

PSII-14 長径間シェル構造ローラーゲート3次元模型振動実験

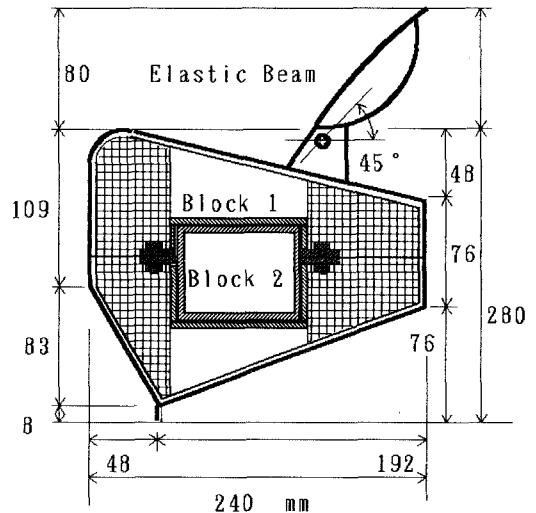
東洋大学工学部 正員 荻原 国宏
（水門鉄管協会水門技術調査委員会）

はじめに 水門鉄管協会では水門の技術の向上発展の為に水門技術調査委員会を設け中川博次京都大学教授に特別顧問になって頂き平成元年度から活動を開始した。この報告は平成元年度から始まった調査研究の長径間シェルローラーゲートについての研究の一つである「シェル構造ローラーゲートの振動の3次元模型実験」の中間結果をまとめたものである。長径間シェルローラーゲートの設計では撓み度の制限と許容応力度の制限を受けて最適設計がされている。撓み度の制限をクリアして設計されたゲートでもゲートの中央部と両端では開度に数cmの差が生じている。このことと小開度で自励振動が発生する事の関係把握する事、どのような状況、原因で発生しているのかを明確にし、今後の設計の基準、操作基準に反映させて行く事を目的としている。

図-1 模型の概略図

(1) 実験模型とその支持方法

模型の撓み度はアルミの梁による弾性梁によって合わせ、模型の外形はアクリル樹脂による幾何学的な相似模型で合わせる方法を取った。模型の大きさは実験室の規模を考慮して縮尺比 $n=1/12.5$ を考えた。原型ゲートの規模は径間；上段扉 39.0m 下段扉 40.0m、扉高；上段扉 1.0 m 下段扉 2.5 m 全高 3.5m、設計水深；上流側 3.8m 下流側 0m、操作水深；上流側 3.8m 下流側 0m、水密方式 前方3方水密、揚程 10.0m、開閉速度 0.3m/min、開閉機形式；電動ワイヤーロープ両端巻き上げである。従って模型の大きさは径間 320cm、下段扉 20cm 上段扉 8cm 全高 28cm となる。模型の基本断面形状は図-1に示すようになっている。模型の形式は外郭部をアクリル樹脂で作製し、中央部にアルミの弾性梁を置き、この弾性梁の剛性で弾性相似を持たせる手法を取った。模型ブロック間には 3mm 程度の間隔を持たせ、振動したときに隣同士のブロックが衝突しないようにしてある。水止めは上流側にビニールシートを両面接着テープで張り付ける事によっている。



この梁は両端の支持板に単純支持の形で取り付けられ（ピンサポート）ている。この支持板は片持ちの板バネによって固定装置に結合されている。この板バネは現地の操作ワイヤーの弾性に相当する物である。梁と板バネの強さを決めるのはフルードの相似によっている。ゲートブロック1つの重量は 1000g であった。

(2) 弾性相似について

弾性相似についてはフルードの相似則を適用する事にし、梁の空気中での固有振動の相似を持たせる事にした。すなわち原型での固有周期と模型での固有周期の間にフルードの相似が成り立つ様に、さらに撓み度の条件を満たす様に模型の梁の剛性を決定した。原型のゲートでの撓み度が異なる3種類（ $\delta/L=1/500, 1/800, 1/1200$ ）の梁について検討する事にし、これに相当するゲートの原型と模型での固有振動数は次

