

水位計付き量水槽の排水装置の改良

荒 木 眞 之⁽¹⁾・近 嵐 弘 栄⁽²⁾

Masayuki ARAKI and Hiroei CHIKARASHI : Improvement of
Drainage Mechanism of a Gauging Tank with Water-level Recorder

要 旨：森林水文の研究において、比較的少量で変動の大きい流量を観測する場合、水位計付き量水槽を用いるのが有利である。この場合、槽内の水位が一定の限度をこえた時点で排水を行わせなければならないが、既存の排水装置には精度、信頼性、保守経費等の面で様々な問題がある。主な原因は、純機械的な機構を使用しているため、信頼性と精度が相反する関係にあることによると考えられる。そこで直流電源と小型モーターを用いることにより、信頼性と精度の両者を満足させる機構を開発した。これは、既存の排水装置よりすぐれた面が多いと考えられる。開発の過程において、交流電源を用いる排水装置も数種試作した。

目 次

I は じ め に	157
II 試 作 方 針	158
III ホールド回路	159
IV 特種スイッチの利用	159
V AC電源駆動の排水装置	160
1. コントローラー	161
2. 水位監視装置	161
3. 排 水 装 置	161
VI 山地用排水管上下式排水装置	162
1. 連通管上下式排水装置	162
2. 作 動 機 作	163
3. サイフォン管上下式排水装置とその作動	164
VII 試 用 比 較	165
1. 水位監視装置	165
2. 排 水 速 度	166
3. そ の 他	166
VIII ま と め	166
Summary	167

I は じ め に

山地における水文研究において時間的変動の大きい、しかも小さな流量を測定するには水位計付き量水槽によるのが有利である。この測定機構は、流出水を量水槽に導き経時的な槽内の水位上昇を、水面に浮

1977年6月16日受理

防災—9 For. Influences—9

(1) (2) 防 災 部

本論文中の連通管上下式排水装置は特願昭 52-081673 において、サイフォン管上下式排水装置は特願昭 52-081674 において、おのおの特許出願中である。

かべたフロートと槽外のおもりを結んだワイヤーに付けたペンの動きに伝え、回転するドラム上の記録紙に記録させるものである。したがってペンが記録紙の端に達するまでに一定量の排水を行い、それ以上の水位の上昇に対処しなければならない。この、水位が上限に達した時に排水を行う装置には使用場所が山地のため AC 電源が使用できない。そのため各種純機械的な装置の応用が考えられているが、次のように得失がある。

たとえばサイフォンによることが考えられる。しかし、最近まで使われてきた貯水型自記雨量計の場合のような単純サイフォンには不都合がある。特に水位上昇速度が遅い場合、サイフォン作用を形成せずに水が流出するリーク現象を起こしやすい。またサイフォン管の屈曲部に塵埃がたまりやすい。サイフォン管にスタータを付加し、これらの欠点を改良した自記雨量計、あるいは三重の円筒から成立し屈曲がないサイフォン式の森式長期自記雨量計等がある。しかし、いずれの排水装置も自記雨量計より流入水量が多い水文研究用の量水槽に採用するには不向きである。サイフォン作用の形成を確実かつ迅速に行わせるためには、排水管径を細くしなければならないことにより、排水速度が遅いからである。

あるいは排水装置に自動水洗のタンク等に使用されている、ボールタップ機構を用いる考えがある。この原理は前述のものとは異なった型のスタータ付きサイフォンである。通常は閉じられている予備排水口のふたが、機械装置により上限水位に達した時に開放される。流出した水がスタータとなる。このサイフォンは、目的に応じて管径が太く排水速度が大である。しかし、予備排水口のふたとその受け座の間に水と共に流入する土砂等がはさまって漏水すること、および機械的摺動部が多いため作動が不確実であるなどの不都合な点がある。

一方、量水槽の壁の外側でかつ壁に平行な面に沿って回転する排水管、他端は量水槽中に開放しているものを取り付けた装置がある。水位の上昇が一定限度を越すと排水管の上部にあるポケット状部に水が入るためバランスがやぶれ排水管が急に回転する。この時、排水管の開放端は水面高より下にさがるので排水されるものである。この装置は、排水管が壁を貫通する部分に摺動継手またはゴムパッキングを用いているが、排水管のポケット状部に入った水の重さだけで、排水管を回転させるため、十分なパッキングを使用すると作動圧が高くなり、排水の確実性が低下するという問題点がある。

これらの欠点を電気装置およびモーター等を使用することにより改良した、水位計付き量水槽用排水装置を数種試作した。電気装置はリレーのホールド回路の組み合わせである。この回路は応用的にかなり有用なので詳しく記述した。またⅥ章で述べる装置を考案する過程において数種の電気装置も試作した。Ⅳ章で示した回路は、量水槽には不向きだが、別途利用が可能な一般型といえよう。またⅤ章に AC 電源を用いる排水装置数種を記述した。これらは、排水速度が特に速いもので構内観測用測器となり得よう。あわせて参考にされたい。Ⅶ章ではⅤ・Ⅵ章で示した装置各種について試用結果を比較した。

