

(15) 容量式水位計の試作

中央大学 工博 林 泰 造
同 〇工修 服部昌太郎
同 川上 克己

水理実験で、各種の水位変動を測定記録するために、電気的水位計が広く使用されており、その型式を大別すると電気抵抗式水位計と電気容量式水位計の2種類に分けられる。

抵抗式水位計は、水中に2本の電極を挿入し、水位変化による電極間の水の電気抵抗変化を電流または電圧変化に直し、これを測定記録して水位変化と求める方式である。抵抗式水位計は、電極間の水を電氣的導体として用いるため、水の成分、温度などの影響を受け、また分極作用および電解作用による電極の腐蝕により水位計としての安定性が欠ける。水位計の直線性をとるためには、2本の電極間の間隔を変える必要があり、その上測定点附近の模型の幾何学的形状による影響をうけるため、水位計の較正は水位を変化させて行う必要がある。

一方、容量式水位計は、水位計の1つの極を水自体とし、他の極として電線を封入した誘電体を水中に浸して使用する。この2つの極の間に交流電圧を加えると、水位変化にともなう誘電体の水中部分の長さの変化による電気容量変化は、

$$\Delta C = \epsilon \Delta l f \left(\frac{r_1}{r_2 - r_1} \right)$$

ただし ΔC : 水位変化による電気容量変化

Δl : 水位変化による誘電体の水中部分の変化量

ϵ : 誘電体の誘電率

r_1 : 封入された電線の半径

r_2 : 誘電体の半径

f : r の関数表示

で表わされる。上式より水位変化と電気容量変化との間には直線的関係があり、また容量式水位計は水と一つの極として用いるために水位計としての安定性もよい。また測定点における境界条件の影響を受けないことがないため、水位計の較正も比較的容易となる。

このように容量式水位計は抵抗式水位計に比較して欠点が少ないため、従来各種の容量式水位計が試作されており、^{(1), (2), (3), (4)} 筆者等も容量式水位計の試作を行った。

電気容量変化を測定するには、容量ブリッジによる方法、ピルス回路およびサバロフ回路による方法などがある。筆者等は初め容量ブリッジによる水位計を試作したが、電気回路の安定性がわるいため、ピルス回路による方式を採用する。

図-1は試作した容量式水位計のブロックダイヤグラムである。水位変化による電気容量変動をピルス回路により電流変化に直し、これを交流増幅器で増幅し、整流して電磁オシログラフにより測定記録する。

図-2はピルス回路の回路図である。

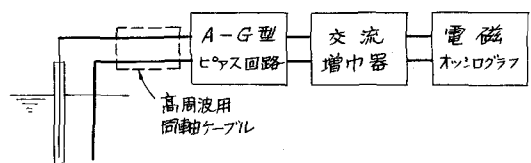


図-1 試作水位計のブロックダイヤグラム

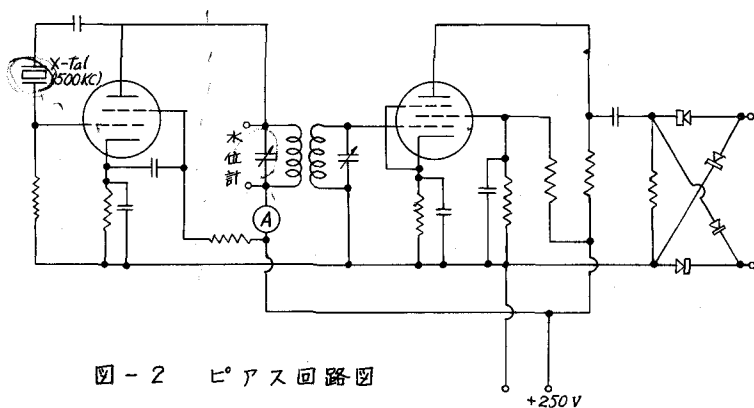


図-2 ピアス回路図

ピアス回路中の水晶発振器 (500 KC) は、真空管のプレートとグリッドとの間に入れ、容量変化による変動電流が大きくとれ、また真空管特性の影響を受けない A-G 型ピアス回路とする。ピアス回路と水位計とは、容量 2V の高周波用同軸ケーブルにより接続し、水位計の安定性をよくする。

直流増中器は増中器としての安定性に欠け、またその回路も複雑となるため、本研究においてはこれに代えて新に増中度の大きい交流増中器を用いた。図-3 は使用した交流増中器の回路図である。ピアス回路より取り出した直流変動電流をチョッパ (0~100Ω) を用い 50 C/s の搬送波にのせて交流増中を行い、同期整流を行った後電磁オッシログラフに送る。交流増中器の出力側でのインピーダンスは 8Ω 程度とし、電磁オッシログラフのガルバノメーターのインピーダンス (6.8Ω) と整合しうるようにする。各回路の電源としては 50 C/s の交流を両波整流しうる定電圧電源装置を用る。

