

滲透水を入れ、水中の一端にスケール（水位標）を固定し、これを撮った、使用した水は殆んど濁りはなくすき透っていた。カメラの距離を3呎、絞りを6.3、時間を1/10秒とし、350 W 電球2個を斜上方より投光した。写真—4, 5, 6, 7がその結果である。距離は3呎に合せたのであるが、実距離3呎から10呎までピントは問題にしないでよい程よく合っている。次に砂を長い間浸した別の水槽の水で実験を行つたが、この水は前とは異り若干濁りがあつて、3呎も離れると殆んど区別のつかない写真しか得られなかつた。これらの実験からピントについては先ず心配なく、水さえきれいであれば充分写るものと考えた。次に現場試験を行つたのであるが、我々が対象とする港湾附近は予想以上に濁りがひどく、又太陽光線の採光技術、カメラアングル等の研究が足らず余り明瞭な写真は得られなかつた。

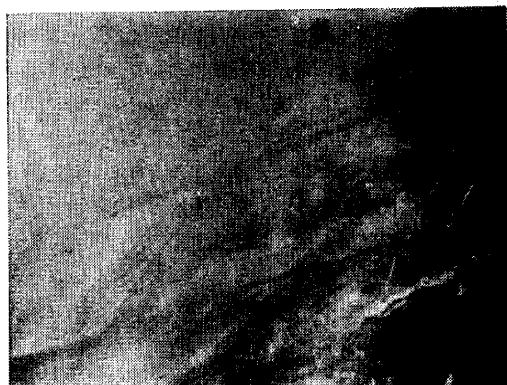
網走湾で撮った現場写真を2枚参考までにのせた。写真—8は水面下1 mに取付けた筆者究作の波圧計である。この写真のボケは波のためカメラが動いたことが余計影響しているようだ。写真—9は水面下2 m位の方塊である。現場試験の結果作動機構については予期以上の良好な結果を得たが目標物をつかまえるためのファインダーの必要性を認めた。

4. 結 語

一応装置の試作を終え、機構的には略々満足すべき結果を得たが、現在のままでは取扱いにくい部分もあり、今後更に細部に亘り改良を加え充分使いよいものにしたと考えている。撮影技術については、さきに述べた如く水中撮影であるがための種々の問題があり、さらに我々が対象とする港湾、河川は予想以上に濁りがあつて利用範囲も限られるが、今後研究を続け役立つ多くの資料



写真—8



写真—9

を得たいと考えている。

猶終りに、本装置の試作にあつて終始御鞭撻をいただいた水工研究室長古谷技官並びに設計製作に助力を願つた同室の高島技術補に対し厚く感謝の意を表する次第である。

技 術 資 料 第 九 号

取付簡易なサイホン式自記水位計について

准 員 北海道開発局土木試験所 村 木 義 男

1. 緒 言

河川水位はその種類によつてフロート式と水圧式とに大別出来る。フロート式は水面上にうかぶフロートの上下を適当に縮少記録する方法で、従来最も多く用いられてきた方法である。この方法の特長とするところは、原

理的に簡単であり、故障少なく、しかも精確である点にある。しかし、これを河川に取付けるには通常大規模な工事を必要とする。即ち連通管による井戸をつくるか又は河の中に塔をつくる等の工事を必要とする。簡略な方法として橋脚を利用することもあるが、この方法はある限られた場所にしか利用出来ない。いづれにせよフロ

ト式は取付に際し多大の経費と時間を要する欠点をもっている。

一方、水圧式というのは水面の上下による水圧の変化を何らかの方法で機械的又は電気的変換量に変え記録するもので、取付けに際し井戸或いは塔の如き設備を必要とせず、どこでも取付けられ従つて経費も時間も僅少で済む点非常に便利である。しかし、器械そのものの機構が複雑で高価になり、又故障も多く、精度も悪くなる欠点をもっている。これら水圧式のものには古くからよく知られている本多式があり、又最近市販になつてゐる菅谷式がある。前者は沈鐘空気伝達式で現在水路部関係で携帯調査用として使用しているが、河川関係では使用されていないようだ。後者は菅谷博士が最近河川研究用として特に研究考案したものでベローズを使用したオイル伝達式である。筆者はまだ使用の経験はないが、精度の点においてもまだ難点があるように思ひ入っている。これら水圧式水位計はいづれも取付に際し受圧部を河水中に固定しなければならない。このことは簡単なようで実際には中々やつかない仕事である。しかも出水時に至つて受圧部或いは伝達部に故障を生じた場合すぐには修理出来ない不便な点をもっている。

