

VI-126

三次元測定システムの開発に関する研究

榑トブコン 正会員 ○先村 律雄

榑トブコン 正会員 井沢 信雄

1. まえがき

セオドライトを用いた大きな測定物の形状・寸法を計測するシステムはこれまで数多く利用されている。従来この方式では最低でも2台のセオドライトを必要としている。これらはセオドライト相互を視準して基準座標軸を決定しなければならないからである。

そこで本研究では、三次元測定システムの第一ステップとして、より能率的に計測するためセオドライトが1台でも基準座標が得られるようなシステムを試作し、屋内実験などを通してその操作性、測定精度を検討した。

2. 基本原理

図1に基準尺(サブテンスパー)を示す。基準尺には3点の測定ポイントを設けている。これにより1台での測定を可能にする。計算は全て誤差方程式を用いた。測定パラメータは水平方向H、高度角Vそして基準尺Sの三つで各々の基本式を以下に示す。座標系は図2のように考える。

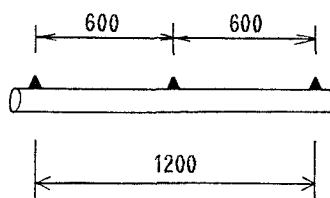


図1 基準尺(サブテンスパー)

水平方向の基本式 H

$$H = f_H(x_i, y_i, x_0, y_0)$$

 $i = S. 1, 2, 3 \quad 0 = \text{器械点}$

高度角の基本式 V

$$V = f_V(x_i, y_i, z_i, x_0, y_0, z_0) \quad (2)$$

 $i = S. 1, 2, 3 \quad 0 = \text{器械点}$

基準尺の基本式 S1 (距離に関する)

$$S1 = f_{S1}(x_i, y_i, z_i, x_j, y_j, z_j) \quad (3)$$

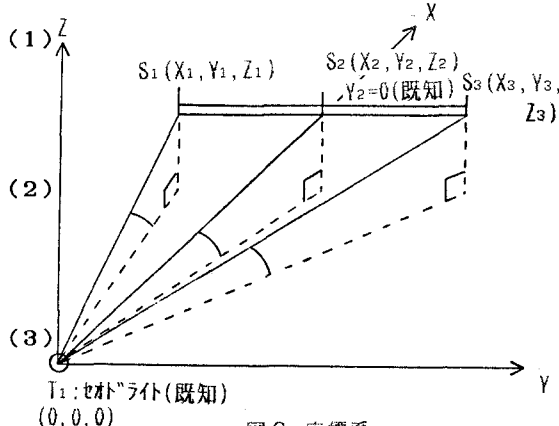
 $i = 1, j = 2; i = 1, j = 3; i = 2, j = 3$


図2 座標系

基準尺の基本式 Sa (3点の直線性に関する)

$$Sa = f_{Sa}(x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2, x_3, y_3, z_3) \quad (4)$$

水平方向Hは水平角に等価変換¹⁾する。

以上の4つの式を線形化して誤差方程式をつくり最小2乗法²⁾により座標とその精度を算出する。

この3点を測定すると測定数は、水平方向が3つ高度角が3つ基準尺の距離に関するものが3つ、基準尺の3点の直線性に関するものが1つの

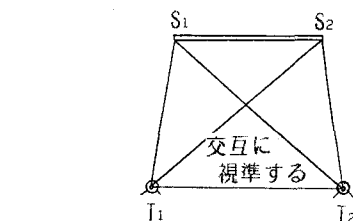
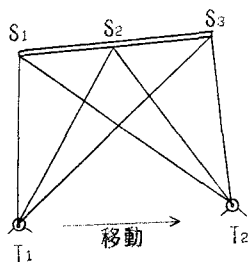


図3 測定方法

計10個である。未知数は図2のような座標系であれば8個であるから理論解を算出することが可能である。よって図3の従来法に示すように2台のセオドライト T_1 、 T_2 相互の視準を行うが、今回の方法では T_1 、 T_2 の視準は不用となり1台のセオドライトだけで測定が可能となる。また、基準尺を水平に整準する必要はない。

3. 測定方法

測定機器の構成を図4に示し、規格を表1に示す。

表 1

機 器	規 格	精 度	必 要 数
セオドライト	1" 読み	2"	1
基準尺 サブテンスパー	全長 1.2m 膨張係数 10^{-7}	30μ	1

測定方法を図5に示す。
 T_1 に設置したセオドライトにより基準尺の3ポイント(s_1 , s_2 , s_3)と任意の測点 P_i の水平方向、高度角を測定する。続いて、セオドライトを T_2 に移動し前記と同じ目標について各々の水平方向、高度角を測定する。これらの測定により任意に設置した座標系に基づき測点 P_i の座標とその精度を算出する。

4. 実験

試作システムで、屋内実験を行った。スチールテーブル上の数点を測定して、テーブルの目盛りと比較した。

実験は図3に示す基本型と図5に示す応用型の2つについて行った。

5. 結果

基本型の測定では、基準長（セオドライトから基準尺の距離）の距離が約5m程度のとき測点 P の精度は $\pm 0.3\text{mm}$ 程度であった。

測定範囲が10m程度のとき応用型の測定では、測点 P の精度は 0.3mm 程度であった。

測定時間は基準尺のポイント3点を測定するのに1対回で約5分であった。

1) 原田健久：測地観測量綱平均、測量32、地理院p.p.13~27

2) 千葉忠二：最小2乗法、山海堂p.p.67~88

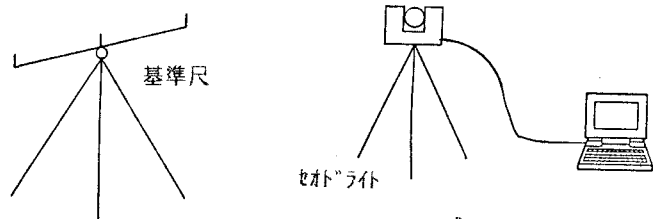


図4 測定機等の構成

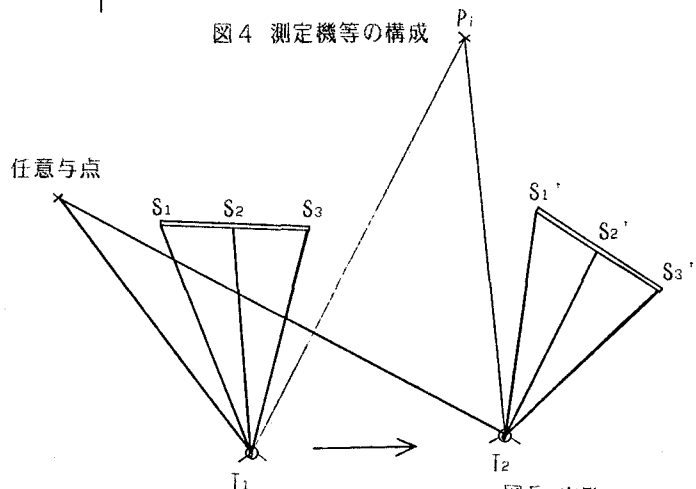


図5 実験