

フローティング起伏ゲート型式オートフラップゲートの排水作動時の水理性能

(財)土木研究センター 正会員 ○飯干富広
 (財)土木研究センター 正会員 田代洋一
 (財)土木研究センター 正会員 菅野修平
 (株)協和製作所 藤井道博

1. 目的

オートフラップゲートは、特に潮汐や高潮等の影響を受ける区域の水門・樋門用の自動ゲート設備として開発されたものである。本ゲートは、フローティング起伏ゲート形式に油圧式制御装置を備え、上下流の水位変動に的確に対応した自動起伏作動機能と併に、波浪等に対する作動安定機能、任意操作機能を有する。九州地域の4基の実績では、河川増水時などにおいて人為的操作を必要としない確実な逆流防止と内水排除の性能が確認されている。本論文は、本ゲートの自動起伏性能の設計方法のうち、自動排水性能についての模型実験を行い、その水理的動作メカニズムを確認し、性能検討方法の妥当性を検証したものである。

2. 実験方法

ゲートの設計理論にもとづいて設計した比重 1.19 のアクリル樹脂製の高さ 0.75m×幅 1.00m の模型ゲートを用いた幅 1m の二次元水路実験によって、油圧機構を除く下流水位上昇時の自動起立性能と下流水位下降時の自動倒伏性能を確認した。

3. ゲートの性能設計要領

3.1 自動起立性能 図-1 に示す下流水位上昇に応じてゲートが起立する状態の起立モーメント M_a は次式で表される。反時計回りをプラスとする。

$$M_a = -M_1 + M_2 - M_3 \cdots (1)$$

自動起立による逆流防止性能と、最大起立角度で確実な閉塞性能を確保するため、ゲート先端浮力モーメント M_{2a} と全体浮力モーメント M_2 の比率 $M_{2a}/M_2 = S_{a0min} > 15\%$ 、ゲートの最大起立角度で $S_{a0max} > 5\%$ の設計条件とした。

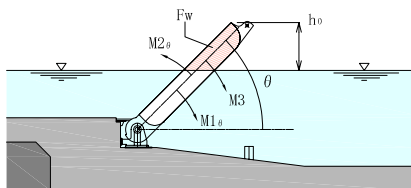


図-1 自動起立性能

3.2 自動倒伏性能 排水性能は、自動倒伏時に発生するゲート上下流水位差 h_2 の概略検討値、 C 値によって検討される。扉体浮力によって生ずる水位差 h_2 による水圧が扉体倒伏方向に作用して安定するとした検討式である。

$$C = 2(-M_1 + M_2 + M_3) / (L^2 B Y) \quad h_2 \cdots (2)$$

C 値は扉体起立角度によって変化する。実際の設備設計では十分な作動抵抗モーメント M_3 を見込み $C < 0.3m$ 、即ち排水作動時の上下流水位差は 30cm 以下として設計される。模型ゲートでは $M_3 = 0$ となるよう水密ゴム部を調整した。このため、模型ゲートの性能検討値は $S_{a0min} = 0.689$ 、 $S_{a0max} = 0.716$ 、 C 値 = 7.3 ~ 12cm となる。

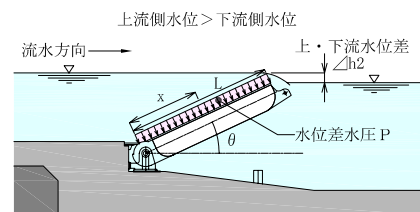
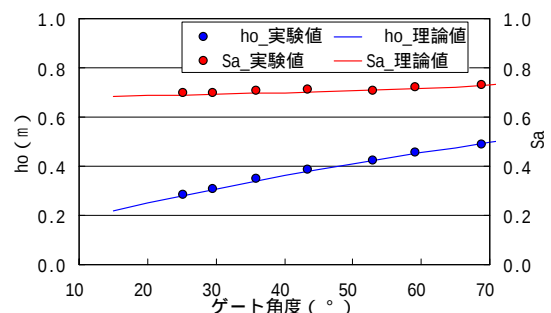


図-2 自動倒伏機能

4. 性能確認結果

4.1 自動起立性能 模型ゲートは自動起立時の確認試験により、図-3 のとおり、性能設計値に基づく十分な性能を有することが確認された。

図-3 ゲート開度と S_a , Δh_o

4.2 自動倒伏性能 本ゲートは下流水位一定の条件下で流量が増加すると、扉体が沈み込む形態で倒伏作動し越流水量を増加させる。これにより上流側水位の上昇を抑制する。図-4 に示すように一定の下流水位に対して流量に

