

京都大学工学部 正員 中川 博次
建設省 正員○守安 邦弘
鴻池組 正員 後藤 健太

1. 研究目的 本研究の目的は、実河川に設置されるシェル構造長径間ゲートの潜り流出において発生する振動について、実験から得られるデータをもとに、発生時の振動特性と振動発生メカニズムを明確にして振動の発生条件を示し、最終的には、実機ゲートの動的安全性、経済性に適した設計に指針を与えることである。

2. 実験方法 本研究では、1/800及び1/1200の2種類の撓み度を有する2次元模型を用いて実験を行った。図1に使用したゲート形状を示す。実験では流体中のゲートの動的挙動とゲートに働く流体力を調べるため、①ゲートの鉛直加速度(AV)②ゲートの水平加速度(AH)③上流側底部にかかる圧力(PU)④下流側底部にかかる圧力(PD)を同時測定した。更に、流体とゲートの相互作用を明らかにするために、ビデオ撮影も行った。

3. 結果と考察 図2に振動周波数の変化を示す。この図から、剛性の変化にともない周波数(f)も変化することがわかる。この結果は、微小開度の潜り流出状態で発生した振動は、振動系に関係なくゲート周辺の流れによって起こされる強制振動ではなく、振動系の固有周波数(f_n)に一致した f で振動する自励振動であることを示している。また、ゲートの運動軌跡から、潜り流出において発生する自励振動は、鉛直方向が支配的であることが確認された。

図3に振動発生領域図を示す。この図から、①剛性の違いによって振動発生領域が大きく変化することはない②振動は、A-1型≒A-2型>A-3型の順で発生しやすい③あらゆる上流水深(H_u)で、振動が発生する限界 H_d が必ず存在する④振動は開度(s)が小さいほど発生しやすいことがわかる。

更に、流体力と加速度との位相差データから、ゲートに励振効果を与えるのは下流側底部の圧力であることがわかった。

以上の振動特性に関する考察から、振動を励起させるのはゲート下部下流側であり、振動に影響を与えるパラメータは、 H_d 、ゲート形状及び s であることが判明した。この結果に留意してリップ直後から墨汁を流して流況を可視化したところ、ゲート下部下流側の流況は、図4のようになっていた。リップから放出される流れは剥離を生じ、剥離せん断層を形成する。パラメータ H_d 、 s 及びゲート形状を

変化させながら、流況の変化を観察したところ、① s が大きいほど剥離せん断層は安定である② H_d が大きいほど剥離せん断層は不安定である③切り上げ角度が小さいA-3型の方がA-1型よりも安定した剥離せん断層を形成する④ゲートが振動するときは、必ず剥離せん断層がゲート下部に再付着している、といった傾向が確認された。以上から、ゲートが自励振動を起こす原因はリップより放出される剥離せん断層の不安定性である

Hiroji Nakagawa, Kunihiro Moriyasu, Kenta Gotoh

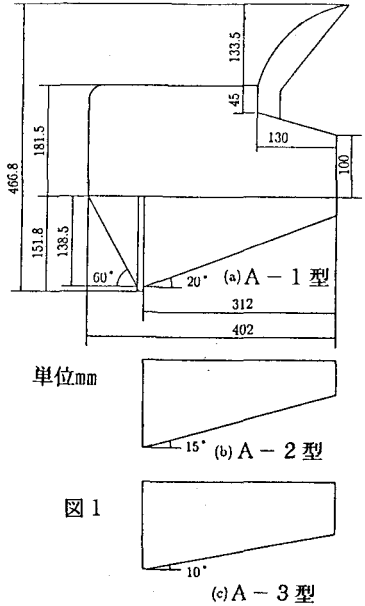


図1

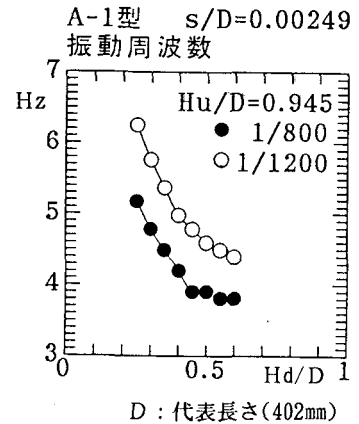


図2

と結論づけることができる。従って、剥離せん断層を安定させることができれば、自励振動は発生しないと考えられる。

剥離せん断層の不安定性にポイントをおき、図5で定義する諸量を用いて潜り流出における運動方程式を導出すると、

$$\left(m + \frac{\rho B D'^3}{6 h_0}\right) \ddot{y} + \left(c - \frac{A_1 \rho B D' u_1}{2} + \frac{\rho B D'^2 u_1}{2 h_0}\right) \dot{y} + \left(k - \frac{C \rho B D' u_1^2}{h_0}\right) y = 0 \quad (1)$$

になる。ここに A_1 、 C は定数である。(1)式は、自励振動が発生する条件は、

$$c - \frac{A_1 \rho B D' u_1}{2} + \frac{\rho B D'^2 u_1}{2 h_0} < 0 \quad (2)$$

であることを示す。これには例えば、 h_0 を大きくすればよい。これは即ち、ゲートの切り上げ角度が大きい方が振動し易いことを示し、実験結果と一致する。(2)式には、 s 、 Hd といったパラメータが陽に含まれていないが、これらは定数 A_1 に含まれることになり、今後更に実験を行いデータを集める必要がある。

4. 終わりに 動的に安全なゲートを設計するための指針を示すと、リップからの剥離せん断層が、安定したまま下流へ流れるようにすればよい。そのためには今後の、ゲート形状、河床形状等を変えての実験による、現象の把握が望まれる。

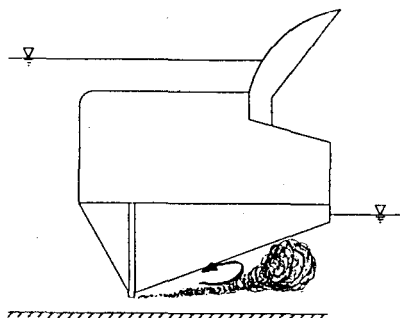


図4

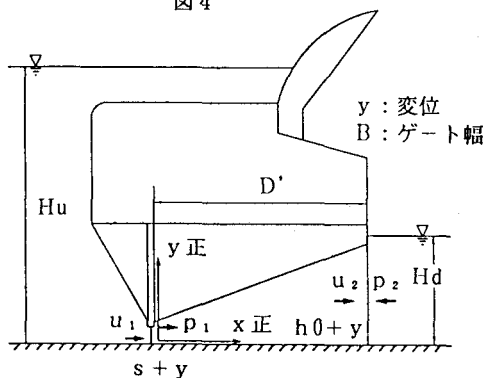


図5

図3

