

講座

5. 地下水位の測定

「土と基礎」講座委員会

水面の位置（高度）を決定する手段として、水位の測定が行なわれる。水位の測定は対象とする水面が地表にある場合と、地下にある場合によって、これらを分けて考えることもできるが本質的には変わるものではない。前者の例として、ダムの貯水量調節、河川流量の観測など、利水や治水の目的のために行なわれる水位の測定があり、これらはかなり広範に行なわれている。一方、後者のような地下水の場合には、水資源開発のための調査や、地盤沈下の調査などで、水位の測定は不可欠のものであるが、建設工事に関しては、地盤調査に際してのボーリング孔内水位の測定、現場透水試験時の水位測定、排水工法にともなう観測井の孔内水位測定、地スベリ、斜面崩壊地等における水位観測など多様に実施されている。最近では、工事にともなう周辺地域に及ぼす井戸枯れなどの公害対策で、地下水位の測定が行なわれるようになってきた。

単に地下水位を知るだけの目的であるならば、きわめて簡易な手段によって測定することも可能である。たとえば、巻尺や適当なおもりなどの用意があればそれだけで十分な場合もあるが、測定場所の状況によっては、この種の手法が用いられぬ場合もあろうし、また、測定の目的によっては水位の変化を連続的に知る必要もある。とくに、長期間の変化を昼夜を通して知りたい場合には、自記水位計という計器が必要になる。

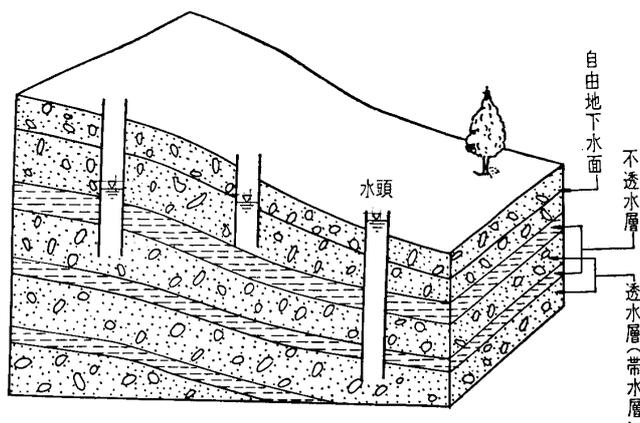
自記水位計は、水位の変化を連続的に自記記録するもので、原理的には、他の計器にくらべると、あまり複雑なものではないが、地下水位を測定する孔径、地下水位の深さ、記録の精度、測定期間、測点の数、所要経費など測定個所の条件を十分考慮して計器を選択することが、地下水位測定のポイントといっても過言ではない。とくに、最近のように人件費の上昇によって、地下水位の測定という単純作業に、人間を拘束する不便が痛感されるときには、計器の選択には、十分な配慮が要求されてくる。

5.1 地下水位

地下水とは、土中の間ゲキ水のうち、重力で自由に間ゲキ内を移動できる自由水が、間ゲキ内を飽和したものをいい、その自由水の水面を地下水面とよんでいる。比

較的浅い土中の地下水面は、土中の間ゲキを通して、大気と接し平衡状態を保っているため、降水などの浸透で自由に昇降する。このような地下水面を自由地下水面とよんでいる。地下水位とは、この自由地下水面の地表からの深さをさしている。

一方、比較的深層の地下水のうち、細粒土層のように透水性の低いいわゆる不透水層でおおわれている帯水層の地下水は、被圧地下水とよばれ、その帯水層までほられた孔内の水位は、帯水層中の地下水圧を示している。このときの水位は、地下水頭ともよばれ、水頭が地表より高いところに位置するときには、孔内から地下水が自噴することになる（図—5.1）。



図—5.1 地下水と存在状況

地下水位とよばれるものには、上記のような自由地下水の地下水位と、被圧地下水の水位（水頭）に大別され、その測定は一般に地面にほられた孔内の水位を対象とする。したがって、水位を測定するための孔の深さ、構造によって、孔内の水位の意味がちがってくることに注意しなければならない。

5.2 測定計画

前節に述べたことからわかるように、地下水位の測定には、測定孔の設置計画を十分吟味、検討することが必要である。この点の吟味をおろそかにすると、何の水位を測定しているのか、また、極端な場合には、目的とする地下水位と無関係な水位を測定していることが生ずるので、注意を要する。

測定孔には、ふつう、ボーリング孔、オーガー孔、手堀り孔などがある。場合によっては、既設の井戸を使用することがある。

測定孔の径は、後で述べる測定方法、測定機器の種類によってきまってくる。測定孔の深さは、ふつう目的とする地下水帯水層まで達していなければならない。したがって、深度の決定に際しては、測定位置付近の地質状況を、ボーリングや、既存の資料をもとにして、十分把握しておくことが大事である。

つぎに、測定孔の構造を、地層の状態によって検討する。孔壁崩壊防止もかねて、ふつうは、孔内に、パイプまたは、ケーシングをそう入するか、パイプには、目づまりを防止する網をまいた集水孔をもうける。とくに単一の帯水層中の地下水位を測定したいときには、集水孔（ストレーナー）を目的とする帯水層の位置・深さにもうけ、それ以外の地下水流入をシャ断するため、セメントモルタルで、パイプと孔壁の間をグラウトすることがある（図-5.2）。

測定孔は、孔内の泥水やスライムを除去するため、きれいな水になるまで、揚水するか、あるいは注水して洗浄したのち、一定水位になるまで放置する。

既存の井戸を測定に使用するとき、とくに、深井戸の場合には、各帯水層にストレーナをもうけてある、いわゆる多層採取井が多く、水位は、各帯水層の合成水位であることが多い。また、浅井戸の場合、採水量をふやすため、井底を不透水層中にほりこんだたまり水の井戸があるが、このような水位は、付近の地下水位と異なるので注意を要する。

