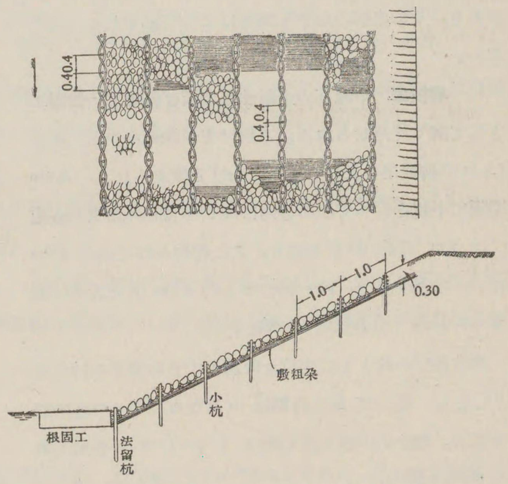
利を填充する代りに之を控 15 cm 以上の栗石，玉石又は野面石に代へたものであつて，時としては是等の詰石を以て表面を張立てる(第 172 圖)。

所要材料勞力　栗石粗朶工 10 m² につき，粗朶 9 束，帶梢 2.5束，小杭 2.5束，栗石 1.0 m³，目潰砂利又は粘土 2.0 m³，石積夫 1.5 人，人夫 3.0 人。

3)　**投掛工**　栗石粗朶工と類似の箇所に施工するに適し，**段柵工，礫掛工**などの別名がある。工法も亦栗石粗朶工に類似するが，柵は流水の方向だけに約 1 m 間隔に之を設け，杭の間隔は 40～50 cm とする。

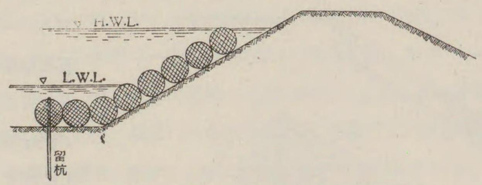
所要材料勞力　投掛工10 m² につき，粗朶 9 束，帶梢 3 束，小杭 3 束，栗石 0.7 m³，目潰砂利又は粘土 1.0 m³，石積夫 1.0人，人夫 2.0人。



第 173 圖　投　掛　工

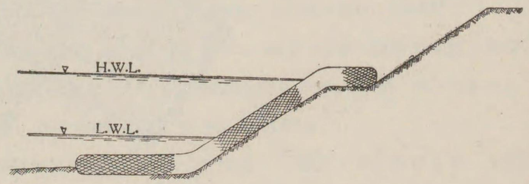
116.　籠　　工

蛇籠は割竹を以て龜甲形の目に編んだ圓筒形の籠に玉石又は割石を填充したものであつて，支那では約 2 000 年前から之を使用し，その後三韓を經て我が國に輸入せられて以來約 1 500 年，專ら河川工事の爲に全國各地に使用せられる。



第 174 圖　腹　　籠

蛇籠は法覆に使用せられる外根固，水制，床留，その他牛工の重籠，尻押籠等極めて廣汎なる用途を有し，法覆に使用する場合には**腹籠**と稱して橫に積上げたものは滑落し易い缺點あるが爲に，法の方向に竪に敷並べるのが普通であつて，之を**立籠**と言ふ(第 174 圖，第 175 圖)。



第 175 圖　立　　籠

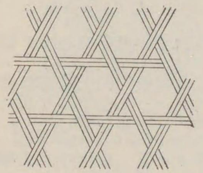
腹籠として使用する場合には最下段の籠に留杭を打つ。立籠の場合にも流勢が激しく且法勾配が急な場合には留杭を設けることもあるが，河床の洗掘に應じて籠が自然に辷り落ちるのを妨げない爲には留杭のない方がよい。

籠の長さは 10 m 以下が普通であるが，18 m 位のものが造られることもあり，徑は 90 cm 以下，普通は 45～60 cm である。時としては徑 1.2～1.5 m のものを直立せしめて根固用に使用することがあり，之を**達磨籠**と言ふ。

法覆立籠の工法は先づ法面を切均した後蛇籠を列べ，之に中詰石を填充するのであるが，その末端は普通 2～4 m 河床に垂らして根固を兼用せしめる。之を**垂れ**と言ひ**立籠**の必須要件とせられる。

蛇籠は竹製のものが原始形であるが，外に粗朶籠，柳籠の如き特殊のものもあり，特に近年は竹の代りに鐵線を用ひる鐵線蛇籠が廣く一般に採用せられるに至つた結果，是等と區別する爲には**竹蛇籠**の名を以て呼ばれる。

1)　**竹蛇籠**　中流部の法覆工に適する。材料は 2 年生以下の唐竹目通周 12～15 cm，冬季伐採のものにして腐朽，蟲喰等のないものを選んで之を四つ割とし，是より周の大きいものは五つ割，六つ割として**扮竹**の幅を 2.5～3 cm とする。竪竹は此の扮竹を長さ 4.5 m に遣つて 2 枚並べ 6 本建に用ひ，輪竹は長さ 3.6 m に遣つて 2 枚並べ，籠長 9 m につき 48 輪として第 176 圖の如き龜甲目に編み，編目は詰石の大きさよりも小さく 12～15 cm とする。



第 176 圖　竹蛇籠編目

近來鐵線蛇籠の使用が旺盛となるに從つて竹蛇籠の使用が廢れ，蛇籠編の人夫がその跡を絶たんとするのは遺憾である。

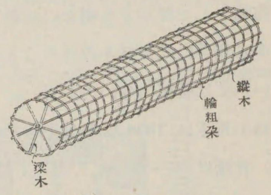
總べて蛇籠を使用する場合には籠の徑の10%增を施工幅員と考へて所要員數を算出する。例へば施工幅員 1 m につき徑 90 cm 籠ならば 1 本，徑 60 cm 籠ならば 1.5 本，徑 45 cm 籠ならば 2 本となる。

所要材料勞力　竹蛇籠長さ 9 m，徑 45 cm，編目 12～15 cm 1 本につき，目通周 12～15 cm 唐竹15本，詰石 1.5 m³，人夫 0.3～1.2人。

2)　**柳蛇籠**　扮竹の代りに生柳枝を以て蛇籠を編んだものであつて，柳の發芽を助ける爲に蛇籠の下敷には相當の厚さの眞土を敷き，且蛇籠の上には上覆土を置いて充分に踏締める。發芽せる枝條は 2～3 年目に刈取つて新芽の發生を促すと同時に之を籠の修理に充當する。完全に發芽した柳蛇籠は竹蛇籠よりは勿論，鐵線蛇籠よりも耐久性に富み，此の故に一名**萬年籠**とも呼ばれる。

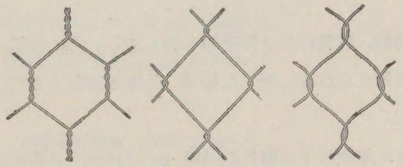
所要材料勞力　柳蛇籠長さ 9 m，徑 45 cm 1本につき，長さ 1.2 m，1.5 m 繩締生柳 4 束，詰石 1.0 m³，目潰土 0.6 m³，人夫1.5人。

3）**粗朶蛇籠**　一名**木籠**と言ひ，第177圖の如く徑 3～6 cm の樹枝を縦木とし，之に徑 2 cm 内外の輪粗朶を配して籠を造つたものであつて，縦木と輪粗朶との交點は鐵線で結束する。竹蛇籠に比すればその屈撓性，耐久性ともに劣る。



第177圖　木　籠

所要材料勞力　粗朶蛇籠長さ 7.2 m，徑 90 cm 1本につき，縦木長さ 4.8 m，元口 5 cm 雑木 24本，輪粗朶長さ 2.7 m，元口 2 cm 同 180本，小口梁木長さ 1.0 m，末口 3 cm 同16本，17番（徑 1.4 mm）亜鉛鍍鐵線 3.2 kg，詰石 4.7 m³，人夫 2～2.5人。


手編（龜甲形）　機械編（菱形）　機械編（丸形）

第178圖　鐵線蛇籠編方

4）**鐵線蛇籠**　10～8番(徑 3.4～4.2 mm) 亜鉛鍍鐵線を以て蛇籠を編んだものであつて，**編方**には手編と機械編とがあり，前者は現場に於て龜甲形に編み，後者は工場に於て撓曲したものを現場で鐵輪を入れて組立てるのであるから，編目は菱形及び丸形が普通である(第178圖)。

機械編蛇籠には川崎式，大橋式，長作式などの特許がある。

總べて蛇籠は相當に流勢が強く，而も石張に適する石材が手近に得られない箇所に用ひて便利且經濟であり，特に鐵線蛇籠はその使用の範圍が極めて廣汎であるが，急流河川の上流部に於て玉石などが流送せられる様な箇所では鐵線を切斷せられる處があるから使用に適しない。

鐵線蛇籠は竹蛇籠，粗朶蛇籠等に比すれば遙かに耐久力が大きく，流水が酸，植物性壌土等鐵線を腐蝕せしめる有害物の有害量を含まない場合には10年以上の耐久力を有するが，而も永久に鐵線の腐蝕を防止することは不可能であるから鐵線蛇籠を施工すると同時に生柳の數粗朶又は**挿柳工**の如きを行つて柳枝の繁茂を圖るのがよい。

所要材料勞力　手編鐵線蛇籠 10 m につき，所要材料勞力は次表の通りである。

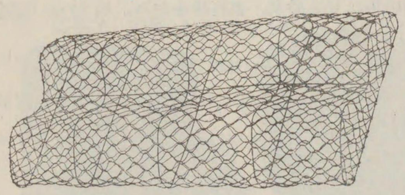
第63表　手編鐵線蛇籠材料勞力表（籠長 10 m 當り）

籠徑 (cm)	編目 (cm)	鐵線重量 (kg)		詰石 (m³)	籠夫		人夫
		10番線	8番線		10番線	8番線	
45	10	24.8	38.7	1.44	1.2	1.8	0.9
	12	21.2	33.1		1.1	1.6	0.8
	15	17.7	27.6		1.0	1.5	0.7

籠徑 (cm)	編目 (cm)	鐵線重量 (kg)		詰石 (m³)	籠夫		人夫
		10番線	8番線		10番線	8番線	
50	10	28.3	44.1	1.76	1.4	2.0	1.1
	12	23.0	35.9		1.2	1.8	1.0
	15	19.5	30.4		1.0	1.6	0.9
55	10	30.1	47.0	2.14	1.6	2.4	1.3
	12	26.6	41.5		1.4	2.1	1.2
	15	21.2	33.1		1.2	1.8	1.1
60	10	33.6	52.4	2.54	1.8	2.7	1.5
	12	28.3	44.0		1.5	2.3	1.4
	15	23.0	35.9		1.2	1.9	1.3
90	10	49.6	77.4	5.72	2.6	3.9	2.6
	12	42.5	66.3		2.2	3.3	2.5
	15	33.6	52.4		1.8	2.7	2.4

機械編鐵線蛇籠に就いては籠長 10 m につき，組立及び据付人夫徑 45～50 cm 籠の場合 0.12人，徑 55～60 cm 籠の場合 0.15人，徑 90 cm 籠の場合 0.25人を要する。

5）**その他の鐵線籠**　護岸表面を波形にして流水誘導の傾向を低減する爲に考案されたものに**さゞなみ籠**がある。籠の長手の方向には胴線より徑の大きい丸鋼の骨線を通し，横斷の方向には同じく中枠を挿入すると同時に釣線を設けて波形の維持を圖るのであるが，中枠及び釣線が充分の太さのものでないと籠詰石を行ふ場合に籠が變形を起す。籠の形は波形，凸字形，凹字形，蒲鉾形などの種類があり，法覆用としてのみならず，根固用，水制用などにも用ひられる。第179圖はA型さゞなみ籠の組立圖を示す。**なみがた籠**と言ふのも全く之に類似する。


第179圖　A型さゞなみ籠

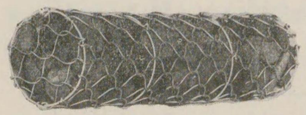
籠の寸法は波形の種類によつて相違し長さ 2～4 m，幅 1.0～1.95 m，高さ 80～120 cm とする。

所要材料勞力　A型さゞなみ籠（波形）長さ 4 m につき，所要材料勞力は次表の通りである。

第64表　A型さゞなみ籠材料勞力表（籠長 4 m 當り）

高さ (cm)	幅 (m)	長さ (m)	詰石量 (m³)	組立及び据付人夫	石詰人夫
30	1.90	4	1.74	0.11	0.70
40	1.90	4	2.38	0.12	0.95
45	1.90	4	2.56	0.13	1.02

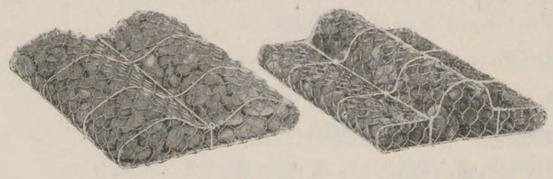
高さ(cm)	幅 (m)	長さ(m)	詰石量(m³)	組立及び据付人夫	石詰人夫
50	1.90	4	2.98	0.14	1.19
60	1.90	4	3.57	0.15	1.42
100	1.80	4	6.20	0.19	1.86
120	1.80	4	7.48	0.21	2.28



第180圖　鐵線蛇籠

次に根固工に使用せられる鐵線籠には種々の異型がある。長方形のものを**蒲團籠**又は**床籠**，徑が太く高さの低い圓筒形のものを**達磨籠**又は**岩籠**，4面體をなすものを**捨石籠**と言ひ，その他**扇籠**，**蒲鉾籠**，**俵籠**，**瘤籠**，**靴籠**などの種類がある。

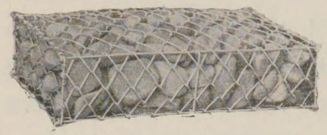
第180圖は蛇籠，第181圖はさゞなみ籠，第182圖は蒲團籠，第183圖は達磨籠の詰石施工後の形である。



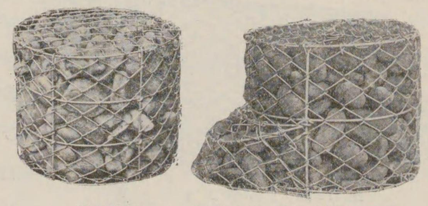
A　型　　D　型

第181圖　さゞなみ籠（なみがた籠）

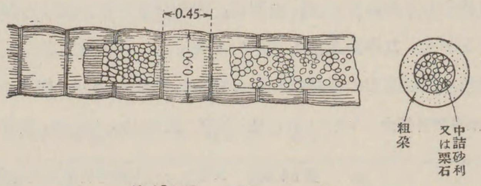
6) 包柴工　包柴は蛇籠の簡單な形であつて厚さ 8～12 cm 內外の粗朶苞の中に切込砂利，栗石等を包み，約 30 cm 間隔に二子繩，棕櫚繩，亞鉛鍍鐵線等を以て結束したものである。中流部以下緩流部の法留，根固又は床留工に使用せられ，徑は 45～90 cm，長さは 6 m 位が普通である。



第182圖　蒲團籠（床籠）



第183圖　達磨籠（岩籠）



第184圖　包柴

兩端は末細りに粗朶を結束し，或は中詰と同じ徑に結束した長さ 50～60 cm の小口粗朶を中詰と同時に捲込む（第184圖）。

所要材料勞力　包柴長さ 10 m につき，所要材料勞力は次表の通りである。

第65表　包柴材料勞力表（長さ 10 m 當り）

徑（cm）	粗朶（束）	中詰栗石(m³)	二子繩(房)	12番鐵線(kg)	人夫(人)
45	12	0.75	5.0	4.0	2.0
60	16	1.32	6.5	5.5	3.0
75	21	2.40	8.0	7.0	4.5
90	34	3.00	10.0	8.0	6.0

117. 石張及びコンクリート張工

最も堅牢なる護岸工の種類であつて，急流部の護岸は專ら之による。

1) 石積工　勾配 1:1 より急なる場合を石積と言ひ，用材には**間知石**，**割石**，**雜割石**，**野面石**などの區別があり，水勢緩なる場合，勾配緩なる場合には空積とするが，水勢急なる場合，勾配急なる場合には練積とする。

石積の場合に注意すべき事項は **a**) 高い石積に於ては下部に至るに從つて石の控長を增大すること，**b**) 石積の背面には充分の厚さの裏込礫を使用すること，**c**) 裏込の厚さは上部から下部に至るに從つて之を增大すること，**d**) 石積とした場合には必ず 3 m² に 1 箇所位の割合で**水拔孔**を設けること等である。

2) 石張工　勾配 1:1 よりも緩なる場合を石張と言ひ，玉石を使用したものを特に**石羽取**又は**玉石羽取**とも言ふ。石羽取に於ける玉石は必ず長手を法面に直角に置くを原則とし，大玉石を使用して入念に仕上げた石羽取工は空積を以てしても可なりの激流に耐へる。明治35年に竣功した手取川の堤防に於けるが如きがその適例である。

石張工に於ては法の上部と下部とで石の控長を變ぜず，從つて又裏込の厚さを變へないのを通例とする。

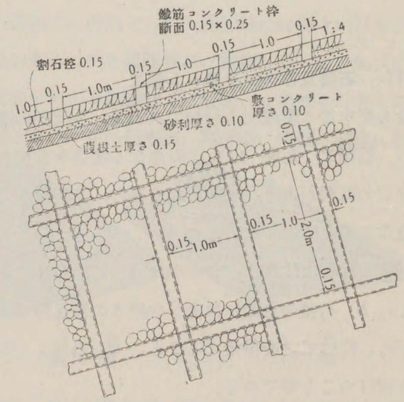
所要材料勞力　石積及び石張 1 m² につき，所要材料勞力は次表の通りである。

第66表　石積及び石張材料勞力表（1 m² 當り）

控長(cm)	石材(個)	裏込礫(m³)	間知石		割石		雜割石		野面石	
			石工	人夫	石工	人夫	石工	人夫	石工	人夫
25	30	0.30	——	——	——	——	——	——	0.17	0.14
30	23	0.40	——	——	0.26	0.21	0.22	0.18	0.20	0.16
35	17	0.50	0.50	0.40	0.30	0.24	0.25	0.20	0.23	0.18
45	11	0.70	0.60	0.48	0.36	0.29	0.30	0.24	0.27	0.22
55	8	1.00	0.72	0.58	0.43	0.34	0.36	0.29	0.32	0.26
60	6	1.20	0.86	0.69	0.52	0.42	0.43	0.34	0.39	0.31
75	4	1.50	1.12	0.90	0.68	0.54	0.56	0.45	0.51	0.41

石張工に於ては特殊の場合を除くの外空張とし，石の合端には豆砂利などを填充して目潰とするが，大きい石材の得られない場合には玉石張，雜割石張にコンクリートを使用して練張とすることもある。

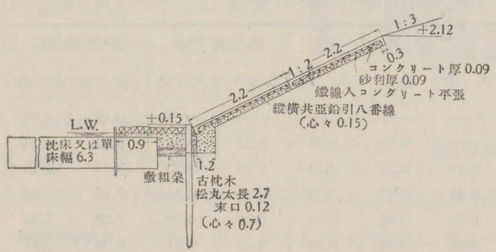
3) **石詰法枠工**　栗石粗朶工の粗朶柵の代りに鐵筋コンクリートの枡形の枠を組んだもので，普通 1:2 より緩なる勾配の箇所に施工せられる。その工法は先づ法面に厚さ 15 cm の粘土を置き，その上に厚さ 10 cm の砂利を敷いて之を固め，幅 15 cm，厚さ 25 cm の鐵筋コンクリート材を縱横に並べて流水の方向には 1 m 間隔，法の方向には 2 m 間隔に枡形の枠を作つた間に控 15 cm 內外の割石を詰める。枠は既塑鐵筋コンクリート材を並べて交叉點だけを場所詰とするのが普通で，詰石の脫落を防止する爲には敷コンクリート又は目潰コンクリートを施工する。第 185 圖は三重縣揖斐川筋に施工せられた石詰法枠工の例であつて，法は 1:4 の緩勾配である。



第 185 圖　石詰法枠工

所要材料勞力　石詰法枠工法長 11.5 m，延長 10.75 m，面積 123.6 m² につき，覆根土 18.54 m³，切込砂利 12.36 m³，長さ 2 m 鐵筋コンクリート枠材50本，長さ 1 m 同上50本，配合 1:2:4 コンクリート 0.28 m³，配合 1:3:6 同上 10 m³，雜割石 15 m³，人夫30人。

