

法政大学工学部 正会員 大 嶋 太 市

§1. まえがき

従来トランシットと平板、レベルが主体として考えられてきた土木測量学は、写真測量、リモートセンシング、電子計算機、電磁波測距儀、自動プロッターの機器とソフトの研究によって新しい発展段階にきているという事ができる。すなわち、上記の機械器具や方法の発達のために土木工事のための測量も非常に効率よくおこなわれるようになってきた。特に電磁波による測距や写真情報の利用が土木工事の設計・計画の上に重要な役割を果たしてきている。青函トンネル工事計画のための測量、本州四国間の架橋調査測量、ダム測量、名神・東名高速道路建設計画のための測量、北陸トンネルの測量、東北・上越新幹線環境調査等、土木工事の上に果たしてきた役割はあまり表面にめだたないが非常に大きなものである。ここでは、それらの中で特に最近の2～3の話題を紹介してみたいと考えている。

§2. 土木測量機器の発展

距離測定機器としては近年発展の著しい光波測距儀に新しいものが見られるが、原理そのものは光波測距儀が出現してきた当時から大差はない。最近の傾向は、小型化と「ワンタッチ方式」であり、使用の容易化が図られるとともに、土木測量への適用を考慮して移動目標(Moving Target)までの距離が時々刻々表示されるTracking方式を備えたものも市販され始めている。Tracking方式は直線・曲線設定に特に威力を発揮するものであり、省力化、測量時間の短縮化を可能とするものである。

今年ストックホルムでおこなわれた、国際測量学会議では各メーカーがそろって新しいタイプの電子タキメーターを出品して注目をひいた。水平角、高低角、斜距離、水平距離、高低差がデジタルで表示され、必要に応じてアクセサリとしてテープパンをつけて移動目標もTrackingすることも可能である。

又、国産で光波アリダードが開発され、平板の上にのせて簡単に使用でき、距離は10m以下の単位をcm単位で表示する方式をとっている。測定可能範囲は100mまでである。デジタルトランシットは、従来のセオドライトの水平目盛と高度目盛の部分にデジタル目盛板をとりつけたもので、目盛の読取りに革新的な進歩がみられる。これは、2台併用してミニコンヒオンラインで結べば非常に広い応用範囲をもっており、今後の発展について大きな期待をもっている。デジタル測角測距儀は光波測距儀とデジタルセオドライトを組合せたもので、測角と測距が1操作でできる画期的器材である。その性能は測角においては、デジタルセオドライトと同様に3秒、測距においては、光波測距儀と同様に±3mm程度が期待でき、測定時間は4秒程度である。

写真測量の機器の面での大きな発展としては、地図を作成する図化機にアタッチメントをつけて中心投影写真を正射写真に変換する正射写真作成機の出現であろう。この機械には、高さ情報を投影機に送らずに計算機に入れ、計算機の中で地形を数値にあらわす数値地形(D.T.M)モデルをつくり、そのD.T.Mを使って投影を制御する方式を採用しているのが大きな特徴である。又、昨年ヘルシンキの国際写真測量学会では、解析自動図化機が展示され、従来の研究の段階から実用の域に達したのは、写真測量が新しい発展の時代に入ったということがいえるよう

解析自動図化機は、ミニコンピューターとステレオコンパレーターを組み合わせた図化機で、座標変換とリアルタイムでの追従機構に若干の問題はあるが、内容的にかなり高度化され図化を自動化させる将来の基本的な方向を伺うことができる。

解析自動図化機の原理としては、図化機のハンドル(走査系)を動かすとモデル座標(描画している点の座標)が変化する。モデル座標は計算機に送られ、写真の傾き等補正要素と呼ばれる撮影時の条件をパラメーターと

して写真座標に変換される。写真座標はただちに追従装置に送られ、メスマークが計算された写真座標のところに移動する。これら一連の動きが、リアルタイムで行なわれなければ図化はできない。特に、計算された移動量を実現する追従機構には高度の正確さと迅速性が要求される。計算機はそれほど大型のものが必要としないが、24 kbitのPDP 11程度が使われている。

5.3. 土木測量システム発展の例

ここでは、デジタルセオドライト、またデジタル測角測距儀をコンピューターと結合した測量システムについて述べてみる。このシステムは、船舶、車両等の動揺体の位置測定、連続的に高速度で測定をおこなう地すべり観測、ダム、高層ビル等の構造物の形状および変位測定、橋げたの位置決め、部材の形状測定等、各種のシステムが考えられる。

3-1 海上の測量

(a) 事例：自動位置記録システム

(i) システムの目的

本システムは海上の温度測定のために無線操縦される観測船の位置を知り、計画したコースに従って船を移動させること、およびテレメータで送られてくるデータの記録である。

(ii) システムの構成

C. P. U (4 kW コンピュータ)	1台
コントロールキーボード	1台
プロッタ	1台
プリンタ	1台
テレメータ受信装置	1台
テープパンチヤ	1台

(iii) システムの動作

2台のデジタルセオドライトは図-1に示すように距離のわかってる2点に据えられ、C. P. Uとオンラインで接続されている。温度観測船が航行を開始すると双方のデジタルセオドライトでこの船を視準する。このとき測角値はC. P. Uに送られ、C. P. Uではその測角値より船の位置を算定し、プロッタ、プリンタ、パンチヤに出力される。温度データは観測船により測定され、テレメータで常時転送されてC. P. Uに船の位置座標とともに記録される。

