伊勢灣北岸で實施した海岸水準測量

名古屋大學理學部物理學教室 佐 野 凌 一

(昭和 26 年 7 月 29 日受理)

Levelling Survey along the Northern Coast of Bay of Ise.

Shunichi SANO

Physical Institute, Nagoya University

(Received July 29, 1951)

Trial measurement of the heights of land marks through several days' or several hours' observation of water level were executed, by using a portable tide gauge, along the northern coast of Bay of Ise. The amount of uncertainty of the height determined by this method of levelling was estimated to be of the order of a few centimeters due to the irregular rise and sink of the sea-level caused by oceanographical and meteorological disturbances.

1. 短期間の潮位観測によつて海岸のある地点の高さを定めることは、すでに水路部や地震

Fig. 1-A Distribution of Measuring Points.

Fig. 1-B Sketches of Land Marks.

研究所で行われているが、われわれは木曾川沖積層地帯の地盤変動の調査とかねてこの測量方法の精度の検討を行うため、愛知県海部郡沿岸の3ヶ所でこの方法によつて海岸堤防の高さを測定した(才1図)。

使用した検潮儀は水銀マノメーターを利用するもので、自記式と読取式との両方を作った。この器械の原理は高橋教授や萩原教授の論文¹⁾に詳しく述べてあるから省略する。読取式は萩原教授のつくられたものと全く同じものであるが、自記式は才2図に示すようなものである。

高さの決定には基準検潮場として名古屋港を選び次の方法を用いた。測点および名古屋港の

Fig. 2 Portable Tide Gauge.

潮位の 25 時間移動平均を重ね合せて (両者の差の平均が零になるようにして), 測点における水位計の零位の名古屋検潮儀 D. L. からの高さを定め, 水位計の零位から B. M. までの高さは直接水準測量によつて求める。こうして基準点の D. L. からの高さが求められるが, 真高を出すには名古屋港 D. L. 上 192cm (昭和23, 24年の平均潮位) を東京湾中等潮位と仮定した。

直接水準測量には日本光学会社製

E型水準儀と同附属標尺または土木

用函尺を用いた。現地で組立てた自記検潮儀の零線の水面からの高さの絶対値を 1cm の精度で定めることは困難であるから, 自記式を用いるときも別に読取式を設置して 1 日 2~3 回観測し, その間を自記記録でつなぐようにした。読取式を用いる代りに量水標柱をたててもよいが, マノメーターを眼の前で読取る方が観測しやすく, 水銀や海水の密度の変化を補正すれば精度の点でもすぐれている。

もつと短期間の観測で測点においた水位計の基準点の D. L. からの高さを定める場合に, 25 時間の観測のときは, 1 時間 2 分毎の潮位の平均値を一致させた。また数時間の観測しかないときは, 当日の日平均値より高い点だけをとつて重ね合せた。これは低潮時には, 河川の影響と思われるものによつて各地点で潮汐の形がかなりちがうからである。

観測の精度は水位で 1cm 時刻で 1 分を目標としたが, 湾奥で波の影響が少いためこの精度は確保できた。名古屋検潮儀 (フェース型) もこの程度までいつていると考えられる²。時刻ははじめ腕時計を宿舍のラジオの時報にあわせたが, 作業中海水でぬらして時計が狂うようなこともあつたので, ポータブルラジオを製作して測点で時報にあわせることができるようにした。(ミニアチュア, 1S5-1T4-1T4-1R5-3S4 使用中間周波 2 段で BC 及び SW (2-10 MC) 用, A 電源は単一 2 個 B 電源は 67.5V 積層 1 個を用いる。)

2. こうして, 観測の精度は一応これ以上にする必要がないところまでいつたけれども, 短期間の平均海水面であるという仮定が問題であつて, むしろこの点で測量の精度がきめられるので, できるだけ海水の温度および密度や風速の観測を実行した。勿論一点の表面観測だけで

Fig. 3 Relation between Chlorinity and Sea Level.

うに海況の変化のあるところで短期間の検潮の結果を單に重ねあわせるだけでは、測量結果に 1 cm の精度を望むことは不可能ではないかと思われる。

Table 1

測 点	観 測 期 間	観 測 方 式	真 高	備 考
東ノ割 (三等三角點)	1950年8月1日 14時—2日15時	読取式により25時間、略毎時1回	m 5.10	豪雨2日後(排水機運転中)、 陸測 1888 年の測量による 真高 5.39m
同上 再測	1951年3月27日 12時半—16時半	読取式により4時間、略毎時1回	5.09	
筏川樋門	1951年3月27日—30日	自記式により65時間	5.23	測点及び名古屋港の25時間移動 平均潮位の差の標準偏差0.6cm.
西末広	1950年10月27日—30日	自記式により73時間	5.27	同上 2.1cm
同上 再測	1951年3月29日 9時半—16時半	読取式により7時間、略毎時1回	I. 5.29 II. 5.30	

仮 B.M. 筏川樋門、北川樋門外部擁壁上、鉄筋頭部、西末広、波返し練石積、西端上面

観測経過は才1表に、測量成果は才4図にまとめてある³⁾。B.M.としては新しく石を埋めると、石だけが沈下することがあるから、さしあたり適当な構造物で代用しておいた。

