

三次元リモート測量によるリアルタイム土工管理

福島県小玉ダム建設事務所 建設課長 小池 毅

大成建設(株)

○近藤 高弘

横田 保秀

片山 あかね

1. はじめに

近年測量機器および、その測量方法についても、GPS（汎地球測位システム）人工衛星を利用する三次元位置認識方法や、レーザを用いて基準レベルを求める方法などが考案されている。

また、測量結果の処理出力としてCAD等の利用が行なわれ、測量を考える上でシステム化が、不可欠な要因になってきた。

従来測量業務には、測量機器を操作する人間と、具体的に現地の測量点を指示する人間がいて、お互い連絡を取りながら行なわれるのが現状であった。

この一連の測量業務の簡便さを図る事を目的に、広域で、簡単に、しかも迅速な測量の自動化への実現のための、検討を図り、ハードおよびソフトを含めたシステム開発を行なった。

今回ここで「三次元リモート測量によるリアルタイム土工管理システム」の報告をします。

2. 概要

2-1 全体システムの概要

今回新たに開発したシステムは、ワンマンでの測量業務を可能にした、総合的な測量土工管理のシステムで、実際に測量を行いそのデータのデータベース化まで行なう測量管理システムと、その測量データを加工し、作図および数量計算を行なう土工管理システムの、2つのシステムから成り立っている。

測量管理システムは、測量機器の制御、データ通信制御、データベース管理を行う。

土工管理システムは、測量結果の作図化、数量計算および数量予測を行う。

本システムでは、測量機器に自動追尾型

トータルステーションを採用し（公証精度3秒）、利用に当りその基礎実験を行った。

実験方法として、577m離れた点にターゲット（反射ミラー）を設置し水平方向に200mmの距離を1mm/secで移動させながら計測した。（図-1）に実験結果を示す。

2-2 システムの運用

本システムは、広域のエリアでの地形測量を対象に運用される。

測量データの管理は、利用者が実際に現地にてデータを収集して行く際に、適切な区分キーを入力する事により、データは一元的にデータベース化される。

データの使用に当たっては、データベースを検索する事によって、目的とするデータを得るものである。そのアプリケーションとして、平面図、横断図等の処理機能を有している。

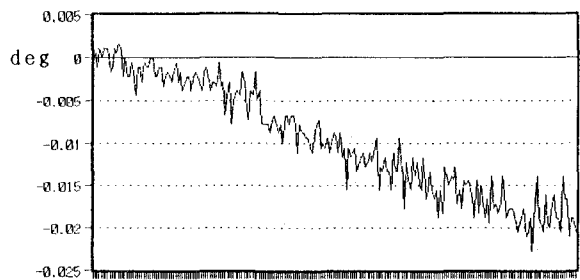


図-1 ジオジメータ（水平角実験データ）

3. 測量管理システム

測量管理システムは、一人で測量ができ、現地でリアルタイムに測量結果を表示し、かつ測量結果のデータベース化も並行してリアルタイムに行なうシステムである。

3-1 測量管理システムの構成

本システムは、現場で測量機器の操作を命令する、インテリジェントポールと、実際に測量機器を設置し制御するジオジメータ制御装置及び、データベースの管理を行なう測量管理装置が互いに、通信回線を介し有機的にネットワーク化されている。

