のデータにより一貫して処理することを指向したシステムがないことであろう。土工事における地形データの inputs は昨今の光学・エレクトロニクス技術の進展に伴い急速に進歩してきている。高精度のスキヤナによる図面読み取り、航空写真測量など現地地形や計画地形の地形データの獲得も従来に比べ効率化されてきている。また、施工段階では、計測手法は種々多様化してきており光波測距儀を利用したトータルステーションをはじめ、衛星電波を用いるGPSを利用した地形測量も実用化され、特に「リアルタイムキネマティックGPS測量」は従来法に比べ大きな省力化が実現されている。他にも筆者らはデジタルスチルカメラを用いた3次元形状計測システム¹⁾や、その場で図面作成が可能な2次元フィールドデジタイジングシステム²⁾など、多様な地形データ入力ツールを開発してきた。

そこで、筆者らは種々のデータ入力メディアに対応し、企画から施工管理まで一貫して処理可能な出来形管理システムを開発したので、その概要と適用事例を紹介する。

2. システムの概要

(1) 構成

図-1にシステム構成を示す。本システムはEWS (Sun-SPARK-station10) をホストに、パソコン(PC9801、MAC、DELL) をETHERNETで結び、データ処理、他ソフトへのリンクを行い、さらにはCGネットワークでのデータの利用を可能としている。