5.3 測定計器の特徴と選定

5.3.1 水位測定器

ある瞬間の水位を測定する目的で使用されるもので、市販の水位測定器のおもなものは、上方から電極を降下させ、電極が水面と接したときに、電氣的に指示が与えられるよう考案されている。写真-5.1 に示したものはその一例で回路の一端は接地せしめ、一端の電極を井戸内に降下させ、水面と接したときに回路が閉じ、指示計の針が振れるような仕組みになっている。このとき、コ

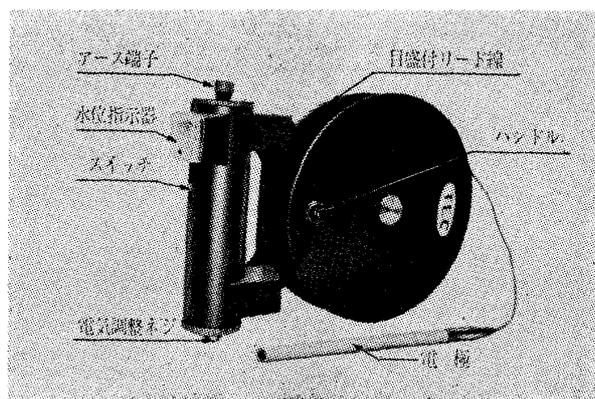


写真-5.1 水位測定器の一例

ードに刻まれた目盛を読みとることによって、水位を決定することができる。コードはドラムに巻きつけられており、ドラムのハンドルを回転することによって電極の昇降が行なわれるようになっている。写真-5.1 では、着水時の指示は電流計であるが、これをリレー回路に導くことによって、他の手法、たとえば、ベル、ランプの点灯などの指示を行なうことも可能である。

水面までの深さも浅く、地表から直視し得るような位置* にあるときは、このような水位測定器によらなくても、水位を測定することが可能である。たとえば、適当な巻尺を用意し、その先端におもりを付し、おもりの先端が水面に着水した瞬間を確認し、その時の深さを読みとればよい。着水の確認は水面に生じた波紋やライトをてらして行なう。多小深くなると、テープの先端に電球をつけておろし、水面の映像の接近状態で確認することもできるが、一度水中におもりなどを没すると、水滴による波紋と混同しやすくなる。この場合、巻尺は伸縮のないものを選ばねばならない。スチールテープはこの目的によく適合している。このほか、適当な電極（たとえば、銅片やよくみがかれたくぎなど）を用意し、コードに接続させ、テスターに連結させておけば、テスターの指針の動きで着水を確認することもできる。

5.3.2 自記水位計

自記水位計とは、水位の変化を連続的に自記記録する計器で、その主要な機構は、水位の追跡機構、転換機構、記録機構より成っている。市販されている水位計を、水位の追跡装置からみると、(1) フロート式、(2) 触針式、(3) 水圧式などに大別することができる。

(1) フロート式自記水位計

水面に浮かべたフロート（浮子）が水面とともに上下するのを利用して、その動きを縮小または拡大して記録する器械である。一般には（図-5.3）のようにフロートとカウンターウェイト（錘）をワイヤーでつなぎ（このとき近似的にはカウンターウェイトの質量はフロートの

* 井戸径の大小、要求される精度、個人差等によって、かなりのひらきもあるが、だいたい 10 m 前後までは可能である。

講座

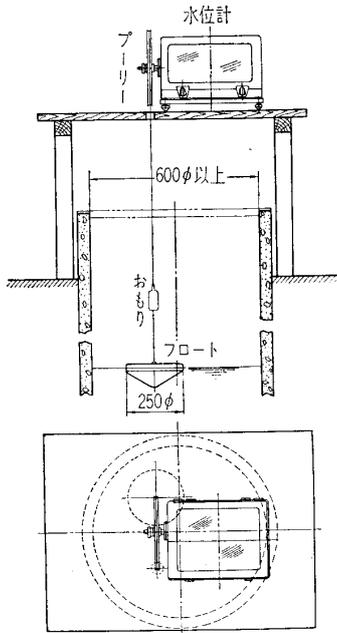


図-5.3 フロート式水位計

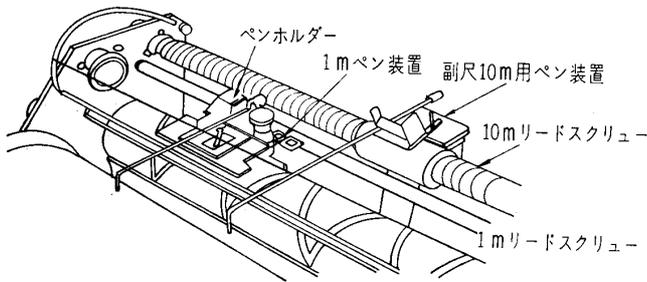


図-5.4 転換機構(1)

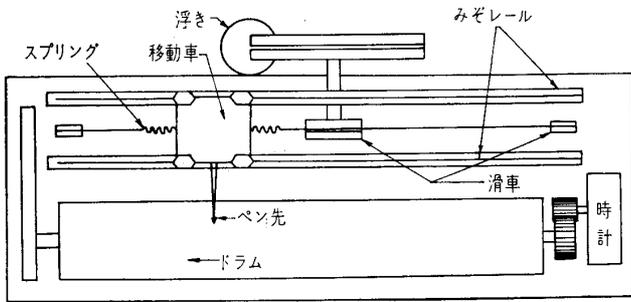


図-5.5 転換機構(2)

1/2 にすればよい) プーリーを回転させる。
 転換機構は、プーリーの回転を原動節とするカム機構によって、従動節に往復直線運動を行なうもの(図-5.4の例)、もしくは、往復角運動を行なうものなど、いわゆるエンドレス機構によるものと、ベルトによりペン装置が案内レールを走るように考案されたもの(図-5.5の例)などがあるが、後者の場合には、記録紙の幅を越す水位変動が行なわれた場合、記録不能の状態となる。このほか、簡易なものとして、プーリーの回転運動をスクリューによってペン台を移動させるロール式水位計や、プーリーの回転をペンアームの上下運動に伝えるリシャール式水位計等があるが、いずれもエンドレス機構

