

前方交会法による水中位置測定結果について

京都大学工学部

正員 ○森 忠次

京都大学大学院

学生員 高尾善昭

水中にある測点の位置を空中から観測して決定しようとするとき、前方交会法を適用することが可能であることを明らかにし、その場合の測定精度について理論的考察を加え、さらに、誤差の原因が非常に多くなるのび位置誤差がいくらになるかという推定は困難であるが、著しく大まかにはならないという予想を得た¹⁾。ここでは、2種の条件のもとにおいて観測を実施した結果を示し、誤差の実情を明らかにする。

1. 実験の概要

写真-1に示すように、水槽中に水を満たし、その中に図-1の寸法のターゲットを配置し、外から2種の条件によって測定した。実験Ⅰは静水面上からの観測である。図-2における2点 O_1, O_2 から、水のある場合とない場合について、方向法4対回の測角を実施して誤差の現われ方を調べ、水を入れたときには、ターゲット中心を赤、白、青の電球光として光の波長の影響をも調べられたようにした。

実験Ⅱは鉛直面を通しての観測である。このときには、間隔約3.5mの2点 O'_1, O'_2 から、まず方向法4対回の測角を行ない、求心を改めてからさらに4対回観測するという測角法を実施した。

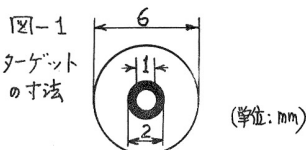


表-1 測角の平均二乗誤差(秒)

水の有無	無	有
光の色	白	赤 白 青
水平角誤差	4.5	6.3 7.3 7.0
鉛直角誤差	4.4	7.7 6.7 6.2

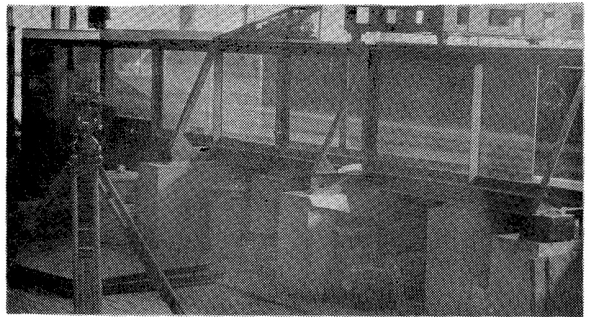


写真-1 実験設備の概要

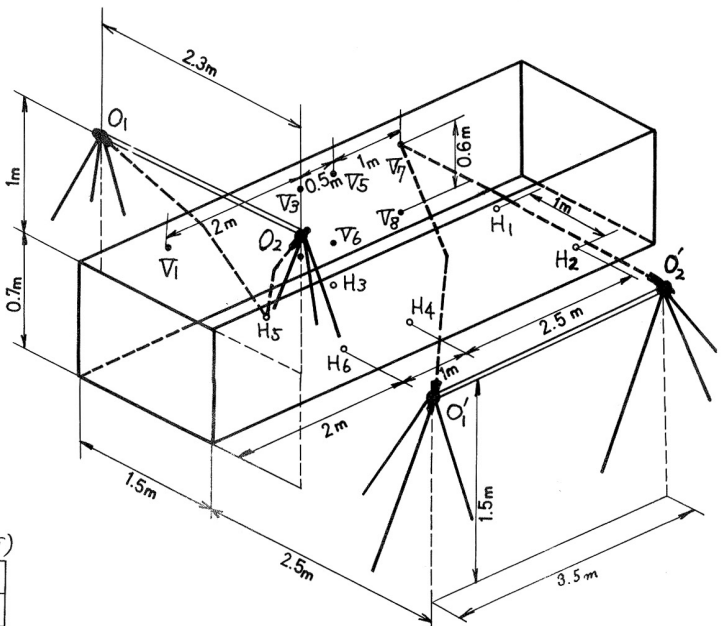


図-2 測定の配置

2. 実験Ⅰにおける誤差

この場合の観測では、光が水面で屈折して著しく分散し、そのためにターゲットが非常に見え難くなり、測定にもかなり時間を要した。観測値が非常にばらつくのではないかと懸念されたが、その結果は表-1 に示される程に収まった。

