

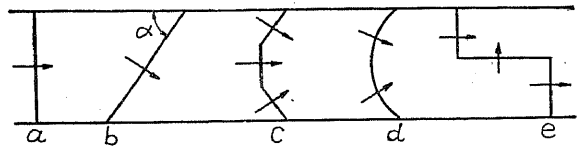
第十七章 堰

第一節 堰の形状及影響

灌漑、上水或は發電用水の取入、舟運、水量調節等のために、水路中にて水を堰き上げる工作物を堰 (Weir) と云ふ。

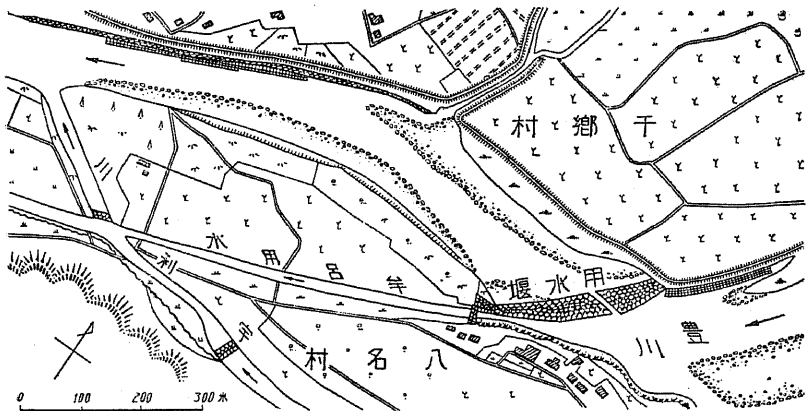
構造によつて固定堰 (Fixed Weir) と可動堰 (Movable Weir) との二つに大別する。

堰の形状は第 357 圖 *a* に示す如く流路に直角のものが多いが、引水其他の關係上 *b* の如く斜なる



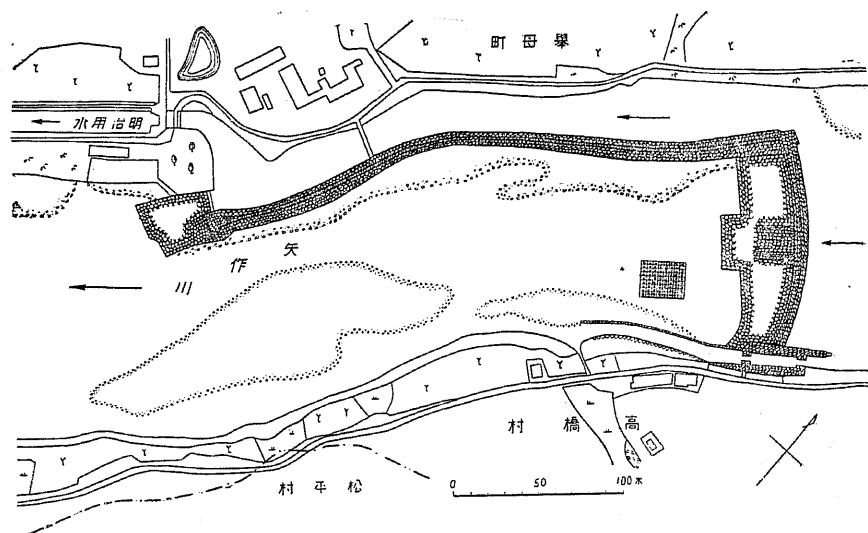
第 357 圖 堰の平面形状

もの、*c* の如く折線状のもの、*d* の如く曲線状をなすもの、又 *e* の如きものもある。

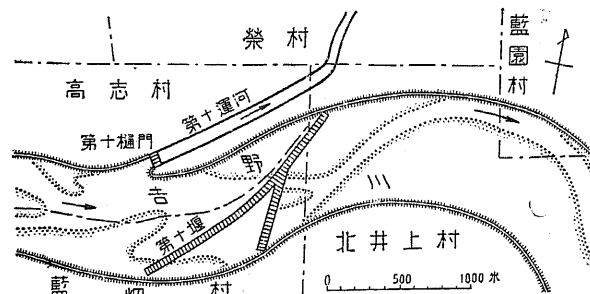


第 358 圖 豊川筋牟呂用水堰

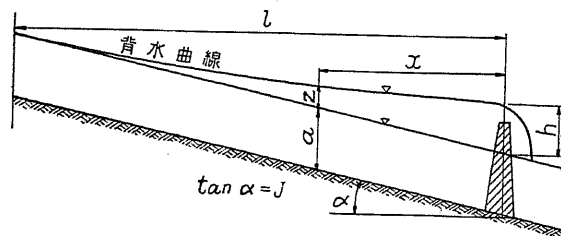
例へば第 358 圖豊川筋牟呂用水堰は長 220 m、河身に約 45 度の角をなして居る、又第 359 圖矢作川筋明治用水取入堰は長 120 m、曲線状をなす、第 360 圖吉野川筋第十堰は河身に約 45 度の角をなすのみならず右岸は二股になつて居る、



第 359 圖 矢作川筋明治用水取入堰



第 360 圖 吉野川筋第十堰



第 361 圖 背水曲線 其一

離 (Backwater distance) とし、計算上は無限大となる事があるが、在來の水位よ

尚那賀川筋羽浦堰は長 700 m、第 357 圖 b に屬し、角 α は約 30 度である。

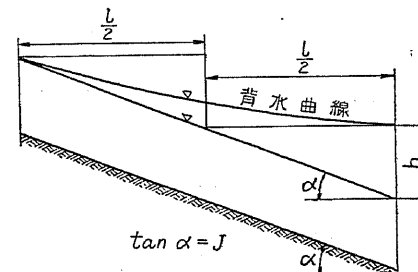
堰の影響 堰を設ける時は第 361 圖の如く上流の水位は高めらる、其水面のなす曲線を背水曲線 (Backwater curve) と云ひ、背水の起る箇所より其影響のある迄の距離 l を背水距

り 2~5 cm 水位の上る所を影響區域と認める、此の背水距離の間にては横斷面積が増加し、従つて流速減するために水中の浮游物等は沈澱し固定堰の上流では河床が上昇する。

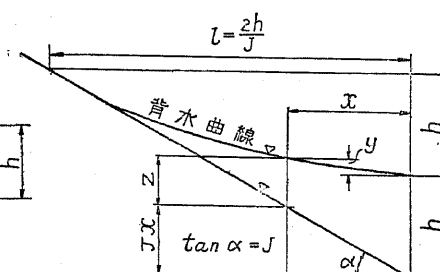
堰の上流の水位の上昇は堰の長を増せば減することが出来るから、第 357 圖 b, c の如く斜又は折線状のものを作るのである、但し b の時には堰に直角に流れ河岸を侵す虞がある、e, d の如くする時は河岸は安全であるが工費が餘計にかかる。

背水曲線式 堰を築設したるための背水距離或は堰より距りたる任意の箇所に於ける水位の上昇を知るには背水曲線式より計算する、又急流河川にて橋梁架設に伴ひ水位隆起し、堤防を幾分嵩置の必要起ることがある、斯かる時にも背水曲線式を利用する。