4) **コンクリート張工**　法覆コンクリート張工は水勢相當に强く，而も石材に乏しい箇所に施工せられ，法勾配は 1:2 より緩なるを普通とする。工法は法面に厚さ 12 cm 位に栗石又は砂利を敷いて充分に目潰を行ひ，その上に配合 1:3:6 程度のコンクリートを厚さ 12～15 cm に施工するものであつて，1.5～2.0 m 間隔に縱橫に繼手を設けるのがよい。又コンクリートの龜裂を防止する爲には鐵網又は徑 4～6 mm の鐵筋を縱橫に挿入する。コンクリート張護岸はその表面平滑に過ぎて流水を導き易いのが缺點であるから，その表面に



第 186 圖　コンクリート張工

格子形の肋を造り或は之を段狀に仕上げる等の工法が屢々行はれる（第 186 圖）。

所要材料勞力　コンクリート張工 1 m² につき，栗石 0.12 m³，切込砂利 0.04 m³，コンクリート 0.12 m³，人夫1.5人。

5) **豆板工**　コンクリート張工の表面平滑に失するのを防ぐ爲に徑 12～15 cm の玉石をコンクリート又はモルタル中に植込み，恰も豆板の如く仕上げるのであつて，玉石は必ず長手を法面に直角に，その半分以上をコンクリート又はモルタル中に植込む。玉石使用量は 1 m² につき 0.15 m³ 程度を適當とする。玉石の代りに雜割石を使用したものを**植石工**と言ひ，豆板工と同樣の目的に使用せられる。

所要材料勞力　豆板工 1 m² につき，切込砂利 0.12 m³，1:3:6 コンクリート又は 1:3 モルタル 0.10～0.12 m³，玉石 0.15 m³，人夫1.8人。

6) **コンクリート・ブロック張工**　場所詰コンクリート張の代りにコンクリート・ブロックを以て法面を張立てる工法も亦屢々行はれ，方塊の厚さは 12～15 cm，下敷として厚さ 12 cm 程度の切込砂利を使用する。利根川筋飯野護岸に使用せられたコンクリート・ブロックは長さ 60 cm，幅 30 cm，厚さ 13.5 cm である。又ブロックの表面には特に凸凹を附し，或は栗石を植付けることもある。

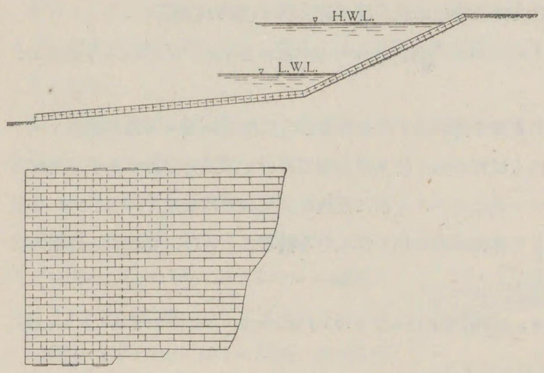
長方形のブロックに豫め 2 個の小孔を設け，之に鐵線又はワイヤ・ロープを通して廣い籠の樣に編んだものは屈撓性があり，水深大なる箇所の護岸工法として法覆工と根固工とを兼用せしめるに適し，米國及び佛蘭西の河川に使用せられ，我が國では石狩川に使用せられたのを嚆矢として利根川，鬼怒川その他各地に使用せられる。**コンクリート・ブロック單床**が是である。

法面が砂利又は硬質粘土の場合の外は單床裏の洗掘を防止する爲に下敷として厚さ 30 cm 以上の敷砂利を施し，粗朶を徑 9 cm 內外に束ねたものを15番（徑 1.8 mm）鐵線を以て約 1 m 間隔に編んだ粗朶筵を敷く。

本工法の特徵は單床裏地盤の洗掘せられるに順應して單床が沈下するにあるが，その屈撓性は連結用鐵線の爲に著しく阻害せられて，沈床裏に豫想外の空洞を生ずるも之を洞見することが出來ず，且法先河床が洗掘せられた場合には單床下端は殆ど鉛直に懸垂し，その自重の爲に單床全部を河中に顚落せしめるなどの缺點がある。從つて單床の損傷破壞を一局部に限定せんが爲には單床 1 枚の長さを約 20 m 位に止め，之を 1 m 位づゝ重ね合はせて布設するのがよい。

北海道に於て創始せられたブロック單床は長さ 60 cm，幅 15 cm，厚さ 12～15 cm のコンクリート・ブロックに 12 番亞鉛鍍鐵線を鐵筋として挿入すると同時に徑 15 mm の孔 2 個を設け，之に 4 番鐵線を 2 本撚として挿入し，第 187 圖の如き屈撓性の筵を作つたものである。

鬼怒川筋大木護岸に使用せられたものは，長さ 34 cm 及び 39 cm，幅 15 cm，厚さ 15 cm のブ

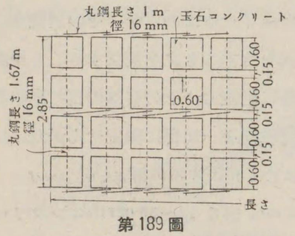


第187圖　コンクリート・ブロック單床（北海道）

第188圖に示したものは長野縣に使用せられたコンクリート・ブロック單床の例であつて，56 cm 平方，厚さ 14 cm，鐵筋として12番鐵線を挿入したブロックに徑 16 mm の丸鋼を對角線の方向に埋込み，その末端を環を以て連結する。

所要材料勞力　ブロック單床幅 6 m，長さ 15 m，面積 90 m² につき，ブロック 250個，連結環長さ 42 cm，徑 6.4 mm 丸鋼 282個，人夫33人。

同じ工法で栃木縣に用ひられたものは 53 cm 平方，厚さ 13.5 cm，三重縣揖斐川に用ひられたものは 50 cm 平方，厚さ 12 cm のブロックを使用してゐる。ブロックの表面には割石又は玉石を植ゑ，或は數條の凹味を設け，且ブロックの間隙には砂利，栗石等を塡充する。



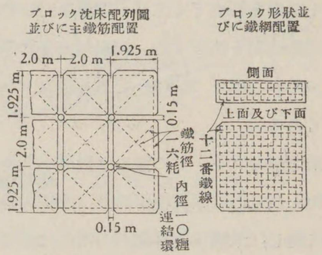
第189圖
コンクリート・ブロック床（鳥取縣）

又立方形のブロックを丸鋼で連結して恰も**連石床**の如くに組立てたものは根固工，水制工として各地に使用せられる。第189圖は鳥取縣に使用せられたものであつて，60 cm 立方のブロックを 15 cm の間隔を以て縱橫に列べ，之を橫に連絡するに長さ 1.67 cm，徑 16 mm の丸鋼を以てし，更に此の丸鋼を長さ 1.0 m，徑 16 mm の丸鋼を以て縱に 1 列置に連結する。

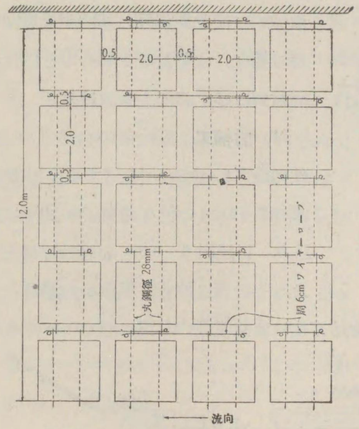
所要材料勞力　ブロック床幅 5.85 m，長さ 18.6 m，面積 108.8 m² につき，玉石コンクリート・ブロック 200個，徑 16 mm 丸鋼橫列用 262 kg，同縱列用 188 kg，鍛冶職 4 人，人夫 104人。

ロックで之を交互に使用し，編組用には 6 番鐵線 2 本撚を使用した。

所要材料勞力　屈撓性ブロック單床 100 m² につき，60×15×12 cm ブロック 1 050個，1：3：6 コンクリート 11.34 m³，セメント 2 552 kg，砂 51 m³，砂利 102 m³，12番鐵線 118 kg，4番鐵線 90 kg，ブロック製作小運搬人夫52.5人，單床編組人夫 40人。



第188圖
コンクリート・ブロック單床（長野縣）



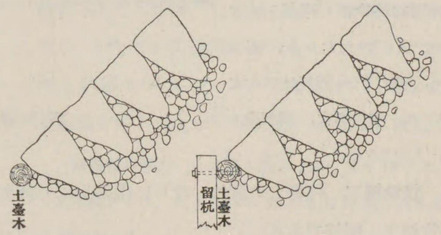
第190圖
コンクリート・ブロック床（富士川）

同じ工法で富士川に施工したものは 2 m 立方の大型ブロックであつて，之に徑 28 mm の丸鋼 2 本を挿入し，その末端を鉤形として周 6 cm のワイヤ・ロープを挿入した（第190圖）。

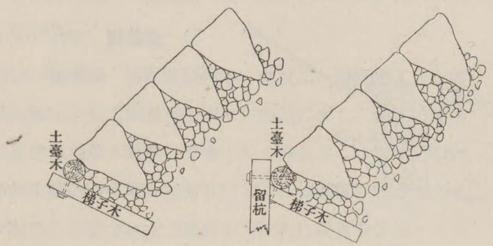
所要材料勞力　ブロック床長さ 12 m，幅 9.5 m，面積 114 m² につき，2×2×2 m ブロック20個，長さ 4 m，徑 28 mm 丸鋼40本，周 6 cm，19本線六つ撚ワイヤ・ロープ 55 m，人夫30人。

118. 法留工

水深の淺い箇所の石張護岸の如きは別に法留工を用ひず石張を河床下1～1.5 m の深さに達せしめるのが普通であつて，此の場合の基礎には第191～193圖に示すが如き**一本土臺**，**片梯子土臺**，**梯子土臺**，その他特殊の土臺を用ひる。此の場合に注意すべきことは是等の基礎と根固工とは完全に絕緣して，根固工の異動，損傷が直ちに石張工の崩壞を招來せしめざるにある。同樣にして法留工を設けた場合にも之と根固工とは完全に絕緣すべきであつて，根固用木工沈床から直ちに法覆石張を張上げる樣な工法は絕對に之を避ける。



第191圖　一本土臺

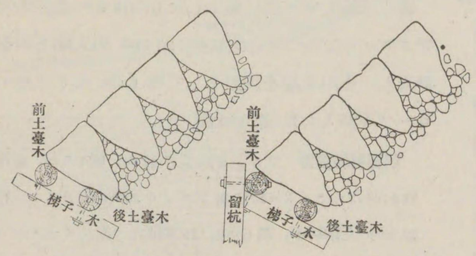


第192圖　片梯子土臺

法留工として普通に使用せられるものは各種の**柵工**及び**矢板工**等であつて，特に後者は之を法肩にまで及し法覆工を省いて直立護岸として使用する場合も少くない。

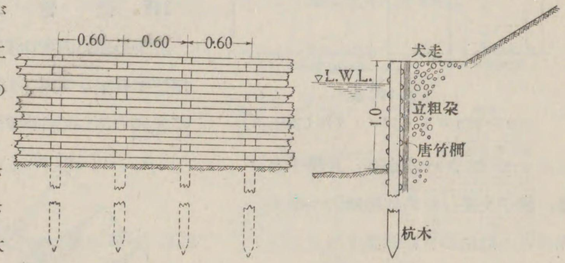
總べて木材を使用した法留工は

乾濕常ならざる場合には腐朽し易いからその頭部は平均低水位から餘り高くしないのがよい。又法留工は流水を誘導し易いから水深大なる場合，水勢急なる場合などにはその前面に必ず根固工を設ける。



第193圖　梯子土臺

1) 竹柵工　緩流部の水深 1 m 内外の箇所に用ひるに適する。工法は末口 7～9 cm の杭を約 60 cm 間隔に打込み，目通周 6～9 cm の唐竹で柵を掻き，その裏に柳交り粗朶を立粗朶として土砂を填充する。流水の爲に土砂が吸出されるのを防ぐ爲には立粗朶の背面に幅 60 cm 内外に栗石，砂利等を填充するのがよい。總べて法覆工と法留工との間には幅 60～100 cm の**犬走**を設ける(第194圖)。

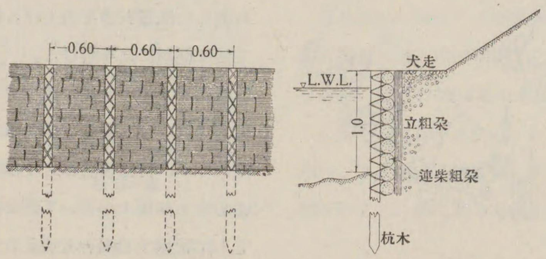


第194圖　竹柵工

所要材料勞力　竹柵工高さ 1 m，長さ 10 m につき，長さ 2 m，末口 9 cm 松又は杉丸太 16.7 本，唐竹60本，柳粗朶3束，人夫 3.5 人。

2) 粗朶柵工　竹柵工の唐竹の代りに帶梢を以て柵を掻いたものであつて，施工箇所及び工法とも竹柵工と同樣である。

所要材料勞力　粗朶柵工高さ 1 m，長さ 10 m につき，唐竹 60 本の代りに帶梢 9 束，その他は竹柵工と同樣。



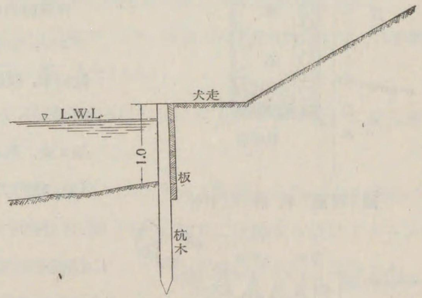
第195圖　連柴柵工

3) 連柴柵　末口 9 cm 内外の杭を 0.6～1.0 m 間隔に打込み，之に12番鐵線を以て連柴を取付けた上，背面に立粗朶を行ひ土砂を填充したものであつて連柴は徑 15 cm，1 本の長さを約 20 m に仕上げ，15 cm 間隔に二子繩及び12番鐵線を以て交互に結束する(第195圖)。

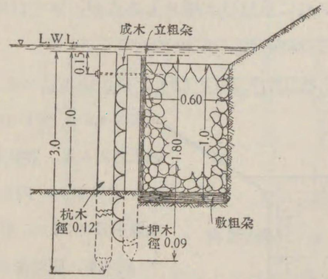
所要材料勞力　連柴柵工高さ 1 m，長さ 10 m につき，長さ 2.5m，末口 9 cm 雜木丸太 16.7本，長さ 20 m 連柴 3 本分粗朶20束，二子繩 7 房，12番鐵線 11.5 kg，柳粗朶 3 束，人夫 4.7 人。

4) 板柵工　杭を 0.6～1.0 m 間隔に打込み，その裏に松又は杉板を釘で打込み土砂を填充する。板の下端は必ず河床地盤下 20～30 cm の深さとして土砂の逃逸を防ぐ(第196圖)。

所要材料勞力　板柵工高さ 1 m，長さ 10 m につき，長さ 2.5 m，末口 12 cm 雜木丸太 10 本，厚さ 2 cm 松又は杉板 12 m², 7.5 cm 洋釘 0.8 kg，人夫 2 人。



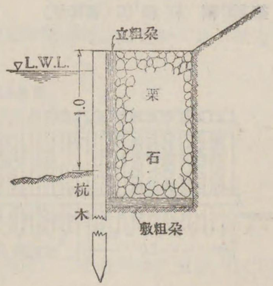
第196圖　板柵工



第197圖　丸太柵工

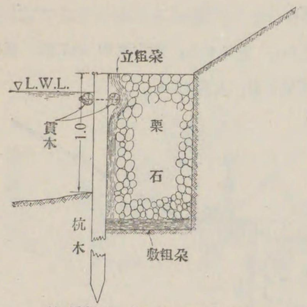
5) 丸太柵　杭木を 0.6～1.0 m 間隔に打込んだ上，之に徑 12 cm 内外の丸太を二つ割としたものを**横成木**として洋釘で打付け，且末口 9 cm 内外の丸太を 1.8～2.0 m 間隔に押木として打込んで之と杭木とを徑 13 mm ボールトにて締付け，敷粗朶及び立粗朶を施した上栗石を填充する(第197圖)。

所要材料勞力　丸太柵工高さ 1 m，長さ 10 m につき，杭木長さ 3 m，末口 12 cm 雜木丸太 10 本，成木長さ 4 m，末口 12 cm 同10本，押木長さ 1.8 m，末口 9 cm 同 5 本，9 cm 洋釘 0.63 kg，長さ 30 cm，徑 13 mm ボールト 5 本，敷粗朶 3 束，柳粗朶(立粗朶) 3 束，栗石 6 m³，大工 1.5 人，人夫 6.5 人。

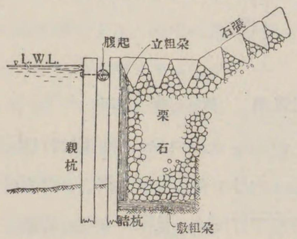


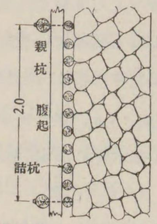
第198圖　杭柵工

6) 杭柵工　別に**打詰杭工**，**並杭工**，**成木柵工**とも言ふ。柵工としては最も堅牢なる部類に屬し，相當の流速箇所にも用ひられる。その内最も簡易なる構造のものは第198圖の如く單に杭木を打並べるに過ぎないのもあるが，多くは第199圖の如くその兩側に**挾貫**を當てゝボールトにて締付け，或は第200圖の如く 2 m 間隔に親杭を打つて之に**腹起**をボールトにて取付け，その裏に杭を打詰める。打詰杭は**縦成木**とも稱せられ



第199圖　杭 柵 工（貫付）





第200圖　杭 柵 工（親杭付）

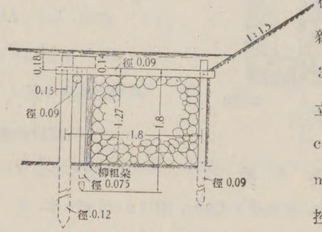
本工を成木柵と呼ぶのは此の理による。

總べて打詰杭の裏には敷粗朶及び立粗朶を施した上で栗石を填充するのである。

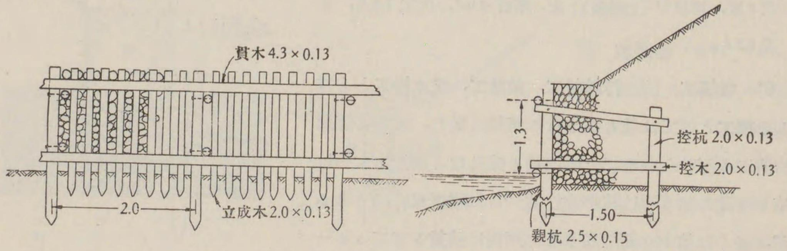
所要材料勞力　杭柵工高さ 1 m，長さ 10 m につき，親杭長さ 3 m，末口 15 cm 雜木丸太 5 本，立成木長さ 2 m，末口 9 cm 同55本，腹起長さ 4.2 m，末口 12 cm 杉丸太 2.5本，長さ30 cm，徑 13 mm ボールト 7.5本，15 cm 洋釘 0.12 kg，粗朶 3 束，柳粗朶 3 束，栗石 6 m³，大工 1.5人，人夫 7.6人。

7）**杭打片枠工**　杭柵工の高さが增大するに從つて杭が前方に傾倒するのを防ぐ爲に親杭の列から 1.5～2.0 m 後方に控杭を打ち，之と親杭とを控木，鐵線，丸鋼などで聯絡する。之を杭打片枠工と言ひ杭柵工を更に補强した樣式であつて，控木は 2 列に取付ける場合もあるが，多くは頂部 1 列で充分である（第201圖，第202圖）。

所要材料勞力　杭打片枠工高さ 1.8 m，長さ 10 m につき，親杭長さ 4.5 m，末口 15 cm 雜木丸太 5 本，控杭長さ 3 m 末口 12 cm 同 5 本，立成木長さ 2.5 m，末口 9 cm 同50本，腹起長さ 4.2 m，末口 12 cm 同 2.5本，控木長さ 2.5 m，末口 12 cm 同 5 本，長さ 30 cm，徑 13 mm ボールト 7.5本，長さ 27 cm 同上 5 本，15 cm 洋釘 0.12 kg，粗朶 4.5 束，柳粗朶 4.5 束，栗石 14 m³，