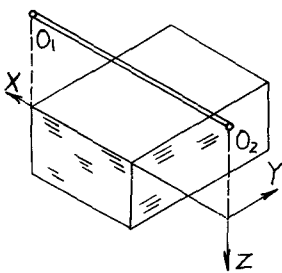


図-1 実験Ⅰの座標系

水のない場合の座標(図-3参照)の測定値を正しいものと看做し、水を入れた場合のターゲット座標の測定値との差を計算したものが表-2である。水を入れた

場合には、水面の標高、屈折率などを測定しなければならぬ。この点、座標測定精度はこれらの要因に支配されるため、表-2の値が一般的なものとはいえない。青色、赤色の光線の場合には、これらの光線の屈折率を推定してZ座標(水深)を計算すればかなり誤差が小さくなる。

3. 実験Ⅱにおける誤差

この場合には、水槽のガラス側面(関係するものは4枚)の配置が不整であるので、個々のガラス面位置を測定し、平均的なガラス面の位置を算出してこれを屈折面と看做してターゲットの位置を計算し、ガラス面の不整による影響を近似補正によって打消した。

測角誤差および座標測定値の差を前と同様な形式で示したものが表-3および表-4である。この場合の座標系は図-4に示す。ターゲットの「見え」は実験Ⅰの場合と比べてかなり良好であった。

実験Ⅱの場合には、ターゲット座標計算のために測定を要する量が実験Ⅰの場合よりも多いので、これらの量の測定誤差によって必然的に精度の低下が予想された。表-4と表-2

とを比較すると、幸いにして表-4(実験Ⅱ)の場合に著しい誤差の増大は認められない。ただし、前記測定誤差の影響がX, Y座標値に及ぶので、実験Ⅱの場合にはX, Y座標誤差がZ座標誤差と同程度の大きさとなっている。

表-2 水の有無による測定座標の差(mm)

長	座標	色	dX	dY	dZ ₁	dZ ₂
H ₂	X=2.1m	赤	0.4	0.2	-1.7	-2.0
	Y=5.7	白	0.2	0.2	-1.7	-1.7
	Z=0.6	青	0	-0.8	-2.8	-3.0
H ₄	X=1.9m	赤	0.1	0	-0.9	-1.2
	Y=2.9	白	0.1	0	-0.4	-0.4
	Z=0.6	青	0	-0.2	-3.9	0.6
H ₆	X=1.8m	赤	0	0.1	0.3	0.1
	Y=1.8	白	0.1	0.2	-0.5	-0.5
	Z=0.6	青	-1.0	0.1	-2.8	1.1

注1) dZ₁: 屈折率1.3329として計算

注2) dZ₂: 赤, 青に対して推定屈折率を使用して計算

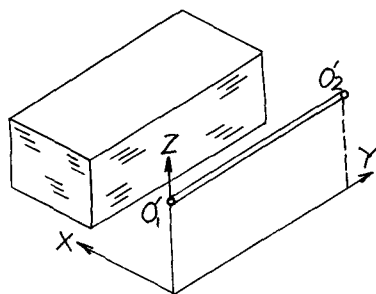


図-2 実験Ⅱの座標系

表-3 測角の平均二乗誤差(秒)

水の有無	無	有
水平角誤差	2.5	3.7
鉛直角誤差	3.7	4.9

表-4 水の有無による測定座標の差(mm)

長	座標	dX	dY	dZ
V ₁	X=4.2m, Y=0.1m, Z=1.3m	-1.2	-1.0	0.7
V ₅	X=4.2 Y=2.6 Z=1.3	-1.5	0.8	0.1
V ₆	X=4.2 Y=2.6 Z=7.4	-2.7	1.0	-2.9
V ₈	X=4.2 Y=3.4 Z=7.4	-1.2	-0.7	-2.7