九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

堰の開放システムの製作

稲田, 勝
九州大学応用力学研究所技術室

https://hdl.handle.net/2324/14026

出版情報：九州大学応用力学研究所技術職員技術レポート. 9, pp.141-146, 2008-03. 九州大学応用力学研究所
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

堰の開放システムの製作

九州大学応用力学研究所技術室　　稲田　勝

１．はじめに

当研究所の界面動力学分野における最近の研究は、過渡現象のシミュレーション研究が一つの柱となり、それに伴う水理実験を手がけるようになった。その一つにダムの崩壊を想定した実験がある。ダムに貯まった水がダムの崩壊によって一気に流れ落ちる現象である。その現象を作り出すために細長い水路に堰を設けて片方に水を貯め、一気に堰を引き上げてダムの崩壊に見立てる。実験では流れ出す水の挙動の高速度カメラでの撮影や、水路の壁にぶつかる水圧の計測を行った。このレポートではダムに見立てた堰をモータ駆動によって開閉させるシステムの製作を報告する。

２．システムの概要

基本的なシステムの概要を図 1、図 2 に示す。図 1 は水路の片方に水が貯まった状態である。図 2 は堰を勢いよく引き上げて、貯まった水が一度に流れ出た状態である。

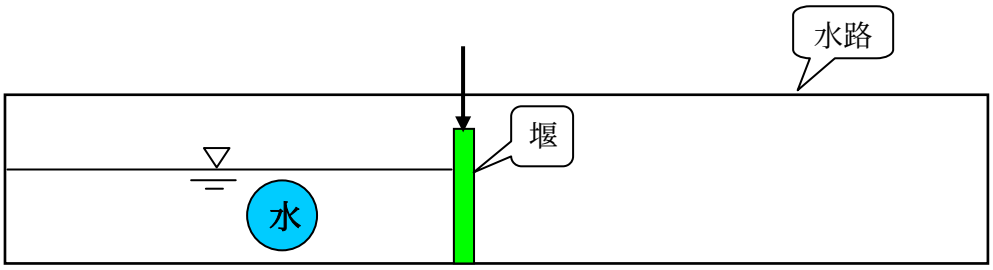

図 1　堰に水が貯まった状態

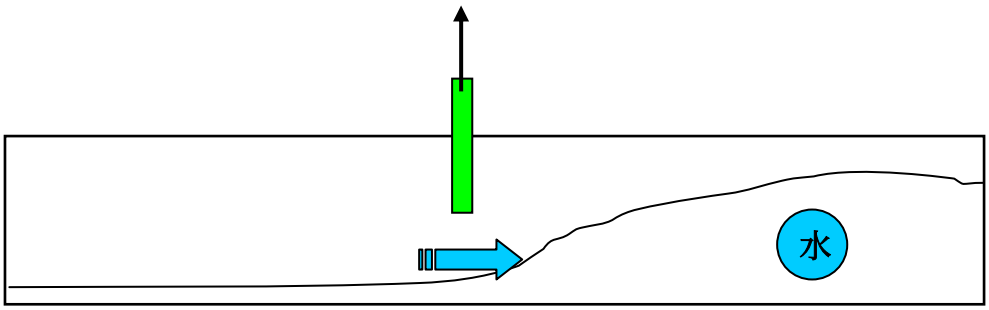

図 2　堰が開いた状態

３．システムの問題点と解決法

水路と堰は可視化のためにアクリル製で製作したが、このシステムの問題点は水路の片方に水を貯めて堰を引き上げるまでの間、堰の周りから水が漏れないようにしなければならない。そのために堰の周囲に防水策を施すと同時に、堰を一定の力で下方向に押さえておく必要がある。この場合、水路側に細工すると水の流れに影響するのでそれはできない。もう一つの問題点は水が貯まった段階で図 2 の状態にするために、堰を上方向へ勢いよく引き上げる動作である。手動でも可能だが堰を引き上げる速さ等に再現性が無い。実験では再現性が最重要なので堰を引き上げる条件を同じにするために、モータを用いた堰の開閉システムを製作しなければならない。