第201圖　杭打片枠工（控木 1 列）



第202圖　杭打片枠工（控木 2 列）

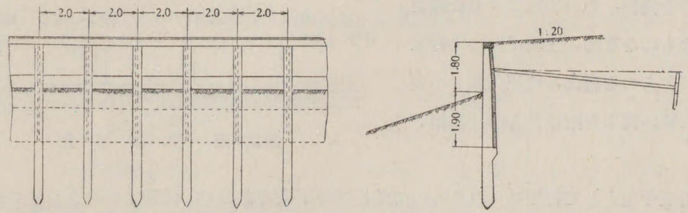
大工 1.7人，人夫17人。

8）**鐵線柵工**　竹柵工又は粗朶柵工と同一程度の工法であつて是等と略々同一箇所に用ひられる。竹又は粗朶を以て柵を掻く代りに10番位の亞鉛鍍鐵線を 4～5 cm 間隔に水平に張渡して杭毎に洋釘又はステープルにて打固め，その背面に杉皮を當て立粗朶を施して栗石を填充する。

所要材料勞力　鐵線柵工高さ 1 m，長さ 10 m につき，長さ 2.5 m，末口 9 cm 松丸太 16.7本，10番鐵線 10.6 kg，ステープル 384本，杉皮 12 m²，柳粗朶 3 束，人夫 3.6人。

9）**鐵網柵工**　本工は鐵線柵工の鐵線の代りに鐵網を杭木に打付けたものであつて，工法も施工箇所も鐵線柵工に準ずる。

10）**鐵筋コンクリート版柵工**　第203圖に示す如く鐵筋コンクリート親杭を 1.5～2.0 m 間隔に打込み，その背面に鐵筋コンクリート版を當てゝ土留とし，親杭の後方には控杭を設けてボールトを以て之を締付け，杭列を調整した上で頭部を場所詰コンクリート（鐵筋挿入）で聯絡する。直立護岸として水深大きく，且舟運の便ある河川下流部に屢々採用せられる工法である。



第203圖　鐵筋コンクリート版柵工

11）**矢板工**　矢板工は法留工又は直立護岸として同じく河川下流部に採用せられ，法留工としては最も堅牢なる構造に屬する。矢板の最も普通の樣式は木材矢板であるが，近年は鐵筋コンクリート矢板並びに鋼矢板の使用も亦盛である。

個々の矢板は總べて挾貫又は腹起によつて横に聯絡し，且適宜の間隔毎に錨碇鉾で之を後方の錨碇版又は杭に締付け，以てその傾倒を防止するのである。

第七章　水制及び床固

119. 水　　制

水制は高水工事の爲には流水が河岸又は護岸に激突することを防いで之を河身に追ひ，以て河岸及び護岸の缺潰を禦ぐことを目的とし，低水工事の爲には流水幅員を局限してその間の水深を增大し，且**水制域**に土砂の沈澱を誘致することを目的とする工作物であつて，護岸工と密接不可

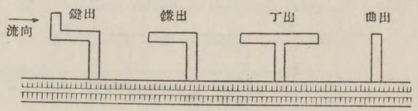
分の關係にあり，特に根固工とは殆どその工法を一にする。

水制の內護岸を保護する爲に延長の短いものを並列して突出せしめたものを**護岸水制**と呼び，高水敷の洗掘を防止する爲に高水敷に埋込んで築造したものを**床留水制**と呼ぶ。

1) **水制の方向**　水制には流水の方向に設けられたものと，之に略々直角の方向に設けられたものとがあつて，前者を**縦工**又は**平行工**，後者を**横工**と呼ぶ。普通に水制として築造せられるものは後者であつて，古來我が國では之を**刎**，**水刎**，**刎出**等と呼ぶ。

2) **水制の材料**　土砂を以て築造したものを**土出**，石造のものを**石出**，蛇籠を用ひるものを**籠出**，杭打によるものを**杭出**，枠を用ひるものを**枠出**と呼ぶ。粗朶沈床に上覆工を施したものは**ケレップ水制**と稱へられ，明治初年以來和蘭の工法を傳へて全國各地に使用せられる。外に河川中流部以上に施工せられる水制には木工沈床，牛類，連石床，コンクリート・ブロック床なども用ひられる。

3) **水制の形狀**　水制の形狀は第204圖に示す如く，堤防又は河岸から略々直角に横工を突出したものを**曲出**，その尖端に丁形に縦工を添へたものを**丁出**，上流に向つて縦工を取付けたものを**鏃出**，鏃出の縦工の突端に更に短い横工を附けたものを**鑓出**と言ふ。

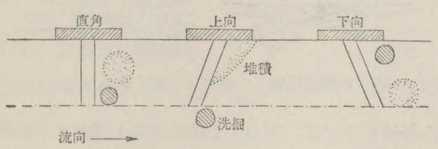


第204圖　水制形狀

此の內現今主として採用せられるものは曲出及び丁出であつて，和蘭工法のケレップ水制は專ら後者である。ケレップ水制に於ては横工を**幹部**，縦工を**頭部**と稱し，前者よりは後者の方が稍々長大なるを常とし，利根川筋境町及び取手町間に存する189本の水制に就いて言へば，幹部總延長 14 530 m（流路延長の 39%），頭部總延長 16 705 m（流路延長の 45%），水制1本の平均は幹部長 77 m，頭部長 88 m に當る。

4) **水制の間隔**　水制横工の長さは低水法線から定る。その間隔は上流の水制の尖端から流した浮子が岸に漂着する以前に下流の水制に到着する様に配置するのが標準であつて，フレングスの說によれば水制頭部間の水路幅員を b，水制間隔を d として $\frac{d}{b}$ を直線流路の場合 $\frac{5}{7}$，凹岸及び短い水制の場合 $\frac{1}{2}$，凸岸の場合 2 と取る。ガロンヌ河の例では b=175～180 m，d=40～50 m 或は 80～100 m であるから　$\frac{d}{b}=\frac{1}{4}\sim\frac{1}{2}$　に當る。和蘭人ファン・ドールンの說によればケレップ水制の間隔はその長さの約 1.5 倍を適當とし，我が國の實例に於ては之を 1.5～2 倍に取るのが普通である。

5) **水制の角度**　横工の方向に3種あり，**直角**，**上向**，**下向**が是である。流水は低水時，水制上を溢流しない場合には水制に沿つて流れるが，高水時には常に水制に直角に溢流する傾向があるから，下向水制にあつては溢流のない場合の水制附根に於ける水位差が大きいのに對して上向水制に於ては此の水位差が著しくない。從つて水位が上昇して流水が水制上を溢流するに到れば下向水制ではその附根下流に深掘を生ずるが，上向水制では尖端附近に多少の洗掘が起るに止つて，附根下流には却つて土砂を沈澱する。且下向水制では出水時下流堤防の脚部を洗掘せられる不利があるのに對して，上向水制では水流を河身に追ふ利益がある。直角水制は利害ともに兩者の中間にあるが，その延長が最も短いが爲に工費は最低である（第205圖）。



第205圖　水制方向

從つて外國の河川でも例へばミシシッピー河の如きは最初は下向水制を施工したが，現今では他の2者が最も多く行はれ，和蘭は直角水制，獨逸は上向水制を多く採用し，我が國でも昔は直角水制が多かつたが，現在では專ら上向水制が行はれる。

水制の角度は上向 10°～15° が適當とせられるが，獨逸のフレングスは之を次の如く分類してゐる。

河身の方向直線なる場合	上向	15°～25°
凹岸の場合	同	10°～12.5°
凸岸の場合	同	0°～10°

6) **水制の幅**　和蘭では水制幹部幅を 10 m，頭部幅を 6 m とする場合が多く，我が國では兩者を通じて 4～8 m とするのが普通である。

7) **水制の高さ**　水制は流水を制御して土砂の沈澱を促すことが目的であるから，此の目的からは水制は高く造ることを必要とせず，成るべく低く築設するのが安全且效果的である。

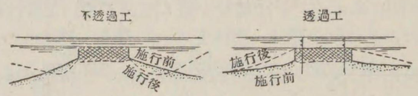
ローヌ河では頭部で平均低水位上 2 m，幹部附根で同 3 m，ライン河では頭部で同 2 m，幹部附根で同 2.5 m，ミシシッピー河上流では頭部で同 1.2 m，幹部附根で同 1.8 m としてゐるが，我が國は和蘭のケレップ水制工法を繼承した關係上一般に高さが低く，特殊の場合の外は頭部で平均低水位上 15～30 cm，幹部附根では從前は和蘭工法に倣つて平均低水位上 1.8 m としたが，現今では同 30～75 cm にすることが多い。水深の淺い箇所に大聖牛の如きを設置する様な工法は避けなければならない。總べて水制には 1：50～1：100 の勾配を附け，河身に向つて頭下りに設置する。

120. 水制工法

水制工法に關する注意事項は次の通りである。

1) **工法の選擇**　土出，石出の如き**不透過工**は水流を激せしめて下流對岸に惡影響を及すから特殊の場合の外は使用を避ける。之に反して杭出，牛類の如き**透過工**は水流を激せしめることが少く，一般に結果良好である。籠類，枠類の如きは兩者の中間にあるが，詰石の間に土砂の沈澱を見るに從つてその透過性を失ふ。

第206圖は水制上下流に於ける河床の情況を示す。不透過工に於ては上流側は流水之に激突して渦流を生じ，下流側も亦激流奔騰するが爲に水制上下流に洗掘が行はれて遂にはその顚覆，破損を見る事例が頗る多いのに反し，透過工に於ては流水に對する抵抗が軟く，之を激せしめることが少いから渦流を生ぜず，却つて土砂の沈澱を誘致する利點がある。

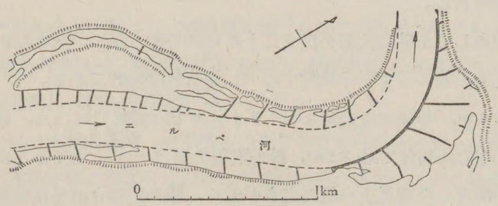


第206圖　水制上下流の河床

從つて少數の長大なる不透過水制を造つて水流を激動せしめるよりは多數の短小なる透過水制を造つて，軟く流水に抵抗せしめ，水流を利用して沈澱を促進する方が眞に流水制御の目的に副ふ所以である。

2) **水制法線**　丁出水制の頭部並びに曲出水制の尖端は必ず一定の低水法線に一致せしめ，水制群をして全體として流水制御の機能を發揮せしめる。且兩岸に水制を出す場合には左右相對立せしめて縮流の效果を完からしめ，決して亂立せしめないのがよい（第207圖）。

3) **平行工と橫工**　平行工は流水制御の效果が的確且迅速ではあるが，比較的水深の大なる箇所に造られる結果，工費が不廉であるのに對して橫工はその效果は多少迅速を缺くも，寄洲を促し建設，維持ともに工費低廉である。從つて兩者を併用する場合には平行工を連續せしめず所々に相當の區間之を開放して，**水制域**に土砂の沈澱を誘致するのがよい。水制域とは相隣れる水制の間の地區を言ふ。



第207圖　エルベ河の水制法線

4) **元付工**　水制の附根は多少ともに流水を激せしめて堤防又は河岸の缺潰を招き易いから，別に護岸工のない場合と雖も水制を中心として上下流に護岸工を特設する。之を**元付工**と言ひ，その延長は上流が 10 m 以上，下流は 15～20 m 以上とする。

5) **水制の種類**　水制には各種の工法がある。

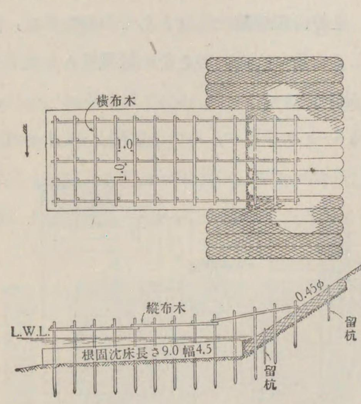
勾配 0.2‰ 以下の緩流部では杭出水制，柵水制が之に適し，0.2～0.5‰ の勾配では杭出水制，粗朶工水制が用ひられるが，後者は石張上覆工の代りに杭打上置，柵上置，杭打詰石上置の如き透過工とするのがよい。

勾配 0.5～2‰ に達すれば鐵線籠水制，石張水制，木工沈床，牛類，枠類が使用せられ，2‰ 以上の急流部では木工沈床，連石床，枠水制等が主として用ひられる。

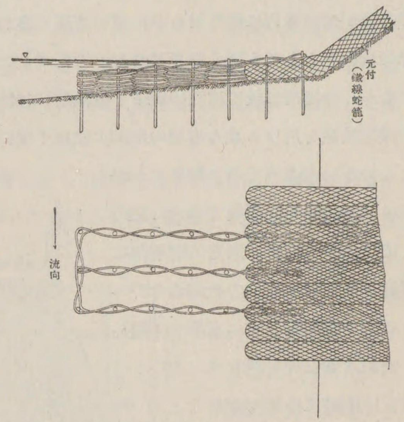
土出は土堤の表面に石張を行ひ，天端を洪水位以上に達せしめたものであつて，水制と言ふよりは寧ろ橫堤と呼ぶのを至當とする。又石出の構造は石堤のそれと同一である。

121. 杭出及び柵水制

杭出水制は長さ 3～5 m，末口 12～15 cm の杭木を縱橫とも約 1 m 間隔に 3～4 列に打込んだ

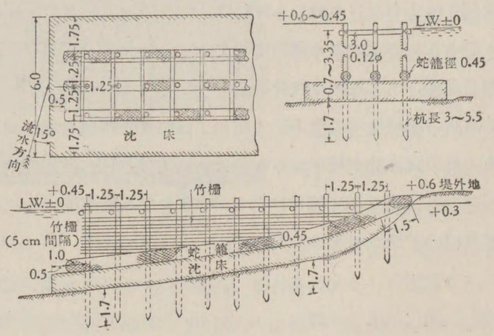


第208圖　杭出水制



第209圖　粗朶柵水制

ものであつて，通例之を**布木**を以て縱橫及び對角形の方向に聯絡する。水勢を殺ぐ爲には杭木は之を千鳥に配列したのが有效である。杭列全體を一樣に水勢に抵抗せしめる爲には最上列の杭を稍々低く打込み或はその間隔を多少疎にするのがよい。又水勢稍々強く河床洗掘の虞ある場合には杭木に粗朶沈床，單床，鐵線籠（蛇籠，蒲團



第210圖　竹柵水制

籠など）を履かせる。第208圖は粗朶沈床を履かせた杭出水制に鐵線蛇籠の元付工を設けた例である。

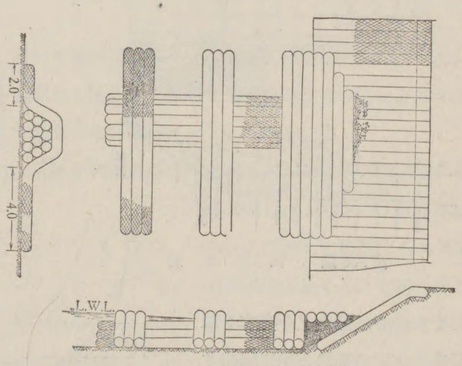
近來は杭木及び布木とも松材の代りに鐵筋コンクリート部材を用ひることが各地に行はれ，之によつて木材腐朽の缺點を除くことが出來る。

杭木を布木で聯絡する代りに之に竹柵，粗朶柵，鐵線柵を組んだものは卽ち**柵水制**であつて，鐵線には立粗朶を懸ける。第209圖は**粗朶柵水制**，第210圖は**竹柵水制**を示す。

122. 籠　水　制

籠水制には現今專ら鐵線籠が用ひられ，蛇籠，さゞなみ籠，蒲團籠，達磨籠その他總べての種類の籠が或は單獨に使用せられ，或は混用せられる。是等の鐵線籠は水制としてのみならず，護岸の根固工としても廣く採用せられ，石張水制に比して水當りが弱いのとその屈撓性とを長所とするが，急流部に於て玉石の流下する箇所には使用に適しない。

鐵線蛇籠を用ひる最も普通の水制工法は下層に蛇籠3～5本を列べ，その上に同2～4本を重ねたものを10番鐵線で所々結束するか或は水勢の激しい箇所では之に直交して流水の方向に，適當の間隔毎に蛇籠 3～4 本を列べて水制籠を押へる。之を**鞍掛籠**と言ふ（第211圖）。



第211圖　鐵線蛇籠水制

蛇籠水制に於て注意すべきことは適當に間詰工を施行すること丶，鞍掛籠の垂れは少くとも上流側 2 m，下流側 3 m としなければならないこと丶である。水深大なる箇所に於ては粗朶沈床，木工沈床，沈枠の類を以て河床の不陸を均した上に上記の工法による蛇籠水制を設けることもある。

その他の鐵線籠を使用するものにあつては，例へば達磨籠を縦横に列べたものを各縦横列毎に13～16 mm 丸鋼を以て締付けたもの，さゞなみ籠を併列したもの或は之を上下に組合せたもの等多種多様の工法が考案せれてゐる。

123. 沈　床　工

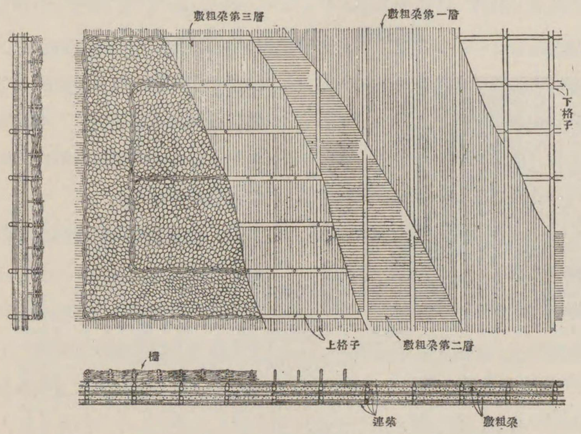
粗朶沈床工の起原は歐羅巴であつて，支那では元の時代に早くも之を傳へ，我が國に於ても寛

政，享和年間に創めて之を施工した記錄があつて少くとも 1 100 年以上の歷史を有してゐるが，現に行はれるものは明治 5，6 年の交に招聘せられた內務省御雇工師和蘭人ファン・ドールン，デレーケ，ムルドル，リンドウ，エッセル等によつて傳へられた**和蘭工法**であつて，明治 8 年以來利根川及び江戸川，北上川，最上川，信濃川，天龍川及び筑後川の低水工事に使用せられ，漸次全國各地に普及するに到つた。

粗朶沈床工は緩流部の根固及び水制に適し，深掘箇所には 1～3 枚を重ねて使用し，砂質河床を被覆して流水による攪亂を防止すること丶，その屈撓性及び柔軟性とを特徵とするが，急流河川に於てはその水勢に抗すること能はず，此の點に就いて改良を加へたものが**木工沈床工**であつて，之にも種々の改良が施されてゐる。

1) **粗朶沈床**　沈床及び單床の要素は**連柴**，**敷粗朶**，**柵**及び**沈石**である。連柴は束粗朶を解いてその中から最も長く且眞直で細枝の多いものを選び，之を梢を何れも一方へ向け根と梢とを重ね合はせ，締金を以て締付けつ丶 15 cm 間隔に二子繩，棕櫚繩，12番亞鉛鍍鐵線等で結束して徑約 15 cm に仕上げる。

沈床は縦横とも約 1 m 間隔に，梢を河身及び下流に向けて連柴を格子形に組み，周圍 2 列は三子繩，その內部は 交互に二子繩及び 三子繩を混用して 連柴の交點を堅縛する。之を**下柴格**と言ひ，その上に縦横に厚さ 15 cm の敷粗朶を梢を河身及び下流に向けて 3 層に布列した上，下柴格と同一構造の上柴格を重ね，下柴格を結束した三子繩を延して之を上柴格の交點に緊結する。上柴格の連柴上には周圍 2 列及びその內部は一列置に約 50 cm 間隔に小杭を打つて之を下連柴に貫通し，高さ約 15 cm に柵を搖付け，その間に重量 20～40 kg の割石，玉石等を填充して**沈石**とし，その間に砂利，砂等の目潰を施す。敷粗朶は柴格の外方に 50～75 cm 位延して置くのがよい。



