

(B - 4) キャパシタンス水位計による一ッ瀬サージタンクの
水位変動測定について

九州電力KK土木部 村 瀬 次 男
同 研 究 所 桑 野 智
同 辻 昭 夫
同 荒 牧 不二丸

1 まえがき

一ッ瀬発電所サージタンクはループ式下部水室を有する、我国では初めての型式である。著者等は、本サージタンクの水位変動を測定（これは発電所の竣工試験の一部である）するのに、圧力式による以外に、キャパシタンス水位計でも実施したので紹介したい。写真-1は一ッ瀬発電所の全景である。

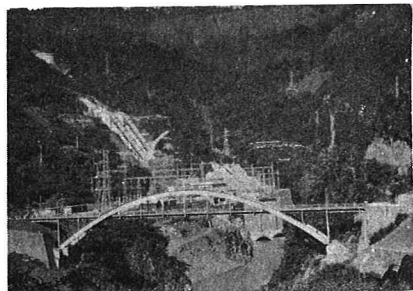


写真-1 一ッ瀬発電所の全景

2. 水位計の構成および構造

キャパシタンス水位計は大別して図-1に示す如く、測定ケーブル部と電気検出部とに分れる。前者は、水位に比例してキャパシタンスが変化するケーブルで、一般に使用されている同軸ケーブル（70-2V）である。後者は、このケーブルのキャパシタンスの変化を電氣的に検出して直流電流の変化として、直流電流計又は電子管記録計に指示又は記録させる部分である。

(1)測定ケーブル 普通の同軸ケーブル（70-2V）で、その構造は周知の如く、中心に内部導体Pがあり、その周りにポリエチレンを充填し、その外側に外部導体（銅網）

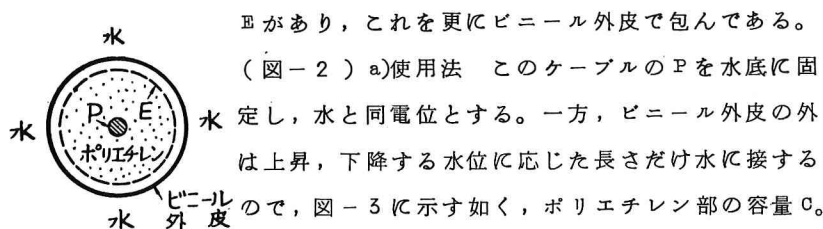


図-2 同軸ケーブルの断面 (一定)と水位に比例する容量 C_w とが並列に入った

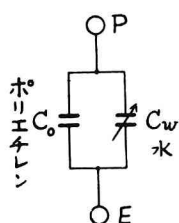


図-3 同上の等価回路 挟みトラップとケーブルとを絶縁する。測定ケーブルの全長は少し余裕をみて70m

があり、これを更にビニール外皮で包んである。
(図-2) a) 使用法 このケーブルのPを水底に固定し、水と同電位とする。一方、ビニール外皮の外は上昇、下降する水位に応じた長さだけ水に接する。図-3に示す如く、ポリエチレン部の容量 C_0 と水位に比例する容量 C_w とが並列に入ることになる。これを次に述べる電気検出部の入力に加えて電気信号（直流出力）として指示させる。