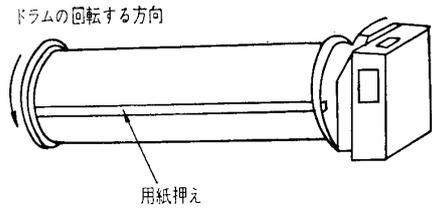


図-5.6 記録装置(ドラム型)

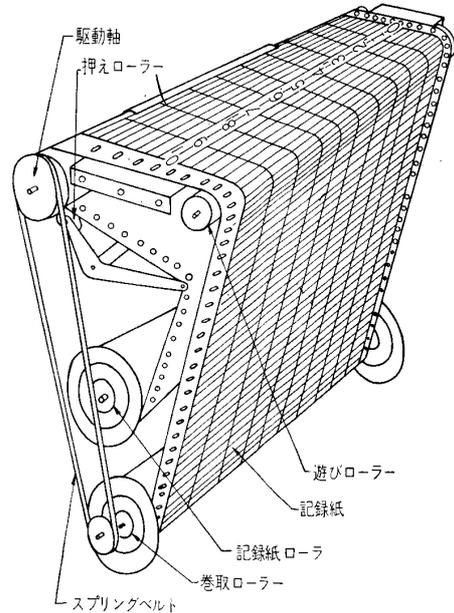


図-5.7 記録装置(巻き取り型)

は得られない。

記録装置は垂直または水平に設置されたドラムにまきつけた記録紙(図-5.6)あるいは、ロール状にまいた記録紙(図-5.7)にペンで記録する。記録紙の送りは、時計機構により、ドラムの回転や、巻き取り装置で行ない、時計の動力は主としてゼンマイにより、日巻き、7日巻き、30日巻き、80日巻きなどがある。また、ギヤの交替によって送り速度を変更することも可能である。

一般に、日巻き、7日巻きのように短期巻き水位計はドラムはりつけ型が多く、長期巻き水位計は巻き取り型が多い。

記録ペンには、サイフォン型の金属ペン、ガラスペン(図-5.8)や三角ペンなどがあり、1本のペンで記録する場合と、2本のペン(主ペンと補助ペン)によって記録する場合とがある。前者の場合は、上述のエンドレス

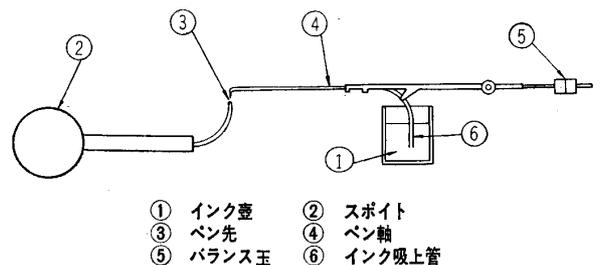
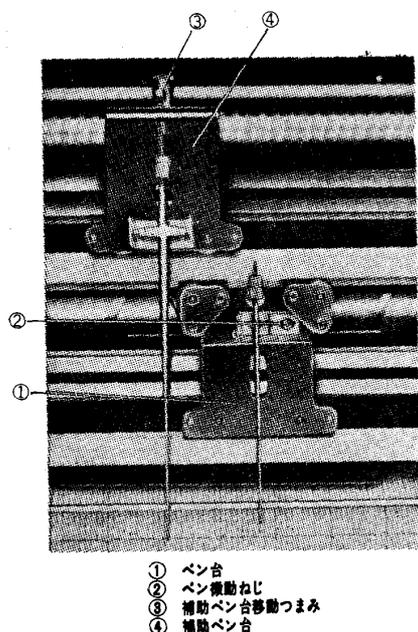


図-5.8 サイフォン型記録ペン

機構によらない自記水位計の場合であり、後者の場合は、2組のカムによってフルスケール1mの主ペン（往復直線運動、もしくは往復角運動）と、フルスケールのさらに大きい補助ペンとからなっている。（写真—5.2）（写真—5.2の場合、補助ペンはスクリューとなっており、エンドレス機構は得られない。）

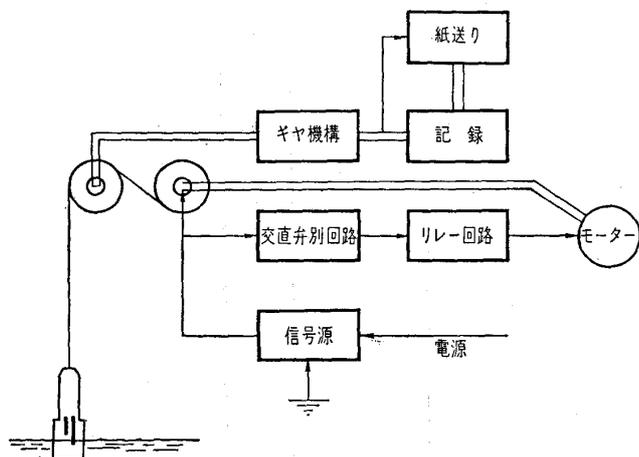


写真—5.2 記録ペン（左：補助ペン，右：主ペン）

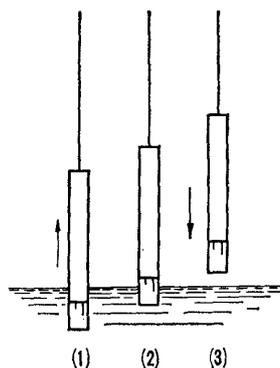
測定範囲は、エンドレス機構によるものでは、補助ペンの構造によって決まり、およそ 10~20 m となっているが、補助ペンをいなければ、原則として無限である。エンドレス機構によらない単ペンのものでは、フルスケールは 1~6 m で、ギヤの切替、もしくは、プーリーの選択によって、変更することも可能である。

(2) 触針式自記水位計

水位の変化を、検出器部の2本の触針によって追跡する水位計で、ブロックダイアグラムの一例を図—5.9に示す。検出器の部分には、図—5.10に示すように長短2本の触針があり、2本とも水面下にあるときは、交直