Ⅱ 試 作 方 針

試作品設計にあたっての方針は次のとおりである。当然のこととして山地における使用が可能なこと、排水速度が大であること、上限および下限水位が一定であること、構造は簡単であること、調整等整備必要箇所を少なくすること。以上の要求を満たすため、機械的構造は簡単なものとどめ、直流電源を使用した。すなわち、純機械による排水装置の場合は、上限水位に達した瞬間に排水が始まるのではなく、必ずいささかのタイムラグがある。前述の例については、リーク水がサイフォンのスタートを起こすに足る

量だけたまる、あるいは予備排水口のふたを押し
 ているバネの力に打ち勝つだけ浮子がよけいに上
 がるに要する時間、さらには水がポケット状部に
 入り出すため起こる流入水量に対する水位上昇率
 が変化する時間等である。これらは換言すれば機
 械が作動状態に追いやられるための作動圧といえ
 よう。完全な機械はこの圧力の量も一定であろう
 が、作製困難である。さらに水位上昇に伴う力に
 よって作動させる純機械は、作動圧が微小である
 ため機構が繊細にならざるを得ない。

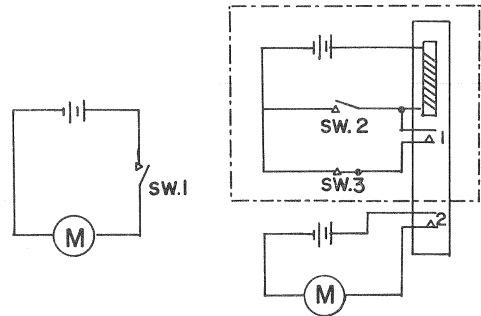


図1. リレーのホールド回路原理

この間に電気装置およびモーター等を介在させることによって外力を加え、作動のタイムラグを減らし、かつ重い排水装置を動かすことを考えた。すなわち純機械的装置では分離していない、あるいは分離が完全でないが、試作した装置はいずれも、水位監視装置、コントローラーおよび排水装置に分たれる。

III ホールド回路

たとえば電池によってモーターを回す場合、通常の回路は図1の左のとおりだが、ホールド回路によると右の回路となる。実線で囲んだものはリレーで、一点鎖線で囲んだ部分がホールド回路である。SW. 1・2は常時開閉型（Normal open, N. O. と略記する）のプッシュボタンスイッチ（スイッチは多出するためSW. と略記する）、すなわち押している時のみ通電するSW. で、SW. 3は常時閉閉型（Normal close, N. C.）で押した時のみに遮断するプッシュボタンSW. である。通常はモーターは停止しているが、SW. 2を押すと電磁石が働いて接点1・2を閉じる。したがってモーターは回転を始める、と同時に電池・コイル・接点1・SW. 3の回路が形成される。すなわち、SW. 2を直ちに開放してもSW. 3を押すまで接点1, 2は電磁石により引きつけられているため、モーターの回転は継続する。SW. 3を押すことによってホールド回路は解除され、回路は最初の状態に復帰する。SW. 1は当然スナッチSW. を使用するが、仮にプッシュボタンSW. を用いるとすれば、左回路はカメラのバルブに、右回路はタイムになぞえられる。以上がホールド回路の原理である。

IV 特種SW. の利用

図1の回路ではリレーの on, off にプッシュボタンSW. を使用すると述べたが、これは説明の便のためで、実用にはならない。実用的な回路は図2のものである。図2の回路のようにモーター等を自動運転させるための回路を以下コントローラーと称す。リレー (rel.) 3は図1のリレーと同じ働きをするが、図1のSW. 2およびSW. 3が図2ではon SW. およびoff SW. と示された、四角で囲まれた回路に置き換えられている。四角内のSW. はたとえばリードSW. を用いる。これは細いガラス管中に両端から封入された2本の可撓電極が磁石の接近によって接触し、通電するマグネットSW. の一種である。これを用いて図3に示す水位監視装置を作製した。量水槽1に、壁をまたぐ架台2を取り付ける。架台が有する2つのプーリーに、浮子3およびおもり4を結んだワイヤー5をかける。ワイヤーが作る鉛直線に平行して水位調節棒6を固定する。リードSW. をベークライト製の有孔円板7に接着する。この有孔円板は可

