

II-1

フラップゲートの排砂機構についての実験

○東洋大学工学部 正員 荻原国宏

日本自動操工 古屋久和

土石 易

1. はじめに

フラップゲートは河川における用水の取水目的でかなり多く作られ利用されている。その利便はローラーゲートのように大きなピアーを河川の中に作らずに長スパンのものが作れること、したがって、それにとまなう附帯設備が少なくすむ。又洪水の時に自動的に転倒させる事が、流体力を利用できるために容易に行なえる。等の利便のため小さな取水ゼキ、自動転倒ゼキの多くのものは、ほとんどがフラップゲートを使用している。しかしながら、振動の向題と堆砂の問題で、その動作機構に不安をもつ計画立案者もある。前者の向題はスホイラーを使用することによってほとんど解決されている。しかし後者の向題は1~2の実施例があるが、現在のところ、まだ決定的な方法はみづがっていない。したがって微細な砂を含む流れのあるところではこのタイプのものはきうわれて来た。本報告はこの堆砂の問題を非常に簡単な装置によって解決する方法を提案し、その効果を模型実験により確認した結果をとりまとめたものである。

2. 堆砂の生ずる状況

堆砂が生ずるのは図-1のごとくゲートが倒伏時(イ)に上流より流れて来た流砂がゲートの扉体上、又はその下に堆積する場合、又は(ロ)のようにゲートより越流する水の中に微細砂が浮遊状態により下流側に運搬され、図-2のごとく、扉体直下に生ずる上流へ向う渦流の流れによってゲート脚部までにはこぼれ沈殿する。特に下流水深が深い場合には、この部分にかなりの量の砂が堆積して、ゲートを倒伏しようとする場合に全閉することができなくなる危険性がある。このような鉛直な渦ばかりでなく、下流に生ずる平面渦によってこのような現象は生ずる。いづれも河床面を上流へ向う流れによって微細砂が運搬されることに起因している。

3. 堆砂を防止する方法

このようにフラップゲートの下部に堆砂をさせる主体は図-2に示した時計の針と同じ回転方向をもつ鉛直渦流である。この河床面を流れる水が砂を上流へ向う、ゲート脚部へと砂を運搬するわけであるが、この流れを逆の方向、すなわち上流から下流へ向う流れにすれば良い。したがって図-3のごとく渦流の回転方向を反時計方向にする方法を考えれば良いことになる。その方法には種々考えられるが、出来るだけ自然の力を利用する事が望ましい。すなわち越流している水のエネルギーの一部を利用することを考えた。そこで、ここで考案した方法はゲート脚部へ水を供給して上流より下流へ向う流れを作ってやることにし、その水とできるだけ砂を含まないものとするためゲートの越流水そのものを利用することにした。

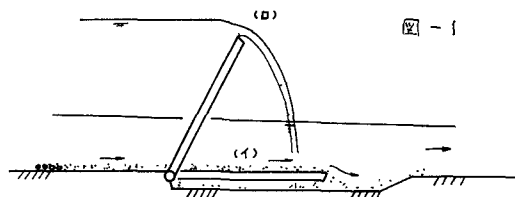


図-1

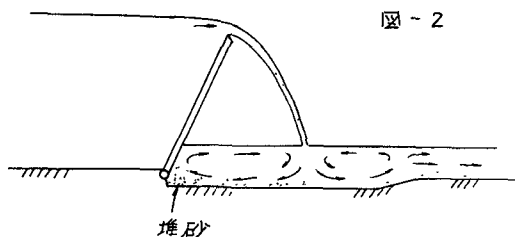


図-2

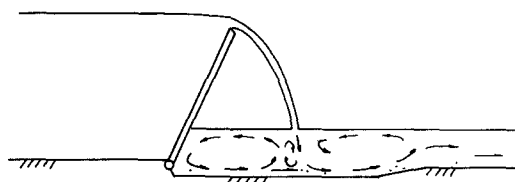


図-3

この水はゲートの背面に作られた導水路を通じてゲート脚部に導びかれる。又越流水が多くなると一部は導水路を一部はサップとなつて下流に落下することになる。

4. 排砂機構の効果についての模型実験

このような方法が効果を示す否かを確かめるために模型実験をしてみた。模型の概略は図-4に示すごとく通常のフラップゲート背面に導水路を作り、ゲート脚部で下流へ向う流れにしている。