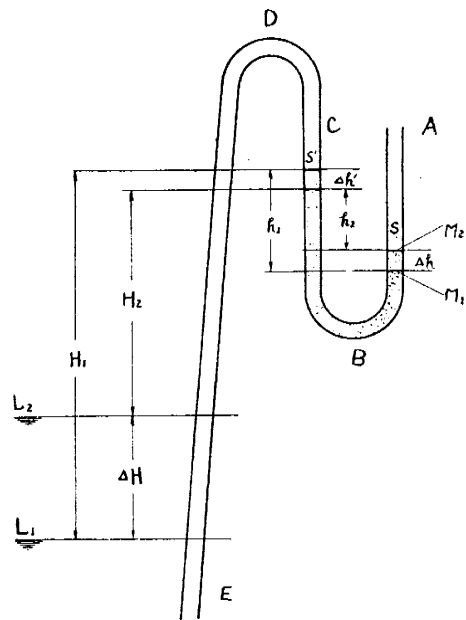
筆者もこれまでの河川調査、水位計取付の経験から、取付の簡易なしかも安価な水位計の必要性を痛感し、水圧式の水圧計の研究を続けてきた。筆者の採用した方法は水銀フロートをを用いたサイホン式である。取付はごく簡単で、その操作は、ビニールパイプを端が空中に露出せぬよう水中に沈めておくようにし、あとは手動式吸上ポンプで水を吸上げておくだけで記録が得られる。従つて出水のいかににかかわらず短時間で取付けられる。このことは河川調査等の場合極めて便利である。ただこれには原理的に伴う一つの欠点、即ち 8 m 前後までの記録しか得られないという欠点をもっている。しかし、取付簡易で安価な点は中小河川の調査研究には充分利用価値あるものと考えたので、ここにその概要を報告する。

2. 原理と構造

原理を図一1により説明する。断面積 S 及び S' なる U 字管 ABC に水銀を入れ、CDE なる U 字管を図の如く連結し、この中が水で満たされ且つ一端 E が水中にあつて、水面 L_1 と水銀とが釣合つてゐる状態を考えると次式が成り立つ。

$$H_1 = \rho h_1 \quad (1)$$

ここで ρ は水銀の比重である。いま水位が ΔH 上昇し水面が L_2 になれば、A 管内の水銀面は上昇し、C 管内の水銀面は下降し再び釣合の状態になる。このとき次式が成り立つ。



図一1

$$H_2 = \rho h_2 \quad (2)$$

A 管内の上昇量を Δh , C 管内の下降量を $\Delta h'$ とすれば

$$H_1 = H_2 + \Delta H + \Delta h' \quad (3)$$

$$h_1 = h_2 + \Delta h + \Delta h' \quad (4)$$

$$S' \Delta h' = S \Delta h$$

$$\frac{S'}{S} = k \quad \text{とおけば}$$

$$\Delta h' = k \Delta h \quad (5)$$

(1)–(5) 式を用いて ΔH と Δh との関係を出すと

$$\Delta H = (\rho k + \rho - k) \Delta h \quad (6)$$

即ち、水位変化量 ΔH は水銀面の変化量 Δh に比例する。従つて水位の変化は水銀面の変化を記録すればよいことになる。本器の場合 $k = 1$, $\rho = 13.6$ であるから

$$\Delta H = 26.2 \Delta h \quad (7)$$

で、記録 1 mm は水位 26.2 mm に相当する。記録範囲は約 7 m である。

この方式の特長はこれまでの説明でわかるように、水面と水中の受圧器との相対的位置の変化を利用したものでなく、陸上に固定された器械と水面との相対的位置の変化を利用したものである。故にパイプの一端 E は水中にありさえすればよく、受圧器の如く固定される必要がない。かかる故にこの水位計の取付が簡単なのである。