此の曲線式は水理學上研究すべき問題であるが、其概念を得るために簡單なるもの二、三を掲ぐ。



第 362 圖 背水曲線 其二



第 363 圖 背水曲線 其三

(A) Poirée 氏は第 362 圖及第 363 圖の如く背水曲線を垂直軸を有する拋物線とし、

$$x^2 = \frac{4h}{J^2} y \dots\dots\dots (1)$$

で表はした。

$$(1) \text{ 式に於て } y = h \text{ の時は、 } l = \frac{2h}{J} \dots\dots\dots (2)$$

となる。

原水位よりの水位隆起を z とする時は

$$z = h - Jx \left(1 - \frac{Jx}{4h} \right) \dots\dots\dots (3)$$

$$(3) \text{ 式より } x = \frac{2}{J} \left(h - \sqrt{h^2 - z} \right) \dots\dots\dots (4)$$

〔例〕 1. $h = 1.00 \text{ m}$. $J = 1:260$ とす、

$$(2) \text{ 式より } l = \frac{2h}{J} = 2 \times 1.00 \times 260 = 520 \text{ m}$$

2. $x = 50 \text{ m}$ の z を求む

$$(3) \text{ 式より } z = 1.00 - \frac{50}{260} \left(1 - \frac{50}{260 \times 4} \right) \\ = 1.00 - 0.18 = 0.82 \text{ m}$$

3. $z = 0.30 \text{ m}$ の x を求む

$$(4) \text{ 式より } x = 2 \times 260 (1.00 - \sqrt{0.30}) = 235 \text{ m}$$

4. $J = 1:2.5.0$ の河川に於て堰より $2,000 \text{ m}$ 上流にて 1.00 水位を上昇せしむるには堰に於ける水位上昇を如何にすべきや。

$$(3) \text{ 式より } h = z + Jx - \frac{J^2 x^2}{4h} \\ h = 1.00 + 0.8 - \frac{0.64}{4h} \\ = 1.8 - \frac{0.16}{h} \\ h = 1.71 \text{ m}$$

(B) Tolkmitt 氏は河川の横断面を拋物線と看做し次の如く表はした (第 361 圖参照)。

$$x = \frac{a}{J} \left[F\left(\frac{a+h}{a}\right) - F\left(\frac{a+z}{a}\right) \right] \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{式中 } F\left(\frac{a+z}{a}\right) = \frac{a+z}{a} - \frac{1}{4}(\log \text{nat}) \left(1 + \frac{2a}{z} \right) - \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(1 + \frac{z}{a} \right) + \frac{\pi}{4}$$

第 68 表は $F\left(\frac{a+z}{a}\right)$ の値を示したものである。

〔例〕 $h = 1.00 \text{ m}$. $J = 1:260$. $a = 4.20$ とす

1. 第 68 表の如く $z = 0$ なる時は $F\left(\frac{a+z}{a}\right)$ は $-\infty$ なるにより、計算上は背水距離は無限大である、同表を見るに z が 0 に甚だ近い時に $F\left(\frac{a+z}{a}\right)$ は 0 となるから実際上は背水距離を $\frac{a}{J} F\left(\frac{a+h}{a}\right)$ とする。

$$\text{即ち } \frac{a+h}{a} = \frac{4.20+1.00}{4.20} = 1.24$$

$$\text{同表により } F\left(\frac{a+h}{a}\right) = F(1.24) = 1.021$$

$$\text{故に } l = \frac{a}{J} F\left(\frac{a+h}{a}\right) = 4.2 \times 260 \times 1.021 = 1,115 \text{ m}$$

第 68 表

Tolkmitt 氏背水曲線式の $F\left(\frac{a+z}{a}\right)$

$\frac{a+z}{a}$	$F\left(\frac{a+z}{a}\right)$	$\frac{a+z}{a}$	$F\left(\frac{a+z}{a}\right)$	$\frac{a+z}{a}$	$F\left(\frac{a+z}{a}\right)$	$\frac{a+z}{a}$	$F\left(\frac{a+z}{a}\right)$
1.00	$-\infty$	1.16	0.865	1.37	1.221	1.90	1.850
1.005	-0.102	1.17	0.887	1.38	1.235	1.95	1.904
1.01	+0.074	1.18	0.908	1.39	1.249	2.00	1.957
1.015	0.179	1.19	0.928	1.40	1.262	2.1	2.063
1.02	0.254	1.20	0.948	1.41	1.276	2.2	2.168
1.025	0.313	1.21	0.967	1.42	1.289	2.3	2.272
1.03	0.362	1.22	0.985	1.43	1.302	2.4	2.376
1.035	0.403	1.23	1.003	1.44	1.315	2.5	2.478
1.04	0.440	1.24	1.021	1.45	1.328	2.6	2.581
1.045	0.473	1.25	1.038	1.46	1.341	2.7	2.683
1.05	0.502	1.26	1.055	1.47	1.354	2.8	2.785
1.06	0.534	1.27	1.071	1.48	1.367	2.9	2.886
1.07	0.569	1.28	1.087	1.49	1.379	3.0	2.988
1.08	0.639	1.29	1.103	1.50	1.392	3.5	3.492
1.09	0.675	1.30	1.119	1.55	1.453	4.0	3.995
1.10	0.708	1.31	1.134	1.60	1.513	4.5	4.493
1.11	0.738	1.32	1.149	1.65	1.571	5.0	4.997
1.12	0.766	1.33	1.164	1.70	1.628	6.0	5.998
1.13	0.793	1.34	1.178	1.75	1.685	8.0	7.939
1.14	0.818	1.35	1.193	1.80	1.740	10.0	10.000
1.15	0.842	1.36	1.207	1.85	1.795	∞	∞

2. $z = 0.05 \text{ m}$ の x を求む、

$$\frac{a+z}{a} = \frac{4.20+0.05}{4.20} = 1.012$$

第 68 表より

$$F(1.012) = 0.074$$

(5) 式より

$$x = 4.20 \times 260 (1.021 - 0.074) \\ = 4.20 \times 260 \times 0.947 = 1,034 \text{ m}$$

3. $x = 100 \text{ m}$ の箇所の z を求む、

$$(5) \text{ 式より } 100 = 4.20 \times 260 \left[F(1.24) - F\left(\frac{a+z}{a}\right) \right] \\ = 4.20 \times 260 \left[1.021 - F\left(\frac{a+z}{a}\right) \right]$$