b) 取付方法 サージタンクのトラップに写真-2の如く、取付金具によって固定する。一ッ瀬では、上部水室を除き7ヶ所で固定した。

(図-1) 取付金具にはテフロン製のセパレータが付いていて、これでケーブルを

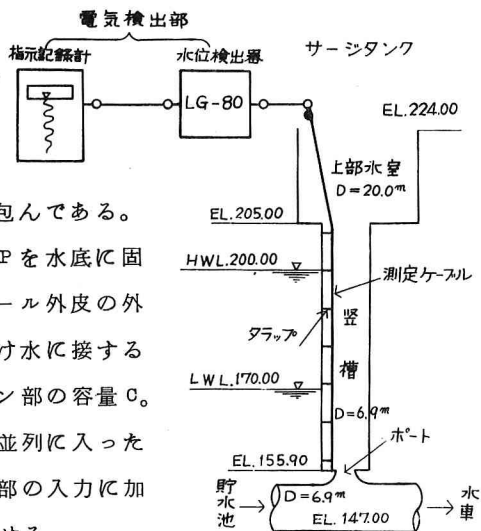
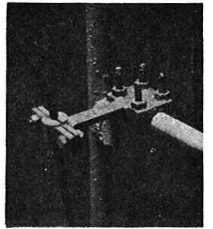


図-1 キャパシタンス水位計の構成

とし、藤倉電線製を使用した。

(2)電気検出部 この部分は水位検出器と指示記録計とからなる。前者は、写真-3に示す如く、LG-80型水位検出器で約250×250×150mmの金属性外箱に收容され、屋外露出用である。その電気回路は、図-4に示す如く、100K Ω の水晶発振器より2組の同調回路に導き、その一方の同調回路素子Cの1部分に変化する水のキャパシタンス C_w を結合する。この2組の同調回路は差動的に結んであるので、写真-2ケーブル取付状況



水位零の場合($C_w=0$)は直流出力は零である。水位が変化するとき、その変化した量に比例した直流出力が検出回路の出力に現れる。この計器は日本制御の特許(出願中)で、一ッ瀬の場合、70m測定用として特に試作された。又、後者の指示記録計としては、横河製の2ペンレコーダを使用した。記録紙の送りは1cm/分とした。

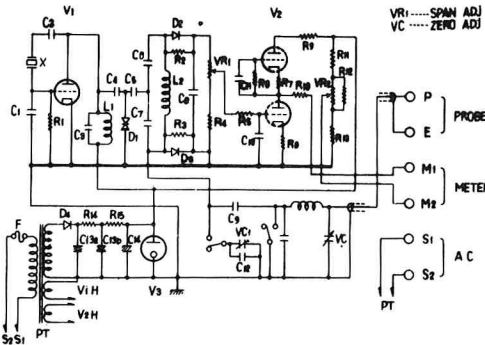


図-4 LG-80の電気回路

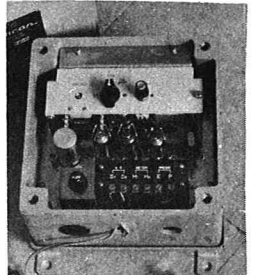


写真-3 LG-80の内部

3. 水位計の性能

水位検出器、測定ケーブルおよび指示記録計に分けて述べる。

(1)水位検出器(LG-80) a)精度(誤差)および直線性 実際の入力としてはケーブルの容量が入り、ケーブルの長さ対直流出力電流が問題となる。しかし、ケーブルは純粋なキャパシタンスとして動作しないので(分布インピーダンスのためである)、ケーブルの代りに等価なコンデンサーを入力として置換すれば、図-5のAカーブのようになる。すなわち、横軸に等価容量 $C_x(\mu F)$ 、縦軸に直流出力電流 $I(mA)$ をとれば、その曲線は下に凸で、容量が大きい程 I の増え方が大きい。直線性歪としては、直線よりの最大偏位の全変化巾に対する比をとれば、約3.6%となり、あまり良い方ではない。次に、実ケーブルを接続すれば、測定容量とケーブルの分布インピーダンス(インダクタンス分)とが或る長さ(約113m)で直列共振を起して、出力電流が急激に減少する。従って、このまゝでは35m以上は使用できない。一ッ瀬では、このインダクタンス分を打ち消すために、測定容量と直列に付加コンデンサー $C_0(0.1\mu F)$ を挿入した。図-5のBおよび図-6はこの場合の校正曲線で、図-5は等価コンデンサー接続、図-6は実ケーブル接続である。これらの図から判るように、共振現象がなくなると共に、