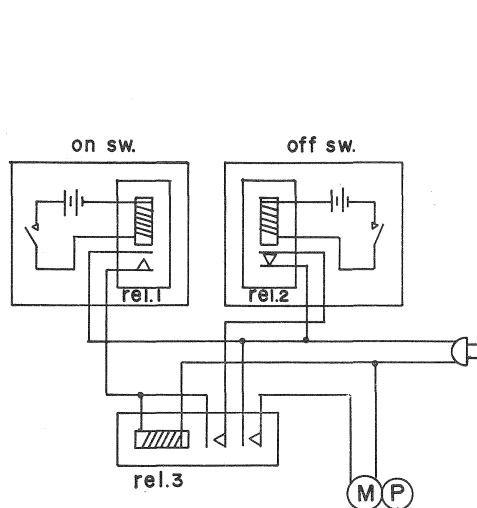


図 2. 一般的な制御回路

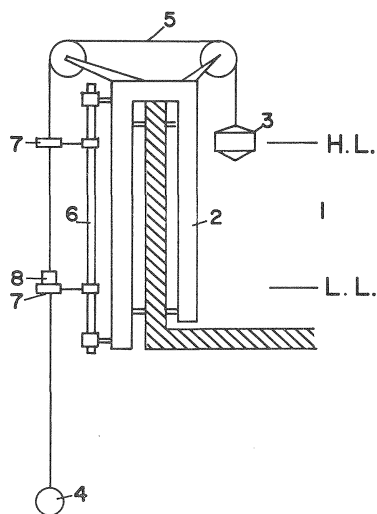


図 3. 水位監視装置の 1 例

撓性のある磷青銅線で水位調節棒に 2 組取り付けられるが、おのおの上下方向の移動は可能になっている。そして上方の円板に接着されたリード SW. が図 2 で off SW. と示して囲まれた四角内の SW. にあたる（下方が on SW.）。一方、有孔円板の孔を通った、ワイヤーの途中には永久磁石 8 が装着されている。2 組のリード SW. を含めてこれら全体を水位監視装置と称する。図 3 は水位が上限まで達し、浮子が上がって磁石が限界まで下がった所を示している。すなわち磁石が下方のリード SW. に接触し、図 2 の on SW. が作動したため排水ポンプ駆動用のモーター（図中の M）に通電された瞬間である。モーターへの通電はホールドされるので排水が進み、したがって磁石は上昇する。水位が下限に達すると磁石は上方のリード SW. を働かせ、モーターは停止するのである。

動作の説明のため、水位監視装置および排水装置の例も含めて述べたが、要するに図 2 の回路が図 1 の回路と異なる点は次のとおりである。コントローラーの作動を自動化するため、図 1 のプッシュボタン SW. に代えて作動圧の小さいリード SW. を用いた。リード SW. は N. O. 型であること、かつリード SW. の耐電圧は小さいのでリレーを 3 個用いた。このことを逆にいえば、図 2 は AC モーター仕様の回路であるが、目的の電気機械が低電圧の直流電源によって働く場合は、rel. 1 が不要となり、ホールド回路を形成する rel. 3 が小型のものでよい。図 2 の回路のまま別途利用が可能でホールド回路の一般型といえるが、量水槽用のコントローラーとしては、実は不向きである。上限水位に達した時点で、水の流入がきわめてわずかな場合に具合が悪い。上限水位に達したことによって機構が働き、排水が行われ、水位が下限に達した時点で off SW. が働き排水ポンプのモーターへの通電は止まる。しかし、このような場合は浮子の上昇が速やかには起こらぬため off SW. が連続通電状態となり、電池がむだに消耗するためである。

V AC 電源駆動の排水装置

この量水槽の改良排水装置試作は最終的には山地用の測器を対象とするが、AC 電源を用いた装置も試作した。コントローラーは次に述べる型 1 種であるが、水位監視装置は 2 種を試作比較し、排水装置は 3

種を試作比較した。

1. コントローラー

さきの、off SW. が場合により連続通電状態になる可能性がある問題は次のように解決した。

図4のSW. 1が閉じるとrel. 1のコイルに通電されるため接点1が閉じる。したがってrel. 3のコイルが通電され、接点3, 4が閉じる。すなわちSW. 1を開放した後も、電流は接点2・接点3・rel. 3のコイルと流れるためrel. 3は作動を継続する。ここでrel. 2のコイルの片線はrel. 3のコイルの片線に接続されている。したがって、SW. 2を閉じ、rel. 2のコイルに通電させると接点2が開く、このことはrel. 3のホールド回路を解除し、接点3を開放することであり、同時にrel. 2への電源供給を断つことでもある。すなわちrel. 2はrel. 3がホールドされている時のみ作動が可能であるから、SW. 2を押し続けても最初の一瞬しか通電しない設計である。