之より

$$F\left(\frac{a+z}{a}\right) = 0.930$$

第 68 表より

$$\frac{a+z}{a} = 1.19$$

$$\frac{z}{a} = 0.19$$

$$z = 0.19 \times a = 0.19 \times 4.20 = 0.80 \text{ m}$$

(C) Rühlmann 氏は河川の横断面を矩形と看做し次の如く表はした (第 361 圖参照)。

第 69 表

Rühlmann 氏背水面線式の $f\left(\frac{z}{a}\right)$

$\frac{z}{a}$	$f\left(\frac{z}{a}\right)$	$\frac{z}{a}$	$f\left(\frac{z}{a}\right)$	$\frac{z}{a}$	$f\left(\frac{z}{a}\right)$	$\frac{z}{a}$	$f\left(\frac{z}{a}\right)$
0.01	0.0067	0.31	1.3610	0.61	1.8112	0.91	2.1800
0.02	0.2444	0.32	1.3789	0.62	1.8243	0.92	2.1916
0.03	0.3863	0.33	1.3964	0.63	1.8373	0.93	2.2032
0.04	0.4889	0.34	1.4136	0.64	1.8503	0.94	2.2148
0.05	0.5701	0.35	1.4306	0.65	1.8631	0.95	2.2264
0.06	0.6376	0.36	1.4473	0.66	1.8759	0.96	2.2380
0.07	0.6959	0.37	1.4638	0.67	1.8887	0.97	2.2496
0.08	0.7482	0.38	1.4801	0.68	1.9014	0.98	2.2611
0.09	0.7933	0.39	1.4962	0.69	1.9140	0.99	2.2725
0.10	0.8353	0.40	1.5119	0.70	1.9266	1.00	2.2839
0.11	0.8739	0.41	1.5275	0.71	1.9392	1.10	2.3971
0.12	0.9098	0.42	1.5430	0.72	1.9517	1.20	2.5000
0.13	0.9434	0.43	1.5583	0.73	1.9641	1.30	2.6179
0.14	0.9751	0.44	1.5734	0.74	1.9765	1.40	2.7264
0.15	1.0051	0.45	1.5884	0.75	1.9883	1.50	2.8337
0.16	1.0335	0.46	1.6032	0.76	2.0010	1.60	2.9401
0.17	1.0608	0.47	1.6179	0.77	2.0132	1.70	3.0458
0.18	1.0869	0.48	1.6324	0.78	2.0254	1.80	3.1508
0.19	1.1119	0.49	1.6468	0.79	2.0375	1.90	3.2553
0.20	1.1361	0.50	1.6611	0.80	2.0495	2.00	3.3594
0.21	1.1595	0.51	1.6753	0.81	2.0615	2.10	3.4631
0.22	1.1821	0.52	1.6893	0.82	2.0735	2.20	3.5564
0.23	1.2040	0.53	1.7032	0.83	2.0855	2.30	3.6494
0.24	1.2254	0.54	1.7170	0.84	2.0975	2.40	3.7420
0.25	1.2461	0.55	1.7308	0.85	2.1095	2.60	3.9768
0.26	1.2664	0.56	1.7444	0.86	2.1213	2.80	4.1808
0.27	1.2861	0.57	1.7589	0.87	2.1331	3.00	4.3843
0.28	1.3054	0.58	1.7714	0.88	2.1449	3.50	4.8891
0.29	1.3243	0.59	1.7848	0.89	2.1567	4.00	5.3958
0.30	1.3428	0.60	1.7980	0.90	2.1683	4.50	5.8993

$$x = \frac{a}{J} \left[f\left(\frac{h}{a}\right) - f\left(\frac{z}{a}\right) \right] \dots\dots\dots (6)$$

第 69 表は Rühlmann 氏の $f\left(\frac{z}{a}\right)$ の値を示したものである。

(例) 1. $z = 0.05 \text{ m}$ の z を求む、

$$\text{第 69 表より } f\left(\frac{h}{a}\right) = f\left(\frac{1.00}{4.20}\right) = f(0.238) = 1.2211$$

$$f\left(\frac{z}{a}\right) = f\left(\frac{0.05}{4.20}\right) = f(0.012) = 0.0542$$

$$x = 4.20 \times 260 (1.2211 - 0.0542)$$

$$= 4.20 \times 260 \times 1.1679 = 1,275 \text{ m}$$

2. $x = 100 \text{ m}$ の箇所の z を求む

$$(6) \text{ 式より } 100 = 4.20 \times 260 \left[f(0.238) - f\left(\frac{z}{a}\right) \right]$$

$$\therefore f\left(\frac{z}{a}\right) = 1.2120$$

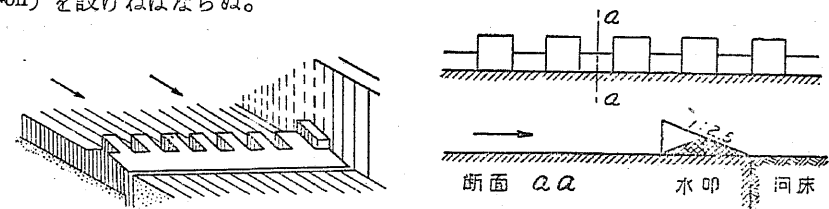
$$\frac{z}{a} = 0.234$$

$$z = 0.234 \times a = 0.234 \times 4.20 = 0.98 \text{ m}$$

第二節 固定堰

次節に述べる可動堰に對し、可動部分を有せざる堰を固定堰と云ふ、簡單なるものは捨石したのみであるが、之に張石をして相當堅固にしたものもある、尙混凝土工の時には安全である。

水叩 固定堰よりの溢流水は其下流部を洗掘するから此部分に水叩 (Fore apron) を設けねばならぬ。



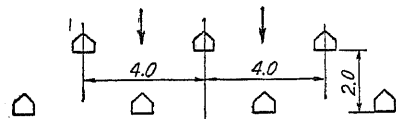
第 364 圖 レーボック氏の齒関 其一

第 365 圖 レーボック氏の齒関 其二

Rehbock 氏は第 364 圖及第 365 圖の如く齒状突起物を水叩に設けて水勢を減殺することを考へた、1924 年に初めて實地に使用し好果を得た、之を齒関 (Dentated sill, Notched sill) と云ふ。

此構造では水流は齒狀突起物の上流側の垂直面のために上方へ方向を轉じたる水流と、齒の間隔より射出せらるゝ水流とが互に水勢を相殺して河床を洗掘しないのである。

又同一の目的のため水叩に柱狀突起物を設けることがある、之を阻柱 (Baffle pier) と名づけ、大抵 2 列を設ける。



第 366 圖 信濃川大河津分水路第二床固阻柱配置

信濃川大河津分水路第二床固 (第 254

圖參照) の水叩には高 1 m, 75 cm 角、

鐵骨混凝土造の阻柱 2 列を配列してある、其配置及構造は第 366 圖及第 367 圖

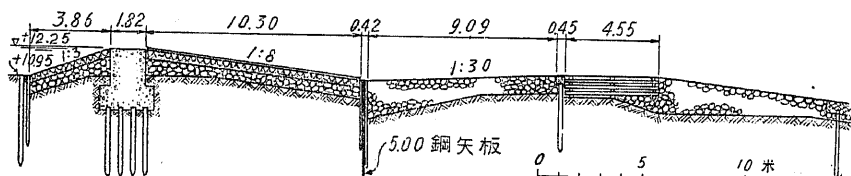
の通りである。

上記の齒閘及阻柱は諸所間隙があるが全部連続して水叩の下流側に小さき堰の様なものを作ることがある、之を阻堰 (Baffle weir, Apron dam) と云ふ。