一方、プロッタ上の航路を見ることにより観測船の現在位置を知り、所望の航路を無線誘導により移動させることができる。

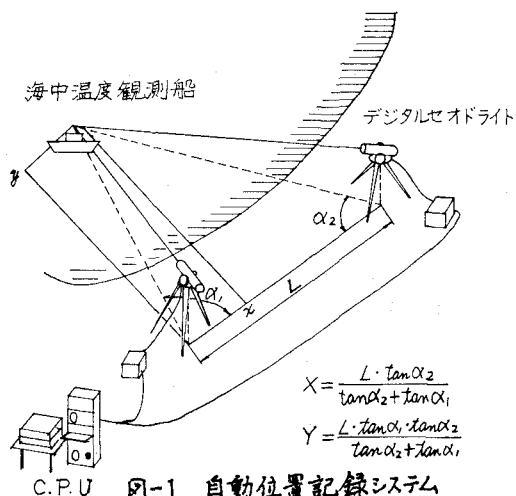


図-1 自動位置記録システム

(b) 応用

上記の例は海上の温度測定の例であるが、これを利用すれば水深測量船、漁業船等の位置測定あるいは新造船等の船速の計測の計測にも利用できる。また、システムとしては次のようなものも考えられる。

(i) 1台のデジタルセオドライトによる位置測定

測定の精度が低くてよい場合には図-2に示すように海岸近くの煙突または高い構造物を選んでこの上にデジタルセオドライトを据え、高度角と水平角から船の位置を算定する。

(ii) デジタル測角測距儀による位置測定

測定距離が比較的海岸に近く、かつ高精度を必要とするときは図-3に示すようにデジタル測角測距儀によるのが有利である。この場合は観測船に反射プリズムを取付け、デジタル測角測距儀で視準して計測を行う。

3-2 構造物の測量

(a) 事例：船殻長測定システム

(i) システムの目的

本システムはブロック工法による造船工事に於ける船殻ブロックの組立において4台の水平角検出器を用いて前方交会法によって被測定点の位置座標を算定し、それぞれの長さを求めるものである。

(ii) システムの構成

水平角検出器.....4台

制御装置.....1台

マイクロコンピュータ.....1台

(iii) システムの動作

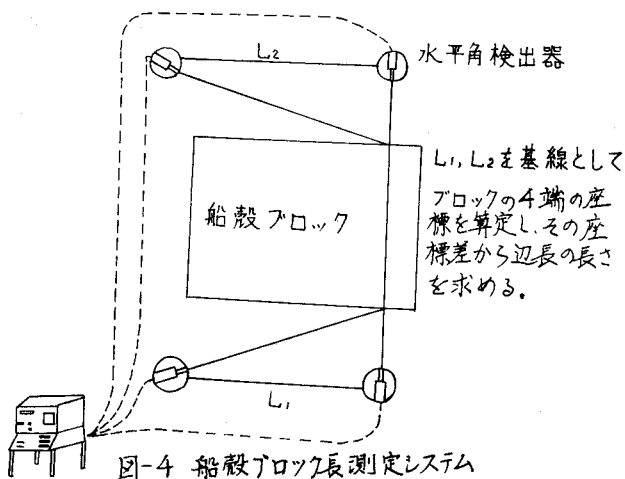
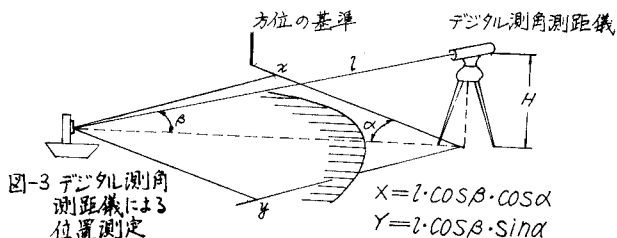
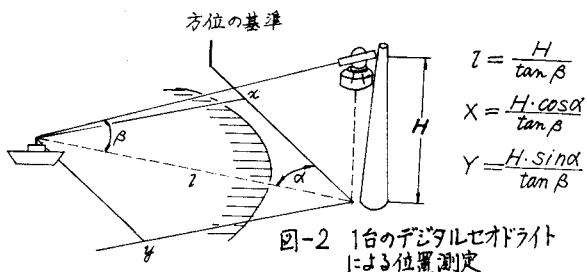
デジタル目盛板を内蔵した4台の水平角検出器が図-4に示すように関係位置が明らかな4点に据えられ、制御装置とオンラインで接続されている。船殻ブロックが計測位置に運ばれると、まず、被測定点にターゲットが置かれる。このターゲットを一方の水平角検出器で視準すると制御装置にその水平角が表示される。この表示データをコンピュータに入力すると辺長がタイプアウトされる。水平角検出器のコントロールは1台の制御装置でコントロールされ、また、視準はI.T.V.を使用して制御装置上で観測できるので、このシステムは1人で作動させることができる。なお、このシステムは現在測定精度約±1mmで船殻ブロックの測定を実施している。