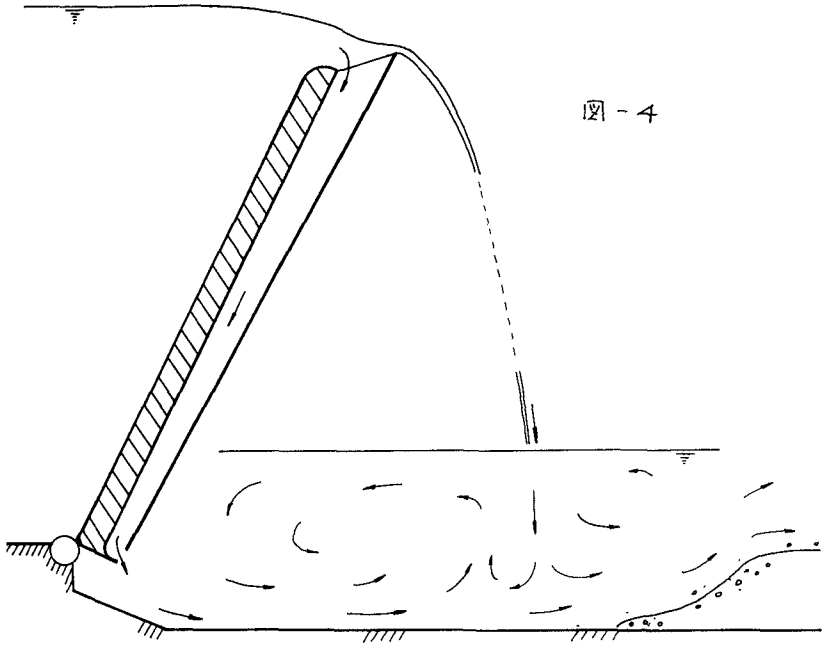


図-4

模型 模型は透明塩化ビニル樹脂を使用し、扉高22cm、巾25.6cmで、その断面形状は図-5のごとくなっている。導水路は上部で広く、下部で狭くなっている。下部の水の流出部は8mm×20mmの開口部となっている。上部のみ口の突出部は(図-5では20mmとなっている)水の取水をより効果的にすると同時にスライラを取りつけやすくしている。この長さについては0, 10, 20mmの3caseについて行った。使用した砂は0.1~0.05mm(シルト)及び3mmの平均粒径のものである。

実験方法 この砂をゲートの下流に1cm~3cmの深さの3caseについて、ほぼ水平になるように一様にしきつめて、水を流しゲート背面の導水路を水が流れ出し、排砂を始めてから定常状態になるまで実験を継続した。砂の粒径、流量によって差はあるが、3~5分後にはほぼ定常状態に達した。この時の砂の移動状況を8mmフィルム4に撮映し、又最終状況はカラー写真に撮映した。