而して之等の齒閘、阻柱及阻堰は固定堰のみならず、可動堰の水叩、閘門の閘室よりの排水口等にも用ひられて居る。

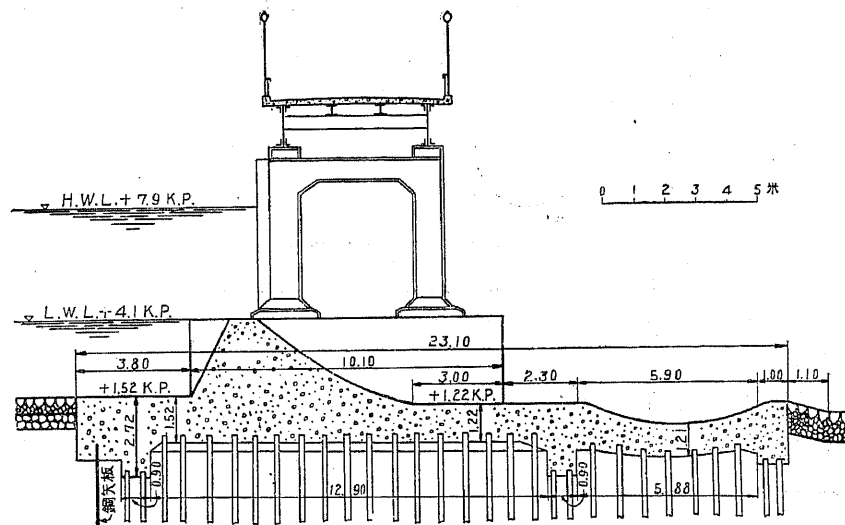
信濃川大河津分水路に堰を設けて渇水の時に分

水路への流れを阻止し、水位を堰き上げ舊信濃川へ水流入せしむる爲である、其内左岸の 520 m 餘は固定堰、右岸の 180 m は可動堰となつて居る。固定堰の構造は第 368 圖の通りである。



第 368 圖 信濃川大河津分水路固定堰断面

第 369 圖は北上川新分水路飯野川町地先の固定堰であつて、同所に設けられたる 21 徑間の内左岸 1 徑間、右間 4 徑間が固定堰になつて居る。



第 369 圖 北上川飯野川固定堰断面

第三節 可動堰

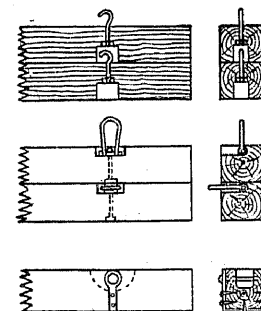
可動部分を有し、水位を調節し得る堰である。可動堰に就て必要なることは充分水密であり、而かも成る可く早く開閉出来ることである。其構造は水深及堰き上げる高により定まり、基礎は堅固なるを要し、又兩岸の取付にも注意せねばならぬ。

構造は種々あるが最も多く用ひらるゝものを次に説明する。

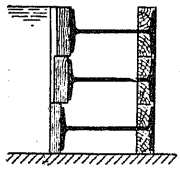
1. 角落堰 (Flash board weir)

角材其他之に代るもの數段を豎柱の溝に落し込みたる堰である、第 370 圖は角落材の一例である、同圖の上段のものには鉤あり、中段のものには環あり、下段のものにはボルトがあつて操作に便してある。

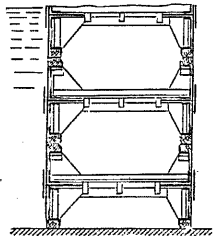
閘門の修繕工事等に際し角落を用ひる、大なる閘門



第 370 圖 角落材



第371圖 I字桁角落



第372圖 鐵製角落

例へば $l = 4.0\text{ m}$, $h = 2.0\text{ m}$ なる時は

$$\alpha = \frac{4}{10} \sqrt{\frac{2}{8}} = 0.20\text{ m}$$

琵琶湖の吐口にある瀬田の洗堰は水量調節を目的とし、水通幅 3.6 m のもの 32 連あり、水通 (Opening) 間の堰柱 (Intermediate pier) 幅 1.8 m で堰柱の両側に縦溝を設け、之に 24 cm 角の木材を 16 段落し込む。

淀川筋毛馬洗堰の構造も前記瀬田洗堰と同じく、水通 10 連あつて舊淀川への流量を加減する。

信濃川本流と大河津分水路との分岐點に設置せられた、水量調節用の洗堰では、水通幅 3.6 m のもの 27 連あり、堰柱幅 1.8 m 、各徑間共高 2.1 m の鐵扉一枚宛を入れ、其上に 30 cm 角の木材を落すことになつて居る。

2. 揚扉堰 (Lift gate weir)

引揚扉を備へたる堰であつて、扉は木製、鐵製或は木鐵混用のものがある。

木製扉の時は前節 (7) 式により木材の厚さを求める、木材の厚さが 30 cm 以上の時には鐵製扉を用ひる、此の場合には張鈎に加はる水壓は横棧に傳はり、之より更に兩端の支點に傳はるのである。

今 $G = \text{扉の重量}$

にては角材では不充分であるから、I字桁、鐵桁又は鐵筋混凝土桁を代用する、第371圖及第372圖は之等の例である。

$$\alpha^2 = \text{角材の斷面積 (m}^2\text{)}$$

$$f = \text{木材の許容應力} = 600\text{ t/m}^2 (= 60\text{ kg/cm}^2)$$

$$h = \text{角材前後の水位差 (m)}$$

$$l = \text{堰の徑間 (m) とする時は}$$

$$f = \frac{6M}{bh^2}$$

$$600 = \frac{6}{a^3} \cdot ah \cdot \frac{l^3}{8}$$

$$\alpha = \frac{l}{10} \sqrt{\frac{h}{8}} = 0.035 l \sqrt{h} \dots\dots(7)$$

$W = \text{扉に加はる水壓}$

$\mu = \text{摺動摩擦係數}$ とする時は

扉を引き揚ぐるに要する力

$$z = G + \mu W \dots\dots(8)$$

となる。

此の力を小さくせんがために總高を二分したる二枚の扉を使用し、或は摩擦係數を減する工夫をし、或は對重を附ける。

第373圖に於て下の扉に加はる水壓は總水壓の $\frac{3}{4}$ に過ぎないから、下扉引揚に要する力

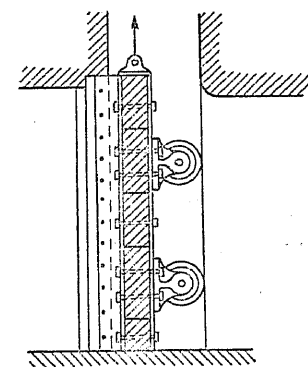
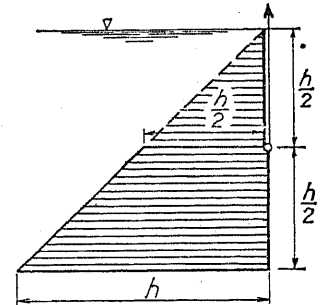
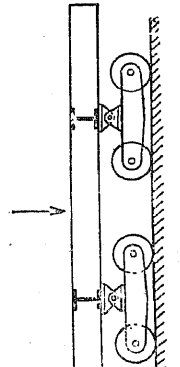
$$z_1 = \frac{G}{2} + \frac{3}{4} \mu W \dots\dots(9)$$