まず、水漏れ防止策として図 3 にように水路と接する堰の周囲に、柔らかい素材でできた帯状のクッション材を貼り付けた。ただこのクッション性による防水効果をより効果的に出すためには、クッションをある程度押さえる必要がある。そこで水路の側面については水路の左右の壁に接する堰の寸法を、クッション材が若干圧縮される程度に設計した。そして水路の底面については、水が貯まるまで上から一定の力で押し続けることでほとんど水漏れは無くなった。特に図３の側面図の中で○で囲ったコーナ部分については、クッション材の縦と横の位置関係を拡大しているが、図のようにすると堰の上げ下げによるクッション材の「めくれ現象」もない。またクッション材の周りに薄くシリコングリースを塗ることで防水効果がより一層高まった。

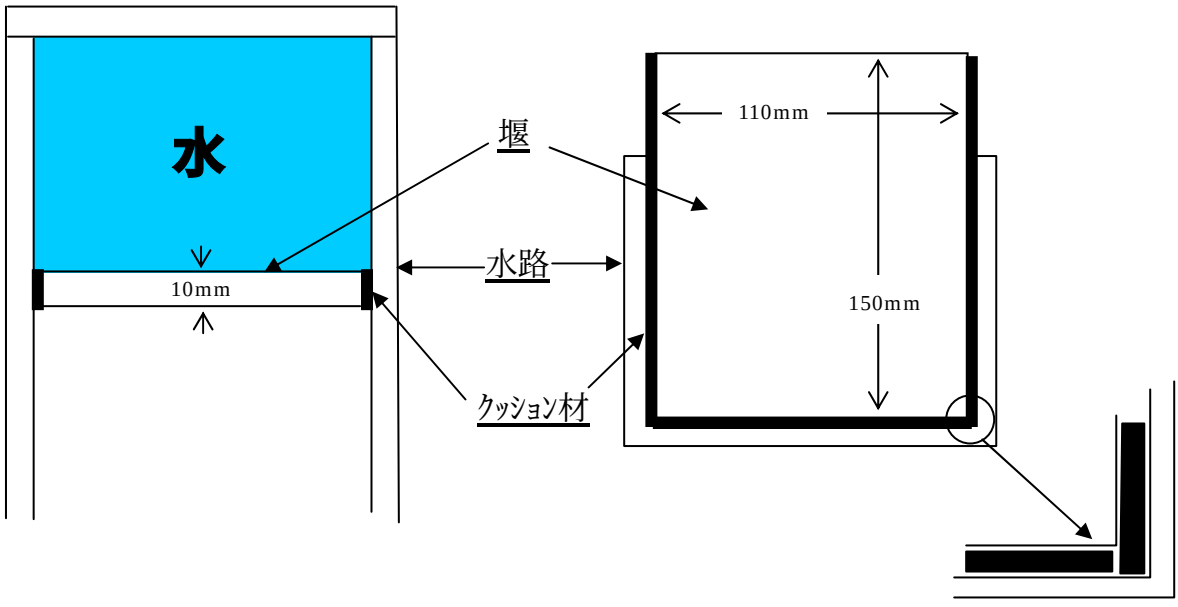

図３　水路と堰の間の水漏れ防止策

つぎにモータによる堰の駆動システムについて述べる。図４、図５はモータとリニアガイドで堰を押し下げたり、引き上げたりしている様子を示す。モータは押し下げる時と引き上げる時では、回転方向はもちろん回転数やトルクもまったく違う。トルクはモータの制御器のパラメータを設定すればよい。設定を行うためには、水が漏れないように堰を押さえる力に相当するパラメータの値を知る必要がある。まず堰の上にウエイトを載せて、水が漏れないウエイトの量を計測したら約３ｋｇ程度であった。つぎにこの値に匹敵するモータのトルクをバネ秤で量り、モータのトルクがこの値になるようにパラメータを変更することで堰を押さえる力を調整する。一方これとは逆に堰を引き上げる方向のトルクについては最大トルクに設定する。