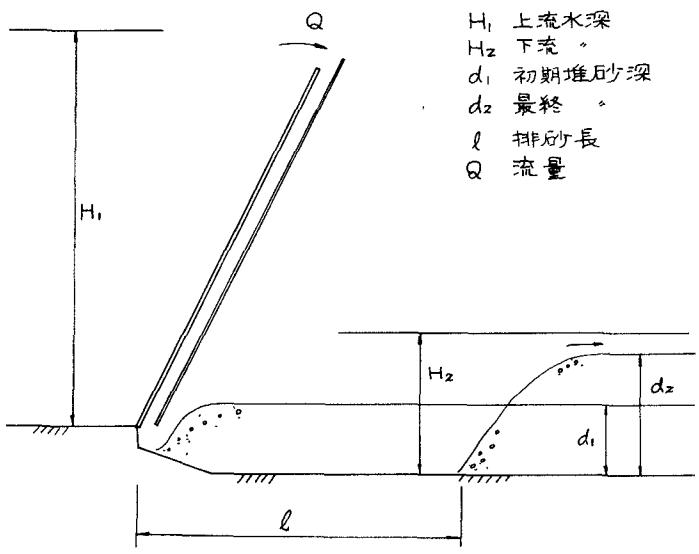


図-6

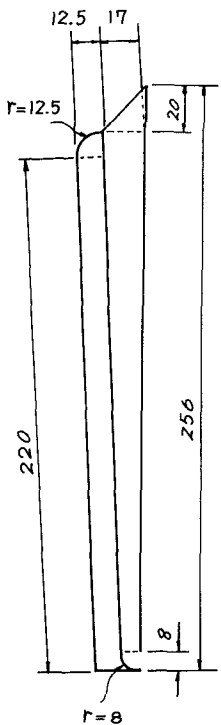


図-5

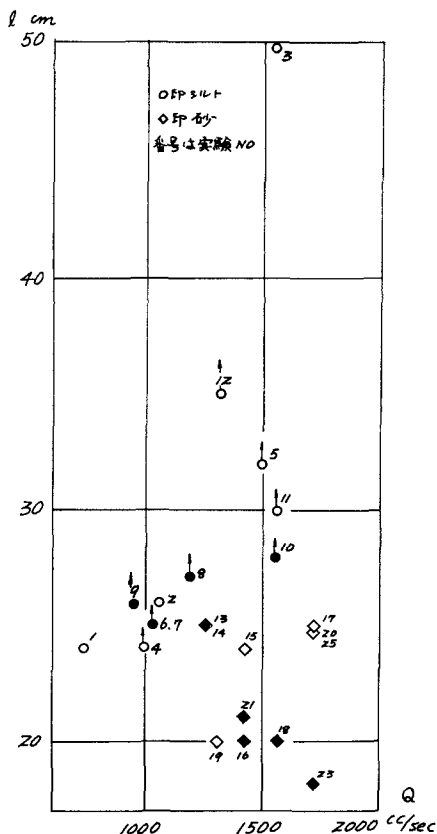


図 - 7

又 図-6 に示した H_1, H_2, d_1, d_2, l, Q の各値も測定した。

5. 実験結果

実験は表-1 に示すごとく 24 case について各種のファクターを変えて行った。その結果は同表の中に書き込まれている。ミルトについてはリップ NO1 (20 mm) のみについてであるが砂については NO2 (10 mm), NO3 (0 mm) と行っている。表中 l の項 → 印のついてるのはもっと大きくなる可能性のあることを示している。24 の case は比較実験のため導水管 (排砂管) を用いた場合である。この結果を l と Q の関係についてグラフにしたのが図-7 であり l は下流部の平均流速

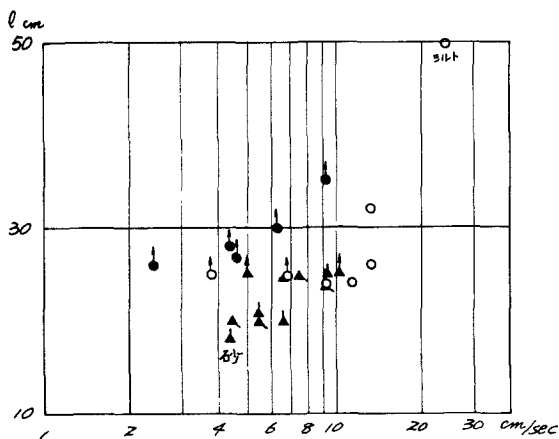
($v = Q / \omega H_2$) の関係をグラフにしたのが図-8 である。図-7 は水深の異なるものと同一座標上にあるために明確なことは判らないがミルトの方が流下されやすいことを示している。図-8 をみるとその傾向はより明確であり