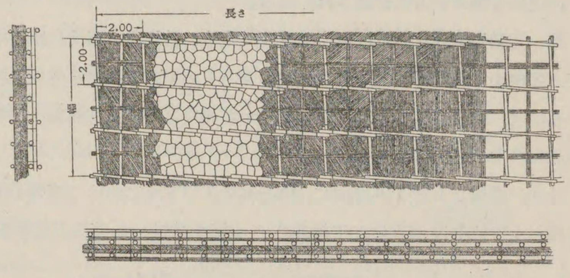
第212圖　粗　朶　沈　床

沈床は船足場として 2 艘の大型船の間に長丸太を渡した上で組立て，或は杭足場として杭に取

付けた棕櫚綱に浮丸太を渡した上で組立て，丸太を抜いて之を水上に卸し，位置を定めて沈石を用ひて沈設するのであつて，その厚さは約 90 cm である（第212圖）。

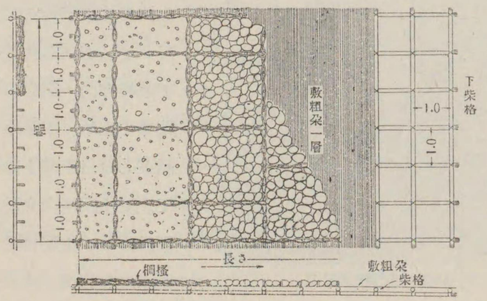
所要材料勞力　粗朶沈床 10 m² につき，粗朶50束，帶梢 3 束，小杭 3 束，二子繩（長さ30 m）11房，三子繩（長さ 3 m）12筋，12番鐵線 4.1 kg 又は小棕櫚繩（長さ 30 m）4.5房，割石 2 m³，砂又は切込砂利 2 m³，人夫4.5人。

粗朶沈床及び單床は勾配約 1:4 より急なる傾斜面には使用しないがよい。水勢稍々急なる場合又は沈床の傾斜した場合に沈石の脫落するのを防ぐ爲には割石の代りにコンクリート・ブロック，蛇籠，蒲團籠の類を使用することもある。總べて沈床及び單床は平均低水面以下に施工してその腐朽を防ぐ。



第 213 圖　方格付粗朶沈床

特許粗朶沈床と言ふのは上下柴格の代りに目通周 9～10 cm の唐竹 4 本宛を15番鐵線を以て結束したものを格子形に配列し，**方格付粗朶沈床**（第213圖）と言ふのは柵の代りに木工沈床と同樣の方格材を之に冠したものであるが，共に粗朶沈床の屈撓性と柔軟性とを失ふからその使用は特殊の場合に限定せられる。



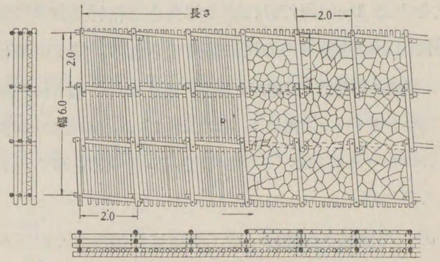
第 214 圖　粗朶單床

2）**粗朶單床**　單床は沈床の構造を簡略にしたものであつて，水深の淺い箇所又は沈床の上に重ねて布設する。工法は下柴格の上に敷粗朶 1 層を布列し，上柴格を省いて直ちに柵を掻き約 60 cm の厚さに仕上げるのである。

所要材料勞力　粗朶單床 10 m² につき，粗朶30束，帶梢 3 束，小杭 3 束，二子繩 6 房，12番鐵線 2 kg 又は小棕櫚繩 2 房，割石 2 m³，砂又は切込砂利 2 m³，人夫 3 人。

3）**木工沈床**　栗石以上の大きさの石を流下する水勢に對して，粗朶沈床では之に抵抗し得ない場合の根固，水制，床留等に適する。

長さ約 2.5 m，末口 12～15 cm の生松丸太又は杉丸太を中心間隔 2 m に井筒に重ねたものを**方格材**と言ひ，之を數層重ねた上方格の 4 隅には徑 16 mm の丸鋼を通してその上下兩端を 9～12 cm 以上折曲げる。方格は所要の幅及び長さに縱横に聯結し，底には長さ 2.3 m，末口 7.5 cm の松又は杉丸太を**敷成木**として 1 方格 8 本遣とし，12番鐵線を以て方格材に結付けた上沈石を填充する（第215圖）。



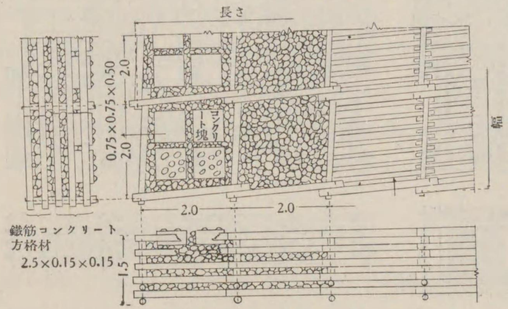
第 215 圖　木工沈床

木工沈床は河床の不陸を均した上でその天端を平均低水面以下に据付けることを要し，高さは水深に應じて 2 層建から 6 層建位に及ぶが，最も普通なのは 3～4 層建であつて，高さは 0.9～1.2 m とする。河床洗掘の結果沈床が傾斜するか，水勢急なる場合には沈石が脫出して沈床の流失を招くことがあるから，斯かる處のある場合には天端に**蓋成木**を施して沈石を押へ，表面を大型の石で入念に張立て，鐵線籠を冠し，或はコンクリート・ブロックを据付けて下部沈石を押へる等種々の工法が行はれる。此の內コンクリート・ブロックを使用するのは最も有效で，1 方格につき 80 cm 平方，厚さ 50 cm 位のブロック 4 個を使用し，間隙には割石を填充するのがよい。

所要材料勞力　方格材その他所要數は次の通りである。　X＝縱横材總數，a_1＝縱材數，a_2＝横材數，n＝層數，b_1＝縱列方格數，b_2＝横列方格數，c_1＝長ボールト數，c_2＝短ボールト數として

$$\left.\begin{aligned} &X=a_1+a_2,\\ &a_1=b_1n(b_2+1),\quad a_2=b_2n(b_1+1)\\ &c_1=2(b_1\ b_2+1),\quad c_2=2(b_1+b_2-2) \end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(122)$$

木工沈床 3 層建，長さ 20 m，幅 6 m，面積 120 m² につき，方格材長さ 2.4 m，末口 12 cm 松又は杉丸太 219本，敷成木長さ 2.3 m，末口 7.5 cm 同 240本，長さ 100 cm，徑 16 mm ボールト 62本，長さ 86 cm 同上 22本，12番鐵線 26 kg，割石又は野面石 55 kg，大工 9 人，人夫 36 人。



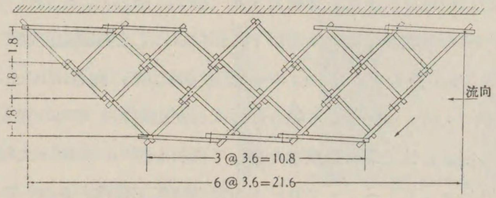
第 216 圖　方格床

4）**改良木床**　一名**方格床**とも言ひ，木工沈床に於ける方格材の磨損腐朽を防止する爲に之を鐵筋コンクリート材に代へたもので，

之を上部 1～3 層だけに限る場合と方格材全部及び敷成木に及す場合とあり，富士川，信濃川，神通川その他各地の河川に使用せられる。第 216 圖は富士川に使用せられた方格床である。

所要材料勞力　方格床 5 層建，長さ 30 m，幅 4 m，面積 120 m² につき，長さ 2.5 m，斷面 15 cm 角，鐵筋コンクリート方格材 385本，長さ 2.4 m，斷面 10 cm 角 鐵筋コンクリート敷成木 210本，長さ 5.5 m，徑19 mm 丸鋼 31本（三つ切使用），75 cm平方，厚さ 50 cm コンクリート・ブロック 120個，玉石 96 m³，人夫 180人。

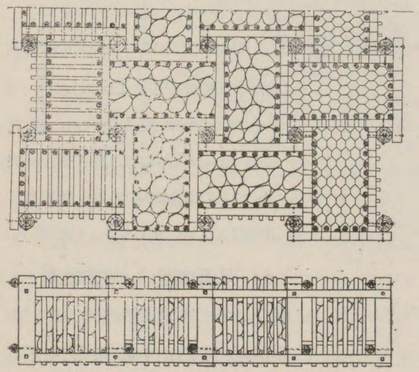
5）屈撓性木工沈床　木工沈床は屈撓性少く河床が洗掘せられても之に順應して沈下することを得ない缺點があり，此の缺點を補ふ爲に考慮せられたものに菱形木工沈床及び可動木工沈床がある。特許工法である。

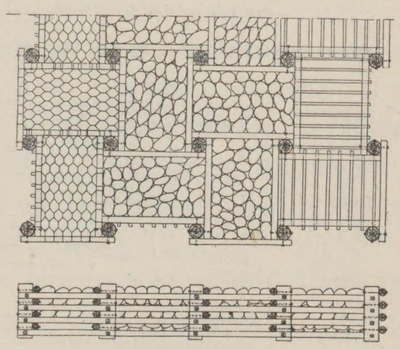


第 217 圖　菱形木工沈床

菱形木工沈床は部材を水流の方向及び之に直角の方向に配置して方格に組立てる代りに，第 217 圖に示すが如く，之を斜に配列して**菱格**及び**三角格**に組立て，その全體の形を梯形としたものであつて，屈撓性に富み且之を根固工に用ひる時は流水を河身に追ふ利益がある。

可動木工沈床には**立成仕立**と**横成仕立**との 2 種がある。前者は心々 1.8 m 間隔に柱木を置き，之に上下 2 段に横木をボールトにて取付け，横木に敷成木及び**立成木**を洋釘及び鐵線を以て取付けた上沈石を填充し，後者は横木及び立成木を廢して**側木**（横成木）をボールトを以て柱に取付けたものである（第 218 圖，第 219 圖）。


第 218 圖　可動木工沈床（立成仕立）


第 219 圖　可動木工沈床（横成仕立）

沈石脫落の危險ある場合には 8 番鐵線を以て蓋網を設ける。

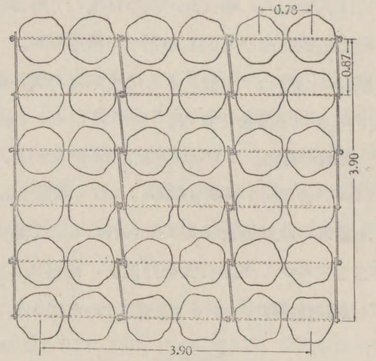
所要材料勞力　杭，横木，成木等所要數は次の如し。a=縦列格數，b=横列格數，c=横木の段數，立成仕立の場合普通 2，横成仕立の場合普通 4，d=1 格に於ける敷成木數，普通 9，n_1=格長手に於ける立成木數，普通 20，n_2=格小口に於ける立成木數，普通 4，X=柱木數，Y_1=横木又は側木數，Y_2=敷成木數，Y_3=長手に於ける立成木數，Y_4=小口に於ける立成木數，Z_1=短ボールト數，Z_2=長ボールト數とすれば

$$\left.\begin{aligned} &X=(a+1)(b+1)\\ &Y_1=\{(a+1)b+(b+1)a\}c,\quad Y_2=abd\\ &Y_3=abn_1,\quad Y_4=(a+b)n_2\\ &Z_1=2(a+b+2)c,\quad Z_2=2(ab-1)c \end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(123)$$

可動木工沈床（立成仕立）長さ 9 m，幅 7.2 m，面積 64.8 m² につき，柱木長さ 1.8 m．末口 30 cm 松丸太 30本，横木長さ 2.05 m，末口 12 cm 同 98本，立成木長さ 1.8 m，末口 9 cm 同 436本，敷成木長さ 1.7 m，末口 7.5 cm 同 180本，長さ 54 cm 徑 16 mm ボールト 76本，長さ 42 cm 同上 44本，蓋網用 8 番鐵線 77 kg，12 cm 洋釘 6.54 kg，二子繩 20房，割石又は野面石 96 m³，大工 8 人，人夫 24人。

可動木工沈床（横成仕立）長さ 9 m，幅 7.2 m，面積 64.8 m² につき，柱木長さ 1.06 m，末口 30 cm 松丸太 30本，側木長さ 2.05 m，末口 12 cm 同 196本，長さ 54 cm，徑 16 mm ボールト 152本，長さ 42 cm 同上 88本，割石又は野面石 39 m³，大工 10人，人夫 20人，敷成木，8 番鐵線，二子繩は前同樣。

6）連石床　床工の一種であつて急流部の根固工，床留工に使用せられる。重量 300～400 kg の轉石を選んで孔を穿ち，2 個を 1 組として徑 19 mm の丸鋼を通したものを縦横に列べ，縦の方向には丸鋼と丸鋼とを鈎端で繋ぎ，更に横の方向には同じく徑 19 mm の丸鋼を以て列と列とを連結し，轉石の間に大玉石を填充するのであるが，水勢が激しい場合には此の目潰用玉石を流失する缺點がある。



第 220 圖　連石床

所要材料勞力　連石床長さ 4.5 m，幅 4.5 m，面積 20.25 m² につき，野面石 36個，徑 19 mm 丸鋼 52 m，工夫 12人，人夫 15人。

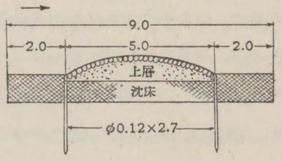
124. 沈床水制

上記各種の沈床工は石張水制，杭出水制，牛水制，籠水制等の基礎に用ひられるばかりでなく，之に上覆工を施して各々單獨に水制として使用せられる。

特に粗朶沈床及び單床を用ひるケレップ水制工に於ては幹部の附根には扇狀工を上置して根上りに取付け，**上覆工**の內幹部に施工するものを上層工，頭部に施工するものを上置工と言ひ，以て沈床上端を保護する。

扇狀工は沈床又は單床の幅よりは約 90 cm 短縮して施工せられる。その工法は先づ束粗朶を上流及び下流に傾けて數十束を恰も開扇狀に並べ，長さ 4.5～3.6 m の連柴の梢を河身に向けて 7 本併列し，その末端に束粗朶を横に置いて**枕柴**とし，之に杭木を打込んで連柴と密接せしめる。その上に再び束粗朶を開扇狀に布列し，下部に置いた連柴に當てゝ杭木を打込んで之を貫通せしめ，杭木には柵を搔き內部に土砂を盛つて粗朶の浮流を防止する。最後に連柴を縱横に列べて柴格を作り，支點を二子繩で結束した上連柴上に杭木を打ち之に柵を搔き，斯くして中央を高く，周邊を低く仕上げる。

上層工は水制幹部に堤脚に於て高く末端に於て低く，弧形斷面の石張を施工するものであつて，その工法は束粗朶を解いて下流側からは梢を上流に向け，上流側からは梢を下流に向け，梢と梢とを接觸せしめて布列し，その上に縱 5 行に 36 cm 間隔に杭木を打ち，之に柵を搔いて周邊の柵の內部に粘土を填充し，注水して之を粗朶の內部に充分に流入せしめ，順次此の法を反覆して所要の高さに達して後裏込礫を用ひて割石を張つて仕上げる。



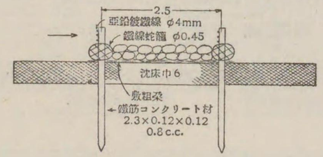
第 221 圖　石張上層工

幅員は上層工，上置工ともに沈床幅の廣い場合と雖も普通 3 m を以て限度とする。

所要材料勞力　ケレップ上層工 10 m² につき，粗朶 9～18 束，帶梢 3 束，小杭 3 束，割石 2.7 m³，砂利 1.3 m³，砂 3 m³，人夫 8～12 人。

上置工は水制頭部に施工せられるものであつて，此の部分は成るべく流水を激せしめないのを理想とするから表面石張を行はず，割石又は玉石を單に列べて置く程度に止める。

所要材料勞力　ケレップ上置工 10 m² につき，粗朶 24～30 束，帶梢 3 束，小杭 3 束，割石 0.7～1 m³，砂利 0.7 m³，砂 2 m³，人夫 6～8 人。

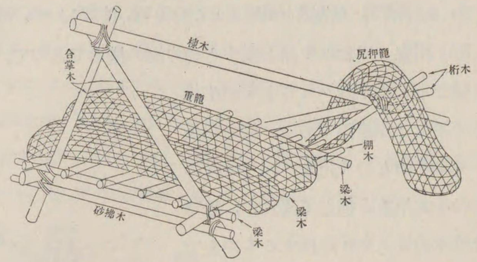


第 222 圖　杭打石詰上置工

表面石張を行ふ爲に流水を激せしめて渦流を生じ易いのがケレップ水制の缺點であるから，現今では**透過上置工**が推奨せられる。第 221 圖は在來工法による粗朶沈床水制の上層工，第 222 圖は鐵筋コンクリート材を使用した杭打石詰上置工を示す。

牛は 2 本の**合掌木**を恰も牛の角の如く二叉に組立て，之に**棟木**又は**聖木**を斜に冠し，合掌木の脚は之を**梁木**で聯絡し，合掌木と棟木との脚を**桁木**を以て聯絡した三稜形の枠を總稱し，その原始形である**牛枠**は奈良朝の初期約 1 200 年前から假締切，用水堰等に使用せられたものであつて，笈牛，川倉，聖牛，菱牛，棚牛，猪子，越中三叉など何れも皆是から發達し，古來全國各地に廣く施工せられる。牛は杭打の不可能な砂利又は玉石河床の水制，根固に適し，且杭打工よりは構造が堅牢であるから專ら河川の中流部以上に使用せられる。之を沈設するには通例蛇籠，達磨籠が使用せられ，枠內に布列するものを**重籠**，棟木の脚部に冠するものを**尻押籠**と呼ぶ。蓋し牛類は通例合掌木の面を水流に直角とし，棟木を下流に向けて設置し，牛に水壓の加はるに從つて棟木の脚を河床に喰込ましめてその安定を增大せしめることをその構造原理とするが故である。

牛の組立には昔は枘差栓止とし或は扮竹，二子繩を使用したが，現今では枘差を廢して專らボールト，鐵線，洋釘が使用せられる。



第 223 圖　牛　　枠

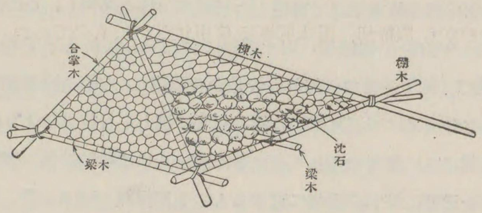
1) **牛枠**　構造の一例は長さ 2.7 m の合掌木及び梁木と，長さ 4.5 m の棟木及び桁木とを以て高さ約 1.2 m の三角錐を組立て，之に**砂拂木**及び敷成木を取付け，之を長さ 2.7 m の重籠 2 本及び尻押籠 1 本を以て沈壓する。牛枠は多くは數組配列して之を連續體として使用し，その場合の重籠は急流部では 2 本とも枠內に積載し，緩流部では內 1 本を各枠の中間に使用する。之を**築籠**と言ふ。**粗朶付牛枠**と言ふのは枠の下に粗朶沈床を組込んだものであつて，枠の安定を增す爲に施工せられる。第 223 圖は牛枠を示す。

所要材料勞力　牛枠 1 組につき，合掌木長さ 2.7 m，末口 12 cm 雜木丸太 2 本，梁木同上 3 本，砂拂木同上 1 本，棟木長さ 4.5 m，末口 15 cm 同 1 本，桁木長さ 4.5 m，末口 12 cm 同 2 本，敷成木長さ 2.1 m，末口 6 cm 同 6 本，12番鐵線 3.6 kg，長さ 2.7 m，徑 60 cm 鐵線籠 3 本，人夫 3 人。

近時牛枠の主要材に 9 kg 位の古軌條を使用しボールトを以て締付けたものがあり，之を**鐵牛枠**と言ふ。又牛枠の前面に**前立木**を加へたものを**笈牛**と言ひ，棟木の長さは普通 3.6 m であるが，その長さ 5.5 m のものを**大笈牛**と言ふ。