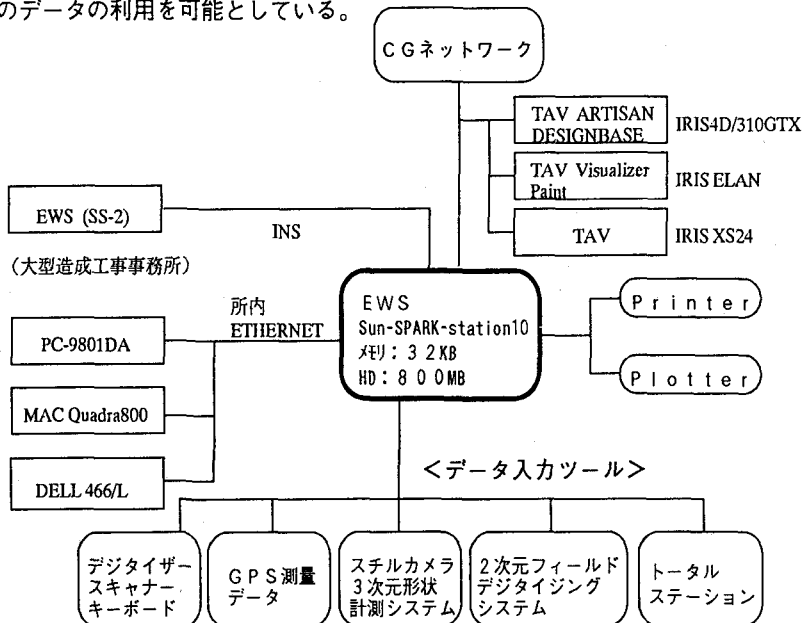


図-1 システム構成

また、対応するデータ入力メディアとその適用業務は次のとおりである。

① デジタイザー（キーボードによる手入力含む）

原地形データの等高線図よりの読み取り、計画標高の入力、修正。

② トータルステーション（光波測距儀）

原地形データの測量、土量算定のための出来形測量とメッシュデータへの自動変換（ x 、 y 、 z ）。

③ GPS（連続走行計測）による地形測量

原地形データの測量、土量算定のための出来形測量、メッシュデータの計測（ x 、 y 、 z ）、縦横断面測量。

④ RTK-GPSによる断面、完成測量

縦横断面測量、完成出来形測量。

⑤ デジタルスチルカメラによる3次元形状計測システム

土量算定、斜面形状・面積算定、3次元形状計測、性状分類などの出来形計測。

⑥ 2次元フィールドデジタイジングシステム（新平面測量システム）

2次元形状計測、現場でのリアルタイムな平面図作成。

(2) 特徴

システムの主な特徴としては次があげられる。

■ EWSを用いることにより、計画事例をデータベース化し種々の計画、設計シミュレーションが容易となり、大幅に作業効率が向上できる。

■ 一度データを作成すれば、業務プロセスに併せた処理が可能となる。

■ 適用場面（計測範囲、対象物、計測目的、所要精度など）に即したデータ入力ツールを選択できるため、計測作業、データ入力作業が大幅に省力化される。

■ マルチユーザを対象としたネットワークシステムの構築により、複数現場でシステムを共有することができ、どこでも高品質の出来形管理が指向できる。

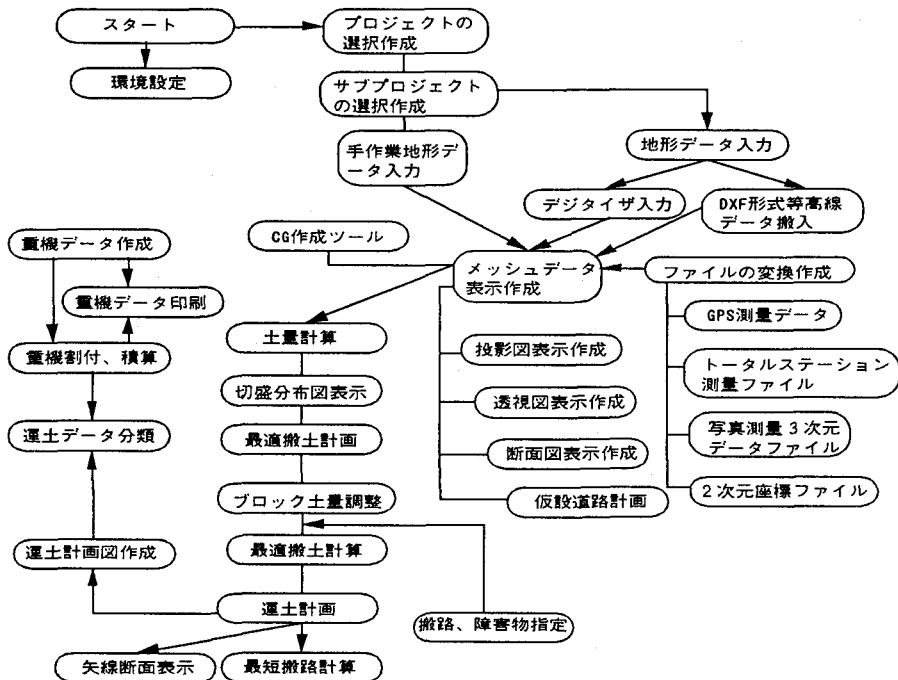


図-2 システムの機能構成

(3) 機能

システムは、次のように大きく5つの機能に分類される。図-2にシステムの機能構成を示す。

①工事情報ファイル管理（プロジェクト管理）

工事ごとの地形データ（現況データ、計画データ、層別データなど）や時系列ごとの出来形ファイル、工事数量などを管理し、ファイル間のリンク、修正、追加を可能とし、種々のシミュレーションを容易にするモジュールである。これにより、種々の条件（メッシュ間隔、土量変化率、層分類、重機分類など）の変更に対応でき、代替案の作成や比較検討を迅速に行うことができる。

②地形データ入力と3次元表示

原地盤、計画、現況、施工段階ごとの地形データは、種々の入力・計測・測量方法で得られたデータから変換でき、自動的にメッシュデータの生成を行う。また、メッシュデータより、投影図、任意点からのワイヤーフレームによる透視図（図-3）、任意地点間での断面図を対話形式で即座に表示する。さらには、大量の現況地形の形状データの獲得が容易になったことから、アニメーション、フォトモンタージュなどの作成が、計画時点に限らず施工段階でも可能となった。

③土量計算および搬土計画

メッシュデータを等高線データより自動作成し、土量計算、切盛分布図を作成する。施工エリアのブロック分割、ブロック土量調整、搬路・障害物の指定、工区分割、仕事量・コストのバランスから最適搬土計算、最短搬路計算を行い、運土計画図をプロッターなどに出力する。

④重機計画

個々の重機データ（重機能力、単価など）を指定し、重機の割付け・積算を行う。重機割付を行った後、重機計画表、工区別集計表、使用機械系の3つの帳票を出力する。

⑤景観シミュレーション

GPS測量データ、デジタルスチルカメラで得られた3次元形状データを用い、CG、フォトモンタージュなどを作成する。特に、スチルカメラでは形状情報とともに画像情報（RGB: 0~255）を同時に取り込むことができる。

3. 適用事例

本システムは種々の地形データ入力方法を業務に合わせ、選択し適用できることを特徴としている。ここでは、1例として施工段階における地形データの入力方法として、RTK-GPS測量とスチルカメラによる3次元形状計測システムにより得られたデータを用いた事例を紹介する。

①ゴルフ場造成工事への適用

RTK-GPSは、移動手段として徒歩や移動車両による方法が可能であり、ボールの先端にアンテナを付けて測定することもでき、曲線を含む線状を計測するのに有利な方法である。ゴルフ場の造成工事では、出来形としてグリーンやフェアウェイ、バンカー等の境界線を平面図として作成する。1ホール（ミドルホール）を2名1組で計測を行った結果

ティー、グリーン、フェアウェイ、バンカーなどの境界を約2時間で計測でき、出来形平面図（図-4）やスチルカメラの画像と組み合わせ、施工段階ごとのフォトモンタージュを作成した。