図4の回路も図2の回路と同様に、別途利用のためには簡単な手直しで（一点鎖線部分の改変）直流化ができ、部品も簡素となる。この場合、rel. 1, 2, 3に立石電機KK製ミニパワーリレーMY2Fを、rel. 4には同上製パワーリレーMG2を用いた。なお、図4の回路中SW. 1・2は各2対あるが、各一つは自動運転のためのリードSW. で、一つは手操作用プッシュボタンSW. である。

2. 水位監視装置

水位監視装置は、わずかに異なる2種を試作した。1種は図3に示したもののままである。すなわち作動圧の小さなSW. として前述のリードSW. 富士通KK製マイクロリードSW. FDR-4Hを用い、磁石は金属黒板等に図面等をはるための文房具を流用した。ただし、本来リードSW. は磁石の磁力線の強さが、気温によってかなり影響されること等のため、リードSW. の種類およびそのとりつけ方を決定し、それに適合するよう磁石を設計・製作させて使用するものである。他のものは、架台等は図3と同じであるが、リードSW. および磁石のかわりに立石電機KK製低トルクSW. C-5-1A-6を用いた。これは、バネで回されている軸を逆方向に回している間のみ作動するSW. である。機体より外に出た部分の軸には、軸と直角方向に孔がある。この孔にうでを固定し、回転の際のレバーにする。軸を回しているバネの力、すなわち作動時にレバーを押すに要する力は小さく、C-5-1A-6の場合5.1g/cmであり、回転角は20°である。このSW. を図3の水位調節棒に、上下移動が可能のように2組取り付け。レバーは細いピアノ線で作り、SW. 側の反対は9の字状、ただし左右対象形に曲げた。そして浮子とおもりを結ぶワイヤーを、9の字状の円中に通す。ワイヤーの途中に小さな円板を取りつけ、レバーを圧するようにした。

3. 排水装置

排水装置は図4の例で示した小型ACモーター使用のポンプ、イワキKK製ラボポンプLP-60を用い、量水槽中の水をくみ出すもの、他2種を試作した。その一つは量水槽の底に電磁弁、焼結金属KK

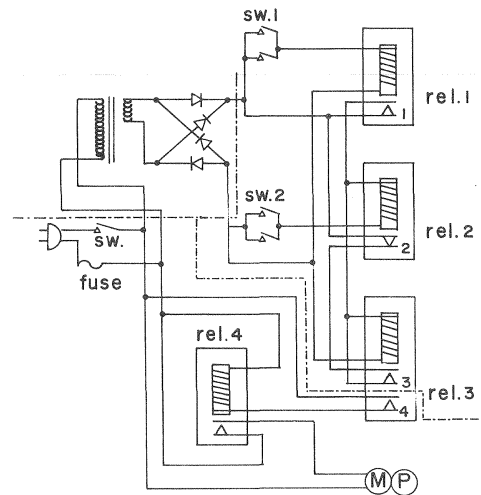


図4. AC電源使用の排水装置の制御回路

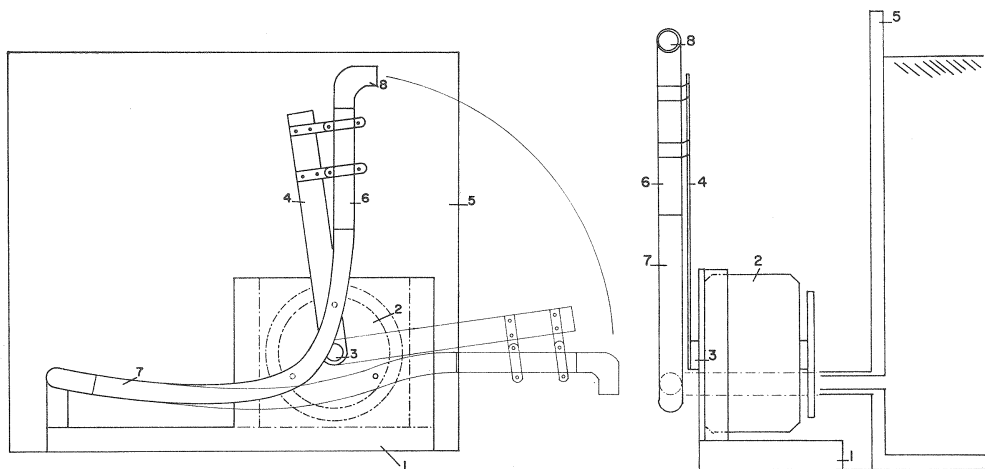


図 5. 回転腕式排水装置・機構

製電磁弁 VPW 2165, 25φ を取りつけていわば量水槽底のセンを抜くもの, すなわち水管の途中の遮断弁をバネで圧しておき, 通電時にその弁を電磁石で引き離し, 通水させるものである。