(b) 応用

上記の例は船殻ブロックの測定の例であるが、これを応用すれば橋梁、高層建築物の構造部材等の測定に利用できる。また、これを発展させたものとして次のようなシステムが考えられる。

(i) 立体部材測定システム

前述のシステムはI.T.V.のモニター画像の拡大のため倍率の大きい望遠鏡を使用し、水平距離の測定のみを目的とするため特別設計になったが、デジタルセオドライトを利用すれば垂直距離、斜距離等、立体的な計測が可



能になる。望遠鏡から直接レーザー光の照射が可能
なレーザーセオドライトを使用すれば片方のセオド
ライトで被測定点をスポットし、その点に他のセオ
ドライトで測角することが可能となり、ターゲット
の設置は不要となる。

(ii) 立体書き書きシステム

本システムは図-5に示すようにレーザー光の照
射可能なデジタルセオドライト4台、制御装置
およびミニコン1台から構成されるレーザーデジ
タルセオドライトは前述の船殻長測定システムの検
出器と同様に1台の制御器でリモートコントロ
ールできるようにする。

いま構造物の組立設計値とレーザーデジタルセオ
ドライトの位置情報をコンピュータに入力し、構
造物組立上の重要点に対して視測可能な2個のレ
ーザーセオドライトからの方向角、高度角を算定させる。制御装置により各レーザーセオドライトをそれぞれの方向
角、高度角にセットし、レーザー光を照射する。組立の作業員はレーザービームの交点に構造物の所望の点に来るよ
うに部材を配置し、あるいは野書きを行う。

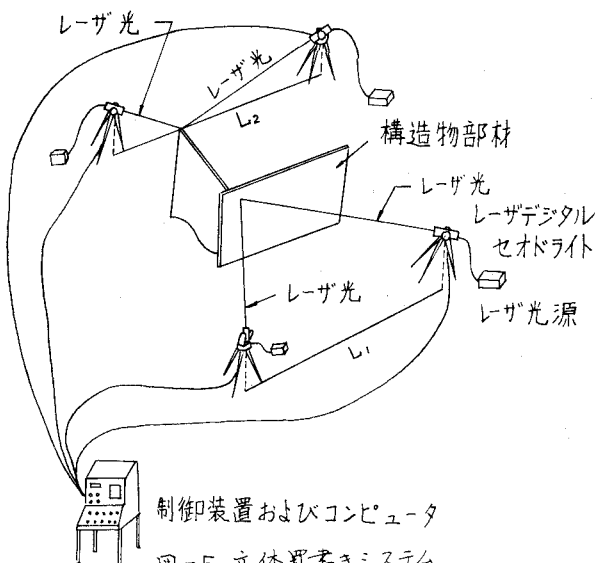


図-5 立体書き書きシステム

3-3 その他

いままで紹介したシステムは主としてオンラインのシステムであるが、オフラインでもデジタルセオドライト
またはデジタル測角測距儀にMTカセット装置を付加することにより有機的なシステムを組むことができる。MT
カセット装置は付属するキーボードにより被測定点の点番号の入力が可能であり、その容量は1カセット当り
2,214,000ビットである。その操作は記録ボタンを押すだけであり、極めて迅速に記録できる。

記録したカセットはそのまゝコンピュータにデータを入力することができ、直ちに所要のプログラムで処理し
て必要な成果を得ることができる。したがって、野外での測量作業および室内での計算を迅速に、かつ少ない人
力で行うことができる。この方式を利用したシステムとして次のようなものが考えられる。

(a) 路線測量

道路建設、鉄道建設あるいは都市計画等において図上で計画した用地幅を現地に移す測量を行うが、その際、
測量地域をよく見渡せる地点にデジタル測角測距儀を設置し、被測定地点にコーナプリズムを置き、これを視準
してボタンを押すだけでその地点の測量は完了する。この動作を逐次行い、記録済みのカセットをコンピュ
ータにかければ測量成果としてタイプアウトされる。この際アウトプットを図形として出すこともコンピュ
ータのシステムを適切にすれば可能である。

なお、図上での計測においては前述のデジタル目盛板を利用したデジタル面積計という装置があり、これを使
用すればコンピュータとのオンライン化も可能となる。また、曲線設置においてもデジタルセオドライトまたは
デジタル測角測距儀を使用すれば、コンピュータと密に連系して迅速、正確に曲線を設置することができる。

(b) 河川測量

河川の流速測定において、浮子を使用して測定する場合、従来のトランシットでは連続的に測定することはで
きなかったが、デジタルセオドライトを使用し、クロックを内蔵した制御装置を使用すれば、連続的に浮子を視
準するだけで自動的に一定時間間隔で測角値を記録することができる。前後の処理は前と同じである。このシ
ステムは大気に関する公害観測等のため使用される気象測定用バルーンの位置計測にも使用できる。