図—5.9 触針式水位計のブロックダイアグラム



図—5.10

- (1) 触針が水中に2本あれば 検出部は昇る
- (2) 触針が水中に1本あれば 検出部は停止する
- (3) 触針が空中に2本あれば 検出部は降りる

両電流が流れ、モーターは検出器をまきあげるように回転する。2本とも水面に接していないときは、電流が流れないので、交直弁別器への入力がなく、リレー回路はモーターが検出器を下げるように回転するように接続される。触針の長い方のみが水面に接しているときは、交流側のリレーが働き、モーターの回路は、電源からしゃ断され検出器は停止する。

このように、検出器の長短両針の間に水面がくるように検出器が上下し、プーリーを回転させ、記録装置で水位変化を記録する。記録装置は、フロート式のそれと大差ない。

この水位計の利点は、カウンターウェイトをつり下げる必要もなく、また、検出器部（触針部分）は細径のものであることから、細い孔内における水位の測定が可能であるばかりでなく、検出器の懸垂ワイヤーは、斜めに設置することも可能である。しかしながら、長期間にわたり放置したままにしておくと、触針部分に汚れが付着し、動作が鈍くなり、記録が階段状になる等の欠点もある。おもな仕様を表—5.1に示す。

表—5.1 触針式水位計のおもな仕様

検出感度	±2 mm (max)
検出追従速度	50~60 cm/min
測定範囲	5 m, 10 m (標準型) その他
検出器懸垂線	ステンレススチールより線 0.8φ (JIS) ビニール皮膜
記録方式	インク金属ペン書
記録紙	有効幅 0.2 m, 長さ 15 m
電源	バッテリー 12 V, 60 A/h または AC 100 V, 50 または 60 c/s
記録紙送り速度	18 m/m/h 1 個月巻または 6 m/m/h 3 個月巻
使用温度範囲	+50°C~-15°C
検出器寸法	垂直用 直径 30 φ 長さ 230 mm " " 22 φ " 360 mm

(3) 水圧式自記水位計

この式の水圧計は、水面の上下ともない、水中に設置された受圧部に与える水圧の変化をペロローズ等により機械的に捉え、導管を通して隔測^{*}、記録させ、水位の変化を測定するものである。この種の水圧計によると、フロート式水位計のように垂直井戸の設備が不要である

* 記録装置を測定場所から適当に離れた位置で作動させること。

講座

などの利点があって、ダムの水位の測定などに適している。

(4) その他の自記水位計

上記の自記水位計のほかにも、各種の原理にもとづく水位計が考案され、それらのあるものは現実に貯水池、ダム等において実用化されている。以下、これらのうち代表的なものにつき、簡単に紹介する。

超音波式水位計 音波が水と空気の境界で反射することを利用して、空中または水中のある一点から発射された超音波パルスが水面までに往復する時間から、レーダー式に距離を知るものである。

キャパシタンス式水位計 上部より絶縁電線の水底までつりさげて固定し、水とこの電線間のキャパシタンスを上部において容量計を用いて計測するものである。

5.3.3 水位計の選定

(1) 周囲条件による機種を選定

水位計を設置しようとするとき、いくつかの周囲条件によって、機種が限定される場合が少なくない。ダムや貯水池、もしくはそれらに準ずるような広い水面を有する場所、または、河川等の水位を測定するような場合には、風、波浪、流れなどの影響があって、そのままでは、前述したところの、フロート式水位計、触針式水位計等は、上記の諸条件に支配されて利用することができない。このような場合には、これらの障害を取り除く特別の囲いなどの施設を工作する必要がある。水圧式水位計、超音波式水位計、キャパシタンス式水位計などが、このような条件の場所で利用され開発されているのも、以上のような特別な施設を必要としない利点があるからである。

水位の変動がいちじるしく大きい場所では、水位計の追従精度が問題となってくる。ウェルポイントなどによる排水工事箇所や揚水井付近のような激しい水位変動が予想される場所での測定に当たっては、特別な考慮を必要とする。

(2) 測定孔の径による選定

測定孔の径が問題になるのは、主としてフロート式水位計である。フロート式水位計は、改めて述べるまでもなく、水面に浮かべたフロートの受ける浮力の変化によって作動するものであるから、径の細い孔内の水位を測定するために小さなフロートを用いれば、当然浮力も小さくなり、大きな場合は問題とならなかつたような器械などの摩擦の影響が大きくあらわれるようになる。したがって、このような場合には、フロート、カウンターウェイトを含めた水位計全体の摩擦力に打ち勝って、水位計を動かすことのできる最小の水位変化が大きくなり、水位計は微細な水位変動に正確に追従できなくなる。すなわち、水位計の感度が悪くなる。一方、感度をよくす

るには、できるだけ大きいフロートを用いるのが望ましいが、フロートが大きくなると、今度はフロートが井戸壁等に接するようなことになり外部摩擦力の影響をうけやすい。

フロートの半径 r と水位計の全摩擦力 F と感度 Ad との関係を図-5.11) に示す。

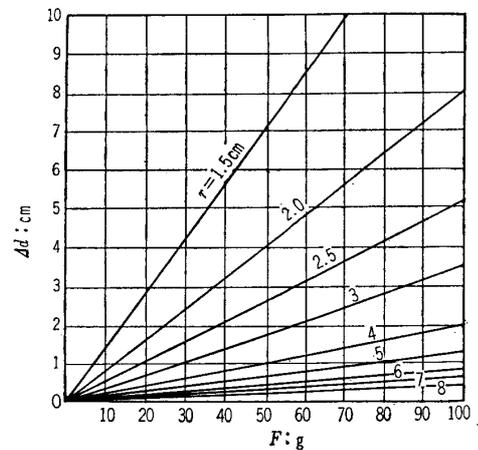


図-5.11 フロート半径 r 、水位計全摩擦力 F 、感度 Ad の関係

一般に市販されているところのこの種水位計のフロートは、径 25 cm 程度のもので多く、器械の内部摩擦力も、これに見合うように設計されている。したがって測定孔がフロートおよびカウンターウェイトを納めるに十分な口径が無い場合、むやみにフロートを小さくすると上記のように、満足な記録は得られない。