2) **猪子**　岐阜縣に發達した工法であつて牛枠と共に牛類中最も原始的な形狀を具へる。現今使用せられる形は牛枠の砂拂木及び敷成木を省き側面及び底面に柵を搔付け，枠內に割石又は玉石を填充して沈設し，各猪子の中間には捨石を行ふものであつて，柵に唐竹を使用したものを**筧**

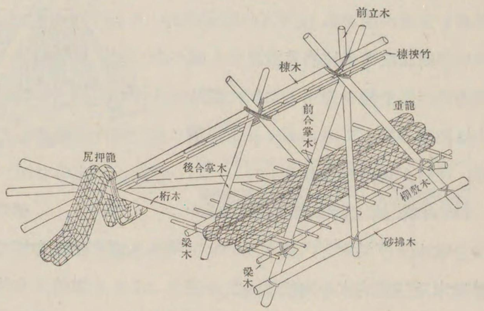
猪子，鐵線を使用したものを**鐵線猪子**と呼ぶ。猪子の大きさは棟木の長さで表し，2.7 m 以上 8.2 m に及ぶ。第224圖は鐵線猪子を示す。



第224圖　鐵線猪子

所要材料勞力　鐵線猪子長さ 3.6 m 1組につき，合掌木長さ 2 m，末口 7.5 cm 雜木丸太2本，棟木長さ 3.6 m，末口 9 cm 同1本，梁木長さ 2.4 m，末口 6 cm 同2本，棚木（桁木）同上2本，12番鐵線（結束及び鐵網用とも）6.9 kg，沈石 1.8 m³，捨石 1.8 m³，人夫3人。

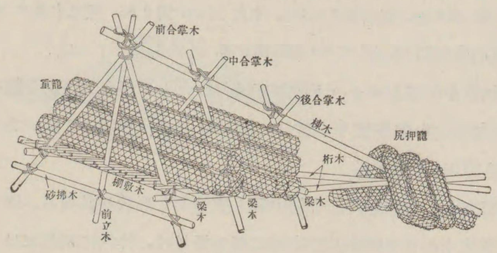
3）**川倉**　川倉は牛枠と聖牛との中間の構造であつて，合掌木2對を使用することゝ前合掌木に前立木1本を加へたことゝが牛枠との主なる相違點である。棟木の長さ 4.5 m のものを**川倉**，同 5.5 m のものを**大川倉**と稱して來たが，近時は棟木の長さ 9 m に達するものまで施工せられる（第225圖）。



第225圖　川　倉

所要材料勞力　大川倉1組につき，前合掌木長さ 4.5 m，末口 12 cm 雜木丸太2本，梁木同上2本，後合掌木長さ 3.2 m，末口 9 cm 同2本，棟木長さ 5.5 m，末口 12 cm 同1本，桁木同上2本，前立木長さ 3.6 m，末口 7.5 cm 同1本，砂拂木長さ 4.5 m，末口 9 cm 同1本，敷成木長さ 2.7 m 同上12本，12番鐵線 4.5 kg，長さ 3.6 m，徑 45 cm 重籠5本，長さ 2.7 m，徑 45 cm 尻押籠2本，人夫6人。

4）**聖牛**　聖牛は牛類中最も堅牢なる構造を有し，水制，根固，破堤箇所の締切等に使用して最も優秀なる機能を發揮する。その構造は川倉を更に補强したものであつて，3對の合掌木を備へ棟木の長さ 7.3 m，末口 12 cm のものを**中聖牛**，同長さ 9 m，末口 15～18 cm のものを**大聖牛**，4對の合掌木を備へ棟木の長さ 12.7 m，末口 21 cm，2段



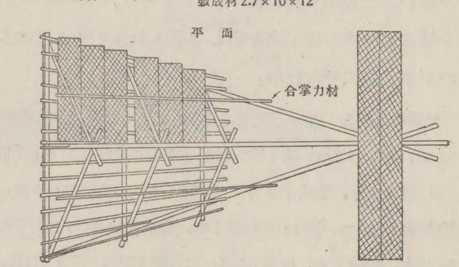
第226圖　大　聖　牛

に棚を設けて重籠を積載するものを**大々聖牛**と言ひ，以上は何れも前合掌だけに1本の前立木を使用するのであるが，合掌木3對，棟木の長さ 13.9 m，末口 45 cm，各合掌に**中立木**を用ひ桁木3本を備へるものを**鬼聖牛**と言ふ。此の内現今最も廣く使用せられるものは中聖牛及び大聖牛であつて第226圖は後者を示す。聖牛及び川倉の部材結束に扮竹を使用した時代には棟木の下に2本の**棟挾竹**を使用して棟木と合掌木とを聯結したが，結束に鐵線を使用する場合には之を用ひない。

所要材料勞力　大聖牛1組につき，棟木長さ 9 m，末口 18 cm 雜木丸太1本，桁木長さ 9 m，末口 15 cm 同2本，前合掌木長さ 5.5 m 同上2本，梁木同上3本，砂拂木同上1本，中合掌木長さ 4.5 m，末口 12 cm 同2本，前立木同上1本，後合掌木長さ 3.6 m 同上 2 本 棚敷木長さ 4.5 m，末口 9 cm 同15本，12番鐵線 7.5 kg，長さ 5.5 m，徑 60 cm 重籠12本，長さ 4.5 m，徑 60 cm 尻押籠3本，大工 0.5人，人夫 12人。

中聖牛1組につき，棟木長さ 7.3 m，末口 12 cm 雜木丸太1本，桁木同上2本，前合掌木長さ 4.5 m，末口 12 cm 同2本，梁木同上3本，中合掌木長さ 3.6 m，末口 12 cm 同2本，後合掌木長さ 2.7 m 同上2本，砂拂木長さ 4.5 m，末口 9 cm 同1本，前立木長さ 3.6 m 同上1本，棚敷木同上10本，12番鐵線 6.25 kg，長さ 4.5 m，徑 50 cm 重籠8本，長さ 3.6 m，徑 50 cm 尻押籠3本，大工 0.3人，人夫9人。

近時**鐵聖牛**と稱し 15～30 kg 古軌條をワイヤ・ロープを以て結束した大聖牛及び中聖牛が各地に行はれる外，**鐵筋コンクリート聖牛**も亦利根川，富士川等に使用せられ，何れも優秀なる效果を收めてゐる。第227圖は富士川に使用せられた鐵筋コンクリート大聖牛であつて，2本の合掌力材を以て3對の合掌木を聯結し，以て枠の補强を圖る。

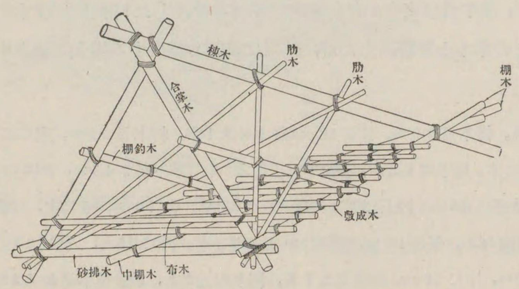


第227圖　鐵筋コンクリート大聖牛

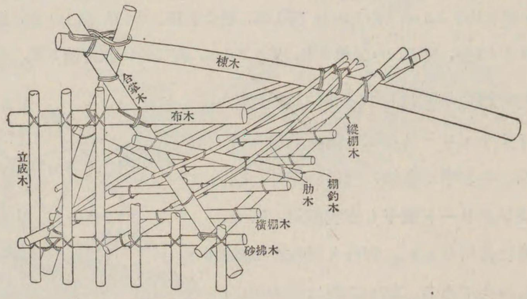
所要材料勞力　鐵筋コンクリート大聖牛1組につき，棟材長さ 9.1 m，18 cm 角1本，桁材同上2本，前合掌材長さ 5.5 m，15 cm 角2本，砂拂材同上1本，梁材同上1本，前立材長さ 4.5 m，15 cm 角1本，梁材同上1本，梁材長さ 3.6 m，15 cm 角1本，中合掌材長さ 4.5 m，12 cm 角2本，合掌力材同上2本，後合掌材長さ 3.6 m，12 cm 角2本，敷成材長さ 4.5 m，幅 10 cm，厚さ 12 cm 13本，同長さ 2.7 m，

幅 10 cm，厚さ 12 cm 2本，徑 3.5 mm 鐵線 4 kg，徑 4 mm 同 45 kg，長さ 5.5 m，徑 55 cm 重籠 8 本，同上尻押籠 3 本，同上砂拂籠 3 本，人夫 30人。

5) **越中三叉**　一名**鳥脚**とも言ひ，富山縣庄川，神通川，常願寺川の如き急流河川に發達して新潟縣，長野縣，福井縣等に傳はり，九頭龍川では水制に專ら之を使用したのであるが，その工法には多少の差異がある。越中三叉の本格的な構造は合掌木及び棟木を以て三角錐を組み，前面には砂拂木，**布木**を取付け，或は之に**立成木**を加へて掛粗朶を行ひ，底面は縱棚木 3 本を取付けた上に敷成木又は橫棚木を結束し，側面には**棚釣木**及び**肋木**を施し，枠内に割石，野面石又は石俵を塡充して沈設するのである が，急流部ではその前面及び兩側に蛇籠を布列する場合が多い。三叉の寸法は同じく棟木の長さを以て之を表し 2.7 m から 9 m までのものが造られるが，普通には 7.3 m 以下のものが多く施工せられる。



第 228 圖　越 中 三 叉

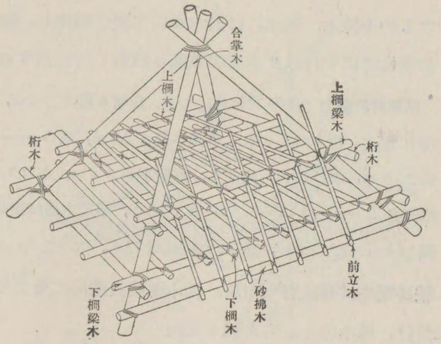


第 229 圖　越 中 三 叉（立成木付）

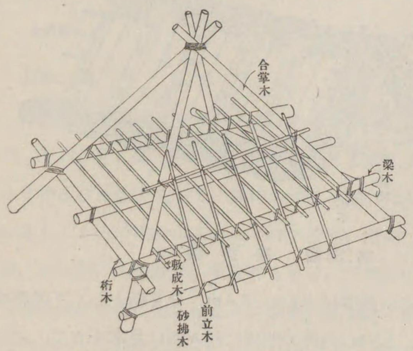
所要材料勞力　越中三叉長さ 5.5 m 1 組につき，合掌木長さ 3.6 m，末口 12 cm 雜木丸太 4 本，棟木長さ 5.5 m，末口 13.5 cm 同 1 本，砂拂木長さ 3.6 m 末口 9 cm 同 1 本，棚木長さ 3.3 m 同上 2 本，中棚木長さ 3 m 同上 1 本，敷成木長さ 4 m，末口 6 cm 同（切遣）5 本，棚釣木長さ 3.6 m，末口 9 cm（切遣）同 1 本，肋木長さ 2.7 m，末口 6 cm 同 4 本，布木長さ 5 m，末口 10.5 cm 同 1 本，立成木長さ 2.7 m，末口 7.5 cm 同 10本，粗朶 2 束，藤蔓 8.5房，二子繩 4.5房，石俵 112俵，人夫 5 人。

6) **菱牛**　菱牛とは長さ 3.6 m，末口 10.5 cm の合掌木 4 本を頭部は 1 點に結束し，下部は之と同一寸法の桁木及び梁木を用ひて方形に組立て，前面には前立木を取付け，梁木上に棚敷木を結束して重籠を積載するものを言ひ，長さ 2.4 m の合掌木を使用したものを**小菱牛**，合掌木の長さ 4.5 m のものを**中菱牛**，同 5.5 m のものを**大菱牛**と呼ぶ。中菱牛及び大菱牛は棚を 2 段に釣り，その各々の上に重籠を積載する。第 230 圖は大菱牛，第 231 圖は菱牛を示す。

所要材料勞力　大菱牛 1 組につき，合掌木長さ 5.5 m，末口 10.5 cm 雜木丸太 4 本，下棚桁木同上 2 本，同梁木同上 4 本，上棚桁木長さ 3.6 m 同上 2 本，同梁木同上 3 本，砂拂木長さ 5.5 m，末口 9 cm 同 1 本，下棚敷木長さ 4 m，末口 7.5 cm 同 12本，上棚敷木長さ 3 m 同上 10 本，前立木長さ 2.7 m，末口 6 cm 同 7 本，10番鐵線 6.3 kg，12番鐵線 3.5 kg，上棚重籠長さ 3.6 m，徑 45 cm 鐵線籠 5 本，下棚重籠長さ 2.7 m 同上 7 本，人夫10人。



第 230 圖　大 菱 牛

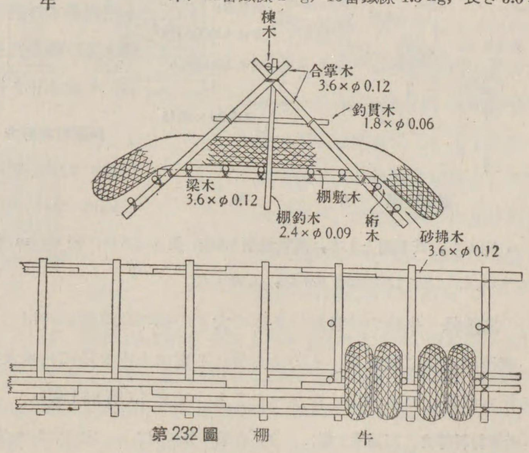


第 231 圖　菱　　牛

菱牛 1 組につき，合掌木長さ 3.6 m，末口10.5 cm 雜木丸太 4 本，桁木同上 2 本，梁木同上 3 本，砂拂木長さ 3.6 m，末口 7.5 cm 同 1 本，棚敷木長さ 3 m 同上 10本，前立木長さ 2.4 m，末口 6 cm 同 6 本，11番鐵線 4 kg，15番鐵線 1.3 kg，長さ 3.6 m，徑 60 cm 重籠 3 本，人夫 4 人。

方形牛は菱牛を改良したもので，前後に 1 本宛の長い立木を使用し，棚の下には 2 本の筋違梁木を用ひて之を補強する。

7) **棚牛**　棚牛は武田信玄の時代から笛吹川，釜無川等甲州の河川に發達したものであつて，その工法は長さ 3.6 m の合掌木と梁木とを以て三角形を造り，之を 1.2 m 間隔に聯立せし

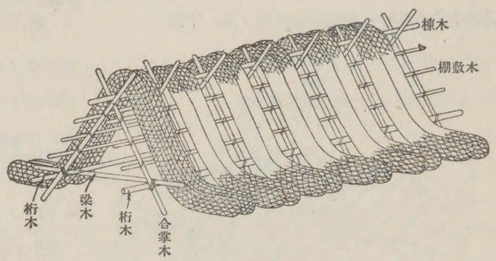


第 232 圖　棚　　牛

めたものを棟木，桁木，砂掛木を以て縦に聯絡し，梁木上に敷成木を取付けた上に，合掌と合掌との間に之に平行に2本宛の重籠を積載して沈設する(第232圖)。

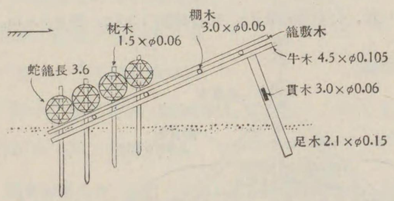
所要材料勞力　棚牛10組建につき，合掌木長さ 3.6 m，末口 12 cm 雜木丸太 20本，梁木同上 10本，棟木同上 4.5本，桁木同上 9 本，砂拂木長さ 3.6 m，末口 9 cm 同 9 本，棚釣木長さ 2.4 m 同上 10本，釣木貫長さ1.8 m，末口 6 cm 同 5 本，棚敷木長さ 3 m，末口 7.5 cm 同 45本，合掌木，砂拂木，梁木，桁木締付用長さ 27 cm，徑 13 mm ボールト 70本，棚釣木締付用長さ 20 cm 同上 20本，11番鐵線 28.9 kg，15番鐵線 18 kg，長さ 3.6 m，徑 45 cm 重籠 18本，大工 2 人，人夫 30人。

鞍掛棚牛は靜岡縣太田川，栃木縣渡良瀬川に施工せられ，棚牛の棚敷木を合掌兩斜面に3本宛取付け，棟木の上から重籠を鞍掛に積載するものであつて，棚牛の透過工なる特性を持續する爲には合掌木の双角を成るべく長く伸ばし，且重籠に間隔を置いて布敷するのがよい。**改良棚牛**は長さ 2 m の合掌木を用ひた小型鞍掛棚牛であつて，棚釣木及び釣木貫を省く(第233圖)。



第233圖　鞍掛棚牛

8)　**片牛**　靜岡縣大井川筋に多く施工せられる。長さは 2.7 m～5.5 m を普通とし，下流側は 1.5 m 內外の間隔に稍々斜に**足木**を立て，之に上流側**牛木**を枘差として三稜形に組立てた上に棚木及び籠敷粗朶を布列し，之に蛇籠4本を積載して杭木止とする(第234圖)。

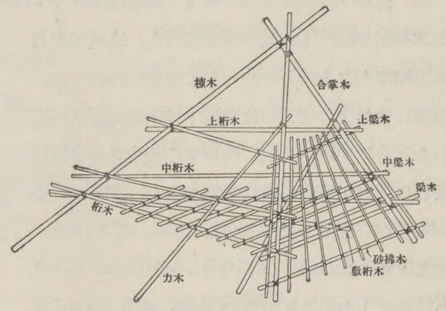


第234圖　片　牛

所要材料勞力　片牛長さ 2.7 m 1組につき，足木長さ 2.1 m，末口 15 cm 雜木丸太 3 本，牛木長さ 4.5m，末口 10.5 cm 同 3 本，棚木長さ 3 m，末口 6 cm 同 4 本，貫木同上 1 本，籠敷粗朶 1.5束，長さ 3.6 m，徑 60 cm 蛇籠 4 本，杭木長さ 1.5 m，末口 6 cm 杉丸太 12本，13番鐵線 0.8 kg，人夫 3 人。

9)　**三基枠**　牛枠の改良形であつて**大**正の初年北海道の河川に施工せられたのを以て嚆矢とする。構造は笈牛に類似し，その之と異なる點は上中2段に桁木及び梁木を設けたこと丶，合掌木から桁木に斜に2本の力木を加へたこと丶である(第235圖)。

所要材料勞力　三基枠1組につき，合掌木長さ 4.5 m，末口 12 cm 雜木丸太 2 本，砂拂木同上 1 本，棟木長さ 6.6 m，末口 15 cm 同1本，桁木長さ 5.5 m，末口 12 cm 同 2 本，梁木長さ 3.6 m 同上 1 本，敷桁木長さ 4.5 m，末口 9 cm 同 1 本，敷成木同上(切遣) 4.5本，中桁木長さ 3.6 m 同上 2 本，力木同上 2 本，中梁木長さ 3.3 m 同上 1 本，上桁木長さ 3 m 同上 2 本，上梁木長さ 2.1 m 同上 1 本，前立木長さ 2.4 m，末口 7.5 cm 同 9 本，12番鐵線 8.8 kg，二子繩 2 房，空俵 40 俵，玉石 1.2 m³，人夫 5 人。



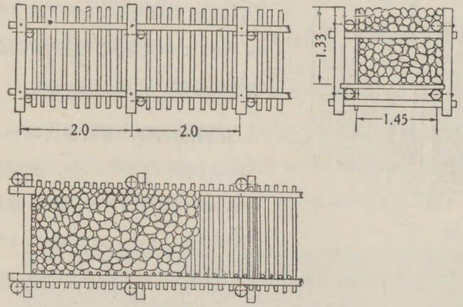
第235圖　三　基　枠

126. 枠　　工

護岸，水制に枠工を使用することは我が國では遠く戰國時代から行はれ，杭打不可能なる砂利，玉石河床に對しては牛工と共に最も重要なる工法に屬する。枠工の原始形は鉛直構材から成る片枠及び沈枠であつて，沈枠の寸法を變へたものに大々枠，大枠，中枠，小枠があり，之に蓋を施したものに栢枠がある。又枠の片側，兩側，3方及び4側面に勾配を附けたものを夫々片法枠，兩法枠，3方法枠，辨慶枠と言ひ，三角形の連續體としたものを三角枠及び合掌枠と言ふ。