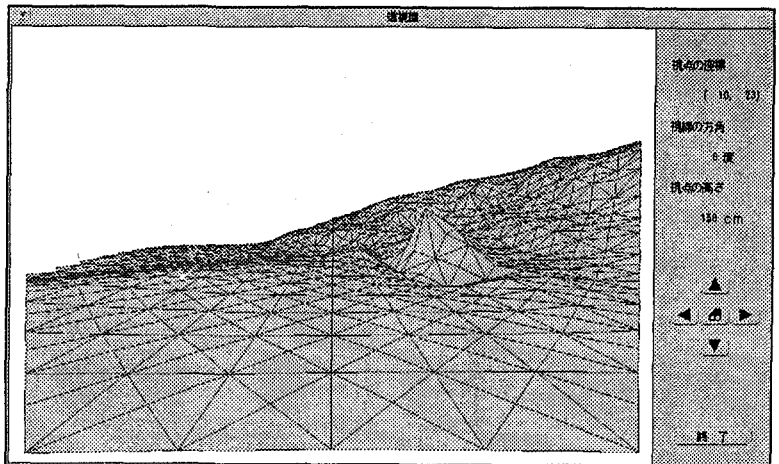


図-3 透視図

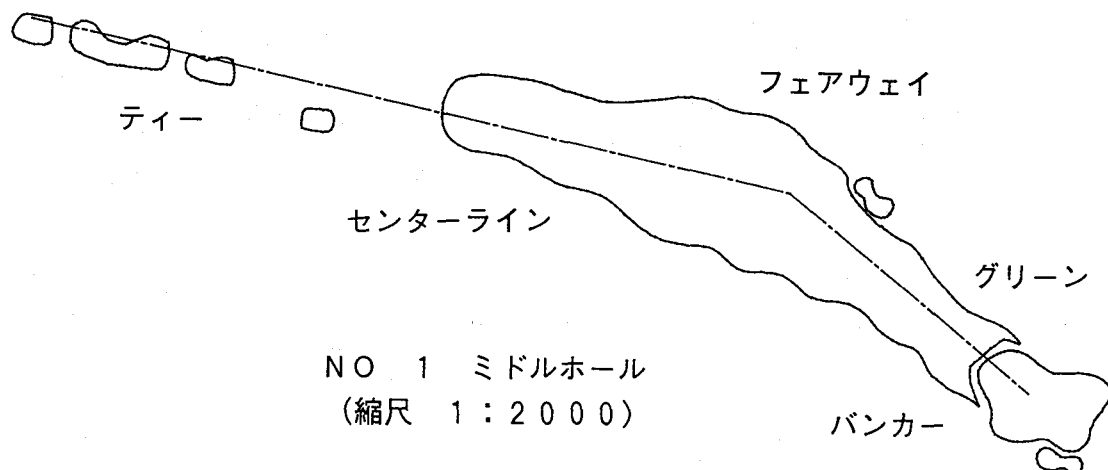


図-4 完成平面図

②斜面計測への適用事例

デジタルスチルカメラによる3次元形状計測システムを、造成現場における切土法面の形状計測に適用した。適用斜面は施工上、切土法面に対して緑化工法を施す必要があり、そのため施工対象面積を把握することが施工管理上重要であった。また、長大法面で法面部分が一概に直線でなく、高所であるため遠隔に計測が可能な本システムを適用し、3次元データを出来形管理システムへわたし形状出力、体積計算を行った。その結果、斜面積の計測では従来法（候光波測距儀による測量）と比較しても±5%程度の差の範囲にあり、十分実用に耐え得る精度であると確認された。また、作業効率も撮影から結果の出力まで約30分と大幅な効率化を実現できた。

4. まとめ

本システムは現在、数現場を対象に、試行運用中である。施工現場での種々の業務において、従来の手法や市販のソフトを利用した管理と比較して、次のような効果があったと考える。

■地形データや重機データが対話形式で入力、メンテでき、データ数（メッシュ数等）に制限がないため、多量のデータを同時に処理可能となった。

■すべての操作はマルチウィンドウ上をマウスで行うことができるため、事前に特別なシステム教育が不要で、誰でも容易に取り扱うことができ、透視図などのグラフィック出力がほぼリアルタイムに得られるため計画・設計変更時のシミュレーションや施工形状のチェックが即座にでき、施工へのフィードバックが迅速に可能となった。

■種々の測量・形状システムより地形データを直接、本システムに取り込むことにより、土量計算の精度、信頼性を向上することができた。さらには、施工途中でも現況の地形データを用いたグラフィック表示が現場で得られ、加えてCGやフォトモンタージュなどを利用した景観シミュレーションも従来と比べてより簡便に作成できることが確認された。

また、今後はネットワークを介した複数現場への展開、工程管理・原価管理との情報リンクを指向したシステムの開発に向けて、利用環境の整備を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 掛橋孝夫：デジタルスチルカメラを用いた形状計測システムの開発、土木学会第17回土木情報システムシンポジウム論文集、1992年10月
- 2) 桜井 浩：レーザを利用したフィールドデジタイジングシステムの開発、土木学会第48回年次学術講演会、1993年9月