

ラジアルゲートのリップに関連した振動

東洋大学工学部教授 フェロー会員 荻原 国宏
水門鉄管協会技術調査研究委員会幹事長 正会員 上田 幸彦

1. 目的

水門鉄管協会の技術調査研究委員会ではラジアルゲートの自励振動について2000年度から2年間かけて調査研究をしてきた。2000年度にはトラニオンピン中心と圧力中心がずれている場合の発生条件について解明した。2001年度はリップ形状に関係した自励振動について解明することが出来た。回転中心と圧力中心がずれていない場合である。

2. ゲート模型とリップ模型

ゲートの模型は2000年度に使用したものをそのまま使用している。このゲート模型にリップ模型を取り付けられるようにした。模型ゲートの寸法および配置状況は図1のようになっている。ゲートは吊りワイヤーを通じて板バネに結合されており、固有振動系を形成している。リップ模型の縮尺は原型との相似を考慮せずに、流れの特徴を把握できる程度の大きさの模型としている。リップ模型のダム面との関係は図2のようになっている。止水ゴムの厚さは13mm、スキンプレート厚さは44mmとなっている。実物よりかなり変形したものとなっている。今回の実験が振動の発生原因を明確にすることを目的としているので、かなり極端な形状を敢えて採用した。

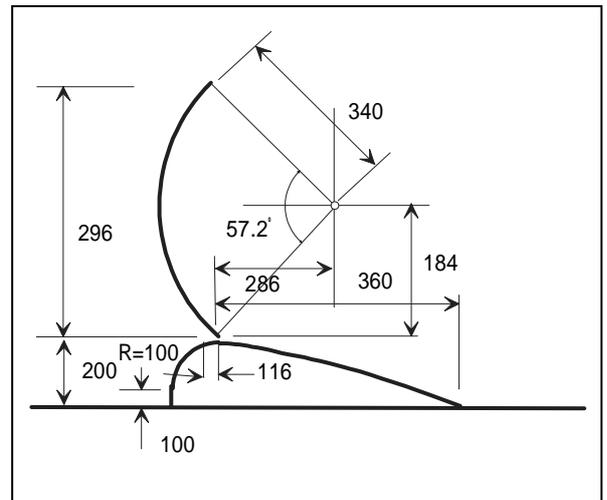


図 1 ゲート模型

3. 振動状況

模型実験の結果、振動は微小開度で発生するタイプと、比較的大きな開度でも発生するタイプとがあり、さらに自由流出で生ずるものと、もぐり流出で生ずる振動とがあることが判った。

振動は自励振動となっており、固有振動系とリップ部分を流れる水の状態との関連で発生してきている。振動記録の一例を図3に示しておく。この記録から判るように、振幅の一定した自励振動にはなっていない。最初に行った実験では自由流出

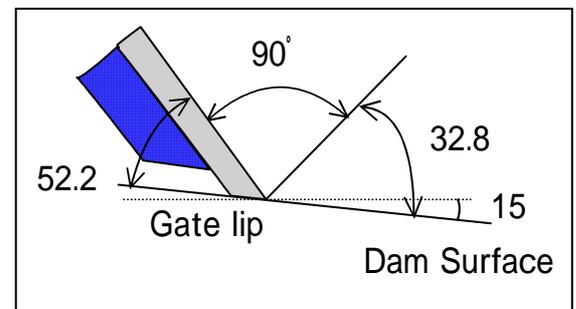


図 2 リップ形状

ともぐり流出での相違を明確にすることが出来た。その結果をまずまとめておく。表1に一連の実験結果を示してあるが、conditionの欄に書いてあるSub, Freeは流れの状態を示しており、前者はもぐり流出、後者は自由流出を示している。

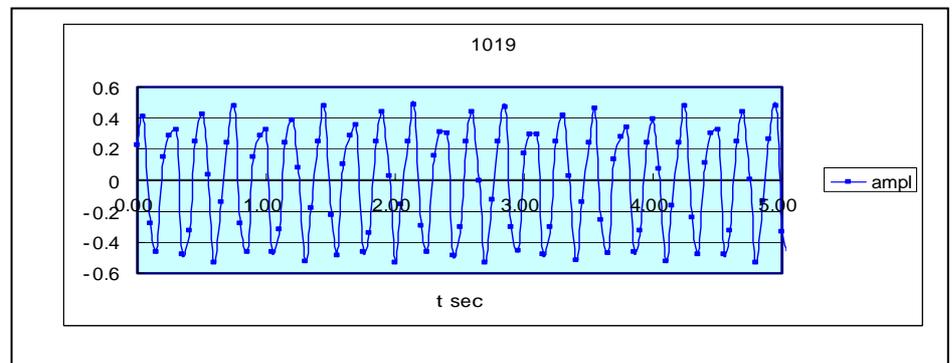


図 3 振動記録

キーワード ラジアルゲート、自励振動、リップ形状、止水ゴム、自由流出

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100 東洋大学工学部環境建設学科 TEL 049-239-1395