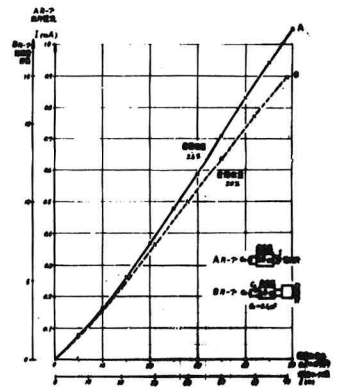


図-5 水位計の校正曲線(コンデンサー接続)

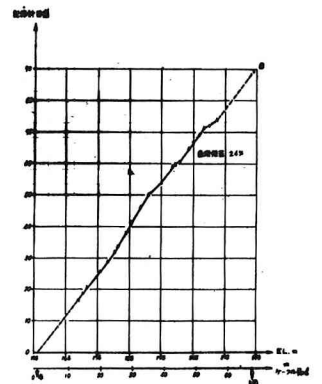


図-6 水位計の校正曲線(実ケーブル接続)

直線性がよくなり、その直線性歪は、前者で2.0%、後者で2.4%と殆んど差異がない。これは、実ケーブルが純粋のキャパシタンスとして動作していることを物語る。b)レスポンス 一ッ瀬のサージング程度（約3.5m/秒）では充分応じることが判った。しかし、下降サージングの場合、極く僅かではあるが、全スパンに対し約0.5%指示が遅れるようである。c)安定性 電源変動、温度変化等に対しては、零点の移動（ドリフト）が12時間で最大2%あって、この点今後改良を要する。

(2)測定ケーブル 試験終了後、サージタンクの水を抜水したので点検したところ、4区間で何れも2.5%（20m/8m）伸びてたんでいた。しかし、後で実測して見ると、全長は伸びていないので、激しいサージングのためにケーブルが引張れ、取付位置が移動したのではないと思われる。この点、ケーブル強度を増すとか、取付方法を工夫する等の考慮が払われる必要がある。

(3)指示記録計 横河

製2ペン電子管記録計

を使用した。入力 0

～1 mA，測定記録巾

180 mm，記録紙送り

最大1 cm/分，そして、

記録計自体の精度は全

スパンに対して、0.5

%以下である。実際の

サージングを記録した

一例を図-7に示す。

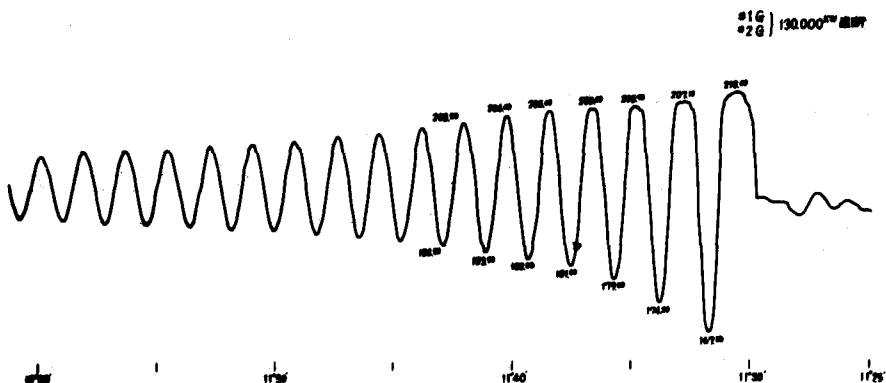


図-7 一ッ瀬サージタンクの水位変動の一例

4. あとがき

以上、キャパシタンス水位計をサージタンク、特に大巾なサージングを生じるサージタンクの水位測定に使用した実例を述べた。この方式では、同軸ケーブル（特性インピーダンス 75Ω ）を使用する限り、せいぜい35m以下しか測定できないが、補正容量を付加すれば数100mまで測定できる。又、直線性その他でさらに改良の余地はあるが、サージングのような激しい水位変化の測定に対しては優秀な機能を発揮することも判った。