枠の構材は昔は枘差栓止又は藤蔓の類を以て結束したが近時はボールト，鐵線及び洋釘を使用する。

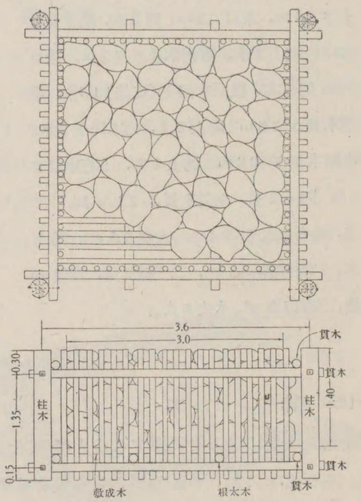
1)　**片枠**　杭打片枠工の杭打込不可能なる箇所に根固工とし使用せられる。その工法は約 2 m 間隔に前後2列に柱木を立て，上下2段の貫木を以て之を縱横に聯絡した上敷成木を列べ，前面，兩小口及び約 6～8 m 間隔の中仕切に立成木を施して詰石を行ふ(第236圖)。



第236圖　片　枠

所要材料勞力　片枠長さ 20 m につき，柱木長さ 1.8 m，末口 15 cm 雜木丸太 22本，貫木長さ 4.2 m，末口 12 cm 同 20本，横貫木長さ 2.1 m 同上 22本，敷成木長さ 1.8 m，末口 9 cm 同 100本，前面用立成木長さ 1.7 m，末口 6 cm 同 110本，兩小口及び中仕切2箇所用同上 36本，計 146本，長さ 30 cm，徑 13 mm ボールト 88本，15 cm 洋釘 4.4 kg，12.7 cm 同 4.4 kg，詰石 38 m³，大工 1.5人，人夫 12人。

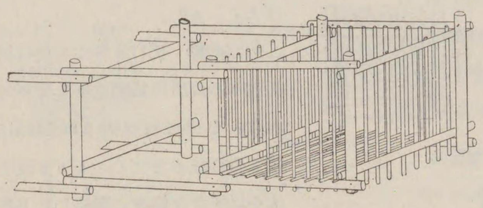
2) **沈枠**　沈枠は柱木4本を4隅に配し上下2段の貫木を以て之を方形又は矩形に組立て，**根太木**を据付けた上に敷成木を布列し，立成木を貫木に結束した上詰石を投入して水中に沈設する。根固に使用する場合には敷成木は水流に直角に末口を河身に向け，水制に使用する場合には水流に平行に末口を下流に向けて配列する。沈枠の原形は柱の中心間隔で長さ及び幅 3.6 m，高さ 1.8 m，内法寸法 3.0×3.0×1.3 m とし，長さ 9 m，幅 5.5 m，高さ 1.8 m のものを**大々枠**，高さ 5.5 m，幅 3.6 m，高さ 1.8 m のものを**大枠**，長さ 2.7 m，幅及び高さ 1.8 m のものを**中枠**，1.8 m 立方のものを**小枠**と呼ぶ。第237圖は沈枠を示す。



第237圖　沈　　枠

所要材料勞力　沈枠1組につき，柱木長さ 1.8 m，末口 18 cm 雜木丸太4本，貫木長さ 4.15 m，末口 12 cm 同8本，根太木同上2本，敷成木長さ 3.8 m，末口 9 cm 同 17本，立成木長さ 1.8 m，末口 6 cm 同68本，長さ 33 cm，徑 16 mm ボールト16本，15番鐵線 5.6 kg，詰石 12 m³，大工2人，人夫5人。

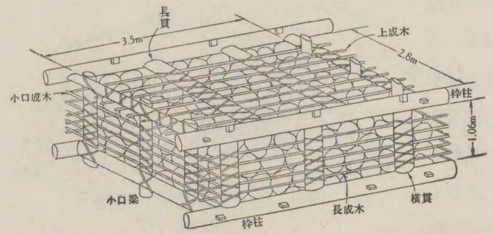
3) **續枠**　續枠は沈枠の連續體で幅 3.6 m，高さ 1.8 m が原形であるが，現今使用せられるものは内法寸法幅 2～3 m，高さ 1.3 m，柱は 2 m 間隔として各柱毎に中仕切を設ける(第238圖)。


第238圖　續　　枠

所要材料勞力　續枠長さ 20 m，幅 2 m，面積 40 m² につき，柱木長さ 1.8 m，末口 15 cm 雜木丸太 22本，貫木長さ 2.5 m，末口 12 cm 同 62本，敷成木長さ 2.3 m，末口 9 cm 同 100 本，立成木長さ 1.8 m，末口 6 cm 同 319 本，長さ 30 cm，徑 16 mm ボールト 124本，15番鐵線 13.5 kg，詰石 48 m³，大工8人，人夫30人。

利根川に施工せられた**鐵網張續枠**は續枠の敷成木及び立成木を廢し，徑 4 mm 鐵線の鐵網を張つて詰石を行ひ，又**鐵筋コンクリート續枠**は長さ 2.5 m，12 cm 角の方格材を以て 2 m 間隔に方格を組み，柱を省いて 10 cm 角の敷成材及び立成材を入れて詰石を行ひ，何れも幅 4 m，高さ 1 m に仕上げたものである。

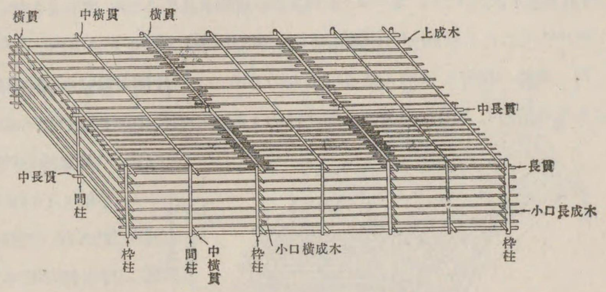
4) **楯枠**　沈枠に**上成木**を以て蓋を施したものであつて，4本の枠柱を長貫，横貫，小口梁を以て聯絡して枠形を作り，成木は總べて横成に使用する。第239圖は楯枠であるが，枠柱と貫木との取付には現今はボールトを使用する。



第239圖　楯　　枠

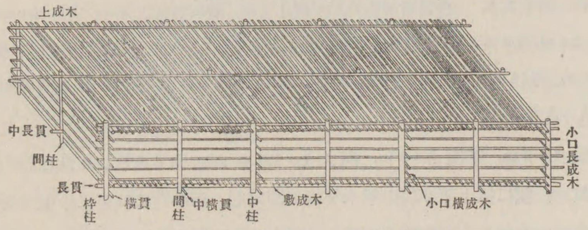
所要材料勞力　楯枠1組につき，枠柱長さ 4.5 m，末口 15 cm 雜木丸太4本，長貫木長さ 3.6 m 末口 12 cm 同8本，横貫木長さ 2 m 同上6本，小口梁木長さ 1.8 m 同上6本，長成木長さ 4.5 m，末口 6 cm 同 40 本，小口成木長さ 3.3 m 同上 12 本，長さ 30 cm，徑 13 mm ボールト 28本，15番鐵線 4 kg，大工3人，人夫9人。

5) **改良續枠**　續枠の立成木を總べて横成木に改め，且上成木を施したもので，2 續枠，3 續枠，4 續枠等があり，又之を楯枠の連續體と見る時は**改良續楯枠**とも言ふ。第240圖は改良3續枠を示す。



第240圖　改　良　3　續　枠

所要材料勞力　改良3續枠長さ 10.8 m，幅 4.5 m，高さ 1.65 m 1組につき，柱木長さ 1.65 m，末口 18 cm 雜木丸太8本，同柱木長さ 1.65 m，末口 15 cm 同10本，横貫木長さ 4.5 m 同上14本，長貫木長さ 4.1 m 同上18本，敷成木及び立成木長さ 4.1 m，末口 6 cm 同120本，小口長成木同上30本，小口横成木長さ 4.5 m 同上24本，長さ 45 cm，徑 19 mm ボールト8本，長さ 40 cm 同上24本，長さ 42 cm，徑 16 mm 同4本，長さ 36 cm 同上36本，13番鐵線 42 kg，大工3.2人，人夫21人。

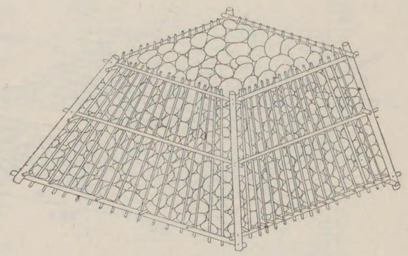


第241圖　改　良　小　口　3　續　枠

改良小口續枠は改良續枠と同様であるが，唯敷成木及び立成木を小口並べとしたもので

あつて，同様に2續枠，3續枠，4續枠等がある。第241圖は改良小口3續枠を示す。

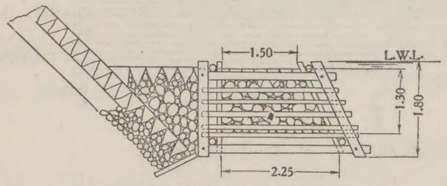
6) **辨慶枠**　是は沈枠の4側面に勾配を附けて截頭角錐形に組立てたものであつて，上中下3段に貫木を取付け，之に立成木を結束し，根太木上に敷成木を布列して詰石を填充する。枠工中構造最も堅牢であつて，且最も安定である。枠の大きさは使用箇所によつて異なるが，普通の寸法は内法上面3.2 m角，底面4.1 m角，高さ2.1 mである(第242圖)。



第242圖　辨　慶　枠

所要材料勞力　辨慶枠1組につき，柱木長さ2.7 m，末口15 cm 雜木丸太4本，下貫木長さ5 m 同上4本，中貫木長さ4.8 m 同上4本，上貫木長さ4.15 m 同上4本，根太木長さ5 m，末口12 cm 同4本，敷成木長さ4.8 m，末口9 cm 同20本，立成木長さ2.7 m，末口7.5 cm 同84本，長さ33 cm，徑16 mm ボールト24本，15番鐵線2.5 kg，15 cm 洋釘1.0 kg. 大工2人，人夫8人。

7) **法枠**　續枠の變形と見るべきものであつて，片側だけに勾配を附けたものを**片法枠**，兩側に勾配を附けたものを**兩法枠**，兩法枠の1端の小口に勾配を附けたものを**3方法枠**と言ふ。

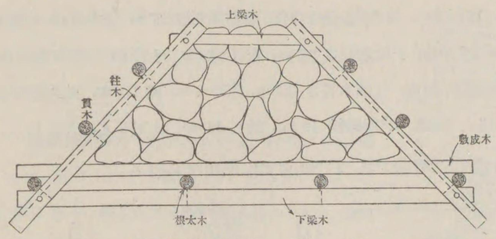


第243圖　片　法　枠

片法枠の内法寸法は上幅1～2.5 m，下幅1.8～3.3 m，高さ1～1.5 m が普通である。工法は鉛直及び斜の柱木を上下2段の貫木を以て固定し，底面に敷成木，前後兩側に立成木，兩小口に横成木を施して詰石を填充する。片法枠は護岸根固に適し，第243圖の如く施行せられる。

所要材料勞力　片法枠長さ4 m，5組建20 m，内法上幅1.5 m，下幅2.25 m，高さ1.3 m につき，前柱木長さ2.1 m，末口18 cm 雜木丸太6本，後柱木長さ1.8 m 同上6本，貫木長さ4.3 m，末口15 cm 同20本，上横貫木長さ2.7 m 同上6本，下横貫木長さ3.4 m 同上6本，敷成木長さ3 m，末口9 cm 同90本，横成木長さ2.7 m，2.8 m，2.9 m，3.0 m 同上各2本，前立成木長さ1.8 m 同上85本，後立成木長さ1.6 m 同上85本，長さ36 cm，徑15 mm ボールト48本，長さ18 cm，徑9 mm 皆折釘16本，15番鐵線24 kg，詰石46 m³，大工10人，人夫30人。

兩法枠の内法寸法は上幅1～2 m，下幅2～3 m，高さ1～1.5 m が普通である。工法は斜の柱木を縦には上中下3段の貫木，横には上下2段の梁木を以て固定し，兩小口には更に中梁木を施し，底面は根太木上に敷成木を布列し，兩側面及び兩小口に立成木を結束して詰石を填充する(第244圖)

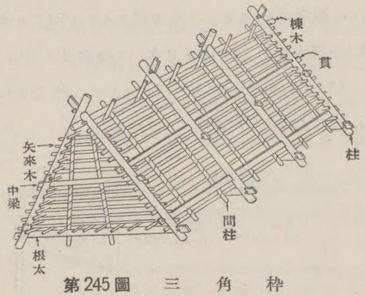


第244圖　兩　法　枠

所要材料勞力　兩法枠長さ4 m 5組建20 m，内法上幅1 m，下幅3 m，高さ1.2 m につき，柱木長さ2.7 m，末口15 cm 雜木丸太12本，下梁木長さ4.5 m 同上6本，中梁木長さ3 m，末口12 cm 同2本，上梁木長さ1.5 m 同上6本，貫木長さ4.3 m 同上30本，根太木同上10本，敷成木長さ4.4 m，末口10.5 cm同85本，立成木長さ2.4 m，末口7.5 cm 同(兩小口16本とも)176本，下梁木締付用長さ33 cm，徑13 mm ボールト12本，貫木，根太木，上中梁木締付用長さ30 cm 同上64本，15番鐵線25 kg，詰石45 m³，大工12人，人夫32人。

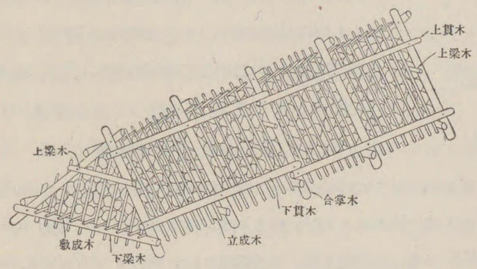
3方法枠はその1端の小口を除いてはその工法兩法枠と全く同一であつて，内法寸法上長2.5 m，下長3.5 m，上幅3 m，下幅4 m，高さ1.2 m 位のものが水制工に使用せられる。

8) **合掌枠**　合掌枠は三角枠から變化したものであつて地方によつては今猶三角枠とも呼ばれる。**三角枠**は1～1.5 m 間隔に合掌木を組み，その脚部は根太木を以て繋ぎ，中段には中梁を施したものを縦の方向に棟木及び2段の貫木を以て聯結して連續體とし，根太木の上に敷成木を布列し，合掌と合掌との間には間柱を樹て之に**矢來木**を横成に結束して詰石を填充したものである(第245圖)。



第245圖　三　角　枠

合掌枠は三角形の間柱及び矢來木を廢し之を立成木に改めたもので，水制工として最も有效なるが故に廣く全國各地に使用せられ，その内法寸法は高さ1～1.5 m，底幅1.5～2 m が普通であるが，**大合掌枠**と稱するものは高さ2.5 m，下幅3 m に達するものがある(第246圖)。



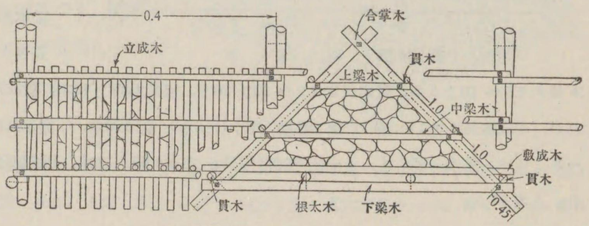
第246圖　合　掌　枠

近時は**鐵筋コンクリート合掌枠**が富士川その他に施工せられてゐる。

所要材料勢力　合掌枠内法高さ 1.5 m，底幅 2 m，長さ 20 m につき，合掌木長さ 2.7 m 末口 15 cm 雑木丸太 22本，貫木長さ 4.3 m，末口 10.5 cm 同 20本，下梁木長さ 2.7 m，末口 12 cm 同 11本，上梁木長さ 0.9 m，末口 9 cm 同 11本，敷成木長さ 2.5 m 同上 90本，立成木長さ 2.5 m，末口 6 cm 同 176本，長さ 33 cm，徑 13 mm ボールト 11本，長さ 30 cm 同上 104本，15番鐵線 19 kg，詰石 30 m³，大工 5 人，人夫 12人。

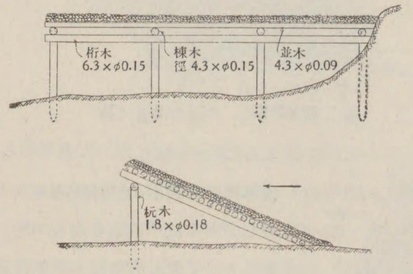
片合掌枠は合掌枠の片側の立成木を廢した構造であつて根固工に使用せられる。

9）**改良合掌枠**　合掌枠の透過性を增大する爲に立成木を合掌木よりも短くし，從つて詰石の高さを減じたものであつて，之を**合掌兩法枠**と言ふ(第 247 圖)。



第 247 圖　合 掌 兩 法 枠

所要材料勢力　合掌兩法枠上幅 1 m，下幅 3 m，高さ 1.2 m，長さ 20 m につき，合掌木長さ 3.6 m，末口 15 cm 雑木丸太 12本，下梁木長さ 4.2 m 同上 6本，貫木長さ 4.3 m，末口 12 cm 同 30本，根太木同上 10本，中梁木長さ 3 m 同上 6本，上梁木長さ 2 m 同上 6本，敷成木長さ 4.2 m 同上 75本，立成木長さ 2.4 m，末口 7.5 cm 同 166本，長さ 33 cm，徑 13 mm ボールト 18本，長さ 30 cm 同上 104本，15番鐵線 16 kg，詰石 46 m³，大工 10人，人夫 30人。



第 248 圖　佐 五 右 衞 門 枠

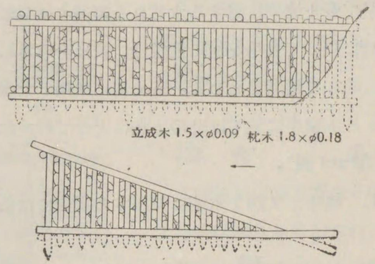
合掌兩法枠の片側の立成木を省いたものを**合掌片法枠**と言ふ。

10）**佐五右衞門枠**　本工は片牛に類似する最も原始的な水制工であつて河川の中流部以下に使用せられる。工法は下流側約 2 m 間隔に 1 列に杭木を打つて之に桁木を冠し，此の上に斜に上流に向つて棟木を横へ，之に直角に**並木**を置き敷粗朶を行つて之を**押木**で押へ，上面に栗石を置く(第 248 圖)。

所要材料勢力　佐五右衞門枠長さ 6 m，幅 4 m，高さ 1.2 m 1 組につき，杭木長さ 1.8 m，末口 18 cm 雑木丸太 4本，桁木長さ 6.3 m，末口 15 cm 同 1 本，棟木長さ 4.3 m 同上 4本，並木長さ 4.3 m，末口 9 cm 同 32本，押木長さ 3 m，末口 6 cm 10本，粗朶 24束，二子繩 2 房，12番鐵線 2 kg，栗石 8 m³，大工 1.2人，人夫 6 人。

石詰佐五右衞門枠は佐五右衞門枠を補强したものであつて河川中流部以上の水制工に適する。

工法は杭木に上下 2 段に貫木を取付け敷成木及び立成木を結束して內部に詰石を行ふ。(第 249 圖)。

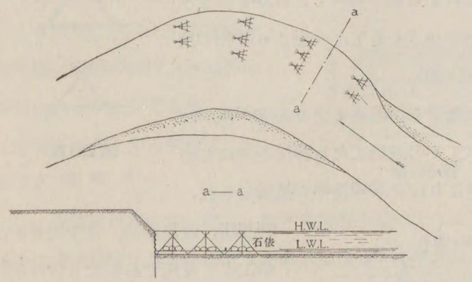


第 249 圖　石詰佐五右門枠

所要材料勢力　石詰佐五右衞門枠長さ 6 m，幅 4 m，高さ 1.2 m 1 組につき，杭木長さ 1.8 m，末口 18 cm 雑木丸太 4本，貫木長さ 2.3 m，末口 12 cm 同 6本，棟木長さ 4.3 m，末口 15 cm 同 4本，土臺木長さ 6.3 m，末口 12 cm 同 1 本，敷成木長さ 4.2 m，末口 9 cm 同 25本，立成木長さ 1.5 m 同上 32本，長さ 42 cm，徑 16 mm ボールト 8本，長さ 36 cm 同上 4本，長さ 18 cm 洋釘 3.2 kg，詰石 18 m³，大工 1.5人，人夫 9 人。