表 1 実験結果の一例

File	1014	1015	1019	1020	1022	1035	1047	1048
condition	sub	free	sub	sub	sub	sub	free	sub
T sec	0.215	0.2	0.235	0.28	0.27	0.22	0.155	0.24
f Hz	4.65116	5	4.25531	3.57142	3.70370	4.54545	6.45161	4.16666
accel gal	457.132	138.370	435.061	377.336	206.282	192.275	136.248	233.023
a mm	2.67898	0.70170	3.04604	3.75055	1.90651	1.17983	0.41499	1.70165

- File1014,1015 の比較からもぐり流出の状態のほうが、振幅がはるかに大きく、周波数が低くなることを示している。また File1035,1047,1048 のケースを比べると、同様にもぐり流出状態の方が振幅が大きく、周波数が低くなっている。
- 水位条件のほとんど同じ File1014,1019 の比較から開度の相違 2 mmと 1 mmの差から開度の小さい場合で振幅が大きく、周波数が高くなっている。また振幅が大きいと周波数が小さくなる傾向がある。

このような結果からこの振動の特徴として、次のようなことが判った。

1. 支持系のバネが同じ状態にもかかわらず、振動の周期が異なってくることから、振動を支配しているのは、リップ下を流れる水の流速等である。
2. 自由流出の場合がもぐり流出の状態に比べて周波数が高く出ている。このことから下流の流れの条件は流速を低下することと、付加質量を増加させる効果が出ている。
3. 開度が大きくなって(File1022)振動が発生している。これはリップ部分の流れが剥離、再付着をする状態となっているためである。

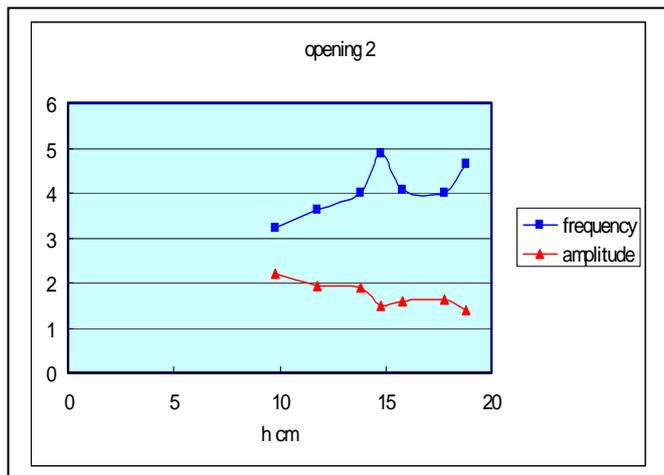


図 4 振動と水深の関係

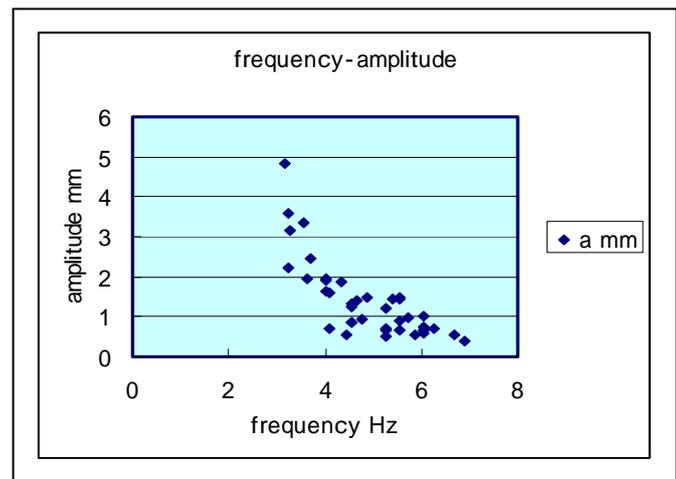


図-5 振幅と周波数の関係

このような結果を受けて、クレストラジアルゲートを研究対象としているので、自由流出の場合について詳細な実験を行った。その結果を以下にまとめる。図 4 に開度 2mm のときに上流水深を変化したときの振幅と周波数の変化を示している。水深が増えるに従って、振幅は小さくなり、周波数は高くなっていることが判る。バネの強さ、開度、水深を変えて同じ実験をした結果、同じような結果を得た。そこで振幅と周波数の関係を見たのが図 5 である。したがってこの振動の特徴として

- 周波数が高くなると振幅が小さくなっていることが判る。先の結果と合わせて考えると、水深が増加すると、リップ下面の流速が増加する。このためにリップ下面で生じている現象が早く変化していると判断される。バネがやわらかい場合にはゆっくりと運動するので、振幅も大きくなる傾向がある。
- この振動はリップの面とダム面がほぼ平行か、若干下流側に開き気味で生じている。この点は流れの問題と関連して重要である。開度が大きい場合 5mm、4mm の場合には流出水面と、ゲートリップ下面の傾斜角が、ほぼ平行になる状態で振動が発生してきている。