(図-2)に測量管理システムを示す。

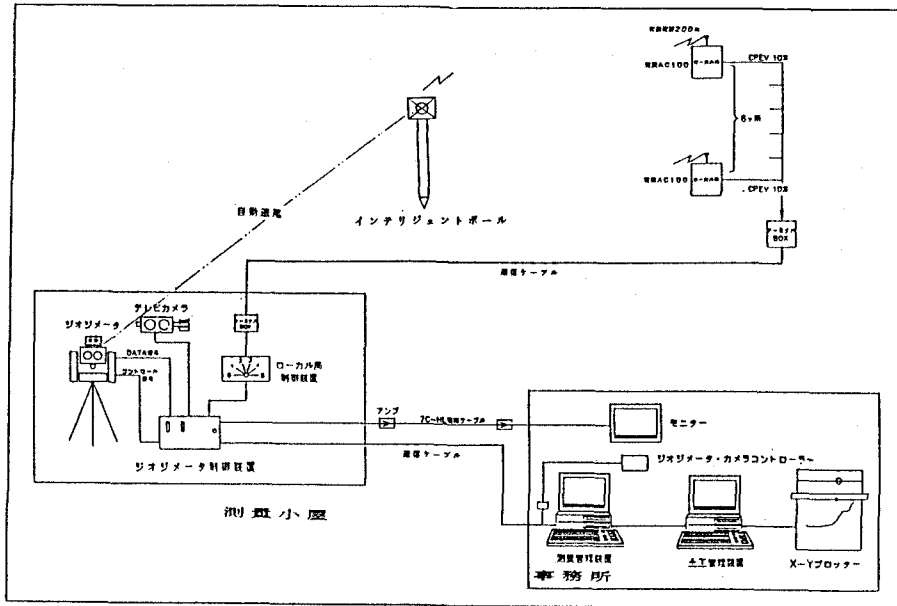


図-2 三次元リモート測量システム構成図

インテリジェントポール：現地で直接測量を命令したり、またその結果を表示したりする。

ローカル局：インテリジェントポールとの無線通信を確立するための無線子局。

ローカル局制御装置：ローカル局との適切なデータリンクを確立制御する。

ジオジメータ：自動追尾式のトータルステーション。

ジオジメータ制御装置：ジオジメータをインテリジェントポールの命令により制御する。

測量管理装置：測量データを現地座標系に変換し、測量記録をデータベース化する。

土工管理装置：測量管理装置のデータベースを検索、測量管理図等を作成する。

またビデオカメラがトータルステーションの接眼部に取り付けられているので、事務所のモニターには直接トータルステーションを覗きこんで測量を行なうイメージで画像が伝送される。

即ち、通信系においては画像伝送とデータ伝送（無線通信と有線通信）が行なわれている。

3-2 測量データの流れ

実際の測量において、どの様に測量が行なわれるかを具体的（図-3）に示す。

まず、測量者はインテリジェントポールを持ち、目的地に立ちトータルステーションが追尾している事を確認し、測量命令をインテリジェントポールから発信する。

インテリジェントボールから発信された無線データは、ローカル局で受信され、受信されたデータをローカル局制御装置に伝送する。

各ローカル局によって受信された、データの受信強度をローカル局制御装置で判定し、適切な受信状態のローカル局とデータリンクの確立を行なう。

受信したデータをジオジメータ制御装置に渡し、トータルステーションの測量制御を行なう。

測量データは、通信回線を介し測量管理装置に送られ、測量データをデータベース化すると同時に、現地の直交座標系に変換し、再び通信回線を介しローカル局制御装置に送られる。

ローカル局制御装置では、先ほどデータリンクを確立したローカル局に変換データを送り、再びインテリジェントボールに返され、測量者は自分の座標を知ると共に測量が行なわれる。

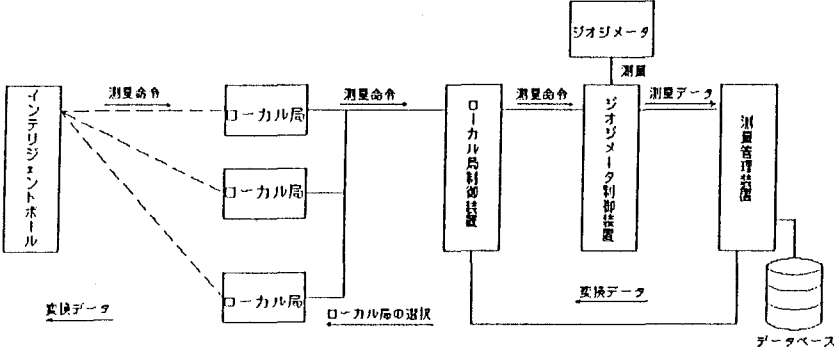


図 - 3 測量管理システムの流れ

4. 土工管理システム

土工管理システムは「測量データの管理」と「土工量の管理」及び「最終予測」の3つの機能がある。自動測量システムで収集した測量データを受け取り、測量情報を3つの機能に有機的に結合した。

4-1 測量データの管理

測量データは測量の目的に応じて次の3種類に区分される。

- 月別測量 : 月別の進捗状況を把握する。
- 岩判定測量 : 最終提出図書を作成するために掘削完了盤を測る。
- 地形測量 : 現況出来形図を作成するためにランダム点を測る。

土工管理装置と測量管理装置を接続し、測量管理装置側のデータベースを検索することによりリアルタイムに測量データを受け取る。測量データは工事管理用に次の編集を行っている。

- 岩判定測量 : 基準スライス平面を掘削進捗状況に応じて測量し岩判定ラインを合成する。
- 地形測量 : ランダム点より出来形ラインを作成する。

編集後、測量日報や各種測量図面を作成する。また、編集した測量データを用いて数量計算に用いるスライス平面座標及び、出来形に用いる横断面座標を計算する。

4-2 土工量の管理

掘削工事の土工量は一般的に横断面で管理している。今回の開発では土量を管理するのに、スライス面での管理を採用し、平均断面法による計算を行っている。計画数量は地山及び計画座標を計画図面や事前

