

洪水吐ゲートの微小開度時の振動

中部電力(株)大船渡ダム管理所 溝口悦郎・(正会員) 井田康男・堀田勝弘

1. まえがき

対象とするゲートは、発電用利水ダムの放流調節用の鋼製シェル構造ローラゲート（径間長40.5m）である。

本ゲートは設置当時から微小開度時の振動発生が懸念されており、出水初期における小開度の放流操作を制約する要因となっていた。

本調査は、表-1に示すゲートの基本諸元、剛性諸元から求められる振動発生に関する推定値や、ゲート直上流湖面の波動状況から推定されるゲート振動挙動について、実放流による振動測定結果により評価、裏付けを行うものであり、温度環境、水密部の条件により変化する振動の、今後の管理方法について提案を行うものである。

2. 振動発生の評価手順

ゲートの自励振動については、様々な提案がなされている。本調査では、それらの中から図-1に示す観点から振動領域を推定し、実放流による振動測定結果との比較により、ゲートの自励振動の発生の有無について評価する。

表-1 対象洪水吐ゲート諸元

ゲート構造	シェル構造ローラゲート
径間長 (m)	40.500
扉 高 (m)	7.300
扉体重量 (t)	315.896
水密方式	前面3方ゴム水密
鉛直たわみ度	1/7093