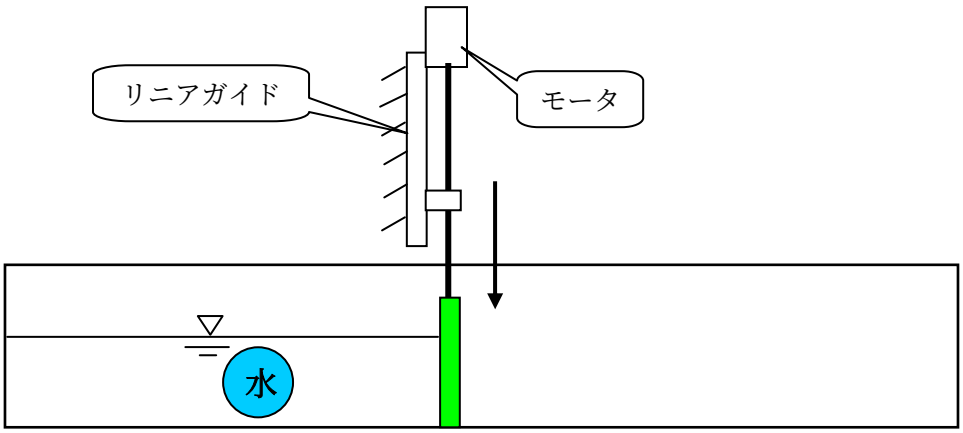

図４　モータで堰を押さえている状態

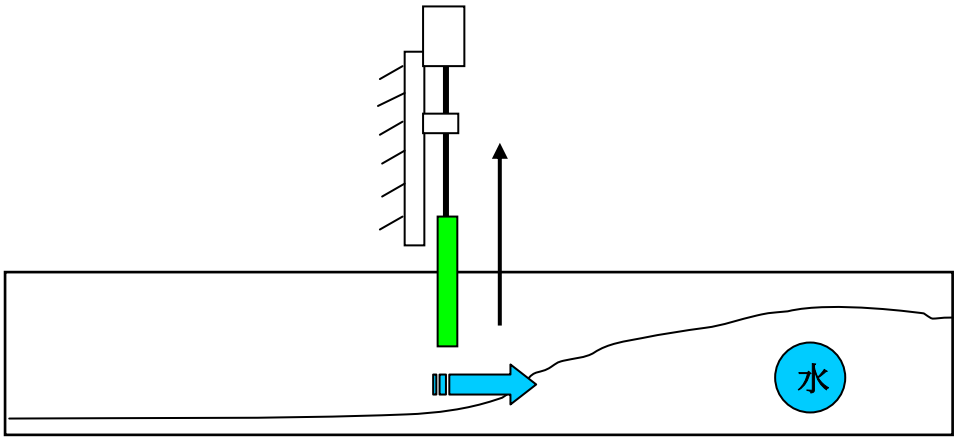

図５　モータで堰を引き上げた状態

４．駆動システムのシーケンス回路

モータは「サーボモータ」を使用し、「サーボパック」というそのモータ専用の制御器と組み合わせる。図６にシーケンス回路を示す。

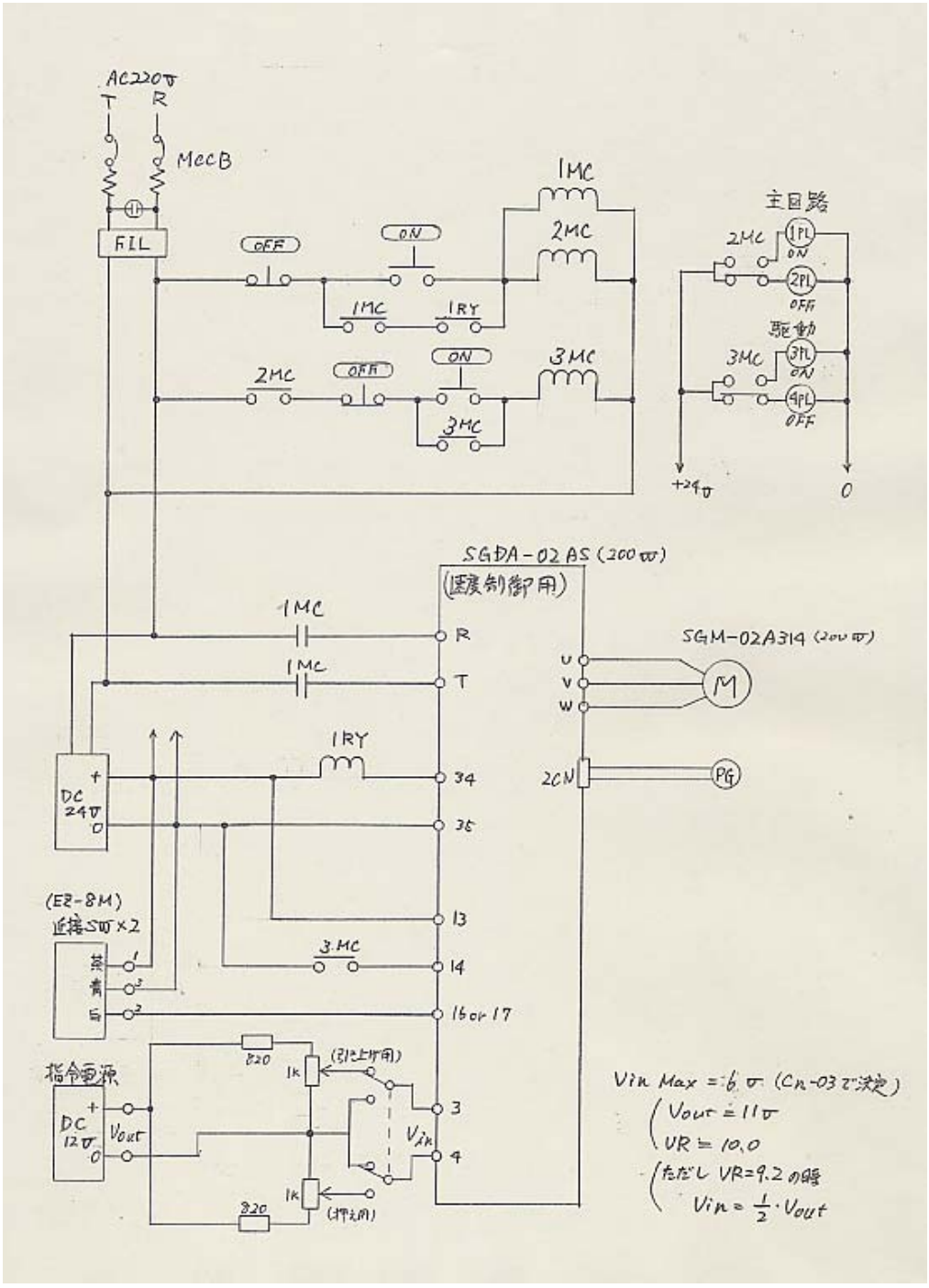

図６　シーケンス回路図

４－１．モータの仕様

モータの容量を決めるにあたってはいろいろな計算式があるが、今回は別の理由で選定を行った。界面動力学分野には「界面動力学実験水槽」（長 18m、幅 0.3m、高 0.6m）を所有しているが、この水槽の両端には二台の造波機が組み込まれている。この造波機で使用されている「サーボモータ」＆「サーボパック」と同一機種のものを選んだ。理由はこれらが故障した際に即交換できるようにしておきたかったからである。よってこの堰開放システムとしては若干容量が大きめのモータとなっている。