キーワード 樋門・水門ゲート、フローティングゲート、起伏ゲート、油圧シリンダ、逆流防止、内水排除

連絡先 〒160-0016 東京台東区台東 1-6-4 (タカラビル 3F) (財)土木研究センター TEL 03-3835-3609

関係なく概ね同様の上下流水面形を描く．

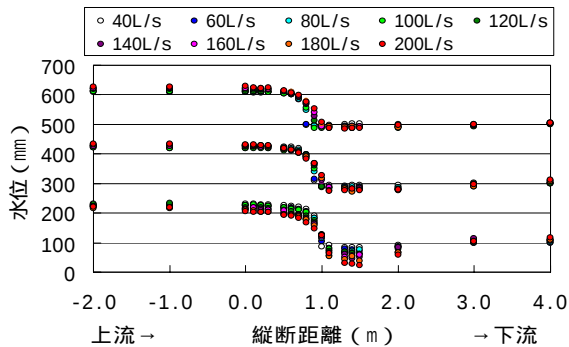


図-4 ゲート上下流水面形

5. 性能設計の検証

扉体の上下流面に作用する圧力は、図-5 のように上流面は上流水位，下流面は下流水位による水深相当圧となる．これより，排水性能C値の検討方法は妥当であることが確認された．しかし，扉体先端部近傍の越流部では水面低下により圧力が低下するため，性能設計で想定した等分布圧力とはならないことが確認された．このため，図-6 に示す台形分布水圧として，倒伏時の水位差 h_2 の設計精度を向上させることとした．

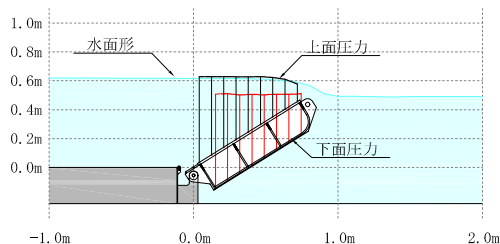


図-5 ゲートの作用圧力

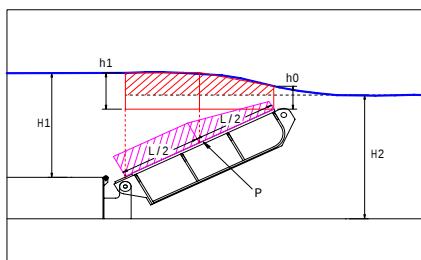


図-6 ゲート作用圧力の考え方

図-7 は，水面形 h_0 を限界水深， h_1 を越流係数2.1と仮定して求め，台形圧力分布で修正したC値の検証結果で，十分な精度向上が確認できた．また図-8 は，各下流水位と流量に対応して，扉体が概ね理論値どおり，起立角度を低下し倒伏作動させることを示す．この結果，図-9 に示すように，各下流水位に対して水量が増加しても，上流水位は上昇しないことが確認された．

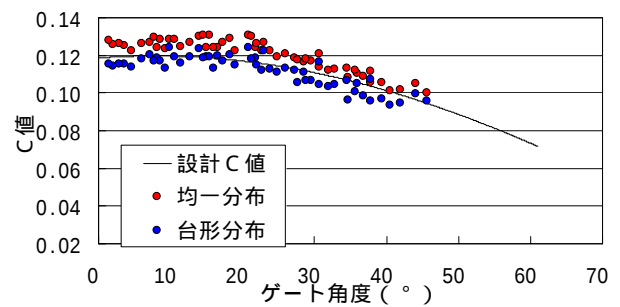


図-7 ゲート開度とC値の関係

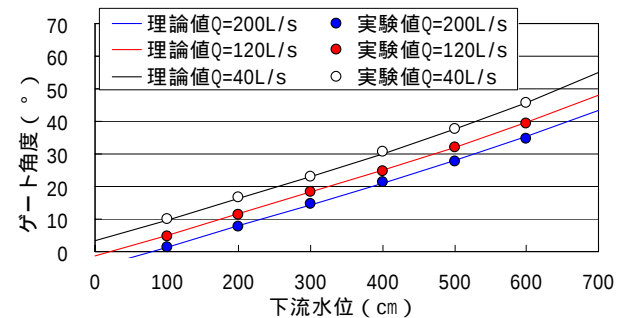


図-8 ゲート開度と下流水位の関係

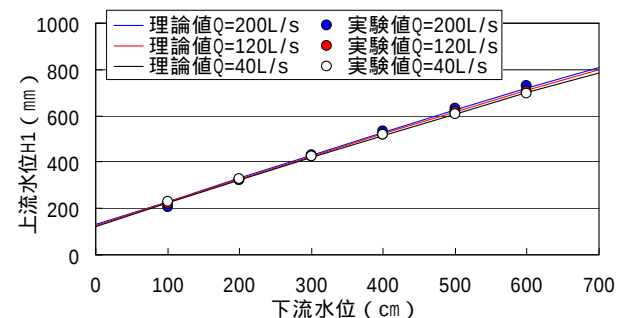


図-9 上流水位と下流水位の関係

5. まとめ

本ゲートの水理性能は，起立時に必要な浮力を確保するためのS値と，そのために生じる排水時の浮力C値のバランスによって決まる．本ゲートは設計性能値に基いた自動起伏性能を発揮することが確認された．また，排水作動時において上流水位は下流水位によって決定され，流量の増加による大きな水位上昇が発生しないことが確認された．排水作動性能検討値C値について，排水作動時の扉体上流面に作用する水圧形状を台形分布と仮定して計算することで，任意の水位，流量に対する扉体の倒伏作動角度，上流水位を算出精度が向上することが確認された．これにより，本ゲートを設置する水門・樋門の詳細な断面検討が可能になるものと考えられる．

参考文献

- ・建設技術審査証明書「オートフラップゲート」H20.1 財団法人土木研究センター
- ・鋼製起伏ゲート設計要領(案) 社団法人ダム・堰施設技術協会