127. 牛及び枠水制

牛及び枠水制工は河川中流部以上に廣く採用せられる。牛は兩法枠，合掌枠等の如き連續體に比して安定度少く，流水の激突に遇つて傾倒し易いから之を單獨に沈設せず，2 組以上を併列協力せしめるのが普通であつて，適當にその數を加減して水制尖端を一定の法線に揃へる。第 250 圖は牛水制工に於ける牛の配置を示す。



第 250 圖　牛 水 制 工

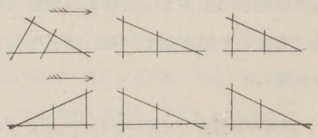
牛及び枠水制工に於て注意すべき事項は次の通りである。

1）聖牛，合掌枠等は 1 列で效果が少い時は 2 列又は 3 列に造つて水勢を分割する。例へば利根川に使用した合掌枠水制は取手，栗橋間では 1 列，栗橋，妻沼間では 2 列，妻沼上流は 2～3 列とした。

2）聖牛，合掌枠等を 2～3 列に使用する場合には上流側のものが水當りが最も强いから，之を緩和して水勢を各列に均分せしめる爲には最上流の列を稍々低く据付ける。例へば釜無川に使用した鐵筋コンクリート合掌枠水制では 3.6 m の間隔を置いて枠を 2 列とし，且上流列は下流列より 50 cm 低く設置した。同理により水制尖端部は 1～2 組の枠を稍々低く設置して水當りを少くする。

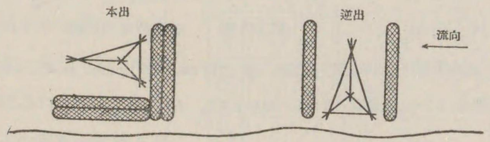
3）聖牛類は古來合掌木の面を上流に向けて設置するのが原則であるが，2～3 列使用の場合

に於て最上流列に對する水當りを輕減する爲には，此の列に限つて聖牛を逆に据付け，或は合掌木の面を下流に向つて傾斜せしめる。富士川に使用した鐵筋コンクリート聖牛に於ては此の方法によつて好成績を收めた(第251圖)。



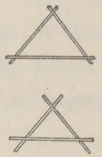
第251圖　聖牛据方

4)　越中三叉類を水制に使用する場合にはその前面に**砂拂籠**を伏せ，又數組並列の場合はその間に**築籠**を棚掛に用ひることが多く，之を**本出**と言ふ。三叉を水流に向はしめず，之を堤脚に向けて据付け，その上下流に蛇籠を伏設する時は流水を堤脚から河身に反撥せしめる效果があり，之を**逆出**と言ふ(第252圖)。



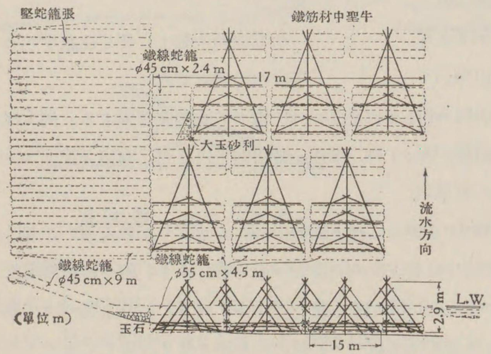
第252圖　越中三叉据方

5)　牛類はその牛角によつて水流に抵抗するのが特徵であるから合掌木及び之と梁木との取付に際しては三角形を小さくして，交點より外側の突出部を成るべく長くするのがよい(第253圖)。



第253圖
牛類組方

6)　合掌枠等の立成木は成るべく疎に配置し，詰石も之を必要の最少限度に止めて成るべくその高さを減じ，以てその透過工たる特性を失はしめないのがよい。此の理由によつて合掌枠よりは合掌兩法枠が推稱せられ，



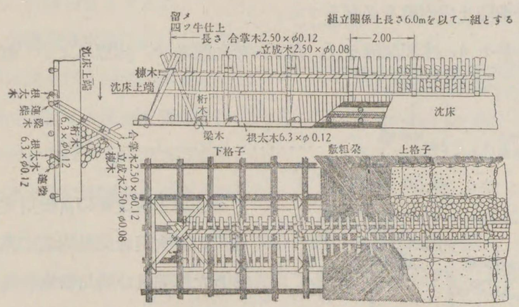
第254圖　鐵筋コンクリート大聖牛水制

コンクリート大聖牛水制を示す。

利根川，渡良瀨川，富士川等の改修工事に使用せられたものは何れも後者である。

7)　聖牛，合掌枠等を鐵又は鐵筋コンクリートで造ればその重量が大きいから枠の安定を增し，且その耐久性を增大する。流木その他の爲に鐵筋コンクリート合掌材折損の危險がある場合には之に緩衝材を取付ける。

第254圖は利根川沼ノ上の鐵筋

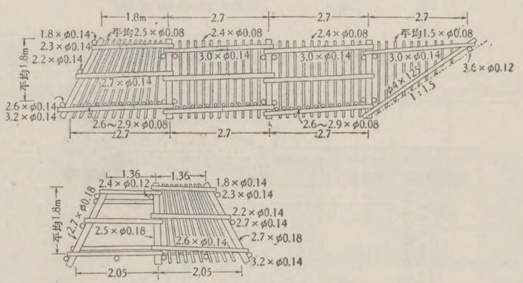


第255圖　粗朶付牛枠水制

又第255圖は粗朶付牛枠水制，第256圖は兩法枠及び3方法枠水制である。

128. 床　　固

河床洗掘の結果護岸その他工作物の根入を脅かされ，その他治水並びに利水上の障碍を醸す虞ある場合に，河床の高さを維持する爲に河川を横斷して設けられる工作物を**床固**又は**床留**と言ひ，複斷面の場合には低水路の部分のみならず之を高水敷の部分にまで延長することもある。新北上川柳津地先の床固，京都の鴨川上流改修の床留の如きがそれである。



第256圖　兩法枠及び3方法枠水制

床固を必要とする場合に二つある。

1)　急流河川の改修に際し，河床の勾配を緩にして之を安定せしめる爲に床固を設ける。此の場合は溪流砂防工事とその原理を同じくするが，床固は土砂の掩留が目的ではないから高さの高い堰堤とすることを要せず，通例その天端は上流河床と略々同一の高さに造り，此の故に床固を一名**落差工**とも言ふ。

2)　捷水路，分水路，水路附替を行つて水路の延長を減ずる場合には勾配が急になり流水の洗掘力を增すから，新に開鑿せられた水路を維持する爲に床固を設ける。此の場合の床固は落差工に造られる場合もあり，或は單に現在の高さに河床を固めて落差を設けない場合もある。

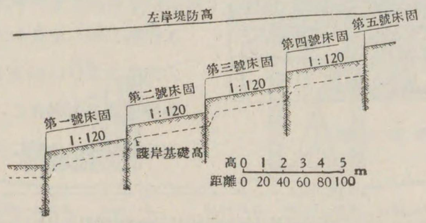
從つて床固は堰堤と水叩との中間の構造と見ることを得べく，特殊の場合に限つて河床上 2～3 m の高さに築造せられる。

床固の工法は各種の柵工，粗朶沈床，木工沈床，鐵線籠類，石枠類，石張，杭打石詰，矢板，コンクリート工などが或は單獨に使用せられ，或は混用せられるが，床固が流水を激せしめ易い堅牢な構造の場合にはその上下流に洗掘が起り，此の傾向は床固が多少でも河床より高く造られ

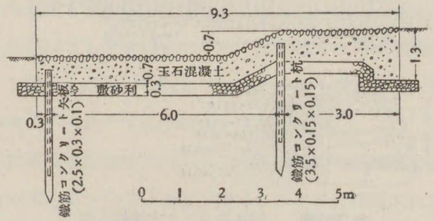
た場合に於て特に著しいから，洗掘防止の對策を必要とする。

床固が落差を有する場合には落差を h，床固間隔を l，在來河床勾配を S，床固によつて緩和せられた勾配を S_1 とすれば

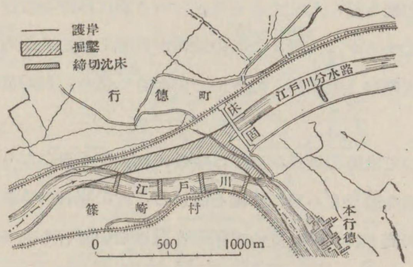
$$h=(S-S_1)\,l,\quad \therefore\quad l=\frac{h}{S-S_1}\qquad\cdots\cdots(124)$$



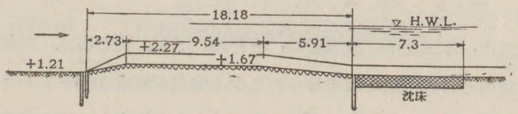
第 257 圖　蘆川床固箇所縱斷面



第 258 圖　蘆川床固斷面



第 259 圖　江戸川分水路起點附近平面圖



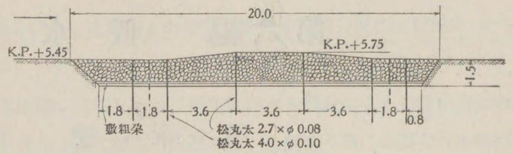
第 260 圖　江戸川行德床固斷面

富士川上流改修の笛吹川支川蘆川の笛吹川合流點附近に設けられた床固及び鴨川改修の鴨川上流及び高野川に設けられる床固は上記 1）の例であり，江戸川改修の江戸川分水路起點及び北上川改修の新北上川分水路起點の床固は 2）の例である。

第 257 圖は**蘆川床固**の配置を示す。その數 5 箇所，各延長 80～92 m，中央部 40 m を水平とし，左右兩岸堤脚に向つて 1/40 の上り勾配を以て取付け，その構造は第 258 圖の如く厚さ 70 cm の玉石コンクリートとする。

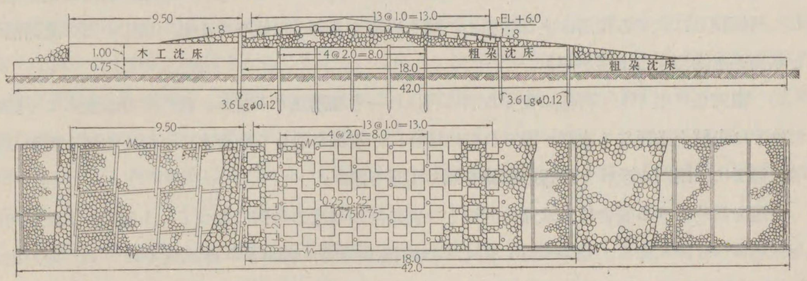
第 259 圖は江戸川分水路の**行德床固**を示す，延長 400 m，中央低水路に當る部分 91 m は高水敷より 60 cm 低く，その構造は第 260 圖の如く幅員約 18 m の石張の下流に幅 7.3 m の沈床を沈設する。

第 261 圖は北上川**柳津床固**の構造を示したもので，6 列に杭打をした間に敷粗朶，捨石を行ひ，表面石張とする。

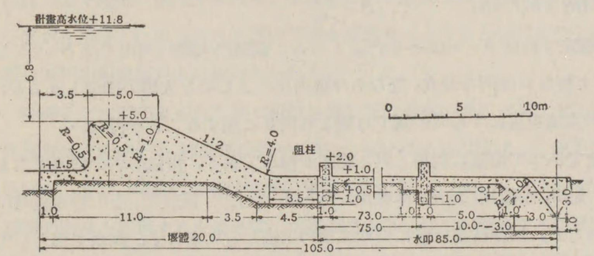


第 261 圖　北上川柳津床固斷面

信濃川分水路に設けた 2 箇所の床固及び 4 箇所の床留は分水路が異常なる洗掘を蒙つた後に築造せられたものであるから，床固上流に**水褥**を作つて土砂を沈澱せしめることを目的とし，多少一般の床固と性質を異にして寧ろ堰堤に類する。中間の床留は粗朶沈床，木工沈床を鐵線籠又は 0.75 m 立方のブロックを以て沈壓したものであるが，鐵線籠は流水の爲に鐵線を切斷せられるからその上にコンクリートを被覆した。第 262 圖はその內の**新長床留**の構造を示す。



第 262 圖　新信濃川新長床留



第 263 圖　新信濃川第 2 床固斷面

特に分水路下流端に近い**第 2 床固**は高さ 4 m，徑間 180 m，拱矢 20 m，堤長約 185 m の粗石コンクリート造拱堰に造り，高水敷の部分は堤頂を更に 1 m 高くする。地盤軟岩なるが爲に堰堤下流は 85 m の間を厚さ 0.50～1.0 m のコンクリートで被覆し，その末端を深く岩盤中に捲込み，下流岩盤が浸蝕せられた場合にも水叩に危險なからしめる。

第六編　低水工事

第一章　總説

129. 低水工事

低水時に於ける河川流路を整正して流水幅を局限し，水深を增加して船舶の航行及び用水の取入に便ずる工事を低水工事と言ひ，高水工事と相俟つて河川改修工事の根幹をなすものである。

低水工事に二つの工法がある。

1) **河身改良**　亂流，分派流を整理して流路を統一固定すると同時に，急激な屈曲は之を匡正し，河幅狹きに失する箇所は之を擴張し，廣きに過ぐる部分は之を縮小し，以て一定の流路幅員と水深とを維持する工事を謂ふ。

2) **運河化**　主として舟航に便ずる爲に行はれ一名**堰閘法**とも言ふ。卽ち河身改良による縮流だけでは舟航上必要なる水深が得られない場合に，堰堤を造りその背水によつて水深を增加し，堰堤箇所には閘門を設けて舟運の聯絡を圖る工事を謂ふ。

舟運を目的とする場合には水深の問題とは別に河川勾配の如何によつて，上記の2工法の何れを採用すべきかゞ定る。卽ち舟運に對しては流速 $v=0.6\sim0.8$ m/sec が限度であつて，此の場合に(24)式を用ひ

$$v=c\sqrt{RS}=c\sqrt{dS},\qquad \therefore\ S=\frac{v^2}{c^2d}$$

とし，$c=40$，$d=1.0$ m と假定すれば $S=0.225\sim0.4‰$ となる。歐羅巴大陸の河川では $S=0.5‰$ を限界として，勾配が是より緩ならば河身改良，急ならば運河化によるのを大體の標準とするが，之と河川の狀況及び舟運の方法を異にする我が國では固より同日に論ずることを得ない。

本邦河川の大部分は急流であつて舟運に利用し得る範圍が極めて狹く，舟航の爲の低水工事を必要とする河川は利根川，荒川，信濃川，淀川，木曾川，北上川，最上川，筑後川，その他少數河川の下流部に限られるのであるが，河身改良は曾に低水工事の工法たるに止らず，高水工事として施行せられる捷水路，分水路，水路附替，分流の如き各工種は實に河身改良工法に外ならず，且低水路を維持することは用水取入の爲は勿論，河岸の保護，堤防の保安上から當然必要とせられる所であるから，此の意味に於ける低水工事は高水工事と併せ施行せられなければならない。

次に地勢概ね平坦にして河川及び之を縱橫に聯絡する運河を內陸舟運の爲に利用することが極度に發達した歐羅巴大陸と異なり，我が國の河川には運河化工法を適用すべき餘地が極めて乏しいが，淀川，信濃川，北上川などの如く分水路の設けられた河川には分水路起點に堰堤及び閘門を設け，又幹川の水位が上昇した場合に之と支派川との舟運を聯絡する爲の閘門は利根川，荒川，木曾川，淀川等に設けられてゐる。

次に**河口改良**は高水及び低水工事兩樣の目的を有し，前者は洪水を快疏せしめる爲に河口の埋塞を防止することを目的とするが，後者は更に進んで船舶の出入に便ずる爲に必要なる水路幅と水深とを維持することを目的とし，信濃川河口(新潟)，最上川河口(酒田)，雄物川河口(土崎)，小矢部川河口(伏木)等が後者の適例である。

130. 河身改良

河川の彎曲部に於ては流心が凹岸に偏して**淵**を作り，又流心が一方の河岸から對岸に移る場合の流心橫過點には**淺瀨**を生ずることは前述の通りである。ジラルドンの研究によれば狀態良好なる河川に於ては第12圖に示すが如く淵は河岸に密接せず，淺瀨は殆ど流路に直角であつて水深著しく減少せず舟航の障碍となることが少いに反し，狀態不良なる河川に於ては第13圖に示すが如く淵は河岸に密接し，淺瀨は流路に斜であつて水深極めて淺く舟航の障碍を釀す。例へば佛蘭西のロアル河の如きは狀態極めて不良であつて流路延長84 kmの間に128箇所の淺瀨があると稱せられるが，河身改良の目的は第13圖の如き河身を改良して第12圖の如き狀態に誘導するにある。

河身改良に2法あり，**河身整正法**と**導流法**とが是である。前者は流量，勾配等に應じて必要なる流路幅員を定め，一定の法線以內に流水を局限するものであつて，主として護岸工法により概ね河川の下流部に適用せられる。又後者は河身整正工法を連續的に施行せず，局部的施行によつて流水を誘導し，以て低水工事の目的を達成せんとするものであつて，主として水制工法により概ね河川の中流部以上に施行せられる。

港灣として利用せられる河口附近を除いては舟航の爲に必要とせられる水深は1.5～2.0 m，水路幅員は30～50 m，彎曲部の最小半徑は100～300 mであるが，幅員は寧ろ低水流量と流速との關係から定り，又最小半徑は特殊の場合を除いては1 000 m以上が望ましく，且流路は必ずしも數學的曲線を採用するを要せず，大體現在水路に倣つて圓滑なる曲線形とすればよい。

一般に直線流路は不安定であつて所により流水の激突を蒙る危險があるから，緩流部に於ては成るべく流水の方向に倣つた緩やかな曲線流路とする方が安全であり，且維持も容易である。但し急流部に於ては曲線流路の凹岸の受ける激衝が餘りに大きく，此の部分に危險を增すが爲に却つて直線流路の方が安全である場合が多い。從つて勾配1/100以上の急流河川では河岸に岩盤が露出してゐる樣な特殊の箇所の外は少くとも曲率の大きい彎曲を避ける。

河身整正法によると導流法によるとを問はず，河身改良の爲には次の諸工法が採用せられる。

1) **縮流**　一定の低水法線を定めてその間に流水を局限するものであつて，その結果水深及び流速を增し，舟運を改善し得るのみならず上流からの流下土砂を沈澱せしめずして下流に流送し得る利益がある。

2) **浚渫**　大體現在の低水路に沿つて河幅狹小なる部分を擴大し，水路中の淺瀨を除却するものであつて，淺瀨が岩盤の場合は碎岩船を使用し，砂礫の場合は浚渫船が使用せられる。ライン河のビンゲンからサンクト・ゴア間，ドナウ河のアイアン・ゲイト，ミシシッピー河のロック・アイランド・ラピッドの如きは著名なる岩礁除却の實例であるが，河中の砂洲は浚渫によつて之を取去つたゞけでは效果が少く，進んで上流からの土砂流下の原因を芟除するか，或は水制等によつて土砂の沈澱を阻止することが必要である。

3) **直流路**　低水路中に舟航の障碍となる屈曲がある場合に之を除却する爲に直流路を開鑿するものであつて，我が國の河川改修工事に於ても高水工事と同時に施行せられてゐる。第128圖の荒川上流改修工事はその一例である。

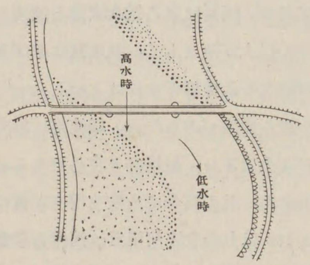
4) **派流締切**　低水流路が數條に分れて亂流する場合にその內の一を選んで之を改修し，その他の分流又は派流を締切るものであつて，低水路維持上最も緊要とせられる。

5) **護岸及び水制**　低水法線を維持する爲に河岸に護岸を設け，或は水制(橫工及び縱工)によつて低水幅を局限するものであつて，低水工事の主工法に數へられる。

6) **床固**　河床の低下を防止する爲に低水路を橫斷して設ける工作物であつて，落差工は可航河川に於ては舟航の障碍となるが，用水取入等の爲には床固又は床留を必要とする場合が多い。