「サーボモータ」＆「サーボパック」の仕様は下記のとおりである。

名称：Σシリーズサーボドライブシステム
ﾒｰｶ ：安川電機㈱製
型番：SGDA-02A314（サーボモータ）、SGDA-02AS（サーボパック）
容量：200W（200v 用）

４－２．シーケンス回路の説明

図６のシーケンス回路図で、まず単相 220v を MCCB 開閉器によって取り込み、「主回路」の ON スイッチで「サーボパック」が立ち上がる。つぎに「駆動」の ON スイッチでモータのサーボが ON 状態となり、指令電源からの電圧に従って「サーボモータ」が駆動するというシステムである。このシーケンス回路のキーポイントは指令信号の作り方である。3、4 番端子に指令電圧を入力するわけであるが、堰を押し下げる電圧と堰を引き上げる電圧は別々の電圧を与える。それぞれの電圧は１ＫΩのポテンショメータによってあらかじめ設定しておく。そして 3、4 番端子には直前にあるスイッチの切り替えで、正（堰を押し下げる）と負（堰を引き上げる）のそれぞれの電圧がかかるようになっている。

実験手順としては「主回路」の ON スイッチを押し、堰を押し下げる方向にスイッチを設定し、「駆動」の ON スイッチを押す。これで堰は押し下げられた状態になっているので、この状態で規定の水位まで水を貯める。貯まった段階でスイッチを切り替えれば、堰は勢いよく引き上げられてダムの崩壊現象が生じることになる。

また堰がある程度引き上げられたらモータを切る必要がある。そのために近接スイッチを設けて、堰がこのスイッチを通過したらモータのサーボが切れるようになっている。もちろん押し下げる方向にはこのスイッチは不要である。

５．システム全景

図７にこのシステムの全景を示す。写真では水路には水は入っていないが堰を押し下げた状態である。図８はサーボパックやシーケンス回路が入っているモータの制御部である。

図７システム全景

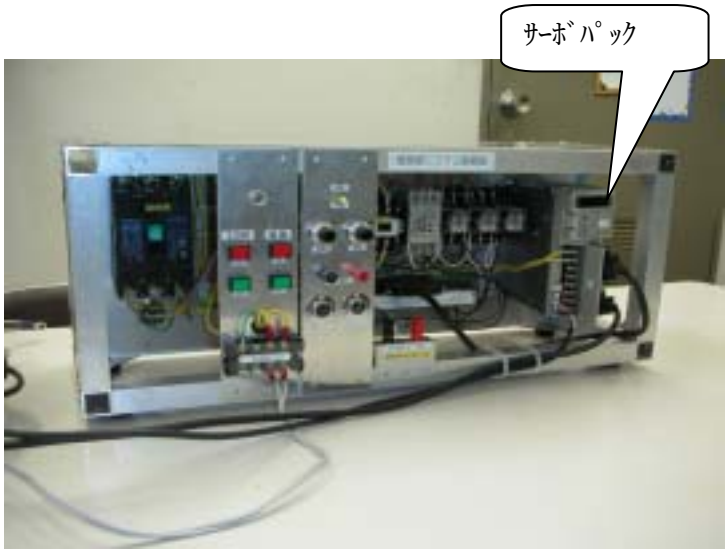

図８　モータ制御部

６．まとめ

この装置が完成した後、予備的な実験によるシステムの動作確認はできたが、具体的なデータ収集のための実験はまだ行っていない。よって実験結果を載せるまでには至らなかったが、このシステムを製作する中でモータの活用術を少し広げることができた。昔とは違ってモータの世界も調整方法が簡単になっているので、これからも機会があれば楽しみたいものである。