さらに斜面をゲート脚部につけた方がより効果的であることが判る。粒径の大きい砂の場合には若干性能が落ちている。リップの形状の相違は図-8 (A, B, C の記号) では明らかでないが、図-7 では NO2, NO3 リップの実はいずれも 20 cm l 附近にあることを考えると NO1 の方が良好のようである。なお NO24 の導水管のない場合は $l = 0$ cm であるので このいつれのグラフにも入らない。したがってこの装置は非常に有効であることが判

	H_1	H_2	d_1	d_2	l	Q	
	cm	cm	cm	cm	cm	cc/sec	
1	21.8	2.5	1.0	1.0	24	732	ミルト
2	22.0	3.0	*	*	26	1070	
3	22.6	2.5	*	*	50	1578	
4	21.9	4.2	2.0	3.0	24 →	1000	
5	22.4	*	*	2.0	32	1500	
6	21.9	5.8	3.0	4.0	25 →	1032	斜面あり
7	22.0	10.5	*	5.0	25 →	*	リップ
8	22.0	10.0	3.0	7.1	27 →	1200	
9	"	15.0	*	8.0	26 →	969	
10	22.5	13.8	*	7.0	28 →	1578	
11	"	9.5	*	6.8	30 →	*	
12	22.2	5.5	*	3.5	35 →	1302	
13	21.8	4.8	3.0	3.2	25 →	1249	ミルト
14	22.5	10.0	*	5.0	25 →	*	
15	22.3	6.0	3.0	4.5	24	1430	
16	22.0	10.0	*	4.0	20	*	
17	22.3	9.0	*	7.0	25	1711	
18	22.5	14.2	*	3.5	20	1578	
19	22.0	7.5	3.0	5.0	20	1302	
20	22.4	7.0	*	5.2	25	1711	
21	22.1	10.0	*	4.5	21	1426	
22	22.4	*	*	*	25	1711	
23	22.6	15.0	*	*	18	*	
24	22.8	14.3, 7.0	3.0	-	-	1711	排砂管なし

表 - 1

図 - 8



OFP 3.12 ●は斜面あり ▲印は砂

る。以下にこの場合の流れの代表的なものを書き、写真と合せて比較説明を加える。

a 流量が少なく下流水深が浅い場合(図-9 a), 写真 a)

この場合には導水路を通った水によって砂はたちまち下流へと運んで行かれる。写真は NO 12 のケースでシルトで斜面のある場合。

b 流量が少なく下流水深が深い場合(図-9 b), 写真 b)

図のごとく下流に山がでる。この山は丁度砂が移動される限界まで高くなり、その後は山は平坦になり下流へ移動する。写真は NO 9 の場合でシルトの場合である。

c 流量が多く下流水深が深い場合(図-9 c), 写真 c)

c) 図のごとく落下水が生じて来て、ナツアの落下地裏の上流に初期の内は砂がたまって移動しないが、下流の砂の移動にともなつて平面漏によって流れと直角方向に運ばれて、流れの強い所より下流へと流れていく。写真は NO 22 の場合で、この写真では、この砂は見えない。下流側の流れは図-9-b) の場合と同じである。又写真で判るごとくナツアはスライラーで分離されている。

d 導水路を用いた場合(図-9-d), 写真 d)

これは NO 24 の場合であるが流れは上下両方向に分離して、上流へ向う流れによってゲート下に砂が堆積する。写真は丁度写真 c) の場合の流れの条件とほとんど同じ場合である。この双方の写真を比較すれば明らかに、この装置の有効性が判定できる。

6. おわりに

この装置を考案するまでに何種類かのものを考えたが、最も単純で有効なこの装置に結局落ちついた。この装置を現場に設置した場合にはどつと大きな流れのエネルギーが利用でき、又砂も実験に使用した砂の程度が、大きくても 5cm 程度と考えられるので、この効果はより発揮できると考えられる。今後現場への設置等を考えてより完全なものにしてゆく考えである。

