

京都大学防災研究所 正 員 石原安雄
京都大学大学院 学芸員 O佐藤 寛

貯水池における洪水調節操作は、最終的には各種のゲートによって行なわれることが多い。ところでゲートの操作は流入洪水を考慮しつつ、操作規則によることはいうまでもないが、この場合調節されて放流される流量が正しく所定の量となりねばならない。一般に放流流量の検出は、貯水池とゲート開度とから予め検出された水位・流量曲線によるか、あるいはダム下流部でのセウによる測定または河道部の水位・流量曲線を利用して行なうことができる。したがって、ゲート操作の自動制御を行なう場合には、流量の検出装置によって2つの形式が考えられる。すなわち、貯水池とゲート開度から流量を検出する場合、ゲート操作の目標値はその開度であり、この自動制御は位置調整となる。これに反して、ダムの下流部で流量を検出する場合、ゲート操作の目標値は流量そのものとなり、この場合の自動制御系のループの中には、ダムから放出された水が流量検出点に至るまでの水理系が存続することになる。適切な自動制御方式や制御の最適条件を検討するには、まず第1にダムから流量検出点までの非定常流の水理特性、換言すればプロセスの入出力の種類や応答特性などの諸特性を明らかにすることが所要である。

1 河道部の水位・流量曲線を利用する場合

ダムから放流された洪水は河道を流下し、もちろん非定常流である。しかし、ダムのすぐ下流部では近似的に等流に近い流況を示し、水位・流量曲線は一義的に定まると考えてよい。よって流量検出が可能となる。図-1はその配置を示したものである。このような水理系の特性を調べるために長さ80m、巾0.5m、ハコングリート製の水路のほぼ中央にゲートを設置して実験を行なった。

図-2はゲートを一定開度だけ急に上げた場合、ダムから16mの地点における水位記録の1例である。またゲートの急閉の場合も負のサージとなって流下することが確かめられ、いふにせよこの水理系は入出力時間のみが問題となる単純な伝播型の特性を示すことがわかった。さらにこの場合の伝播速度は、単斜上昇波、単斜下降波の伝播速度、

$$V_w = \frac{Q_1 - Q_2}{B(H_1 - H_2)} = \frac{dQ}{dA}$$

で近似的に表わされることがわかった。ここにBは水路巾、Qは流量、Hは水深である。

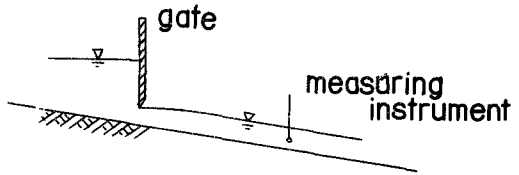


図-1

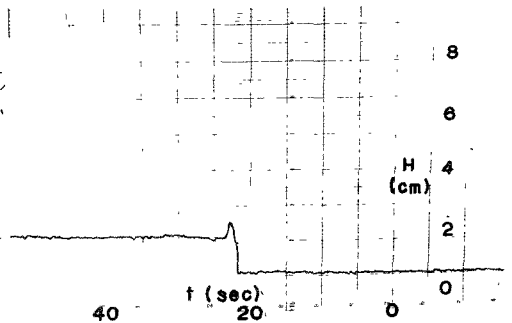


図-2

----- (1)

2セキを利用する場合

ダム下流部にセキを設置して流量の検定を行なえば、精度よくとも好ましいことは明らかなのである。すなわち図-3のような場合であって、この場合の水利特性を調べるために前と同じ水路で実験を行なった。

長方形セキの越流公式は、越流水深を H 、越流量を Q とすると

$$Q = KH^m \quad \text{----- (2)}$$

で表わされ、またダムとセキとの間で形成される貯水池での連続条件は、流入量を I 、貯水量を S として、

$$dS/dt = I - Q \quad \text{----- (3)}$$

となる。したがって、流入量を I_0 から微小量 q だけ変化したときは、 I_0 に対応する初期越流水深を H_0 とすると、

$$q = i_0 \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{t}{F/mKH_0^{m-1}}\right) \right\} \quad \text{----- (4)}$$

で与えられる。ここに F は貯水面積である。すなわち容量ゆへれ型と考えられるが、実験結果は図-4のようになり、階段的な上昇または下降の過程をたどっている。この現象はサージ波の伝播、反射によって説明できる。すなわち、ゲート急開の図-5の場合について説明すると、ゲートの急開によって流量は一定値 q だけ増加するためにはサージ波が発生し下流へ伝播するが(図a)、それがセキに到達したときには流量が $Q_0 + q$ であるにもかかわらず、 $Q_0 + q$ を流すだけの越流水深まで水深は上昇して抑えられ、そのために反射サージを生ずる(図b)。このような反射を繰り返しながら次第に水位が上昇するわけであるが、こうした場合の水位変化はサージが1往復した間の連続条件から計算でき、その1例が図-6である。

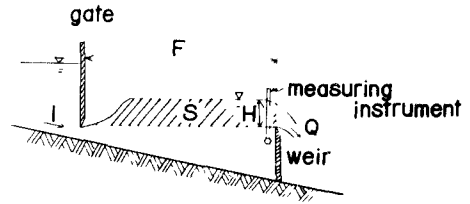


図-3

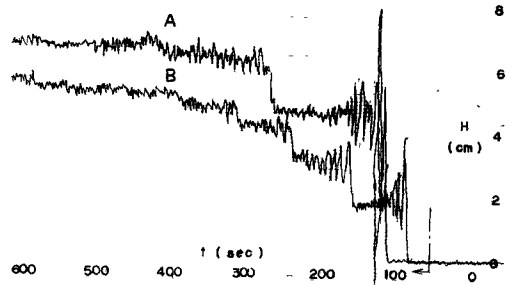


図-4

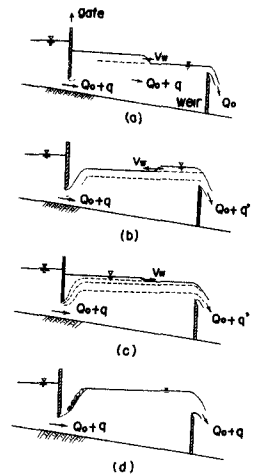


図-5

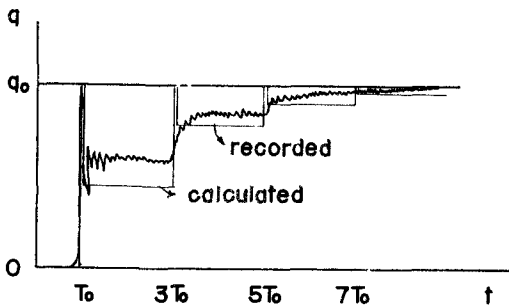


図-6