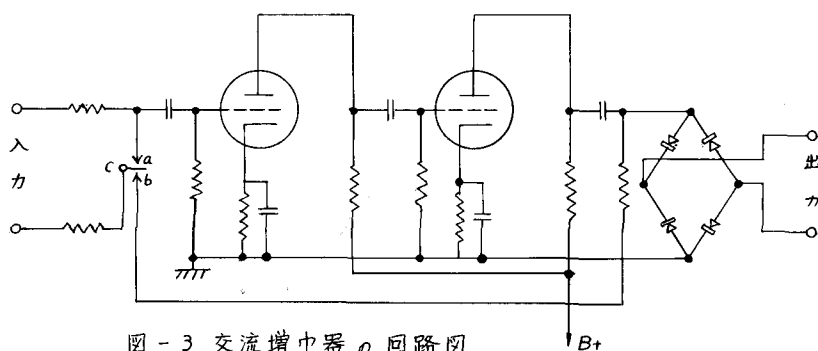


図-3 交流増中器の回路図

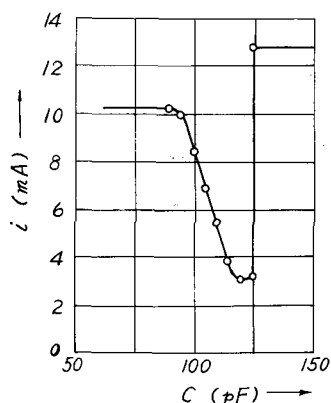


図-4 電気容量と出力電流との関係

図-4 は使用した水位計の電気容量とピアス回路よりの出力電流との関係を示したもので $C=94 \sim 114 \text{ pF}$ の間では直線性が非常によい。図-5 は水位計の校正結果で、水位変化量と電磁オッシログラフ記録紙上の読みとの関係を示すものである。また図-6 は電磁オッシログラフによる水位変動記録の一例である。

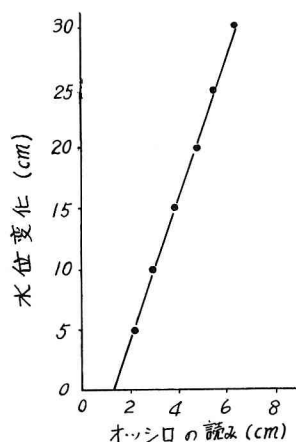


図-5 水位計の較正結果

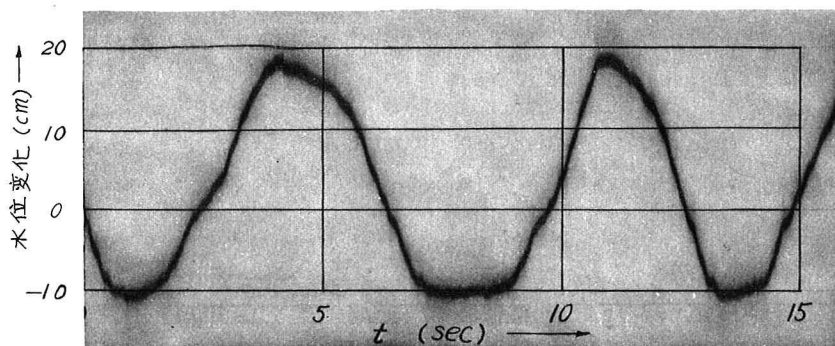


図-6 試作水位計による水位変動の測定記録

容量式水位計では、水位計とピアス回路とを接続するケーブルの電気容量によってケーブルの長さが制限される。従来試作された水位計^{2),3)}においては、いずれもケーブルの長さは2~3m程度であり、ケーブルの長さを長くするためには、ピアス回路の発振周波数を小さくする必要があることが認められている。しかし発振周波数を小さくするとタンク回路のコイルの Q -値が低下し、ピアス回路の感度が低下する。

このような欠点を除くため、筆者等は、図-7に示すような井上式回路を用いて新たな容量式水位計を現在試作中である。

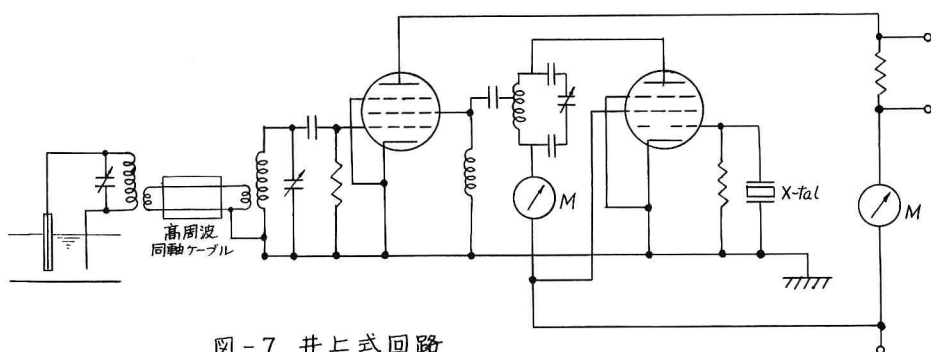


図-7 井上式回路

〔附記〕本水位計の試作にあたり、終始協力された当時中央大学土木科学生藤野喜久雄君に深謝する。

1) J. Boudan, Appareils pour la mesure des niveaux rapidement variables sur modèle réduit, La Houille Blanche, 1953, No. 4, pp. 526~540.

2) M.J. Tucker & H. Charnock, A capacitance-wire recorder for small waves, Proceedings of the Fifth Conference on Coastal Engineering, 1954, pp. 177~188.

- 3) J. A. Sandover, *An experimental wave recorder*, *Water Power*, 1957, June, pp 213~219.
- 4) 岩崎敏夫, 青藤晃, ヒラス式波高計の試作について, オ 15 回土木学会年次学術講演会講演概要, オ 3 部, 昭和 35 年 5 月, pp. 63~64.