1頁

< 測 量 デ ー タ >

測量計画: 月別 測量方法: 水準

測量日: 90年 5月 1日

施工場所: 1 蔵石山

断面NO: 断面コード:

距離NO: 1-0 ライン/距離: 2

距離/距離: 1

基点番号: 1 X: 800.000 Y: 800.000 Z: 0.000

基点番号: 1 X: 0.000 Y: 0.000 Z: 0.000

< 測量データ >

< 計算結果 >

番号	計測点 (m)	平面座標 成分	断面座標 成分	Y (m)	Z (m)	E (m)	R (m)
6	100	800.000 800.000	0.000 0.000	800.000	0.000	0.000	0.000
	101	800.000 800.000	0.000 0.000	800.000	0.000	0.000	0.000
10	102	800.000 800.000	0.000 0.000	800.000	0.000	0.000	0.000
	103	800.000 800.000	0.000 0.000	800.000	0.000	0.000	0.000
11	104	800.000 800.000	0.000 0.000	800.000	0.000	0.000	0.000
	105	800.000 800.000	0.000 0.000	800.000	0.000	0.000	0.000

図 - 4 測量データ

測量結果に基づいて、デジタイザやキーボードより直接入力し計算する。月別数量は、月別測量の結果をもとに出来形平均E Lを計算し、算出する。各スライス面の掘削完了後の岩種毎の確定面積は、岩判定測量の結果を用いて、あらかじめ入力している地山と掘削計画ラインとで囲まれる領域を自動計算して算出する。この面積を用いて各スライス基準面毎の最終確定数量を計算している。

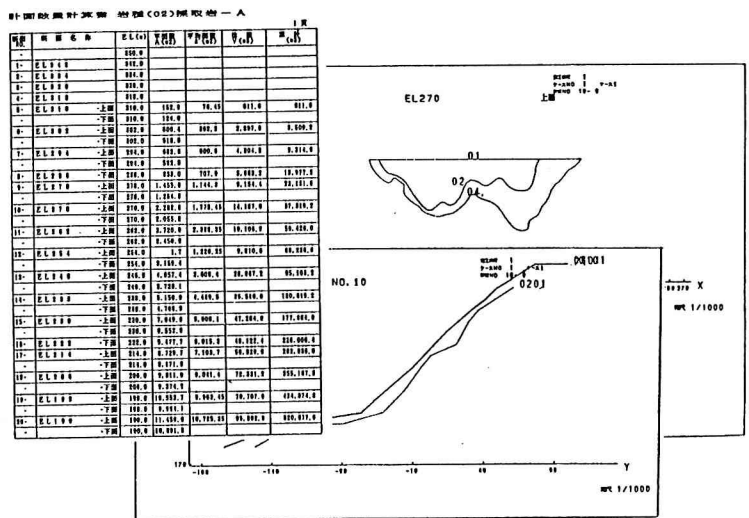


図 - 5 土工管理の出力例

4 - 3 最終予測

「岩判定測量」結果の岩種別数量より、採取岩の累積比率を計算し、累積比率に基づいて採取岩の最終数量を予測している。

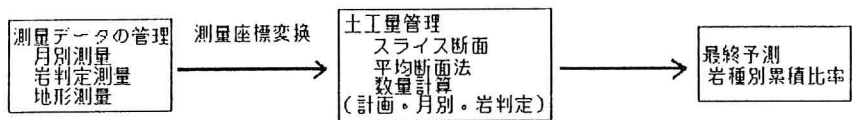


図 - 6 土工管理システムの流れ

5. 適応実例とまとめ

本システムは、広域で行なわれる測量業務の省力化と自動化を目的に開発され、システムの適応実例として、福島県発注の小玉ダムで原石山の施工管理として適応している。

(写-1) はインテリジェントボールを持って、現地で地形測量を行なっている様子である。

これにより、現地でリアルタイムに測量結果を知る事が可能となり、現場施工におけるスピーディーな対応ができるようになった。

この様に、現地で自分自身の三次元座標が認識できるという事は、単に現地測量のみに関わらず幅広い応用性を秘めている。今後もっと簡単にしかも安価に三次元座標を認識するシステムが考案されて行けばコンストラクションの自動化およびロボット化に寄与できるものと考えられる。



写 - 1 測量状況

現場での適応に当たり福島県小玉ダム建設事務所の皆様方のご理解ご協力をいただき感謝します。