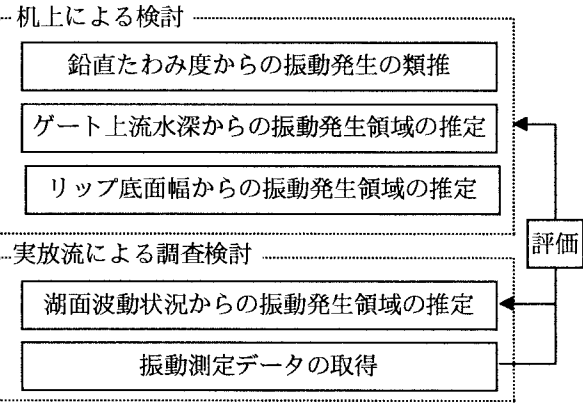


図-1 振動発生の検討概要

3. 調査、検討結果

(1)机上による検討

a. 鉛直たわみ度からの振動発生の類推

（径間／扉高）と鉛直たわみ度、振動実績の関係を表したのが図-2である。

図-2より振動発生は、（径間／扉高）が11以上、また鉛直たわみ度から見ても剛性が不足しているゲートに見られる。

本ゲートの（径間／扉高）は5.547、鉛直たわみ度は1/7093であり、振動に対して十分な剛性を有している。

b. ゲート上流水深からの振動発生領域の推定

「ダム・堰施設技術基準（案）」では、ゲートの自励振動は、ゲート開度が上流水深の1%以下の微小開度時に発生するといわれている。

本ゲートの放流時における上流水深は、6.463mであるため、ゲート開度（ a_1 ）が、 $0 < a_1 < 7$ cmの時、自励振動発生の恐れがある。

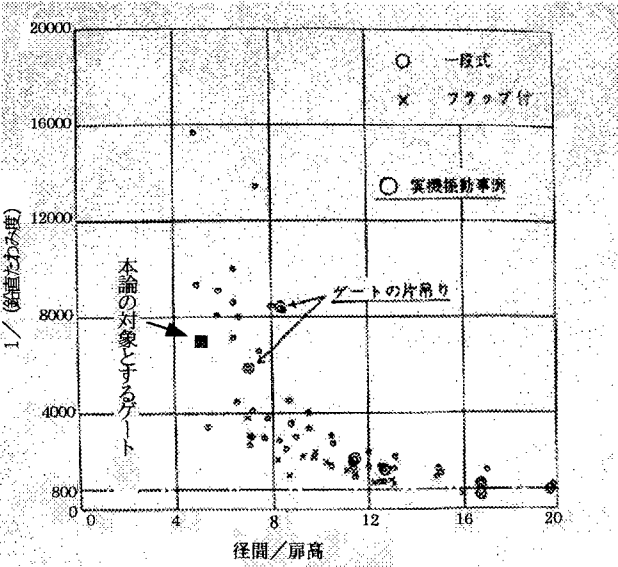


図-2 (経間/扉高)と鉛直たわみ度と関係
（参考文献（1）に加筆）

c. リップ底面幅からの振動発生領域の推定

リップ底面幅に対する振動発生開度の値は、ゲートの前後方向の振動に対しては底面幅の1.5倍、上下方向の振動に対しては1.0倍とされている（参考文献（2）より）。

本ゲートでは、リップの底面幅42mmから（図-3参照）

（ゲートの前後方向の振動発生領域： a_2 ）

$$0 < a_2 < 6 \text{ cm}$$

（ゲートの上下方向の振動発生領域： a_3 ）

$$0 < a_3 < 4 \text{ cm}$$

(2)実放流による調査検討

a. 湖面波動状況からの振動発生領域の推定

実放流時のゲート直上流湖面の波動状況について目視調査を実施した。

開度1cmでは、ゲートの鉛直方向と水平方向に波動が確認された（写真-1参照）。

開度2cmでは、鉛直方向の波動は消え、水平方向のみ波動が確認された（写真-2参照）。

開度3cmでは、波動は確認されなかった。

波動発生状況から、開度1cmでは強いゲート振動が発生しており、開度2cmにおいて振動は大きく減衰し、開度3cm以上で振動が収束していると推定できる。

（目視による振動発生領域： a_4 ）

$$0 < a_4 < 3 \text{ cm}$$

b. 実放流による振動測定データ

実放流を行った時の開度別振動測定データを図-4に示す。

開度2cmまでの最大振幅量は13~33/100mm程度にあり、周波数帯は8Hzである。本ゲートの固有振動数は5Hzであり、共振の危険性もはらんでいる。開度3、5、7cmでは、各開度の最大振幅量が5/100mm程度へ低下し、周波数も20Hz付近で安定していることから、自励振動は開度3cmで収束していると考えられる。

4. 評価

ゲート諸元から推定した自励振動の有無の評価結果が高い精度を有することを実測結果より確認できた。

また、ゲートの振動は湖面振動となって表れることを加速時計による計測結果との対比から明らかにできた。これにより、種々の条件により変化していく微小開度振動発生有無の「簡易な推定方法」として、「湖面波動の目視調査」が十分に実用可能であることを確認できた。

〔参考文献〕（1）（社）水門鉄管協会，水門技術調査研究委員会：ゲートの動的安定設計に関する研究報告書，pp.25-30，1994。

（2）巻幡敏秋：水門扉の振動に及ぼす微小開度の影響について，水門鉄管，No.137，1983。

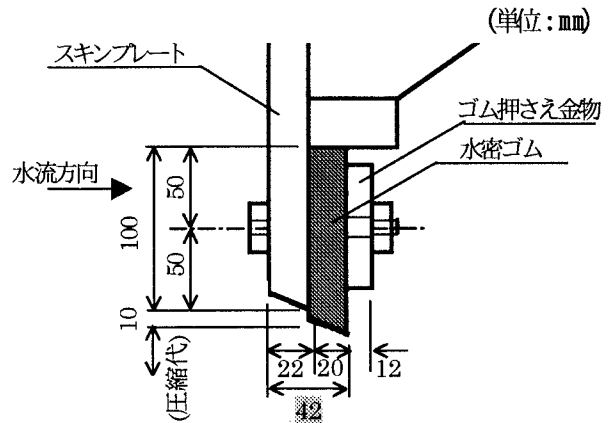


図-3 リップ底部構造図

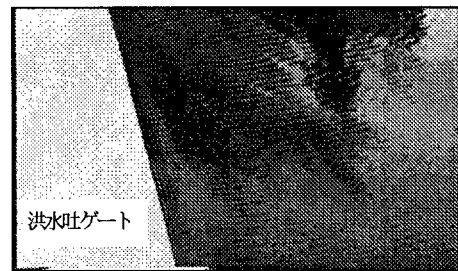


写真-1 開度1cmでの湖面波動状況

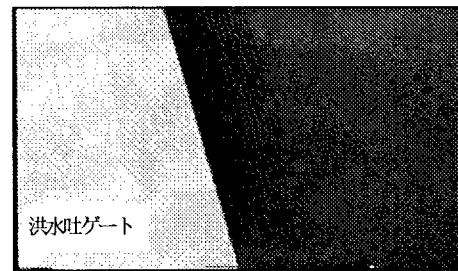


写真-2 開度2cmでの湖面波動状況

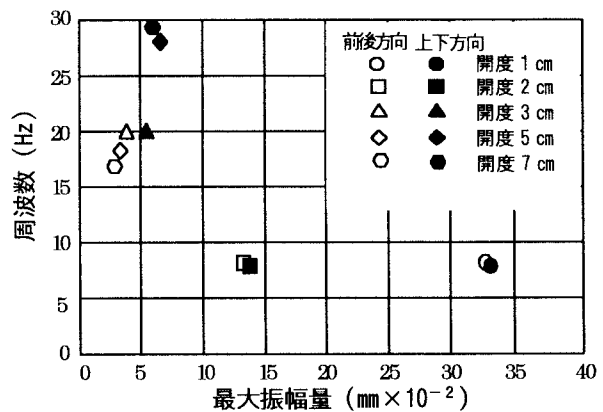


図-4 ゲート最大振幅量と周波数