次に実際の装置について説明する。実際に河川で使用する場合、図一1のままでは H の値が数米となるため D 部が負圧となり、水が蒸発して水蒸気になったり、又、

水の中に含まれている空気が上昇したりして、これらの気体がこの部分にたまるため、U字管CDE内の水が途中で断ちきれることになり上に述べた理論が成りたなくなる。筆者はこれを解決する方法としてD部の上に貯水管をもうけ、上昇した空気、発生した水蒸気がこの管の上部にたまり、CDE内の水が断ちきれないよう工夫した。図-2及び写真-1が実際の装置である。

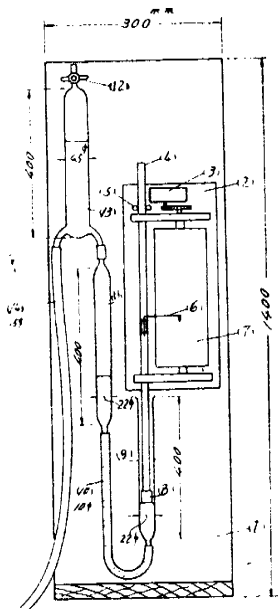


図-2

装置の全体は時計、ドラムを一体とした記録部分、水銀マンメータ部分、貯水管、ビニールパイプを一体とした導管部分である。これまで我々は主としてロール型水位計を使用してきたので、これをそのまま利用した。即ちロール型水位計の時計(3)とドラム(7)を木製合(1)に取付けた。水銀マンメータ用ガラス管(9)と(11)は径が同一であつてこれらは太さ10mmの

肉厚ビニール管(10)で連結されてある。ガラス管(9)の水銀面上にフロート(8)がうかび、ガイド車(5)に沿つてバー(4)が上下し、ペン(6)がドラム(7)の記録紙上に水位変化を画く。貯水ガラス管(11)の下端に長い透明な肉厚ビニールパイプ(10)(外径10mm肉厚2mm、外径15mm肉厚3mmの二種類を使用した)を連結し、これを河水中に導く。上端のコック(12)は取付後河水を吸上げる時に使用するもので、グリスにて充分気密になるようにした。又ガラス管とビニールパイプとの連結部にて気泡がつまらぬよう注意した。写真-2は手動式吸上ポンプ、写真-3は記録例を示したものである。

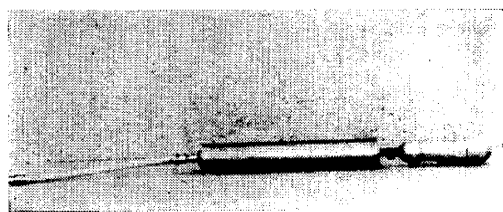


写真-2

3 取付方法

我々の場合を例にとつて説明する。現場での仕事をなるべく少なくするため、ガラス管とビニールパイプとの連結は実験室で行つた。結合部は気密を充分ならしめるためきつく出来ているが、ビニールパイプを温湯であたためれば簡単にはめることができる。このようにして出来たガラス管ビニールパイプは一体とし、充分注意して破損せぬよう運搬した。記録部は合に取付けたまま運搬するが、時計は取りはずし別に持参した。水銀は広口試薬びんに入れ注意して運んだ。又、格納小屋は予め出来たものを運搬した。取付に際し第一に考慮すべきことは場所の選定である。この器械の構造からわかるように、ビニール導管の中に空気がたまれば機能がとまるので、空気が途中にたまらぬよう、常に上昇出来るよう注意しなければならない。従つて取付にはなるべく急な、そして途中にくぼ地のない所を選ぶ。我々は今回4ヶ所取付けたが、そのような場所の選定にはさほど苦労しなかつた。