他の一つは, ロータリーソレノイド, ウシオ電機 KK 製ロータリーソレノイド 100 型を用い回転排水腕を回転させるものである。この機構は図 5 に示した。すなわち, 架台 1 上のロータリーソレノイド 2 の回転軸 3 にアーム 4 を取り付ける。水槽 5 より排水管 6 を出し, アームの回転面の部分は柔かいチューブ 7 とする。このソレノイドは通電されると回転軸が 90° 回転した状態で停止する, したがってアーム 4 に取り付けられた排水管の開放端 8 は水面下に下がり排水を開始する。水位が設定した高さまで下がると, 通電が中断されるため, ソレノイド自蔵のバネでアームが旧位置に復帰するものである。

VI 山地用排水管上下式排水装置

以上の試作経験をふまえ, 直流電源で作動すること, 電力消費量が少ないこと, 前述の設計方針を変更せぬことを条件に考え, 2 つの成案を得た。連通管の排水側開放端をモーターによって上下させる装置, およびサイフォン管の屈曲部をモーターによって上下させる装置である。両者は排水原理およびコントローラーは異なるが, 機械的機構はほぼ同じである。

1. 連通管上下式排水装置

機構は図 6 のとおりである。A が側面図, B が立面図, A' 部分は切り欠き図, C・D は二重プーリー部分および駆動部の部分図である。架台 1 上に量水槽 2 がのり, 水が流入される。その水面 3 にフロート 4 が浮かび水面の昇降により上下する。フロート 4 はワイヤー 6 によって, エレベーター 19 を貫通して釣りあいおもり 10 に結合されている。エレベーターはアルミ角型管製でガイドレール 20 に沿って上下に移動する。エレベーター中の空間部分に入っているワイヤー 6 の途中には永久磁石が固定されており, フロート 4 の上下によって降昇する。また, エレベーターの表面にはリードスイッチ A・B・C・D の 4 個および排水管の水平部分 22 が固定されている。排水管の一端は水槽 2 の底に取り付けられるため 18 の部分は柔かいチューブを用い, 22 の部分は固定のため塩ビ管を用い, 他端 21 は開放している, かつ塩ビ管 22 の部分には空気孔 23 を設ける。したがって排水管はその水平部分が水面の高さより下に降下し, その後

上昇した場合もサイフォン管とはならない。排水チューブ 21 は周囲に水をこぼさぬため、および排水速度を高めるために付けたのであり、原理的には空気孔 23 の位置に開放端を有する連通管である。排水管および排水管中の水の重さを含めたエレベーターの重さは、ワイヤー 16 によって釣りあいおもり 17 に支えられている。ただし、ワイヤー 16 は二重プリー 9 にかけてあり、かつ駆動プリー 15 に 1 回巻きつけられている。

2. 作 動 機 作

さて、水槽 2 中の水位が上昇するとフロート 4 が上がり、エレベーター中の磁石が降りる。図 7 の I のように、上限水位に達したことによってエレベーター中の磁石 24 が下限まで降りると、エレベーター表面に取り付けたリード SW. A を作動させる。すなわち図 8 の SW. A を閉じる。すると rel. 1 が動き接点 1・2・3 を閉じる。したがって図 6 の直流モーター 11 が回転する、回転はラダーホイール 12・13 間で減速されウォームギヤ 14 に伝えられる。ウォームギヤ 14 のウォームホイールは駆動プリー 15 と同軸になっている。このプリー 15 にはワイヤー 16 が巻きつけられているためエレベーター 19 が下降を開始する。

エレベーターの下降開始と同時に磁石とリード SW. A の間の距離が広がるため SW. A は切れる。しかし図 8 のように rel. 1 の作動はホールドされるため、エレベーターの下降は継続し、排水管の上部水平部分すなわち連通管の開放端が水面高より低くなるため排水を開始する。エレベーターが下限位置まで降りる間の排水によって、槽中の水位は図 7 の II の a のようにやや下降し、磁石は同図 I の位置より a だけ上昇する。エレベーター表面でその時の磁石と同じ高さに SW. B を設け、モーターの回転を止めエレ