試掘井のような細い孔井内の水位を測定しようとする場合には、上記の関係に見合う特別な設計による水位計を用意するか、触針水位計などの利用を考えねばならない。現在、あまり一般的とはいえないが、径 30 mm 程度までの細径のフロートを用いた特別な設計によるフロート式水位計も製作可能であり、あるいはまた、設置方

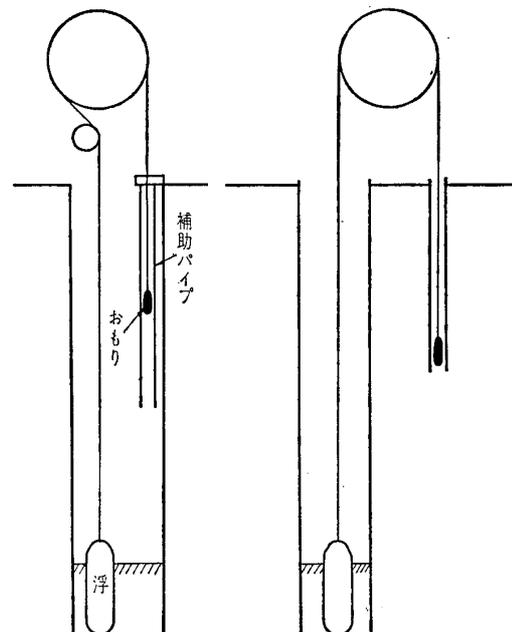


図-5.12 細い孔井の場合の設置方法の例

法を 図-5.12 のように一部工作して、細い孔井内の水位を測定する方法もある。

(3) 測定期間による選定

水位計の一回の測定期間については、要求するところの記録の内容によって、機種を選定すべきことは当然であるが、長期間にわたって継続記録をとろうとする場合、ただちに長期巻計器が適当であるとは限らない。むしろ、でき得るならば、一週間巻程度の計器をひんばんに利用した方が無難な場合も少なくない。しかしながら、観測場所が辺地であったり、人的余力に乏しいような場合には、長期間の継続観測が可能な器械が必要とされる。この場合、問題となるのは、時計の日差で、かりに1日に2分の日差は止むを得ないものとしても、1ヶ月では1時間、3ヶ月巻きでは3時間の誤差が記録紙上に累積される。また、時計がゼンマイを動力とするような場合、前半は時計の送りが早く、後半はむしろ遅いというような場合もあって、長期巻きが必ずしも適当とはいえない場合もある。できれば10日ないしは1ヶ月に1回程度は時刻の点検が望ましい。

(4) 水位の変動幅による選定

水位の変動幅は、水位計の機種選定にあたっては、主要な要素である。とくにエンドレス機構のない水位計を用いる場合には、予想される変動幅にかなうギヤ比率をとらねばならず、水位の変動が大きすぎて記録紙上スケールアウトをすると、記録が無意味となるばかりでなく、ある種の器械では、ペンの移動が、以後停止してしまうものもある。

5.4 自記水位計の設置および管理

5.4.1 自記水位計の設置法

自記水位計の設置法は、機種により異なる場合があるので、ここでは、もっとも一般的に用いられているフロート式自記水位計について例示することにする。

(1) 計器支持台の作製

計器支持台作製の目的は、計器を確実に固定し、測定孔内におけるフロートおよびカウンターウェイト等が、井戸壁その他の障害物に接することのないよう位置を定めるほか、盗難、いたずらなどの事故を防止するために