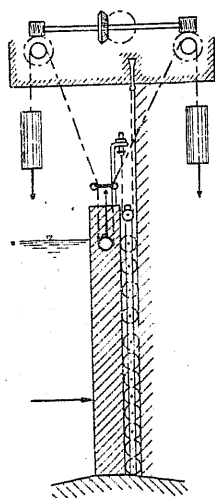
μ を小さくするには成るべく硬き材料の表面を平滑にしたるものを用ひる、即ち扉及扉溝に平滑なる鐵板を取付ける、然し水中にては錆びるから $\mu = 0.3 \sim 0.5$ と取らねばならぬ。

大なる扉にはローラー (Roller) を取り付けてある、斯くすれば摺動摩擦が轉動摩擦に變じ摩擦が著しく減するのである。

ローラー附扉 ローラーには (1) 扉にローラーを取付けたるもの、(2) 輾子列 (Roller train) が扉と連絡あるものとの 2 種がある。

第374圖は 2 箇のローラーを扉に取付けてあるもので閘渠の引揚扉であるが、堰でも全く同一である、扉に 2 箇のローラーがある時には力の傳播上はよいが、大なる扉にては一つのローラーに加はる壓力が過大になるから、第375圖の如く 4 箇の

第374圖
ローラー附扉第375圖
ローラーの配置



第376図 ストニー式扉

のを其發明者の名に倣ひ Stoney 式扉と云ふ。

第377圖に於て

r = ローラーの半径 (cm) とする時は

$$A \text{ の場合には } Z = R + G \\ = (\mu + \mu'a) \frac{W}{r} + G \dots\dots\dots (10)$$

式中 a = ローラー軸の半径

μ' = ローラー軸の摩擦係数 = 0.10 ~ 0.20

μ = 轉動摩擦係数 = 0.05 ~ 0.15

$$B \text{ の場合には } Z = R + G \\ = \mu \frac{W}{2r} + G \dots\dots\dots (11)$$

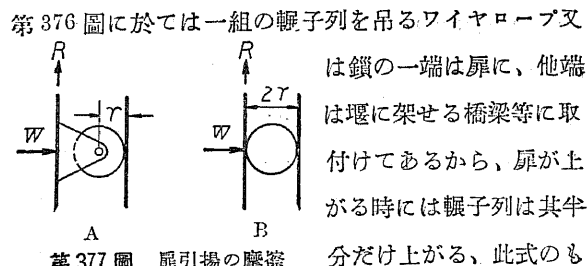
江戸川關宿水堰の扉、大河津可動堰の扉、及横利根閘門の閘渠の給排水用扉にはストニー式扉が採用せられた。

二枚扉 (Double gate) 閘門扉にて述べしが如く上下2枚の扉を用ふことがある、堰上高大なるものにては前述の如く扉を引揚ぐるに要する力が少なくてよいから、其操作が容易且つ迅速なる點が優つて居る、然し、上下兩扉間の水密が

ローラーを用ひ2箇宛を一組としたものがある。

又扉が甚だ高き時には扉の各横桁に相當した處にローラーを附ける。

北上川協谷閘門の引揚扉は上下2枚より成つて居り、下扉の高約4.5mであるが、第375圖の如くローラーを配置してある。



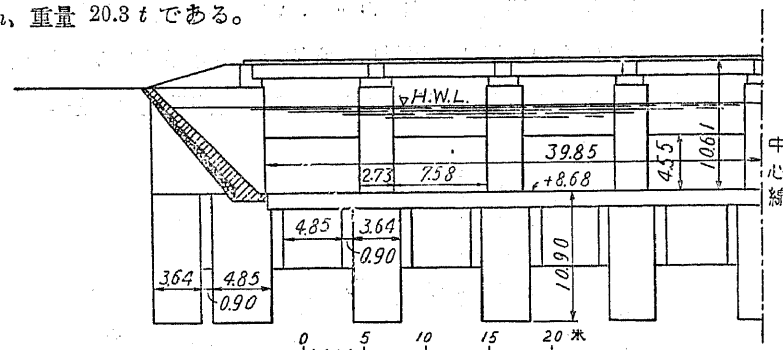
第377圖 扉引揚の摩擦

は鎖の一端は扉に、他端は堰に架せる橋梁等に取り付けてあるから、扉が上がる時には輻子列は其半分だけ上がる、此式のもの

相當に工夫を要する。

協谷閘門の二枚扉にては、下扉の上部には鐵鈎の扉當りを付し、又上扉の下部には木の扉當りを付け、閉扉の際兩者が密着する様にしてある。

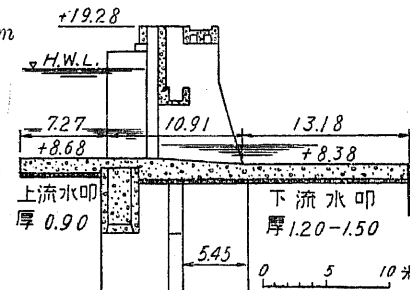
江戸川關宿水堰 利根川よりの分派點に設けられたる關宿水堰は兩川の水量を適當に分配するを目的とし、第378圖の如く幅員7.58mのもの8連より成つて居る、扉はストニー式引揚扉で、其幅8.53m、高4.57m、厚中央部にて620mm、重量20.3tである。



第378圖 關宿水堰正面

可動輻子は其直徑150mmのもの14箇を一組とし、扉溝に取り付けた固定ローラー受と、扉の兩端に取り付けた可動ローラー受との間に徑16mmのワイヤロープで吊られて居る。

扉には對重を備へて重量の大部分を相殺し、其操作を容易ならしめてある、而して手働捲揚機或は汽力捲揚機によつて操作出来る、手働捲揚機は各扉に1箇宛設備せられ、4人の人夫にて、1分間に9cmの速度で開閉し得る、又汽力捲揚機は汽機25馬力のものが1臺中央の堰柱上に備へられ、水堰全體を貫通する主軸に動力を傳へて、扉1枚宛或は同時に4枚の扉を開閉し得る。



第379圖 關宿水堰断面

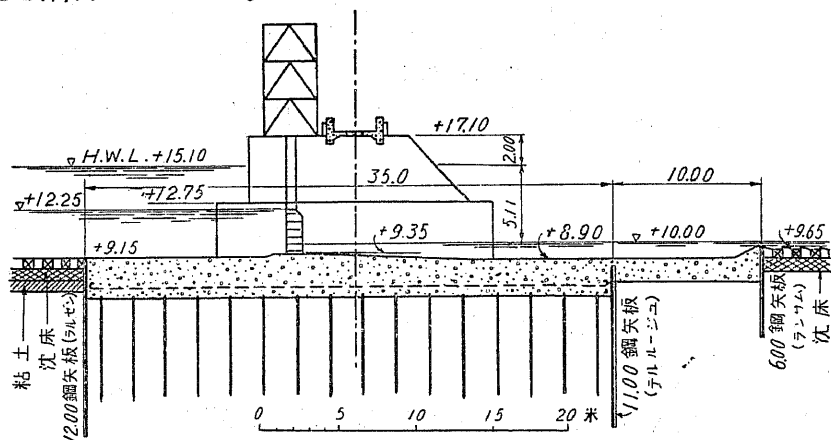
堰柱及翼壁の基礎は第379圖の如く總

て混凝土の井筒を用ひ、粘土混り荒砂の固く凝結した硬盤に達して居る。

底部は上流及下流水叩を設け割栗工基礎の上に厚 $0.9 \sim 1.5 \text{ m}$ の混凝土を施工し上下兩端には矢板工がある、尙此外に下流部には幅 9 m の區間には割石基礎の上に混凝土塊を並べ、更に其下流 18 m の區間には沈床を敷設してある、又上流部も幅 9 m の沈床がある。