東の割の才1回の観測は豪雨2日後で、測点と基準点との海水面の差の変化の傾向から河川の影響を推定すると、観測期間の平均潮位は基準点のそれより約2 cm 高かつたことになる。才4図の結果はその補正がしてある。

西末広の再測結果の I は名古屋港の潮位と直接重ねあわせた場合で、II は筏川樋門の潮位と重ねあわせて筏川樋門におかれた水位計の零線からの高さを定め、別に求められたこの水位計の高さを加えたものである。この観測の当日から翌日にかけて西風が強かつたので、湾内の海水面が風によつて傾斜したと考えると、実際の高さは才4図の結果より数 cm 低いことになる。この前日も雨が降つたが、この場合は低潮時は計算から省いて渇水期で排水機などは運転して

問題が解決するとは考えられないが、将来の研究上何等かの参考になるであろうと思つて行つた。才3図はその結果をまとめたもので、降雨や季節による変化も大きい、大体同じ時期の結果をくらべると木曾川河口に近い方が塩素量が少なくなつていて、このよ

Fig. 4 Results of Survey (unit of figure; meter).

測量の誤差をこの数字だけから推定することはできない。

直接水準測量を実行すればこれらの問題ははつきりしてくるはずであるが、今回はそこまで実施することができなかつた。とにかく所要日数や経費まで考慮して、この地域では直接水準測量にまさる点はないが、⁴⁾ 渡海水準測量としてはなお利用価値があるのではないと思われる。

3. これまでは基準点が不動としてその真高を仮定して測量結果を議論したが、この点も検討する必要があるので名古屋港の潮位の経年変化を調べるためにまずその気象要素との関係を調査している。現在までの結果によれば、水温の資料が得られなかつたので気温を用いているが、月平均潮位に対して気圧と前月の気温との影響が大きく、気圧係数は静力学的に求められる値に近い。従つてたとえば 1948—50 年の気象の影響による潮位の変化は、各月の平均気圧と前月の平均気温を用いて、

$$(L^0 - 193)^{\text{cm}} = -1.32^{\text{cm}}/\text{mmHg} (P_0 - 761.2) + 1.33^{\text{cm}}/^{\circ}\text{C} (T_{-1} - 14.7)$$

によつて表わされる⁵⁾。今回は計算の結果を才 5 図にかかげておくに止める。

4. 御指導を賜つた宮部直己教授、測量の実施に際して援助していただいた愛知県津島土木出張所蟹江分所、鍋田村、飛鳥村の各当局、ならびに測量標の使用を許可された武藤地理調査所長、旧陸地測量成果を知らせていただいた地理調査所奥田測地才一課長に厚く御礼申上げる。

ないからこの補正は必要がないと思われる。

現在のところ、才 4 図の再測の結果は、これだけの地盤変動があつたというよりもこの測量方法の誤差を示しているとみななければならない。才 1 表で 25 時間移動平均値の差の各観測期間における標準偏差は 2.1 cm および 0.6 cm であるが、潮位の年週変化の型の局所的变化もあるから、

Fig. 5 Changes of Mean Sea-Level at Nagoya Harbour.

文 献 及 び 註

- 1) 高橋竜太郎; Bull. Earthq. Res. Inst. 別冊 1 (1934) 198—217.
萩原尊礼, 表俊一郎; Bull. Earthq. Res. Inst. XXI (1934) 243—275.
- 2) 観測人熊田尊満氏(名古屋港務所)の調査によれば, 漲潮時には自記紙上の水位は井戸内の実際の水位よりおくれるが, その差が1 cm を出ることは殆どない.
- 3) 1950 年 8 月及び 10 月の観測結果は Geophysical Abstract of Physical Institute, Nagoya University, Supplementary Volume No. 1 (1951) にのせてある. 1951 年 3 月の観測結果は別に印刷するつもりであるから, いずれも省略した.
- 4) 測点と原点とを結ぶ直線上で直接水準測量を行つたときの許容誤差を閉差として示せば次表のようになる.

路	線	原 点 — 東 ノ 割	原 点 — 茂 川 樋 門	原 点 — 西 末 広
	距 離	5.9 km	7.8 km	10.1 km
誤 差				
$1.5\sqrt{L}$ mm		4	4	5
$4\sqrt{L}$ mm		10	11	12
$10\sqrt{L}$ mm		24	28	32

- 5) 本稿を書いてから, 津洲候所で水温の連続した観測が行われていることを知つたので津の月平均水温を用いて計算した結果,

$$(L_o - 193)\text{cm} = -1.32(P_o - 761.2)\text{cm/mmHg} + 1.39(\theta_o - 17.9)\text{cm}/^{\circ}\text{C}$$

となつた. 但し津の水温および名古屋の気温の月平均の間の相関係数は $r = 0.988$ で $(\theta - 17.9)^{\circ}\text{C} = 0.90(T_o - 14.7)^{\circ}\text{C}$ となる. 毎日 1 回 10 時, 水面下約 30 厘の海水の温度を測定している.