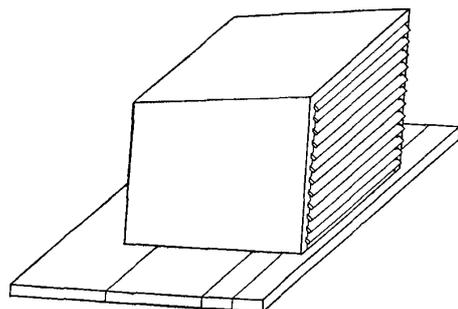


図-5.13 計器支持台の一例

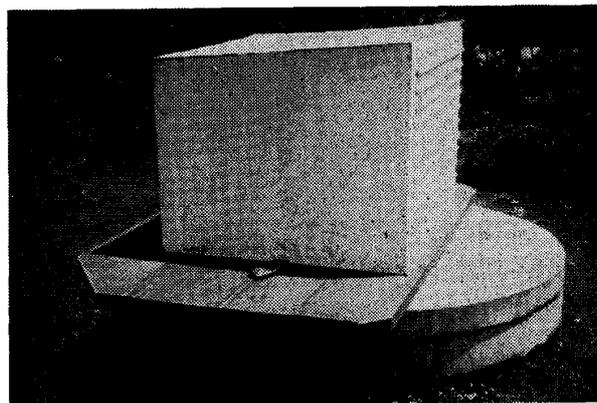


写真-5.3 計器支持台の一例

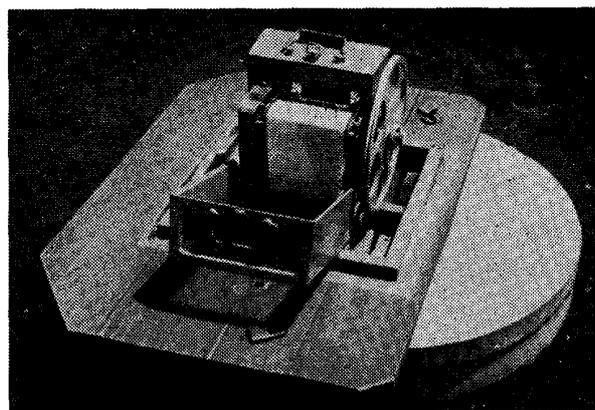


写真-5.4 計器支持台の一例

作成される。支持台の一例は(図-5.13)および(写真-5.3, 5.4)のようなもので、計器全体が中におさまり外側をカバーでおおう方式のものが後日の管理、点検などに際して便利である。カバーは通気性をよくするため、ベネシャンなどによる加工が望ましい。通気性に対する考慮を欠くと、井戸内から上昇してくる水蒸気によってはなはだしい過湿となり、記録紙が吸湿して、紙送りが不能となる場合があることはもちろん、器械内部に水分が滞留し、故障を起こしやすい。とくに、この傾向は冬季においていちじるしい。計器支持台は水位計の重量に十分耐え得る厚手の材料で、かつ、水位計が水平に設置し得るよう凹凸のないものを用意する。支持台上、プーリーの直下にあたる部分には、フロートとカウンターウェイトを結んだワイヤーを通すための適当な穴をあける。この場合(写真-5.4)にみられるように、穴の中央付近には棒を渡しておくことが必要である。これはワイヤーがプーリーからはずれ、井戸内にフロートとカウンターウェイトがともに落下することを防止するためのものである。支持台の下側には、不必要な空間は設けぬことが望ましい。これは雨水などが入るのを防ぐばかりでなく、外部からはワイヤーに触れることができないようにするためにも肝要である。

(2) 計器の設置

フロート内部には、水または砂の適量を入れ、適正な浮力をもつように調節する。つぎに、プーリーのみぞに

講 座

よく一致したステンレスワイヤー、もしくは、銅ワイヤーで確実に結び、他の一端には、カウンターウェイトを結ぶ。このとき、ワイヤーの長さについて十分に検討する必要がある。短かすぎると、水位が低下したときに、カウンターウェイトが、プーリーにかかり、フロートが宙に浮く結果となる。逆に長すぎると、カウンターウェイトが水中に没したり、あるいは、水位が上昇したときに、カウンターウェイトが井戸底に達し、バランスがとれなくなる。

フロートは水面の中央に来るような位置に設置することが望ましい*。また、カウンターウェイトは、井戸壁などに接することのないよう十分に配慮する。このようにして、フロート、カウンターウェイトの準備が整ったならば、前記の支持台に設けられた穴を通してワイヤーがプーリーにかかるようにする。フロート側とカウンターウェイト側とは、常に一定にしておくように注意する。もし、誤って逆に設置すると、記録紙上には、水位の変化が逆に記録される結果となる。とくに記録紙がドラムはり付け型のものにあつては、この点の注意が大切である。

フロートを軽く上下させ、プーリーがなめらかに回転することを確認する。プーリー、その他、器械内部の摩擦力が大きいと、小さな浮力の変化はこれに打ち勝つことができず、記録は階段状になる。このような場合には摩擦を減らすべく器械の部分に注油をするか、フロートを大きなものに変えねばならない。

時計のゼンマイ等を十分に巻き、器械が正常に作動していることを確認のうえ、記録紙を取りつける。別に用意した水位測定器によって、水位を測定し、結果の数値に一致する位置にペンを移動させる。予想される水位変動量を考慮し、スケールアウトとならぬようギヤ比率などを調整する。一般に水位のテイ(遞)減は、指数曲線であるのに対し、水位の上昇は、はるかに急であるから、当初のペンの設置は記録紙上中央やや下方の位置が適当である。インクはなめらかな良質のものを選ぶ。あまり質の良くないインクを用いると固まりやすく、インクが切れる状態となりやすい。また、夏季にはインクの蒸発が激しいものである。インクを水で薄めることは望ましくないで、あらかじめインクのつぼの中に、軽い良質の油を浮かせておくことによってインクの蒸発を防ぐことができる。記録紙上には、必らず測定場所、設定年月日、時刻、その時の水位、水面の上下にともなうペンの移動方向などを正確に記録しておく。

5.4.2 自記水位計の管理

自記水位計は、實際上、常時点検のできる性質の計器ではなく、計器の設置後は、定期的な記録紙のとりかえ

と、時計巻き、インクの補充などを行なうもので、その間は、大体、測定孔の位置に放置されている。測定孔は、多くの場合、野外に設置されるので、水位計の管理には、風雨に対する防護、いたずら、盗難などの防止にとくに注意しなければならない。

記録紙のとりかえにあつては、新規の用紙はもとより、インク、時計の巻きネジ、予備のペン先、インクを吸いだすための細いビニール管、水位測定器、折尺などを携帯し、最初の設定時に行なつたと同じ作業をくり返す。

一般に、自記水位計の事故の生ずる原因は、

- i) 時計がとまる。
- ii) インクの出が悪くなる。
- iii) 記録紙がはずれる。
- iv) ペン先がはずれ、または切損する。
- v) ドラムの回転が停止する。

などによるものが多く、このような事故を生ずると、大切な記録が欠測という事態になる。しかしながら、これらの事故の多くは、当初に注意すれば防げる性質のものが多し。たとえば、時計のネジのまきすぎや、ハンドルを所定位置に戻さなかったがために、時計が止まったり、記録紙のセットがまずかったためにはずれたり、ドラムのおさえを忘れたために回転しなかったりすることがある。記録紙の取替え時期を過ぎた結果、ペン先がドラムの押えパネにふれて、はずれたりする場合もある。

また、長期巻きの場合には、記録紙とりかえの間に、1~2回の点検が望ましく、地震や大雨のあとには、必らず点検する必要がある。また、1年に1回程度は、時計の分解掃除を必要とする。

5.5 測定結果の整理

地下水位は、ある基準点から地下水面までの深さで示される。この場合、測定期間中の基準点を変更しないようにすることが必要である。ふつう基準点は、測定孔口の地表面とすることが多い。また、地下水面のコウ配を求めたり、また、広域的な地下水分布を調べるときには、地下水面の標高を求めることがある。

水位計を使用したときには、水位を記録紙から読みとる。揚水試験の場合には、毎分ごとの水位を読みとるが、長期間の水位変動を知りたいときには、1日1回の水位を読みとる。この場合、記録紙とりかえ時に測水した水位の実測値から、記録紙上の目盛に単位を記入し、水位曲線の水位を読みとる。水位変化の大きいときには、1時間ごとの水位を読みとって1日の平均値を求めることが多い。また、水位変化の少ないときには、毎日定時の水位を読みとつてもよい。