現場についたなら上記のような条件のよい場所を選定し、格納小屋を出来るだけ頑丈に設置する。次にガラス管、時計等を合に取付け、格納小屋に納める。ビニール導管を傾斜面沿に河水中に導く。ビニールパイプの端には、短周期変動の影響を除き、又パイプ内に泥の入りこむのを防ぐ目的でフィルムターをつけ、さらに洗れないよう、又空気中に出ないようアンカー金具をつけ水中に投げこむ。これで水位計の設置は終る。

次にガラス管に水銀を入れる。使用量は大体1.5kgで

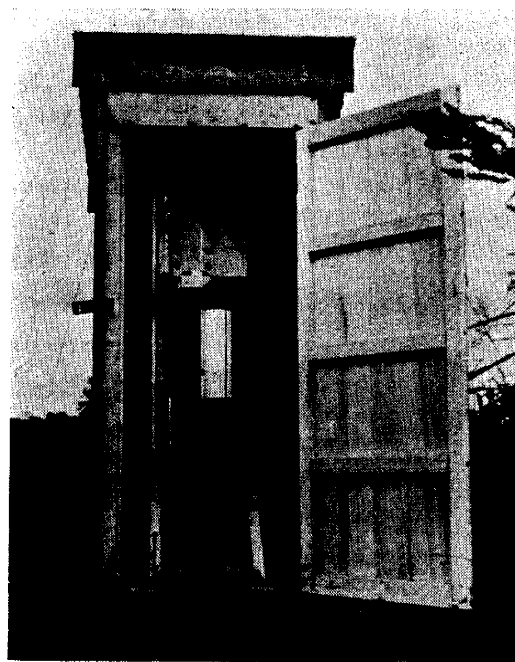


写真-1

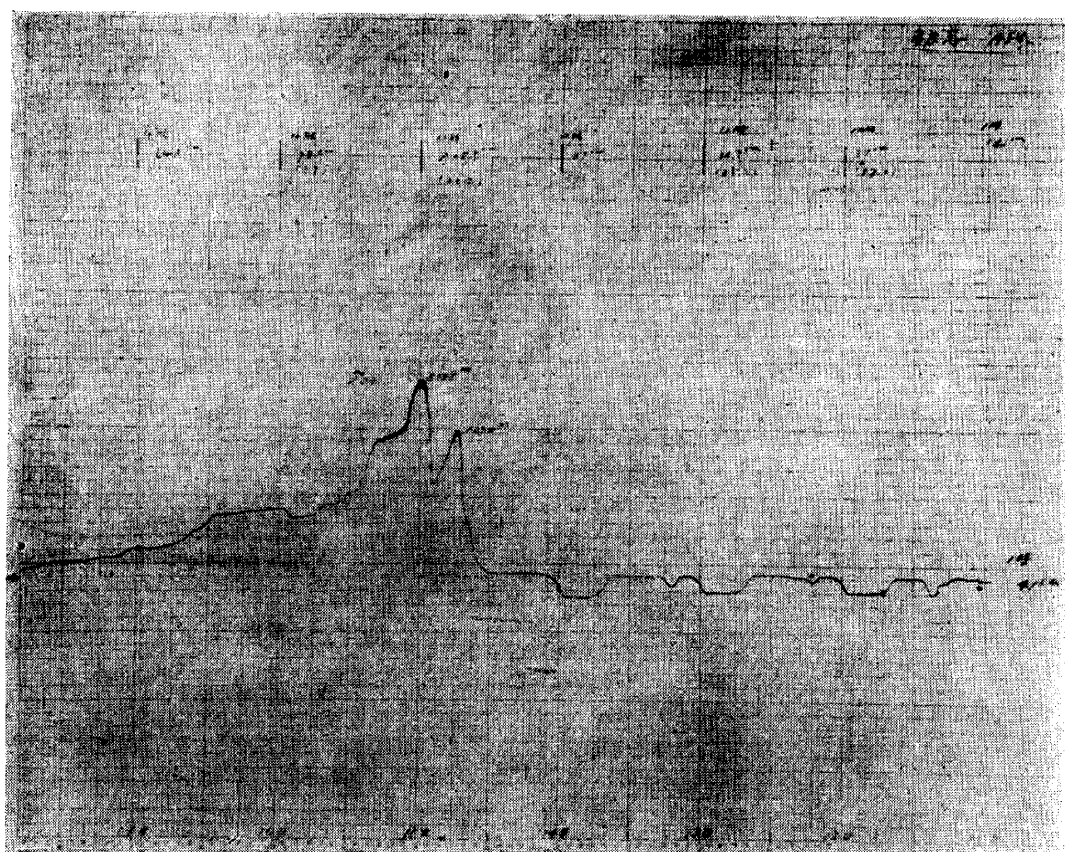


写真-3

ある。次に貯水管の上端のコックを開き、吸上ポンプで河水を吸上げ、貯水管内を完全に満たし、コックを固く閉じる。ビニール管内に空気の泡が附着するが、出来るだけ貯水管の上部にあげる。一応パイプ内に空気がたまっていないことを確めた後パイプを土中に埋めておく。あとは水銀面にフロートをのせ、普通の水位計と同様用紙を巻付け記録させる。

4. 現場試験

