

日立造船 正員 中島康吉

" 正員 ○ 巻幡敏秋

" 砂田博幸

1. 概要

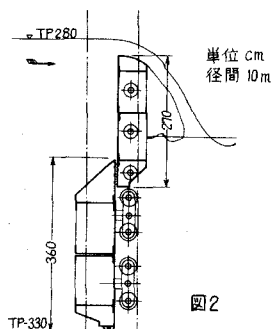
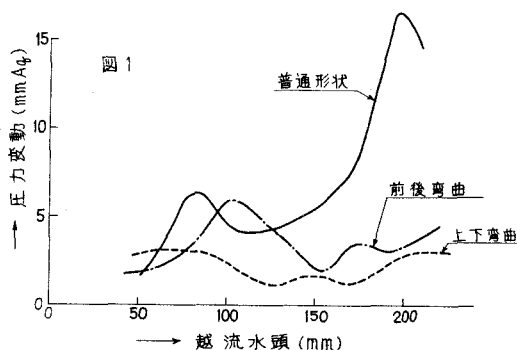
越流ゲートはしばしば大きな振動を発生して問題となるが、従来は越流ナップおよび越流ナップとゲート間の空気を考慮に入れて、ナップの固有振動数を算出するという解析しか行われておらず振動発生の原因は不明のまま残されていた。

著者らは限界水深が最小エネルギー点で決定されることに着目し、越流水に属する一次元理論式が中心力場における質点の運動方程式と同形に導かれ得ることから越流ナップの固有振動数を求めた。その結果によれば越流水頭を H 、重力加速度を g 、固有振動数を f とすれば $f = \frac{3}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{2H}}$ で表わされることになるが、実際の流れは一次元流と異なり、水深方向の速度分布の影響で実験で得られる固有振動数は極めて浅い越流水頭の場合には若干低く、越流水頭の大なる程若干高くなっているようである。

このように限界水深が最小エネルギー点であるために水深が大きくなっても小さくなくても限界水深にもどろうとする性質があり、従ってわずかの攪乱によって振動しようとする性質があるので、ゲートの固有振動数と共振する場合にほかなり大きな振動の発生が考えられる。このような振動を防止するためには越流ナップの状態をゲートの幅方向に変化させ、単一の固有振動数をもたないようにし、卓越した水圧変動の生じないようにすることが最もよい方法である。そのためには越流ゲートの支配断面を前後方向あるいは上下方向に変化させればよい。

2. 模型実験

直線的な普通の越流ゲート模型(断面クレーガー)の他に前後方向に弯曲した模型(断面クレーガー)および上下方向に弯曲した模型(断面クレーガー)を用いて、下流側の圧力変動と計測した例とあげると図1に示すようになり、前後、上下方向に弯曲させた越流ゲートの圧力変動は極めて小さく、スポイラーや給気管をつけた場合よりさらに効果が大いことが判明した。特に上下方向に弯曲させた場合は全く越流条件が幅方向に異なってくるので、当然のことながら大きな効果がある。



3. 実物実験

図2に示すような実物ゲートでかなり大きな振動が発生し、その振動防止のために上段ゲート下段ゲートに加速度計を設置して振動を測定した。上段ゲートの中央奥で計測された加速度の大きさを例として図示すると図3のようになり、上段ゲートの端部（ローラー取付付近）の中央と下方で計測された加速度の大きさを示すと図4となる。

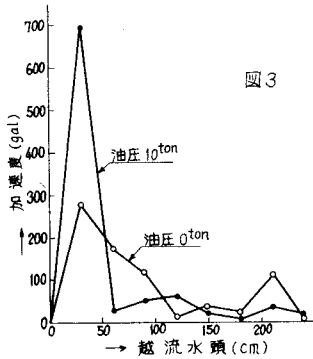


図3

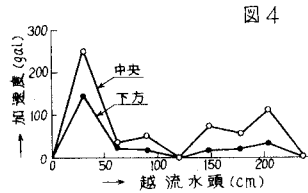


図4

上下段ゲート間のがたをなくすれば越流ゲートの振動性状が改善されるのではないかと予測して上下段ゲート間に油圧ジャッキを挿入した場合の測定例も図3に示しているが、上下段ゲート間のがたのみが越流ゲートの振動の根本的な原因でないことは明らかで、上下段ゲート間のがたをなくすればある程度振動が小さくなることもあるが、全般的にがたがあるものに比べて加速度は大きくなっている。

図4から上段ゲートは剛体振動が主で、その現象は並進運動でなく、回転運動であることがわかる。図3,4から加速度が卓越している越流水頭 30cm 、 210cm 付近はたまたま戸当りとゲートとの隙間が大きくなっていて、ゲートが剛体運動し易い状況下にあったために現象が卓越したものと考えられる。また越流水頭 150cm 付近の振幅も大きいのが、振動数が小さいので加速度は小さくなっている。特に越流水頭 30cm 付近の現象はゲート操作によって上下段ゲート間の水密がきかなくなり、その隙間からの漏水がゲートの剛体振動を誘起し、その振動とゲートの肉が弾性振動とが共振に近い状態であったために図3に示すように卓越したものと考えられる。

越流水頭の大きい場合の振動は越流ナツプの振動が落下英の水圧変動ともたらしゲートの振動を誘起させていると考えられたので、振動防止対策として越流水の支配断面を幅方向に変えて単一の固有振動数をもたないような形状にすると共に、上下段ゲート間に止水ゴムを設置しゲート操作によって漏水しないようにすることによって振動現象の発生を阻止することができた。

4. 結論

越流ゲートの振動現象を理論的に究明すると共に模型、実物実験を実施した結果、理論的考察と現象とはほぼ満足することが明らかにされ、越流ゲートの振動を防止するためには越流ナツプの状態をゲートの幅方向に変化させ、単一の固有振動数をもたないようにし、卓越した水圧変動の生じないようにするのが最もよい方法であることも判明した。