* 井戸によっては、フロートを中央にもつてくることができない場合も少なくない。この場合でも井戸壁から5 cm以上離すことが必要である。

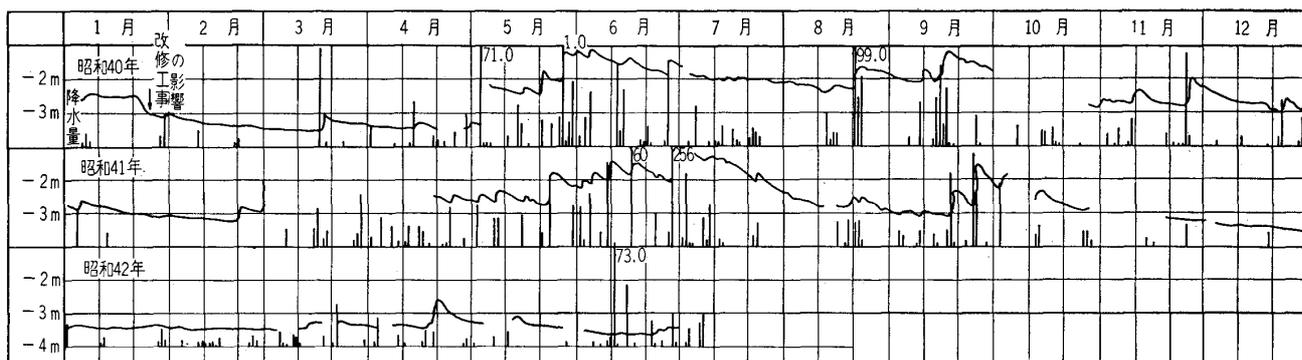


図-5.14 地下水水位の変動記録

読みとり結果は、一覧表に整理し、1日ごとの平均水位を図にプロットする。一例を 図-5.14 に示す。

地下水水位は、揚水の影響で変動したり、気圧の変化や降水の影響で変動する。水位の測定記録は、目的によって、さまざまな情報をもたらす1つの資料ともなる。地下水水位の記録の解析は、まだ十分に進んでいるとはいえないので、後日、新しい見地から検討される余地があるので、記録はできるかぎり保管しておくことがのぞましい。

5.6 現場実施例

5.6.1 現場揚水試験に自記水位計を使用した例

土の水理定数を決定するための揚水試験は、従来、大規模な機器の搬入と多人数の動員を必要とし、長時間にわたって継続揚水を続けるため、相当の経費を要した。

とくに揚水開始時と揚水停止時の水位の変化は、きわめて大きく、よい解析結果を得るためには、1分単位、ないしは、それよりも短い時間ごとに水位を測定する必要があった。しかしながら、自記水位計を利用することによって、この試験は、かなり簡易化された。図-5.15 はその記録例である。水位の追従方式はフロートにより、使用計器は水研 62 型の時計機構を改良し、記録紙の送り速度を 6 mm/min および 6 mm/hr の二段切替えとし、動力は AC 100 V, DC 12 V, ゼンマイ駆動

のいずれかをえらぶものとした。このうち送り速度を速くしたい場合には、AC 100 V, または、DC 12 V の精度がよく、ゼンマイによるものは、若干、遅れ気味で、送り速度にもムラがある。逆に送り速度を遅くした場合には、むしろゼンマイの方が便利である。

ポンプは水中ポンプを用い、フロートの径は 25 cm, 感度 $4d$ は 5 mm 以下である。吐出口には、流量計を用い、ノッチは省略できる。以上のようにして、揚水試験を行なうと、人員も設定当初 2 人程度でよく、試験開始後は、1 人で十分である。ただし、現在までに実施経験のあるものは、フロート式自記水位計であり、いわゆる浅井戸であって、孔径も 60~90 cm を有する井戸についてである。これを孔径 30 cm 以下の深井戸に適用するためには、なお若干の技術的な問題を残しているが、揚水試験には、まだ工夫の余地があるものと思われる。

5.6.2 自由地下水の日変動を自記水位計によって確認した例

図-5.16 は、週巻き、K型フロート式自記水位計によって記録された一例である。フロート径は 25 cm, 内部摩擦力 F は 25~30 g 程度であり、感度 $4d$ は 1 cm 程度である。この観測井は、径 120 cm の浅井戸で、水位は 5 m 程度、消防用水利として用いられている。興味あることは、日変化のみられることで、平日は午前 8 時頃から水位の低下がみられ、18 時には水位低

