

東京都立大学 正員 宇井正和
 東京都立大学 正員 安川 浩

まそがき、

容量式水位計は、それが用いられる液体の電気的性質や温度変化等に影響されにくく、逆にこのような欠点を持つ抵抗線型水位計に代って広く利用されている。抵抗線型水位計に関しては、特にその利用上での問題点、(水槽境界面近傍での使用、あるいは波形勾配の大きい小波等の測定における精度の問題)について考察してきた筆者等は、さらにこの容量式水位計の周波数応答を明確にする必要があると考へてきた。即ち、容量式水位計は、薄い絶縁体で隔絶された導体と液体(導体)とによって作られる電気容量の変化で、水位変化を検出するものであるから、表面張力等の作用によりプローブに液体が付着すると、その液体が新たに余分の容量を作り出し、真の水位検出の障害となる事が予想される。それはまた短周期の水位変動に対してより顕著になる可能性がある。この報告は、表面張力に基づく液体の付着によって、水位計が如何に影響を受けるかを検討するものであるが、特にここでは、プローブ壁面への液体の付着の仕方を実験的に考察したものである。

実験方法、

容量式水位計で通常用いられるプローブは、エナメル等で被覆された0.5mm程度の太さの細線が多いが、これでは液体の付着を調べるには細すぎるため、直径1~2cm程度のガラス管あるいはアクリル管を用いる事にした。これは、水位計としての機能は考えず、まず物体への水の付着の状況を調べようとしてにためでありプローブの径の大小によって液体の付着の様相が大きく変わると思はれたからである。又透明な管を用いたのは、照明のあて方により付着の様相がよく見えるためである。観測はモーター駆動による上下方向に単振動するシャフトの先に、これらの管をとりつけ、側面がガラス製の水槽の静止水面内で往復運動させ、それをモータードライブカメラにより写真撮影をした。

管の往復運動の周期は3~0.5秒の範囲で変えた。

考察、

最初に、プローブへの液体の付き方を二つに分けることにする。オ一は、水面がプローブの壁面に沿って盛り上った状態のもので、図1のAにあたり通常表面張力によるとされているものである。オニは、プローブの運動によって引き上げられた部分であり、その厚さは非常に薄くプローブが静止するとすぐ落ちてくるもので図1のBで示してある。後者については

ここでは前者が引きのぼされたものとはせず、それとは独立に付着しているものとする。現在このBのタイプの付着が水位計の容量変化にどのような影響を与えているか明確ではない。しかし、ここではまず、プローブの振動運動に伴い付着それ自身がどのようにふるまうかを検討してみた。プローブが最下点からある時点を上昇する間は、表面張力Aの部分は少し盛り上がりが大きくなるがあまり目立たず、又付着Bの部

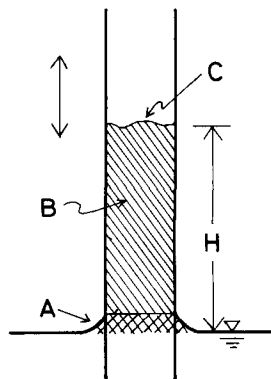


図1 液体付着の概念図

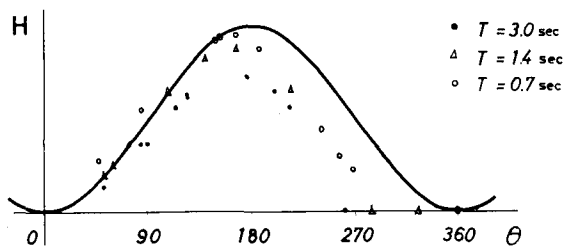


図2 プローブの変位と付着の高さ

分もまだ管壁によって引きずられているだけで見分ける事ができない。しかし、間もなくすると、表面張力や粘性によって引き上げられた液体も重力で引き下げられるため、その最上端部は多少付着の厚さを増し、それが屈折率の変化を起し見分け易くなる、図1のC。今後ここで述べられる付着の高さというのは、水面からこの屈折率の変化している所までの高さであり、図1のHで表わしてある。この付着の高さは、重力、表面張力およびプローブの速度との関係によって増減する。特にプローブが下降する時は、この付着は先に水面に到達するため、それ以後プローブが再び上昇を開始するまでプローブ壁面に付着は存在しない。図2はプローブの変位と、その各位相における付着の高さをプロットしたものである。実線はプローブの変位を表わしたものであり、●印、△印、○印は各周期における付着の高さを示している。原点はプローブの最下点を標準にしている。図によると、各周期ともプローブの上昇中は付着の高さを増すが、プローブが最上点に到達する少し前の位相で下降を始め、プローブが途中で下りると付着の高さが0になる。又明確ではないが下降を開始する位相は各々の振動の周期には関係なく約160°近傍に集中しているようである。周期の長い振動の方が付着の高さが低く、又その付着が0になる位相も小さい事が読みとれる。さらに周期が短くなると付着の状態も大きな位相まで持続し、周期 $T=0.7$ ではプロットの一部が実線の上にあることから、付着の高さが0になる状態が存在しない事も示しているようである。

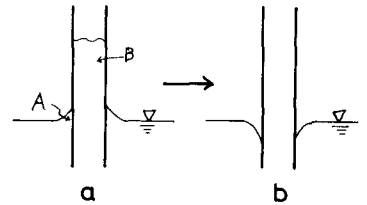


図 3

次に、水面の盛り上がりAと、付着Bとのかゝり合いについて述べる。プローブの上昇中は当然の事ながらAの部分はその大きさを多少とも増しながら形を保っているが、プローブが下降し始めてもすぐにプローブによって水面下に引きずり込まれるような事はない。何故なら、そのプローブの上部には付着した液体が付いているため、プローブは濡れた状態にありAの盛り上がりは静止水面での盛り上がりと同等の形を保てるからである。しかしプローブの下降と共に、この付着水の最上端が水面に到達した後は、Aの盛り上がりは乾いたプローブに引きずられて水面下に没入する。図3のaとbはこの変化の状態を示したものである。又この急激な変化は、水位計に水位の変化として感応させるに十分な大きさを持っている。つまり水没長を増しつつあるプローブが急に水没長を短縮する効果をもつため、水位計の記録として図4の丸印の中のようなステップを作ることになる。図4の記録は、筆者等の雑拙な径5mmのラッカー被覆のプローブを用いて検出したものである。プローブの径を細くしたり、あるいは被覆の材質を検討することによって、この効果を軽減、又は無くする事が可能かも知れない。

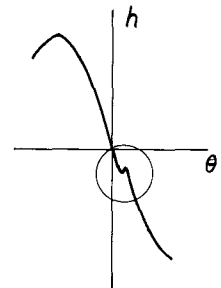


図 4

まとめ、

以上のように、プローブへの液体の付着は、通常見られる壁面に沿って盛り上りの部分と、引きずり上げられて付着している部分に分けられる。後者の水位計への影響はまだ明確ではないが、前者の変化は水位計出力へ大きく影響する。今回は付着の定性的な報告にとどまるが、これらの付着の影響が、プローブの材質、径の大きさ、又振動の周期によってどのように顕出してくるのかは今後の研究と待たなければならぬ。

参考文献

- 安川、宇井、抵抗線式水位計プローブと境界値問題 昭和50年度関東支部報告
 安川、宇井、平行線型水位計プローブの空間的分解能 昭和52年度年次講演会