の表のようになっている。この表の中の f_H 、 f_V はそれぞれ水平方向と鉛直方向の固有振動数である。

（３）実験方法 まず最初に自励振動の発生領域をつかむための実験としていくつかの開度と上流水深、下流水深の組み合わせを決定し、それぞれの梁について実験を繰り返して行った。この時の測定は梁の中央点に加速度計をセットして鉛直方向と水平方向の振動加速度を測定した。

	原型			模型		
δ/L	1/500	1/800	1/1200	1/500	1/800	1/1200
f_H	3.11	3.93	4.81	10.977	13.887	17.006
f_V	2.25	2.84	3.48	7.949	10.053	12.319

表－１ 原型と模型での空気中の固有振動数

（４）実験結果 大きな自励振動の発生する領域は、多くの実験を繰り返してやっとの事でつかむ事が出来、「微小開度で下流側の水位が低く、流出部の多くの部分は自由流出になっており、一部梁の中央部分のみが潜り流出になっている」状態である事が判った。この条件が合えさえすれば上流水位がどのような位置にあっても自励振動の発生を観測できる。上流水位が高いほど大きな振動が発生して来る傾向にある。

１）下流水深との関係

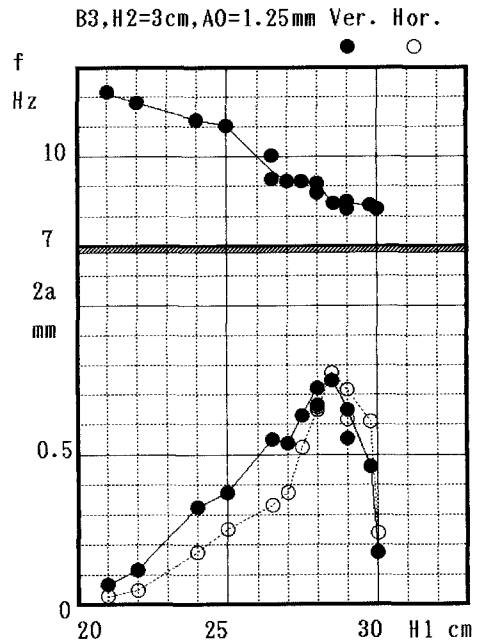
A) 自励振動は 3～5cm の下流水深で発生している。これは丁度自由流出から潜り流出に変化する領域である。B) 開度が小さい程大きな振幅の自励振動が発生している。

２）上流水深との関係

開度と下流水位を一定にして上流水位を変化させた時の状況を見てみよう。梁の剛性が異なる３種類の内A(1/500)の代表的な場合を示したのが図－２である。このグラフの上は周波数を下は複振幅を示している。黒丸は鉛直振動を白丸は水平振動を表している。結果として次の様な事が判明した。

A) 水平、鉛直の各方向とも同じ程度の振動を示しており。この場合には若干水平の方が大きめである。B) 上流水深が 27～29 cm 程度の時がいちばん大きな振動を示しているが、水深が大きくなると梁の撓みが大きくなって、潜り流出の範囲が多くなるためである。C) 周波数は水深が増加すると減少している。これはゲート上面に水が溜まる為である。D) 撓み度の小さいCの梁(1/1200)になると振幅が小さくなっている傾向がある。また開度で見てもCの梁ほど小さい開度の部分だけで振動が起こっている。E) 振動の発生している領域を開度と梁の撓み度との関係で見ると、撓み度の大きい場合ほど開度の大きいところまで自励振動が発生しており、その振幅も大きくなっている。F) 振動の発生原因、振動時のゲートの運動形態については平成2年度に解明する事になっている。

水門鉄管協会の水門技術調査委員会ではこの報告以外に２次元模型による振動模型実験、長径間ゲートの撓み度、固有振動数等に関する実際のゲートの実態調査も実施している。この委員会は建設省、農林水産省、通産省の各関係部門、及びその研究所からの委員、水門メーカーからの委員によって構成され関係機関の協力のおかげで十分な成果が挙げられつつあります。記して関係者に謝意を表します。



図－２ 上流水位と振動（A梁）