信濃川大河津可動堰 全長 180 m 、幅員 3.5 m 堰柱にて 10 箇の徑間に分たれて居る、各水通幅員 14.5 m 、幅 16 m 、高 2.9 m のストレー式引揚扉を備へ、水位の昇降に應じ電力又は人力を用ひて開閉し、水位の調節を容易ならしめる。

扉の重量 23 t 、之に相當する對重を附してある、扉の昇降速度は毎分 1 m で、最大昇降高 7.5 m である。



第 380 圖 信濃川大河津可動堰断面

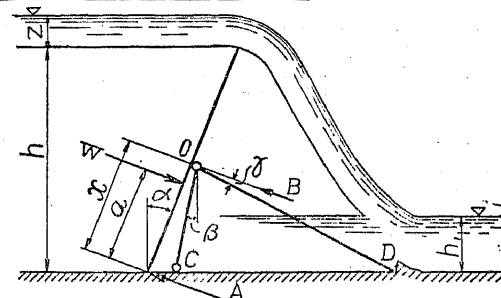
扉開閉のため第 380 圖に示す如く橋臺及橋脚上に鐵塔を建て、之に構桁を架してある。又堰堤の監視及維持修理に便せんがため可動堰上に有效幅員 2.5 m の鐵骨鐵筋混凝土桁橋を架してある。

3. 盾 堰 (Shutter weir)

水平軸の周りに廻轉し、支柱に支へらるゝ扉を有する堰を盾堰と云ふ。第 381 圖の如く、(1) 木又は鐵製の矩形の扉、(2) 床に固定せられたる水平軸の周りに動く梯形の鐵製支架 (Horse support) OC、(3) 上部は鐵製枠に取付けたる軸

の周りに動き下部は床に取付けてある鐵製の足掛脊 (Hurter) に支へらるゝ支柱 (Prop) OD の三つの部分より成つて居る。

扉の立つて居るときに支柱の下端を横へ引く時は其

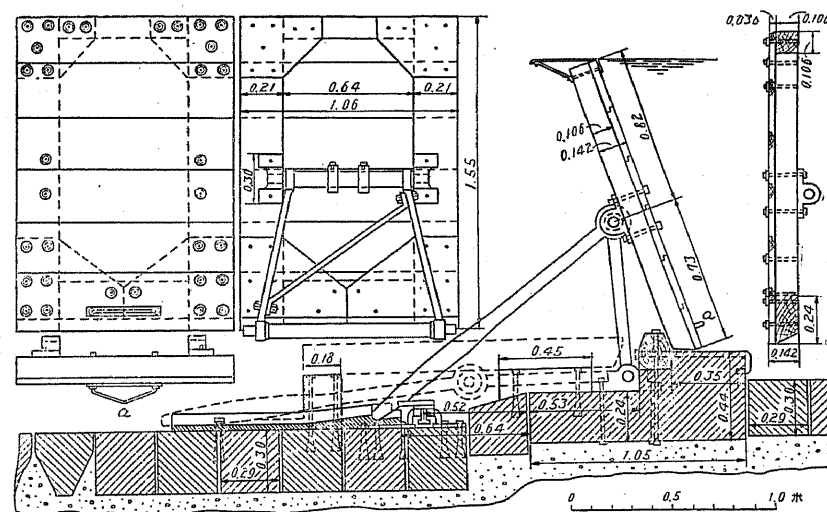


第 381 圖 盾堰略圖

足掛から外れて支柱は足掛板の上を後方へ滑つて倒れ、從つて扉が倒れる。

扉の幅は大抵 $1.0 \sim 1.5 \text{ m}$ 、扉の高きは 5.40 m に達して居る、而して扉と扉との間には實驗上 $5 \sim 10 \text{ cm}$ の間隙が必要であるから、全く水密と云ふことは出来ない。

高梁川では湧水の際用水取入のため同川を横斷して取水堰堤を設けたが、其内の一部分 18 m だけ、深 1.36 m の水路とし、之を盾堰とし、 16 枚の扉を設けた。

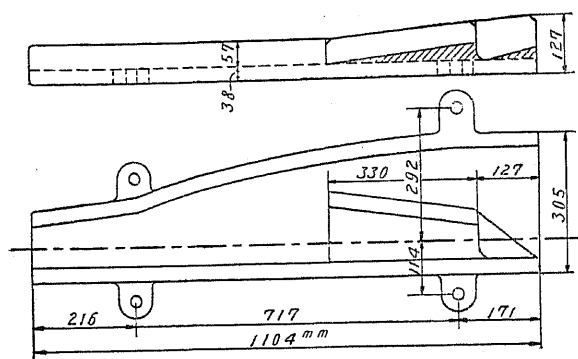


第 382 圖 高梁川盾堰

一枚の扉は第 382 圖の如く幅 1.06 m 、高 1.55 m 、厚 0.14 m であつて、相隣れる扉との間には約 8 cm の間隙がある。

扉を起すには特別に設備したる操縦機船附属の鈎竿を扉の金具 a (第 382 圖) に引掛け、上流に引く時は支柱は足掛に止められ、扉は水勢により規定の位置に起つ、操縦機船は起伏堰の上手に設置してある左右 2 箇の石柱に附属せる滑車及石柱間に張渡せる鋼線上を滑動する滑車に連絡し、其位置を上下左右自由の位置に碇着することが出来る。

扉を倒すには堰の東側固定堰内に施設せられてある伏扉装置により支柱の下端に引掛けてある齒棒を動かし、支柱の足掛を無くする時は水勢のために 16 枚の扉は一枚宛順次河床に伏す、起す時には人夫 4 人にて 20 分、伏扉の時は 2 人にて 5 分を要する。



第 383 圖 高梁川盾堰足掛杓

淀川筋長柄に盾堰を設け低水時に毛馬洗堰前面の水位を高め洗堰より下流舊淀川に規定流量を流入せしめ、高水の時には之を伏せて居る、幅 1.20 m、高 1.90 m の扉 83 枚あり、各扉間に 10 cm 餘の間隙があり、總長約 109 m である、而して扉の操縦は起伏共船中にて行ふ。