4台の試作器について現場試験を行つた。試験場所は雨竜川の多度志、石狩川の美唄、月形、北村の4箇所である。多度志では8月上旬の取付から11月上旬の撤去までの約3ヶ月の記録を得た。ここでは低水面から約6mの高さの所に取付けたが、約3ヶ月間一度の故障もなかつた。取付に要した時間は、最初の取付でもあり又パイプの結合等現場で行つたため多少時間がかかり、4人でおよそ4時間を要した。他の器械はパイプの結合等実験室でやり、その他の準備もよく、又慣れたせいもあつて取付に要した時間は2~3人で約2~3時間であつた。美唄、月形は低水面から約7mの高さの所に9月上旬取付けたが、コック不良で空気がもれたため約一週間

で故障を生じた。修理後は故障なく動き、撤去まで約1月半の記録を得た。北村は低水面から約8mの所に9月上旬取付けたが、ここでもコック不良、フロート膨脹の故障を生じた。しかし修理後撤去までの約1月半の記録を得た。いずれの水位計もこの間における貯水管内の水面降下は約10cmから15cmであつた。設計が20~40cmであつたので充分間にあつた。写真-4は北村における現場取付箇所を示したものである。

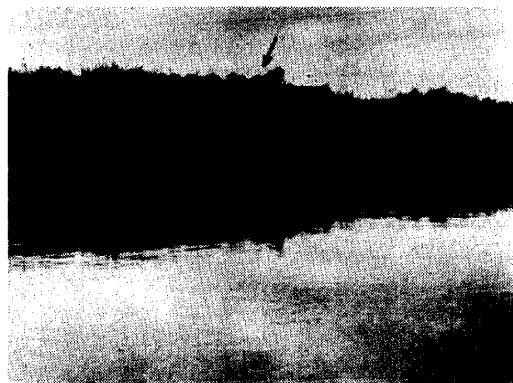
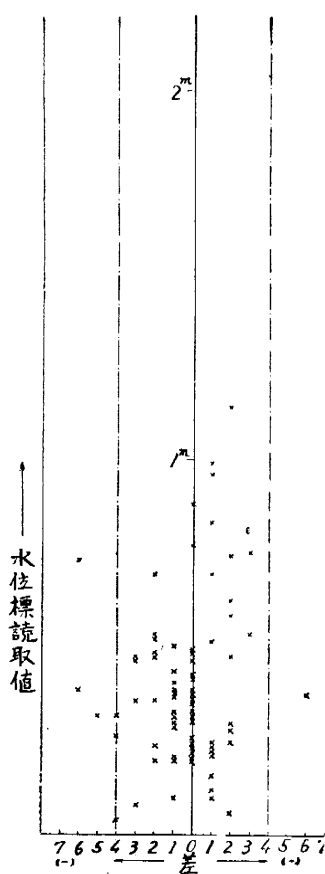
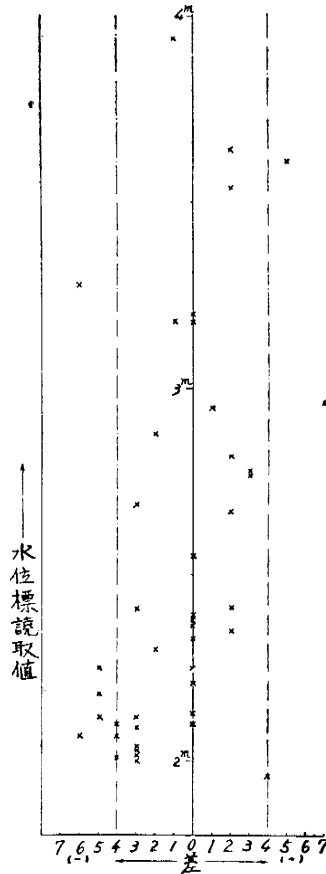