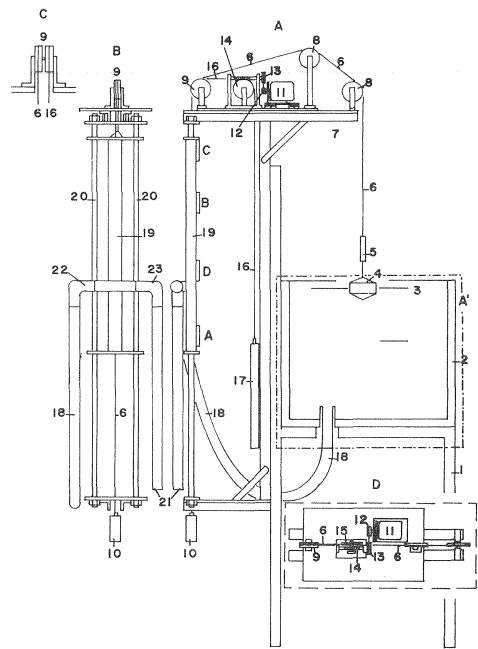


図 6. 連通管上下式排水装置・機構

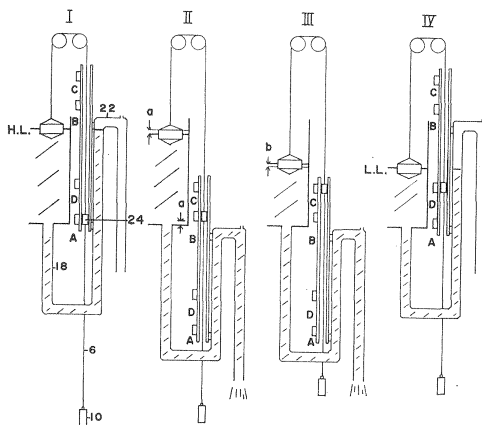


図 7. 連通管上下式装置の作動説明

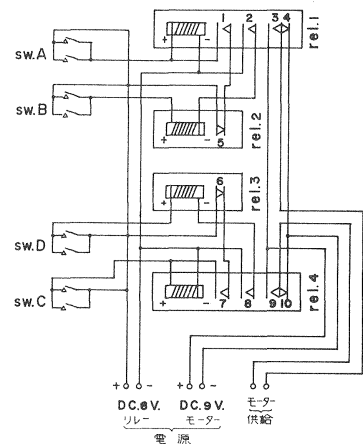


図 8. 連通管上下式排水装置の制御回路

ベーターの下降を停止する。図 8 から SW. B を閉じることは, rel. 2 を作動させ接点 5 を開放する, すなわち rel. 1 の作動を中断させることであるとわかる。

エレベーターは下限位置で止まっているので当然排水が進行し, 水位は低下する。図 7 のⅢのように, 設定する下限水位より b だけ水位が高い時点の磁石位置で作動するよう SW. C をエレベーター表面に取り付ける。図 8 から, SW. C を閉じることは, モーターを先とは逆の方向に回転させ, エレベーターを上昇させることであり, その回転は先と同様 SW. C が切れた後も継続することがわかる。

エレベーターの上昇中にも, 排水管の水平部分がその時の水面より高くなるまでは連通管の作用が有効なので排水が続く。このためエレベーターが上限位置まで上昇する間に, 水位は b だけ降下し, 下限水位となる。図 7 のⅣのようにエレベーター表面で, その時の磁石位置の高さに SW. D を設け, モーターの回転すなわちエレベーターの上昇を停止する。

水位が上限に達し, 排水し, 下限水位となり, エレベーターが旧位置に復帰するまでの総時間は約 30 秒と短いものである。その後の流入水によって水位は徐々に上がり, 図 7 のⅠの状態になって排水を開始する, 以下同様のくり返しである。なお図 8 の SW. はいずれも自動運転用リード SW. と手操作用プッシュボタン SW. を対にして組みつけてある。

3. サイフォン管上下式排水装置とその作動

この装置はスタータ付きサイフォン管の一種である。水位が上限に達した時にサイフォン管の屈曲部を機械的に水面高より下に降下させることにより, サイフォン作用を形成させ, その後直ちに屈曲部を旧位置に復帰上昇させるものである。機構とコントローラーの回路は図 9・10 のとおりである。水位が上限に達すると SW. A が閉じる。SW. A はフロート 4 と釣りあいおもり 6 を結ぶワイヤー 5 に装置された有孔円板 7 によって作動させられる低トルク SW. (立石電機 KK 製 C-5-1 A-6) である。図 10 のとおり SW. A の通電は rel. 1 を作動させるためモーターが回転しサイフォン管 (この機構の場合は図 6 にお

