

写真測量による水中位置の測定結果(その2)

京都大学工学部 正 員 森 忠次
 京都大学大学院 ○ 学生員 岡本 厚
 関西電力株式会社 正 員 奇野 進

1. 概 説

写真測量による水中位置の測定結果の1例をすでに報告したが¹⁾、それは単に空中から水中を撮影した対応する2枚の写真を解析的に標定した結果について述べただけであり、また精度については水のある場合と水のない場合について比較検討したものであった。

今回の報告では回化機を用いて水中位置を測定する方法についてふれるとともに、その測定精度を同一の写真を解析的に標定して得られた観測点の位置測定精度と比較しながら述べることにする。

すでに報告したように¹⁾、空中から水中を撮影した対応する2枚の写真を回化機にかけた場合、標定が正しく完了した後でも対応する2本の空中光線は一般には交会しないので、正しい実体視ができない。そこで見掛けの位置をどこにとりかということが問題になり、てくるが、見掛けの位置として対応する2本の空中光線のX座標が等しくなるような投影面を考え、この投影面上における2点の中点を選ぶのが妥当であろう。

写真の標定は空中写真の場合と全く同様に相互標定(5個の標定要素)、対地標定(7個の標定要素)に分けて行なうが、上で述べたように空中から水中を撮影した対応する2枚の写真では標定が完了した後でも対応する2本の空中光線が交会しないので、写真を正しく標定するためには、これらのずれが標定完了後正しく現われるようにしなければならない。このずれは見掛けの位置の存在する投影面上におけるY視差として与えられれば「好都合」であるが、このY視差を正確に計算するためには、モデル座標における左右カメラのレンズ中心位置、屈折面の位置、および標定点の位置が正確に与えられなければならない。このことは対地標定が完了しないかぎり屈折によるY視差を正確に計算できないことを意味しているが、このY視差を写真乾板上で $\pm \frac{10}{1000}$ mmの精度で計算できればよいと考えると、上に述べた値が第1次近似で既知であれば十分である。

つきに対地標定については回化機では見掛けの位置しか追跡できないから、基準点の見掛けの位置を基準点として空中の場合と全く同じに行なえばよい。しかし地上座標における基準点の位置、屈折面の位置が既知であっても、左右レンズ中心位置が第1次近似でしか既知でないから、地上座標における基準点の正しい見掛けの位置が計算できないので、対地標定を1回完了することに新たに見掛けの位置を計算し直しながら対地標定を繰り返して精度を高めていく必要がある。すでにKarl Rinnerが述べているように²⁾、空中から水中を撮影した対応する2枚の写真の標定を正しく行なうためには、厳密には第1次(相互)標定要素として8個、第2次(対地)標定要素として4個の標定要素を選ばなければならないが、ここでは対地標定を繰り返す際新たに見掛けの位置を計算しなおすことにし、空中の場合と全く同じ方法で空中から水中を撮影した対応する2枚の写真の標定を実施できしことを提案し、その結果を示す。

なお以上のことは光線の水中での経路が比較的に長い場合で、水中に1か標定点、基準点をとれない場合について述べたものである。そして以上のようにして空中から水中を撮影した対応する2枚の写真を回化機により方法と解析的方法とで標定した後、得られた結果を使って水中の真の位置と計算した場合との程度の位置誤差を生ずるか

2. 実験方法

表-1 實驗條件

撮影方向	鉛 直				平行 偏角	
撮影対象物	グリッド		図 形		グリッド	
測定方法	D	A	D	A	D	A
記 号	D1	A1	D2	A2	D3	A3

置したこと、および屈折の影響が敏感に現われる平行偏角撮影を考慮したこと等が新しい試みである。

なお実験条件は表-1に示されている。

3. 測定結果

以上の様な実験方法で撮影した写真と図化機による方法、および解析的な方法で標定した後、それぞれの観測点の位置を求めた。観測点の配置は図-1の通りであり、写真機からの距離は約4m、水深は約1mである。

図化機により方法の場合も解析的方法により場合も鉛直撮影については相互標定の標定点、対地標定の基準点に①印の点を使用し、平行偏角撮影については△印の点を使用した。

表-2
条

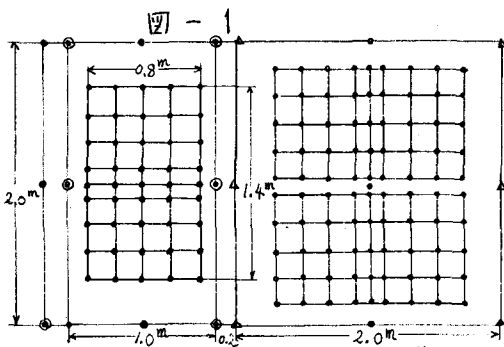


表-2 封地標定に用いた基準点の位置誤差 単位mm

条 件	D1	A1	D2	A2	D3	A3
ΔX の平均値		2.00	2.00	-2.01		
平均値からのばり		± 0.04	± 0.03	± 0.03		
ΔY の平均値		0.20	0.22	2.00		
平均値からのばり		± 0.06	± 0.04	± 0.02		
ΔZ の平均値		-0.05	-0.05	-0.05		
平均値からのばり		± 0.16	± 0.04	± 0.05		

表-2,表-3の結果を総合すると、鉛直撮影の場合には同化機による方法、解析的方法ともX,Y方向の位置測定精度が $\frac{1}{8,000} \sim \frac{1}{10,000}$ であって、今回の実験で予想された最高精度に達している。乙方向の位置測定精度はD2,A2のモデルで $\frac{1}{5,000}$ 、A1のモデルで $\frac{1}{2,000}$ である。D2,A2のモデルでの乙方向の位置測定精度は写真測量の常識から十分納得がいくが、A1のモデルについて悪いのは、この場合の写真像がかなりぼけていたため、単眼コンパレータによる写真座標の測定誤差が大きかったためと思われる。

なお表-2、表-3の結果は解析的方法では3回、自動化機による方法では1回林地標定をくり返したものであるが、実用とはこの精度で十分であろう。

平行偏角撮影については現在結果の整理中であるが、
ここに提案した測定法は十分利用できるとを示している。

注) 位置誤差 $\varepsilon \Delta X = X_K - X_T, \Delta Y = Y_K - Y_T, \Delta Z = Z_K - Z_T$ で表わす。

ここに添字Kは写真より計算した値、添字Tは地丈測量による測定値を示す。

表-3 対地標定に用いた基準点以外の点の位置誤差 単位 mm

条 件	D1	A1	D2	A2	D3	A3
ΔX の 平均 値		-0.02	0.00	2.00		
平均値からのばらつき		± 0.05	± 0.03	± 0.04		
ΔY の 平均 値		-0.08	0.00	-0.03		
平均値からのばらつき		± 0.03	± 0.05	± 0.02		
ΔZ の 平均 値		-0.09	-2.08	-0.03		
平均値からのばらつき		± 0.10	± 0.13	± 0.16		

参 考 文 献

- 1) 森 忠次, 岡本 厚: 土木学会第23回年次学術講演会講演概要 第IV部門, 昭和43年10月
- 2) Karl Rinner : Abbildungsgeometrie und Orientierungsaufgabe in der Zweimedienphotogrammetrie, Sonderheft der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen, 1948