扉軸の位置 第 381 圖に於て

x = 扉下端より扉軸に至る長

h = 堰高

h_1 = 下流に於ける水深

z = 溢流深

第 383 圖は上記盾堰の足掛杓である。尙扉と扉との間には漏水を防ぐため、木製のゴム板付三角棒を當てる。又作業に便するため扉の頂部に幅 30 cm の鉄板を附けてある。

b = 扉幅

r = 水の単位重量 とすれば

$$\text{上流側より扉に加はる水圧 } W = r h \cdot \sec \alpha \left(\frac{h}{2} + z \right) b \dots\dots (12)$$

$$\text{下流側より扉に加はる水圧 } W_1 = \frac{1}{2} r h_1^2 \cdot \sec \alpha \cdot b$$

$$\text{扉下端に於ける } W \text{ による力率 } M = \frac{1}{6} r h^2 \cdot \sec^2 \alpha \cdot h^2 (h+3z) b$$

$$\text{扉下端に於ける } W_1 \text{ による力率 } M_1 = \frac{1}{6} r h_1^3 \cdot \sec^2 \alpha \cdot b$$

扉が平衡状態にあるには

$$\begin{aligned} W(x-a) - W_1(x-a_1) &= 0 \\ x &= \frac{W a - W_1 a_1}{W - W_1} = \frac{M - M_1}{W - W_1} \\ &= \frac{h^2(h+3z) - h_1^3}{h^2 + 2zh - h_1^2} \cdot \sec \alpha \dots\dots (13) \end{aligned}$$

上式に於て z が増すと共に x は増し極限に於ては $x = \frac{h}{2} \cdot \sec \alpha$ となる、

然し實施に於ては $\frac{h}{2} \cdot \sec \alpha$ より稍々小さくする。

支柱及支架に加はる力 安全のために下流側の水壓を無きものと考えれば、

$$\text{扉軸 } O \text{ 點に働く } W \text{ の分力 } B = \frac{r h^2 \cdot \sec^2 \alpha (h+3z) \cdot b}{6x} \dots (14)$$

$$\text{扉下端に働く } W \text{ の分力 } A = W - B \dots\dots (15)$$

$$\text{支柱に加はる力 } S = \frac{B \cdot \cos(\alpha - \beta)}{\sin(90^\circ - \alpha + \beta - \gamma)} \dots\dots (16a)$$

$$S \text{ の水平分力 } S_h = S \cdot \cos(\alpha + \gamma) \dots\dots (16b)$$

$$S \text{ の垂直分力 } S_v = S \cdot \sin(\alpha + \gamma) \dots\dots (16c)$$

$$\text{支架に加はる力 } T = \frac{B \cdot \sin \gamma}{\sin(90^\circ - \alpha + \beta - \gamma)} \dots\dots (17a)$$

$$T \text{ の水平分力 } T_h = T \cdot \sin \beta \dots\dots (17b)$$

$$T \text{ の垂直分力 } T_v = T \cdot \cos \beta \dots\dots (17c)$$

即ち支柱は其の下端にて下流側及び下方へ押され、支架は其の下端にて下流側及び上方へ引かるゝのである。

高梁川の盾堰にては扉軸を扉下端より全長の 0.47 の所に置いてある、即ち

$$x = 1.55 \times 0.47 = 0.73 \text{ m}$$

而して $z = 0.46 \text{ m}$, $\alpha = 20^\circ$, $\beta = 5^\circ$, $\gamma = 35^\circ$, $h = 1.46 \text{ m}$
 $b = 1.06 \text{ m}$, $\gamma = 1 \text{ t/m}^3$ とすれば、

$$W = \gamma h \cdot \sec \alpha \left(\frac{h}{2} + z \right) b = 1.46 \times \frac{1}{0.9397} \left(\frac{1.46}{2} + 0.46 \right) \times 1.06 = 1.96 \text{ t}$$

$$B = \frac{\gamma h^2 \cdot \sec^2 \alpha (h + 3z) \cdot b}{6x} \\ = \left\{ 1.46^2 \times \frac{1}{0.9397^2} (1.46 + 3 \times 0.46) \times 1.06 \right\} / 6 \times 0.73 = 1.66 \text{ t}$$

$$A = W - B = 1.96 - 1.66 = 0.30 \text{ t}$$

$$S = \frac{B \cos (\alpha - \beta)}{\sin (90^\circ - \alpha + \beta - \gamma)} = \frac{1.66 \times \cos (20^\circ - 5^\circ)}{\sin (90^\circ - 20^\circ + 5^\circ - 35^\circ)} = 2.49 \text{ t}$$

$$S_h = S \cdot \cos (\alpha + \gamma) = 2.49 \times \cos (20^\circ + 35^\circ) = 1.43 \text{ t}$$

$$S_v = S \cdot \sin (\alpha + \gamma) = 2.49 \times \sin (20^\circ + 35^\circ) = 2.04 \text{ t}$$

$$T = \frac{B \cdot \sin \gamma}{\sin (90^\circ - \alpha + \beta - \gamma)} = \frac{1.66 \times \sin 35^\circ}{\sin (90^\circ - 20^\circ + 5^\circ - 35^\circ)} = 1.48 \text{ t}$$

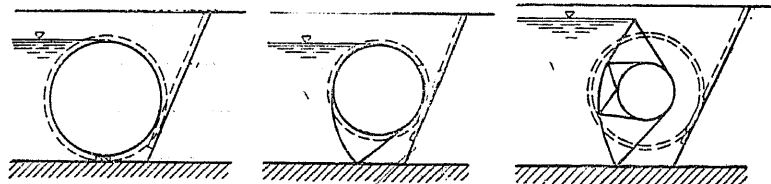
$$T_h = T \cdot \sin \beta = 1.48 \times \sin 5^\circ = 0.13 \text{ t}$$

$$T_v = T \cdot \cos \beta = 1.48 \times \cos 5^\circ = 1.47 \text{ t}$$

これに盾堰操作時の撃衝係数を見込んで各部の設計をしてある。

4. 轉 堰 (Rolling weir)