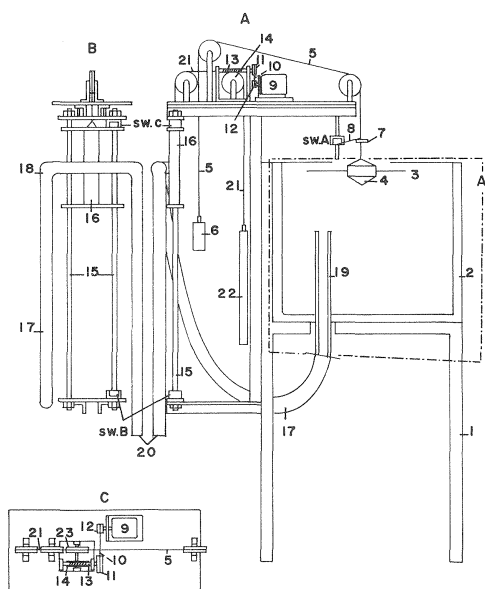


図 9. サイフォン管上下式排水装置・機構

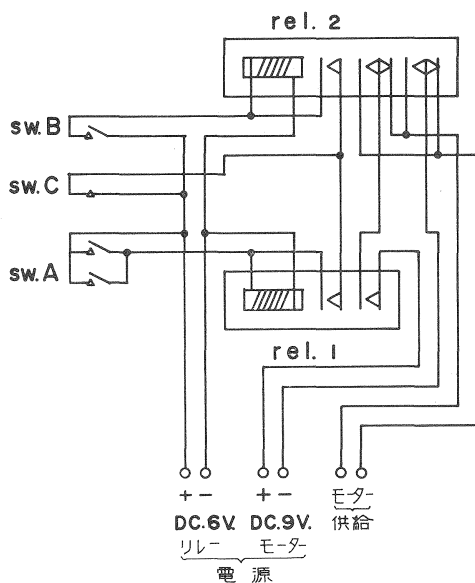


図 10. サイフォン管上下式排水装置の制御回路

る空気孔 23 がないのでサイフォン管となる）の屈曲部 18 がガイドレール 15 に沿って下降を開始する。屈曲部が水面より下にさがると連通管の作用により排水が始まるがエレベーター 16 は、ガイドレールの下端に達し、SW. B を作動させるまで下降する。この間に排水管内の空気は完全に排除される。SW. B は立石電機 KK 製小型基本 SW. のうちから作動圧が 25 g と極小な V-1 A-44 を選定した。SW. B が閉じることは図 10 のごとく、rel. 1 の作動を解除することなく、rel. 2 も同時に作動させる働きをもつ。したがって、エレベーターが下端に達した瞬間にモーターは逆回転を開始しエレベーターは上昇する。エレベーターが上限に達すると、rel. 1・2 のホールド回路を形成している N. C. SW., すなわち、ガイドレール上端に設けた SW. C を開く。この時、すべての接点は開放され、回路は復帰し、エレベーターは停止する。水位が上限に達してからエレベーターが下降し、その後上昇し上限位置で停止するまでに要する総時間は、およそ 10 秒程度である。この時はサイフォン作用によって排水を継続中であり、20 秒（上限水位に達してから 30 秒）のちに、水槽 2 の槽底から立ち上がっている排水管 19 の開放端から空気を吸い込むことにより、サイフォン作用が破壊されるまで排水が続く。すなわち下限水位は管の立ち上り高さで規定される。この機構の場合、SW. A にのみ手操作 SW. を付けた。SW. B・C には作動原理上不用である。

VII 試 用 比 較

試作した各種装置を試用比較したが、比較対象に防災部理水第 2 研究室で現用中のボールタップ式およびレベル発振器式をとった。ボールタップ式は前述の自動水洗に使用されるものである。レベル発振器式は、市販の製品で液体・粉体の水位等を測定するもので比較のため試用した。

1. 水位監視装置

どの装置の場合も、水位が上限に達したことをおのおのの水位監視装置によって感知し、設定した下限水位まで排水する。この際の水位変化は水位計に記録させる。このことをくり返し行って、水位監視装置の作動精度を調べた。結果を表 1 に示す。表中の幅とは 60 回排水 および 湛水をくり返した間にみられた、排水を開始または停止する寸前の水位の最大値と最小値の差である。 Sx は上限水位および下限水位の標準偏差で、 $S\bar{x} \times t(59)$ は有意水準 10% における区間推定の片側幅である。

表 1. 試 用 比 較

機 構 名	水位監視装置	排 水 装 置	上限水位 (mm)			下限水位 (mm)		
			幅	Sx	$S\bar{x} \cdot t(59)$	幅	Sx	$S\bar{x} \cdot t(59)$
ボールタップ式	ボールタップ	スターター付サイフォン管が一体化	14	9.9	± 2.4	2	1.5	± 0.3
レベル発振器式	レベル発振器	電磁弁にて器底を開閉する	9	3.6	± 0.9	18	5.7	± 1.3
回 転 腕 式	リードスイッチ	排水腕の回転による	8	2.6	± 0.6	3	1.4	± 0.3
ポ ン プ 式	低トルクスイッチ	モーターポンプによる	5	1.6	± 0.4	6	1.6	± 0.4
連通管上下式	リードスイッチ	連通管の昇降が一体化	3	0.7	± 0.1	4	1.1	± 0.2
サイフォン管上下式	V 形及び低トルクスイッチ	サイフォン管の昇降が一体化	2	0.3	± 0.1	3	0.6	± 0.1