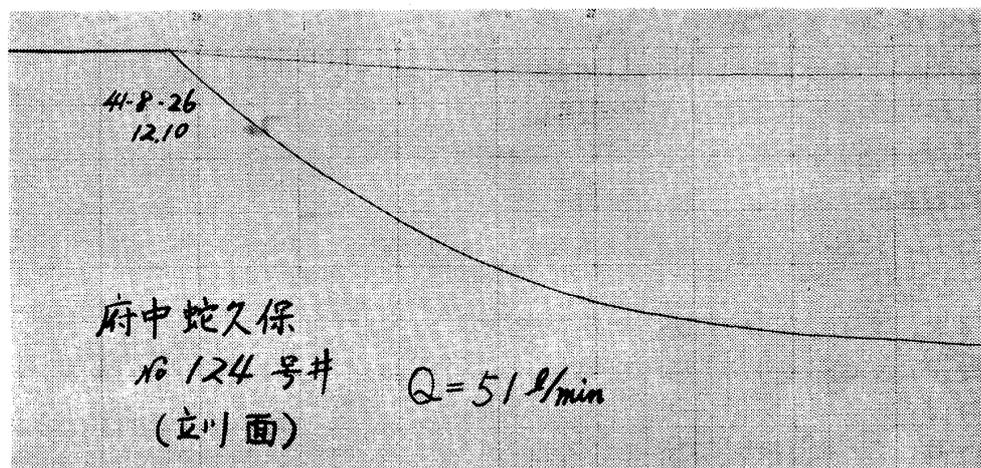
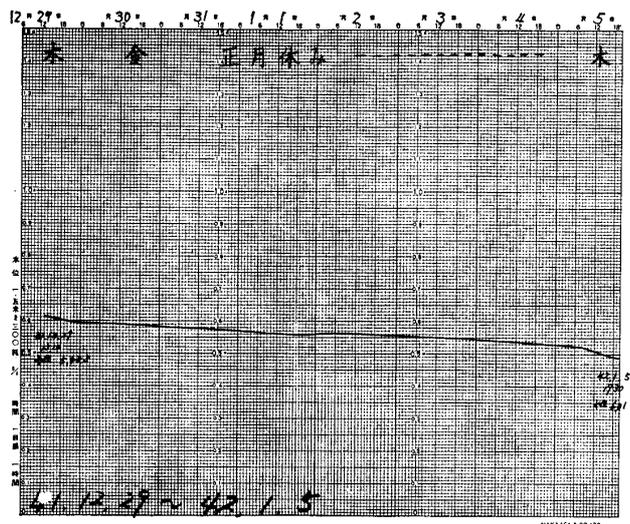
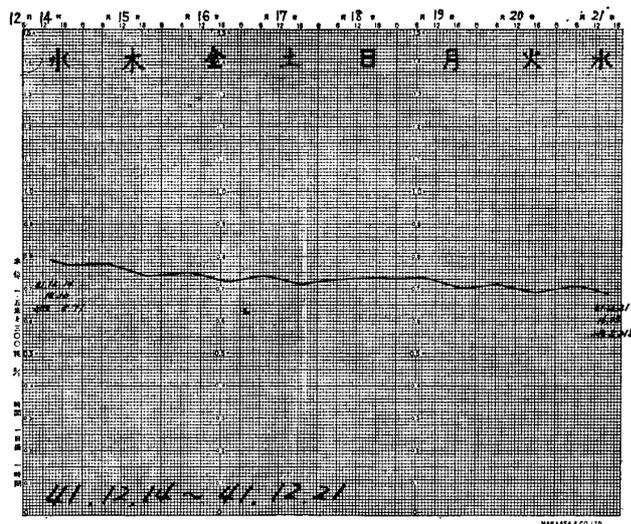
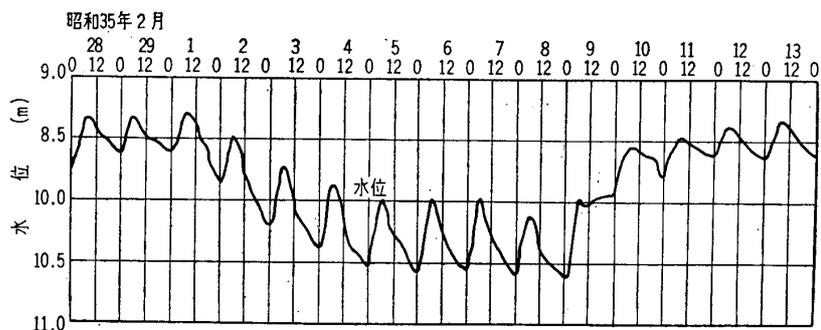


図-5.15 揚水試験の記録例

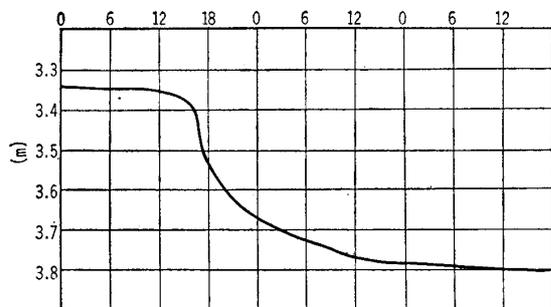
講座



図—5.16 浅井戸の水位変化



図—5.17 深井戸の揚水による水位変化



図—5.19 工事の影響による水位低下

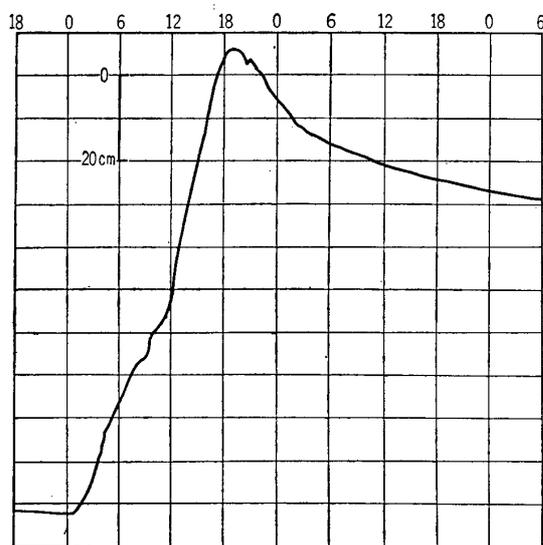
下は停止し、回復に向かう。しかしながら、翌朝までに回復の終わらぬまま再び水位低下が始まる。これは明らかに、人為的な揚水にとまらぬもので、とくに、休日に水位低下がみられぬことから、産業活動にもとづく自由地下水の水位低下現象であると断言できる。

5.6.3 その他の記録例

(1) 図—5.17 は、付近のビル揚水の影響が水位変動にあらわれている例。

(2) 図—5.18 は、東京都内における浅井戸で、台風時に水位が上昇した例。総雨量 265.5 mm で、水位は 108 cm 上昇している。

(3) 図—5.19 は、井戸に近接して施行された掘削工事によって、井戸水位が低下した例。



図—5.18 台風時における水位の上昇

参考文献

- 1) 通商産業省公益事業局：流量調査基準，1962.
- 2) 酒井軍次郎：応用地下水学，朝倉書店，1968.
- 3) 酒井軍次郎：地下水学，朝倉書店，1965.
- 4) 細野義純：地下水調査，地球の科学，Vol. 8, No. 8, 1969.
- 5) 小山一平：水位測定の最近の技術，オーム，Vol. 47, No. 9, 1960.
- 6) 湯原浩三：細い孔井内での自記水位測定に用いる浮子と錘の設計と水位計の感度，地すべり，Vol. 8, No. 5, 1969.