圓筒を横に置き之れを上下に轉動せしむる堰である、以前には第384圖左圖の如く鐵板にて圓筒を作り其の内部を相當に補強したものであつたが、堰上高が大



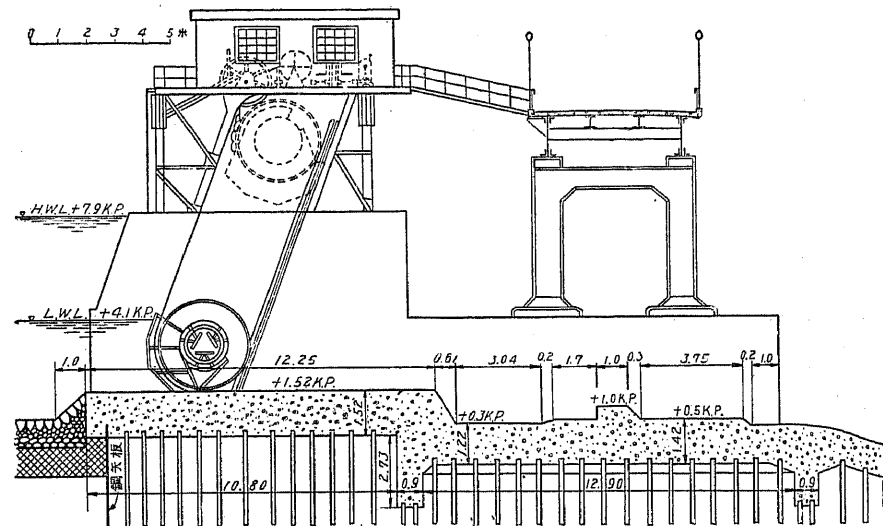
第 384 圖 轉 堰

なる時には、圓筒の直径があまり大きくなり、従つて高價となるから第384圖中圖及右圖の如く翼を付ける。

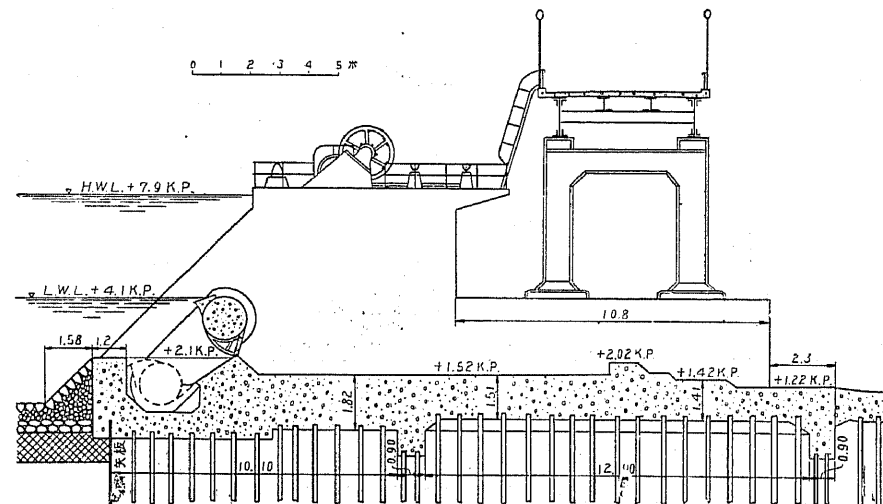
圓筒は兩端共堰柱に設けてある斜面を動くが、圓筒を上下せしむるワイヤロープ又は鎖は一方にあれば充分である、而して圓筒の兩端には齒車を付けて前記斜面にある齒棒と噛み合つて上下する。

轉堰の最大なるは Norway の Ranaasfos にあるが長 45 m、高 6.5 m、圓筒の徑 5.0 m、鐵板最大厚 28 mm、重量 277 t である。

新北上川飯野川町地内に新北上川全川幅員 409 m を横切り、水位調節のため



第 385 圖 新北上川飯野川昇開式轉堰



第 386 圖 新北上川飯野川降開式轉堰

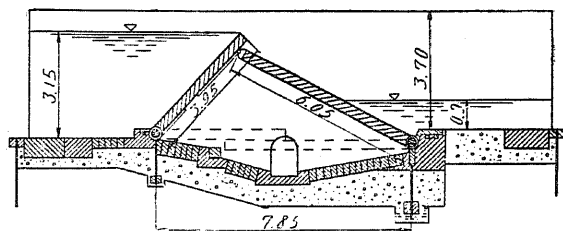
可動堰を設けた、水通幅 17.1 m のもの 21 径間の内左岸寄 1 径間、及右岸寄 4 径間は固定堰であるが其の他は轉堰である、而して轉堰 16 径間の内低水路に相當する 4 径間は第 385 圖の如く高水に際し、堰體を計畫高水位以上に捲き揚げるが、其の他のものは第 386 圖の如く之れを降下せしめ、水流を阻害しない様にする。

水位の堰上高は凡て 2.6 m であるが、昇開式のものは圓筒徑 1.7 m、重量 38 t である、又降開式のものは圓筒徑 1.4 m、堰體高 2.0 m、鐵板にて作り、降下を容易ならしむるため其の中に混凝土を充填し、其重量は 100 t (内 77 t は充填用混凝土) である。

昇開式轉堰 2 径間に對し 20 馬力ガソリン發動機 1 臺宛を備へてある、尙人力にて開閉し得る装置がある、又降開式轉堰は人力にて開閉す、降下せしむる時は 2 人、捲揚の時は 8 人を要す。

尙堰柱を橋脚に利用して有効幅員 5.5 m の人道橋を架設してあるが、堰の操作にも便利である。

5. ベーヤートラップ堰 (Bear trap weir)



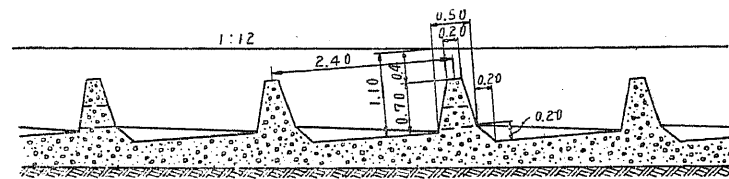
第 387 圖 ベーヤートラップ堰

第 387 圖の如く堰の上下流に於ける落差又は壓搾空氣等により、扉を起伏せしむる堰である。大抵水平軸の周りに廻轉する 2 枚の扉より成り、上流側の扉が下流側の扉の上に折り重つて倒れる時は水路は開放せられる、今倒れたる扉の下方へ、上流より水を流入せしむる時は兩扉は押し上げられて所定の位置に起つ。

6. 魚 梯 (Fish ladders)

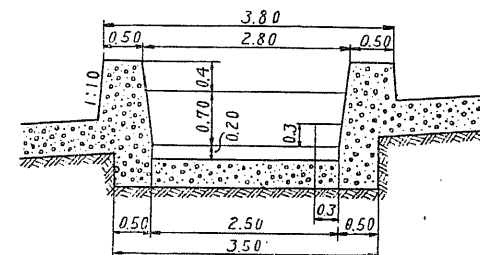
凡て固定堰、可動堰を問はず、堰を設くる時には魚族の通路を遮斷する事があるから、必要に應じ堰其の他の工作物に魚族の溯上し得る通路を築造する之を魚

梯と云ふ。第 388 圖、第 389 圖及第 390 圖は信濃川分水路の第二床固の左岸寄に設けられたもので、魚梯の幅 2.80 m、1 區劃の長 2.40 m、水深 0.70 m、各區劃の高低差 0.20 m、延長 101 m、平均勾配 1:12、尙左右交互に 30 cm 角の孔を設けてある。

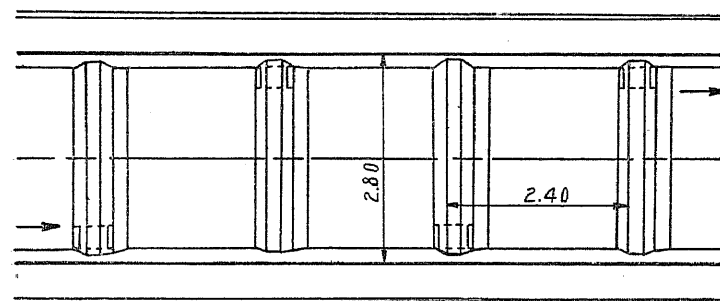


第 388 圖 信濃川分水路第二床固魚梯縱断面

又同分水路呑口にある固定堰に於ても鐵筋混凝土造の魚梯が設けられた、其幅 3.30 m、1 區劃の長 4.50 m、水深 1.00、各區劃の高低差 0.18 m、延長 93 m、平均勾配 1:25 である。



第 389 圖 信濃川分水路第二床固魚梯横断面



第 390 圖 信濃川分水路第二床固魚梯平面