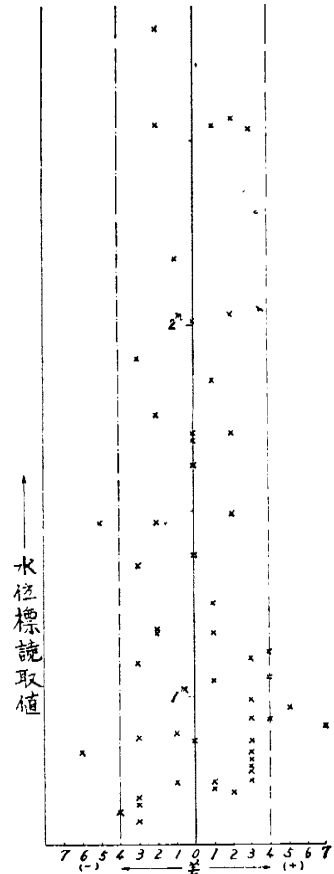
写真-4



圖—3 多度志



圖—4 月形



圖—5 北村

使用したロール型水位計は週巻であるが、精度を確めるため毎日1回の水位標の読取を依頼した。この読取値と記録の値と比較してみた。即ち、用紙取替時の水位標の読取値を基準にして（我々が巡回した場合はその読取値を基準とした）、式(7)を用いて得た記録から換算値と観測人による水位標の読取値と比較してみた。この結果は図—3, 4, 5に示す通りである。縦軸は水位標の読取値で横軸は記録からの値と読取値との差である。この図が示すように±0の近くに相当集っている。±5以上も若干あるが、±4の線内にその殆んどが含まれ、総じていうなら現在のままの器械でも平均して±4cmの精度と見てよいであろう。

5. 考 察

前記した如く、本水位計の誤差は器械を週に一度水位標の読取値に合すならば大体±4cmと考えてよからう。この値は普通のフロート式水位計が較べて決して良好とは考えられないが、器械の改良によりなお若干精度は上げられるものと思う。ここで誤差の原因を検討して

みる。記録の換算に(7)式を用いたが、これには温度によるガラス管、水銀の膨脹は考えていない。又フロートとガラス管、ガイド滑車、バー、ペン等の摩擦がある。又工作不良に伴う機械的遊び、水銀マンオメーター用ガラス管の不均一性、フロートと水銀面との遊び等考えられる。

又水位標の読取自体の誤差もある。図に示した結果はこれらの総合されたものである。

次に本水位計の特長を考えるに、その第一は取付が簡単であること。第二は安価であることである。他の水位計と比較するに、ロール型は大体35,000円位で器械そのものは高価でないが取付に多大の経費と時間を要する。本格的連通管井戸式にするならば1ヶ所あたり30万円から50万円を要し、しかも工事には少なくとも二週間から三週間に要するのである。橋脚を利用する簡略な方法では経費はそれほどかからず、又取付も1日位あれば、出来るが、場所的に制限される。一方水圧式水位計は取付にはフロート式程の面倒はないが、それでも在来のものは受圧器を河床へ固定さす工事は必要である。又価格