各種装置の上限水位の精度は表 1 の場合、下ほど良い順にならべてある。そして精度は幅で比較しても標準偏差あるいは区間推定の片側幅で比較してもほぼ平行的である。しかし、装置により下限水位の精度が上限水位のそれに比べかなり異なったものがある。ボールタップ式の場合、上限水位のバラツキは最も多いが、下限水位の設定は比較的精度よく行われている。この機構は前述のとおり、水位が上昇するにつれ浮力でボールが押し上げられ、限度に達するとバネがはずれ排水を開始する。すなわち、摺動部分が多い純機械的構造のため精度が悪い。一方、排水停止は槽の底から立ち上がっているサイフォン管の開放端まで排水し、そこから空気を吸うことによって起こるため、かなりの精度が期待されるはずである。同様にこの機構で排水が停止する装置は回転腕式、サイフォン管上下式があるが、これらはいずれもほぼ同精度を示す。レベル発振器の下限水位はごく精度が悪いが原因は不明である。他は上限水位の精度と下限水位のそれとが平行的である。すなわち試作した山地用の排水装置は市販の工場生産品あるいは試作した AC 電源使用のものに比べ精度が高いが、サイフォン管上下式装置は特に高精度である。

2. 排水速度

試作した排水装置のうちポンプ式の他はすべて排水管径等によって排水速度が規定されるものである。この場合、おおむね内径 20~25 mm の排水管を用いているが、都合によって管径および管長、すなわち落差が各種装置でやや異なっている。したがって測定した排水速度は絶対的なものではない。ポンプ式は 4.0 A のモーターを使用しているだけに速度は 1.0 l/sec と格段に速い。回転腕式は機構的に落差をつけられないため速度が 0.2~0.25 l/sec と最も遅い。ボールタップ式は管径が細いので速度が 0.3 l/sec 程度で連通管上下式と同じである。電磁弁式は管路を開閉する弁自体はかなり小さいものだが、落差をつけやすいので速度は速い。サイフォン管上下式と同じ 0.3~0.4 l/sec である。すなわち山地用の 2 機種は特例のポンプ式を除くと、排水速度が速いのでこの面からも十分実用になるう。

3. その他

水と共に槽内に流入する土砂・塵埃等の悪影響を受けない装置は連通管上下式、サイフォン管上下式および回転腕式である。これらは管路中に流速を減ずるものあるいは回転体等がまったくないからである。また試作した装置はいずれも漏水のおそれはまずない。試作品はどれもそのまま十分に実用になるが、本来は作動原理や機構的信頼性等を試すため作ったものである。すなわち量産した場合、各部重量等が変るであろうため、参考にすぎないが、山地用測器にとって重要な要件である電力消費量は、排水管上下式装置の場合、以下の通りである。

モーター駆動用電源に単一乾電池 1.5 V を 6 本直列にして用いた。排水動作をくり返すたびに電圧は初め徐々に、のち急激に降下するが電池の交換は安全をみても排水動作が 70 回に達してからでよい。排水 70 回は、使用した量水槽の場合流出量 600 l に相当し、比較的小流出量の観測の場合は、おおむね 1 か月間の流出量とみなせる。

VIII ま と め

試作した各種装置の得失と性能は前述の通りであるが、約言すると以下の通りである。構内観測等交流電源を得られる所で、特に流入水量が多い場合は低トルク SW. を水位監視装置に用いたポンプ式が排水速度がごく速いのですぐれている。かつ、この装置は他と異なり強制的な排水を行うため観測室の排水口位置等設置場所をほとんど問題にしない利点がある。ただし、これは機構的にあまりに簡便かつ安直であ

り牛刀を持ち出した感を否定できない。山地等交流電源を得られぬ所での使用にはサイフォン管上下式装置が推奨できる。これは十分信頼性もあり、特に水位設定精度が交流電源を用いた装置より一層すぐれているからである。

Improvement of Drainage Mechanism of a Gauging Tank with Water-level Recorder

Masayuki ARAKI⁽¹⁾ and Hiroei CHIKARASHI⁽¹⁾

Summary

In the forest hydrological studies, a gauging tank with a water-level recorder is suitable for the measurement of comparatively small outflows with large fluctuations. In this case, the drainage from the tank must automatically start when the water-level reaches the upper limit, and stop when it reaches the lower limit. However, the existing drainage mechanisms are not appropriate and have points at issue on accuracy, reliability and maintenance. As they are purely mechanical devices, there is a major reason why the accuracy and reliability are in conflict with each other. Then, we worked out a more accurate and reliable mechanisms operated by D. C. dry battery and a small electric motor. These newly developed mechanisms are superior to the existing ones from several aspects. In the process of the study, several drainage mechanisms using A. C. sources are also made on a trial basis.

Received June 16, 1977

(1) Forest Influences Division

