II-111　水位計の応答・消波に関する研究

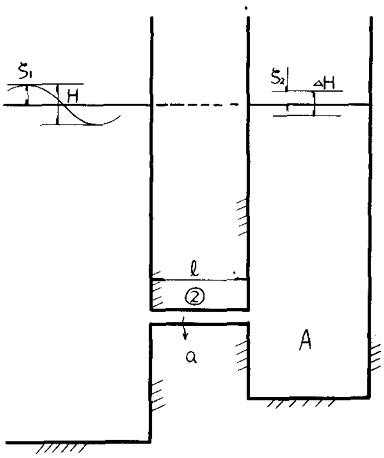
建設技研　正員　林　栄港
○ 建設技研　正員　渡辺泰次郎
東洋大学　正員　荻原　国宏

(1)　はじめに

河口に近い所に設置される河口堰においては、波浪の影響を必ず受ける事になる。最近のように流量調整を電算機システムを使用して行なうようになると、上・下流水位を適確にキャッチする必要がでてくる。下流水位を通常用いられている河川水位計（図－１）によってとらえようとする場合、波浪の影響が水位計内に及び、ゲートの操作が波の運動に応じて動く事になり、時々刻々と変動する事になり、大変好ましくない事態が生ずる。本レポートはその水位計内の変動を小さくするためには、どのような、断面積を与え、連結管のパイプの大きさを決めれば良いかについて求めたものである。

(2)　波高Hと内水位変化ΔHの関係

水位計の形状は図－１のようになっていて、水位は水槽①内の水位を測定する事になっている。波の高低により水槽内と外部との水位差によって水がパイプ②を通じて、水槽に水が注水、排水される。この様な系はU字管の振動系に外力が加わったような現象である。本来はそのような取扱いによって現象を解明しなければならないが、実験Caseが足りない点と、Aがaに比してかなり大きく、又ℓが短いため、慣性項の影響が無視できるような状態であるので次のような扱いをする。U字管系の振動としての扱いは補足実験して本年中にまとめる予定である。



図－1

パイプ②の流量係数をCとすると、パイプ②を通じて給排水される水の量dqは、

$$dq = Ca\sqrt{2g(\xi_1 - \xi_2)} \quad , \quad \xi_1 = \frac{H}{2}\sin\omega t \quad , \quad \xi_2 = \frac{\Delta H}{2}\sin(\omega t - \xi_0) \qquad (1)$$

ξ_1は位相のいれである。問題としている場合は$\Delta H \ll H$としようとするわけであるので、次のように考えても良い。

$$dq = Ca\sqrt{2gH/2\sin\omega t} \qquad (2)$$

一周期で水は出入りするので、半周期を考えれば入る量又は出る量が求まる。よってその量をVとすれば

$$V = \int_0^{\frac{T}{2}} dq = Ca\sqrt{2g\cdot H/2}\int_0^{\frac{T}{2}}\sqrt{\sin\omega t}\,dt = Ca\sqrt{2g\cdot\frac{H}{2}}\ T \qquad (3)$$

となる。この間に水槽①の水面上昇ΔHは、$V = A\cdot\Delta H$ 故次の関係式を得る。

$$\frac{\Delta H}{H} = C\cdot\frac{a}{A}\cdot\sqrt{\frac{g}{H}}\cdot T \qquad (4)$$

したがって $\Delta H/H \sim C\,a/A\sqrt{g/H}\cdot T$ の関係グラフをグラフにプロットすれば線型関係になると考えられる。

(3) 実験結果

模型実験は水槽断面積A，連結パイプ径d，同長lを変えた模型18種を作り、波の条件16種について行なった。それらの値は次のようである。

水槽断面の直径 $d=3^{cm}$ $(A=\frac{\pi}{4}\cdot 3^2)$、連結パイプ直径 $d=2.5^{mm}$，5^{mm}，7.5^{mm} の3種
連結パイプ長 $l=0^{cm}$，2.5^{cm}，5^{cm}の3種の組合わせ9種とこの2倍の大きさをもつ模型9種が用意された。

波の条件は，周期 0.671^{sec}，1.342^{sec} $(0.95^{sec}, 1.90^{sec})$（ ）内は2倍模型 の値
波高 2.5^{cm}，5^{cm}，10^{cm}，15^{cm} の4種

波は水位計口に対して直角方向，すなわち水路壁に沿って進行してゆく場合である。

(イ)水位計の連結パイプの流量係数C， Cの値は水位計に水を入れて，その流出特性（水位低下時間）を測定して計算して，計算によって求めた。それらの値は各模型によって異なるが $C=0.6\sim0.8$ までの値を示している。

(ロ)水位計の波に対する応答 水位計内の水面変化はプラスチック板に2cm間隔に銅線をはった手製の波高計をキャリブレーションしたものによって測定した。 波は水位計前面のものを波高計により，内水位の変化と一緒に同時記録させた。 それらを較正値により実変化になおし各場合のH及びΔHを求め，各模型のa，A，C，を用いて，各Case毎の $\Delta H/H$，$C\frac{a}{A}\sqrt{\frac{2g}{H}}\cdot T$ の値を求め，両対数グラフ用紙にプロットしたものが図－2である。 図中○印は0.671 secの波，△印は1.342 sec の波に対するものであり，各印は連結パイプ内径 $d=2.5^{mm}$，5^{mm}，7.5^{mm}の各場合に相当するものである。 このグラフよりも判るごとく全般にわたってかなり良い相関を示しているが，黒印のみ若干はなれている。 これはパイプ径の大きい場合の流量係数の測定にかなりの無理があって，誤差が入っていると考えられる。すなわち，水位変化5^{cm}の所要時間が$0.66\sim1.2^{sec}$と非常に早く，多数回の測定の平均値ではあるが確定値がつかめていないためと考えられる。

(4)実用面への適用 この結果を実際に使う場合は，$\Delta H/H$を設計必要値として決定したのち，図-2上の直線に相当する$C\cdot\frac{a}{A}\sqrt{\frac{2g}{H}}T$の値より a，A の大きさを決定すれば良い，なおCの値も，パイプの形状が決まれば概略の値は見当がつけられる。なおエネルギー損失式より $C=\sqrt{\frac{1}{f}\frac{d}{l}}$，$f=\frac{8g\mu^2}{\sqrt[3]{d/4}}$ を使って，パイプ長が長い場合には，Cの値を推定する事ができる。