が高く、菅谷式では20万円前後ときいている。もつともこれは長期式である点は有利である。いづれにせよ在来のもものでは可成りの経費と取付時間を要し、安価で携帯で機動性を要する調査用としては満足すべきものではない。これに比較して本水位計は格納小屋を含めて約50,000円で準備でき、しかも短時間で簡単に取付けられるから調査用としては適しているように考える。次に本水位計の欠点を考えるに、第一は測定範囲に限界のあること。即ち、約8m前後までしか記録出来ないことである。これは原理的にさけ得られないことである。第二は冬期間はパイプ及びガラス管内の水が凍るため使用出来ないことである。第三は導管内に空気がたまりぬよう特別の注意が必要であり、又、水銀フロート式であるから普通のフロート式に較べ調整取扱がむずかしくなることである。第四は精度が普通のフロート式に較べ若干悪い

ことである。

6. 結 語

上記した如く本水位計は諸種の欠点をもっているが、又同時に、他の水位計には得られない特長をもっており、中小河川の調査等には充分役立つものと考えている。殊に、少ない予算でしかも短期間で調査する場合には更に本水位計の価値があらわれるものと考えている。現在我々はこれを用いて広範囲の洪水波伝播状況を調べるべく計画を進めている。

終りに本研究にあたり終始御指導をいただいた水工研究室長古谷技官、細部の工作に助力を得た同室の高島技補、柳本技補、又現場試験の一部を担当していただいた太田技官、服部技術員に対し厚く感謝の意を表するものである。

技 術 資 料 第 九 号

電氣的方法による Endless 型遠隔記録 水 位 計 に つ い て

准 員 北海道開発局土木試験所 村 木 義 男

1. 緒 言

河川水位を記録する場合、予期しなかつた高水位のため記録ペンが Scale out して肝心の peak を記録出来ない場合がある。これを防ぐため記録範囲を広くすれば必然的に精度が悪くなる。これを解決する方法は Endless 型の水位計にすることである。例えばアメリカの Stevens の水位計はこの Endless 型になつている。Stevens の方法は、フロートの上下を用紙を巻いてあるドラムの廻転量に変え、ペンは時間と共に一定方向に動く方法、或いは、フロートの上下に伴つてペンが移動するが、用紙の端までくると特殊な機構により自動的に反転する方法等である。日本でつくられているフロート式水位計はリシャル型、ロール型フース型等であるが、いずれも記録範囲の一定したもので、Endless 型のものは市販されていないようだ。筆者は一つの方法として、電氣的方法を用いて比較的簡単なしかも遠隔記録式の Endless 型水位計を試作してみた。まだ改良すべき2,3の点を含んでいるが、関係諸氏の参考までと考えここにその概要を報告する。

2. 試作の目的

これまで我々は、河川水位計としてはロール型又はリシャル型を使用してきた。元来フロート式水位計は連通管による井戸とか、川の中につくられた塔に取付けられるべきものであるが、これには多大の経費と時間を要し、我々の調査のような場合には実施不可能なことである。従つてこれまでは橋脚を利用したり、川の中に杭をたてこれに樋を取付ける等の略式な方法を用いてきた。このような略式な取付をする場合は勿論であるが、本格的な取付をする場合でも在来のロール型或いはリシャル型には諸種の不便な点がある。これら不便な点を次に列記してみる。

(1) 水位の記録範囲が限られている。従つて予期しなかつたような洪水があつた場合記録出来ない。

(2) 記録範囲が限られているので一般に精度が悪い。

(3) これらの水位計では水位計自体がフロートの真上にあるのが、原則であるが器械がかなり大きいため橋脚を利用したり又川の中に立てた杭を利用する場合取付工事がむずかしく、しかも多大の時間を要し非能率的であ