131. 直　流　路

流路の急彎曲を除却する爲に設けられる直流路は**捷水路**の別名であつて，流路短縮の結果，勾配從つて流速を增し流水の洗掘力を旺盛ならしめるが故に，初の彎曲が地質關係によらず，流勢に基因する場合には直流路の方向その他に關し愼重なる注意を要する。



第264圖　低水時及び高水時ノ向

一般に低水の流向と高水のそれとは一致せず，前者は曲流しても後者は直流する傾向があり，從つて低水流路延長は高水流路延長よりも長いのを常とする。例へばガロンヌ河に於ては支川ロー河合流點以下低水流路延長は54 kmであつて，此の間に21箇所の彎曲があるのに對し，高水流路延長は36 kmであつて此の

間に3箇所の彎曲があるに過ぎない。卽ち第264圖に示すが如く，低水は曲流しても高水は直流するから，河川工事に就いては此の點に關する注意が必要であり，橋梁の橋脚の如きも高水時流向に從つてその方向を決定しなければならない。

低水路の方向は必ずしも之を高水の流向に一致せしめるを要しないが，唯低水護岸は高水時に於て流水が低水路上を斜に流過する場合にも破壞しないだけの堅牢なる構造としなければならない。

直流路の結果は低水位を低下せしめる。第67表はドナウ河の支川タイス河の實例である。

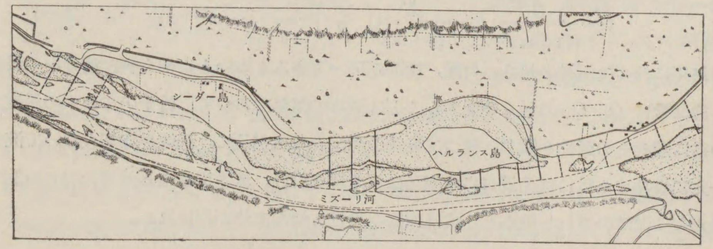
第67表　直流路の結果(タイス河)

河川	流量(m³/sec)		流路延長(km)			勾配(‰)		水位の變化(m)	
	低水	高水	改修前	改修後	比率	改修前	改修後	低水	高水
タイス	60	3600	1200	457	0.38	0.031	0.055	−1.11	+1.68
テメス	8	1000	336	143	0.43	—	—	−0.15	+1.03
キェロェス	15	1000	1004	546	0.54	0.016	0.040	−0.78	+1.60
マロス	36	2100	191	71	0.37	0.284	0.452	−1.6	+1.3
ボドラグ	15	1300	111	65	0.59	—	—	−0.45	—
ラアブ	20	500	130	51	0.39	0.296	0.485	−0.73	—

表中高水位が上昇してゐるのは直流路と築堤との双方の結果と考へられる。

直流路又は捷水路を設けるに當つて新舊兩水路の延長に大差があり，從つて相當の落差が得られる場合には，新水路の全幅を開鑿せず，一部分だけを掘鑿し，流水の洗掘力を利用して殘部を完成せしめることがある。ヘーゲンの說によれば新水路の延長が在來水路のそれの1/2以下の場合には，大河川の場合全幅の1/12～1/20，小河川の場合1/2～1/5だけを**導流路**として開鑿すべしとあつて，我が國に於ても加治川，阿賀川その他に此の工法を採用して好結果を收めた實例もあるが，此の工法は亂流を生じて低水流路を荒廢せしめる虞があるから一般には奬め難い。

132. 派流締切



第265圖　ミズウリ河派流締切

低水工事の爲に派流を締切る場合には**締切堤**を用ひる。洪水の流過を妨げる程度の締切を必要とする場合には締切堤は高い堤防とし，低水だけを締切つて洪水の流過を許す場合には中水位程度の低い堅牢な水制とする。

第265圖はミズウリ河チェファーソン市下流の派流締切を示す。

派流締切の場合の水理を考へるに一般に流路の幅員 b と平均水深 d との間に $b=\alpha d$ なる關係があるものと假定すれば

$$Q=Av=bdc\sqrt{RS}=\alpha cd^{\frac{5}{2}}\sqrt{S}=\alpha^{-\frac{3}{2}}cb^{\frac{5}{2}}\sqrt{S}$$

c を常數と假定すれば

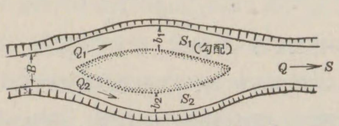
$$Q=k_1b^{\frac{5}{2}},\qquad b=kQ^{\frac{2}{5}} \quad\cdots\cdots(125)$$

a) 第266圖に於て兩派流の長さ及び斷面が同一であれば，流量 Q は兩派流に均分せられ

$$B=k(2Q)^{\frac{2}{5}}=2^{\frac{2}{5}}b_1=1.32b_1\fallingdotseq\frac{4}{3}b_1 \quad\cdots\cdots(126)$$

或は

$$b_1=0.75B=\frac{3}{4}B \quad\cdots\cdots 127)$$



第266圖　派流の水理

b) 兩派流の長さ，從つて水面勾配及び斷面が同一でなく，流量 Q が Q_1，$Q_2=mQ_2$ に分配せられる場合には c を常數，$S_2=\beta S_1$ と假定して

$$Q_1=k_1b_1^{\frac{5}{2}},\qquad Q_2=k_1\beta^{\frac{1}{2}}b_2^{\frac{5}{2}}$$

從つて

$$b_1^{\frac{5}{2}}:\beta^{\frac{1}{2}}b_2^{\frac{5}{2}}=1:m,\quad \frac{b_1}{b_2}=\left(\frac{\beta}{m^2}\right)^{\frac{1}{5}} \quad\cdots\cdots(128)$$

又

$$Q=Q_1+Q_2=Q_1(1+m)$$

$S=S_1$ として $Q=k_1B^{\frac{5}{2}}$ と置けば

$$B=b_1(1+m)^{\frac{2}{5}}=b_2\beta^{\frac{1}{5}}\left(1+\frac{1}{m}\right)^{\frac{2}{5}} \quad\cdots\cdots(129)$$

或は

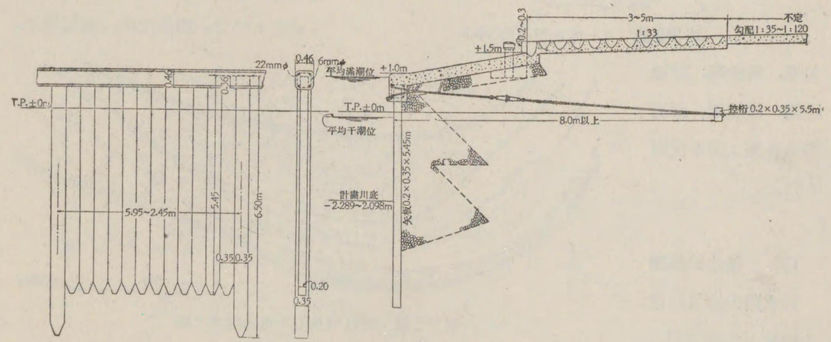
$$b_1=\frac{B}{(1+m)^{\frac{2}{5}}},\ b_2=\frac{B}{(1+m)^{\frac{2}{5}}}\left(\frac{m^2}{\beta}\right)^{\frac{1}{5}} \quad\cdots\cdots(130)$$

天然河川に於ては派流の長さ，勾配，斷面が同一であるとないとに拘らず，流量を兩派流に均分し，或は常に Q_1，Q_2 の如く分配することは極めて困難であつて，流量の少い方の派流は土砂沈澱の爲に漸次その斷面を減じ，從つて流量の漸減を見るが故に，派流を締切らないで流量の分配を一定に維持する爲には分派口に水制又は導水堤を設け，流量過少なる派流の呑口を擴大し，流量過大なる派流の呑口を縮小し，或は床固を設ける様な工法が行はれる。

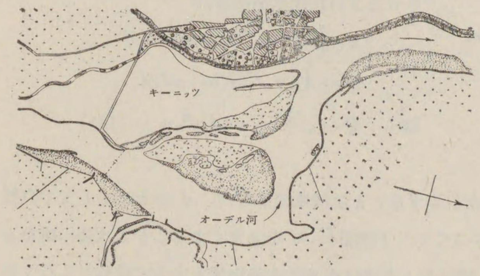
133. 護岸及び水制

低水路兩岸の浸蝕崩壞を防止する爲の護岸は捨石，捨ブロック，石張，ブロック張，コンクリート張，鐵線籠等によるのが普通であるが，假工事又は水深大なる箇所の法留工には杭柵，板柵等が使用せられ，船舶の碇繫を必要とする下流部には鐵筋コンクリート版柵，各種の矢板を使用した直立護岸が採用せられる。

第267圖は旭川改修の岡山市京橋下流の直立低水護岸を示す。



第267圖　旭川下流低水護岸



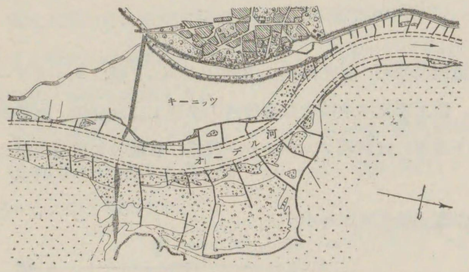
第268圖　オーデル河(1846年)

亂流を締切り過大なる流水幅を縮小して，一定幅員及び水深の低水路を造成する爲には適當の法線を定めて水制を出し，所謂導流法によつて流水を誘導し水制域に土砂の沈澱を促す工法を取る。

第268，269圖は1870～1872年のオーデル河キーニッツ附近の低水工事の效果を示したもので，第268圖は改修工事前の1846年の河狀，第269圖は改修工事後の1887年の河狀である。

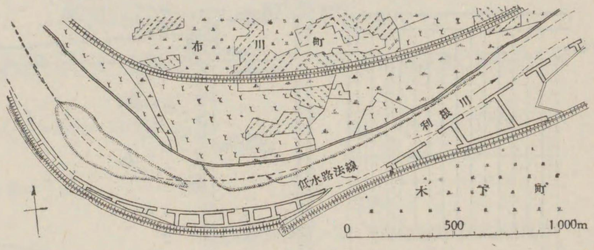
第270圖は利根川木下町地先の低水工事を示す

第271圖は昭和3～6年に亙つて施行せられた信濃川大河津下流中之口川分派口に至る延長8 km の區間の低水工事であつて，新信濃川開鑿の結果洪水の流入を見なくなつた大河津下流の舊川は 600～900 m に達する在來河幅を必要としないと同時に，流水亂流して河狀常なく用水取



第269圖　オーデル河(1887年)

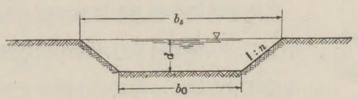
入及び舟航上の障碍甚だしきを加へるに至つたが爲に，幅員上流に於て 80 m，下流に於て 100 m，勾配 1：3 000 の新低水路を造成した。水制には平行工及び横工を併用して，流水をして法線内の水深を維持せしめると同時に水制域に土砂を沈澱せしめたもので，粗朶沈床，鐵線猪子，包柴，柳蛇籠，鐵線蛇籠，鎖線柵，捨石等の各種工法を混用した。



第270圖　利根川木下町地先低水工事

134. 低水路斷面

低水路の幅員は低水流量，水面勾配，所要水深の關係から定る。第 272 圖に於て低水路敷幅を b_0，水面幅を b_s，兩岸勾配を $1:n$，水深を d とすれば流水斷面積は



第272圖　低水路斷面

$$A=\frac{1}{2}(b_0+b_s)d=(b_0+nd)d$$

$$Q=vA=c\sqrt{dS}(b_0+nd)d$$

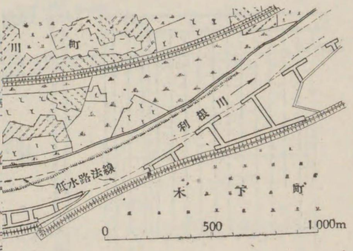
即ち　$$Q=c\sqrt{S}\,(b_0+nd)d^{\frac{3}{2}} \cdots\cdots (131)$$

から b_0 が求められる。

d を適當に假定して (131) 式から b_0 を計算することは簡單であるが，d を大きくして不自然に b_0 を小さくすることも，反對に d を小さくして不適當に b_0 を大きくすることも水路の維持を困難ならしめて好結果を收め難い。最も安全なる方法は在來低水路中最も完全に維持せられて良好なる河狀を示す部分を標準として，その部分の水深及び幅員に倣つて低水法線を定めることである。

低水路斷面を決定するには又高水敷の高さと平均低水面との關係を考慮することを要し，普通には平均低水面を高水敷から 1 m 低く取るのが標準である。第 68 表は我が國の河川に於ける低水路斷面の實例である。表中水深は平均低水面以下の深さを表し，新北上川，新信濃川，新荒川の如き分水路に就いては高水敷たるべき原地盤からの掘鑿深を示す。

入及び舟航上の障碍甚だしきを加へるに至つたが爲に，幅員上流に於て 80 m，下流に於て 100 m，勾配 1：3 000 の新低水路を造成した。水制には平行工及び横工を併用して，流水をして法線内の水深を維持せしめると同時に水制域に土砂を沈澱せしめたもので，粗朶沈床，鐵線猪子，



根川木下町地先低水工事

を b_0，水面幅を b_s，兩岸勾配を $1:n$，水深すれば流水斷面積は

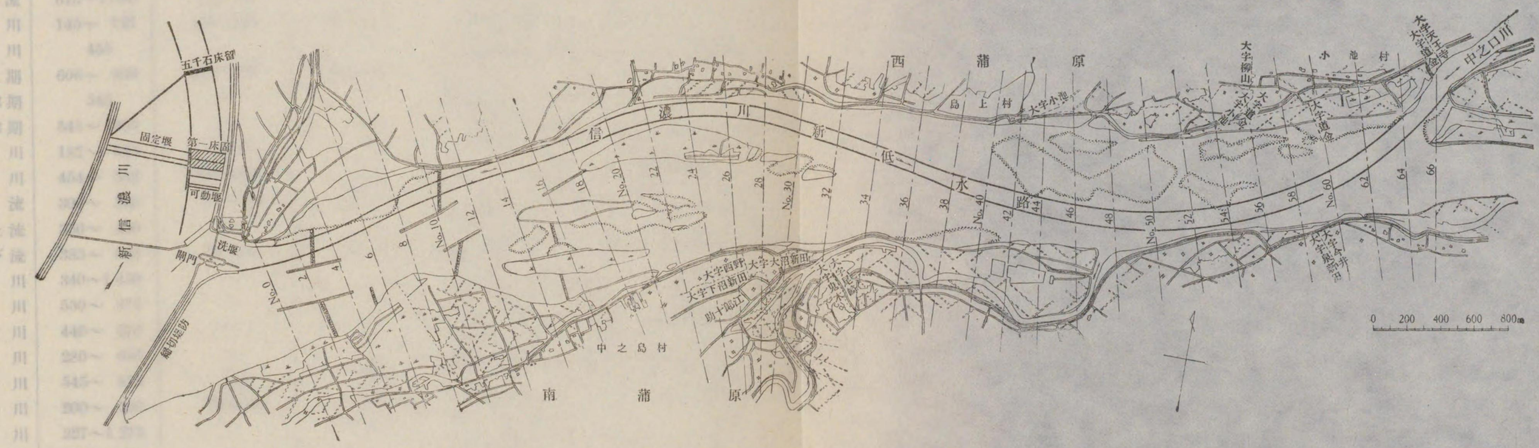
$$A=\frac{1}{2}(b_0+b\ )d=(b_0+nd)d$$

$$Q=vA=c\sqrt{dS}(b_0+nd)d$$

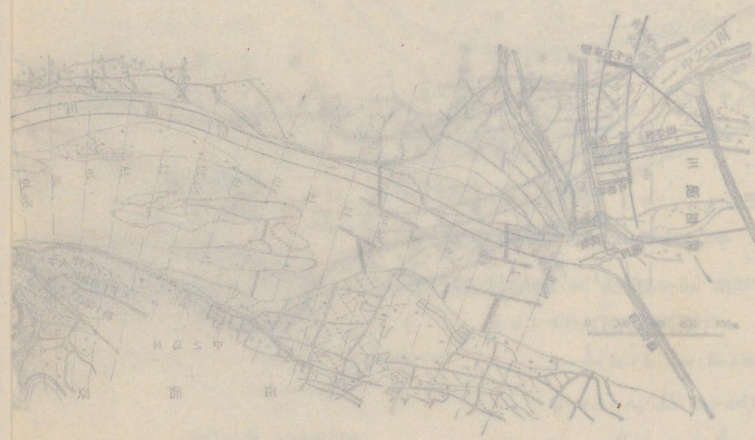
$$Q=c\sqrt{S}\,(b_0+nd)d^{\frac{3}{2}}\quad\cdots\cdots(131)$$

とは簡單であるが，d を大きくして不自然適當に b_0 を大きくすることも水路の維持を法は在來低水路中最も完全に維持せられて良深及び幅員に倣つて低水法線を定めることで

低水面との關係を考慮することを要し，普通である。第 68 表は我が國の河川に於ける低の深さを表し，新北上川，新信濃川，新荒川の掘鑿深を示す。



第 271 圖　信濃川新低水工事



第 271 圖

第 68 表　本邦河川低水路斷面

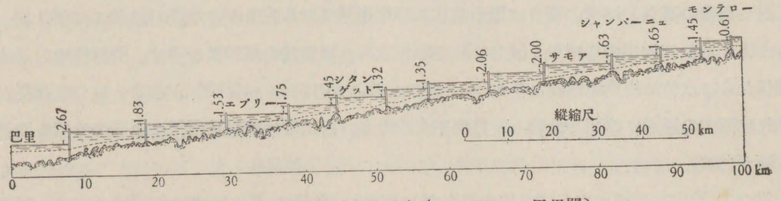
河　川　名	堤防距離(m)	低水路幅員(m)	同　水深(m)
岩　木　川	218～ 545	82～127	2.5～2.9
雄　物　川	380～ 600	—	—
新 北 上 川	290～ 455	110～145	2.7
最上川上流	320～ 800	—	—
同　下流	255～ 818	—	—
阿武隈川上流	182～ 400	—	—
同　下流	420～1 100	—	—
阿 賀 野 川	430～ 900	105～340	2.2～3.8
新 信 濃 川	218～ 545	91～182	1.8～3.0
信濃川上流	618～1 596	82～182	2.8
神　通　川	145～ 727	180～220	2.2～4.8
庄　川	455	—	—
利根川第1期	606～ 909	182～327	5.5～6.5
同　第2期	545	—	—
同　第3期	545～ 909	—	—
渡 良 瀬 川	182～ 545	112	2.8
新　荒　川	454～ 582	108～332	3.6
荒川上流	300～ 550	55～ 90	1.8～2.1
多摩川上流	350～ 450	—	—
同　下流	383～ 545	73～146	1.5～.36
富　士　川	340～1 450	—	—
木　曾　川	550～ 870	—	—
長 良 川	440～ 470	—	—
揖　斐　川	280～ 680	—	—
淀　川	545～ 818	145	1.2
旭　川	200～ 500	70～150	2.0～3.5
高　梁　川	327～1 273	—	—
吉　野　川	720～1 270	—	—
渡　川	330～1 000	—	—
遠　賀　川	109～ 364	—	—
筑　後　川	250～ 950	—	—
大　淀　川	340～ 880	—	—
川　内　川	220～ 660	120～170	1.6～3.5

135. 運　河　化

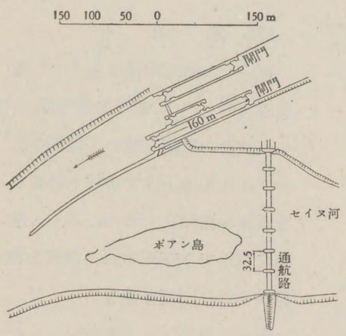
運河化又は堰閘法は主として舟運を目的とする低水工事であつて，適當の間隔を置いて堰堤を設け，河水を堰上げて舟航上必要なる水深を保持せしめるにあり，堰堤に列んで上下兩水面の舟航を聯絡する爲に閘門を造る。

舟運を目的として施行せられた河川改修は 1834 年ボアレーが佛蘭西のヨンヌ河に於てバスヴォルに可動堰を築造したのを嚆矢として，セイヌ，マインその他佛蘭西，獨逸の各河川に適用せられ，近くは米國のオハイヨ河にもその施行を見た。第 273 圖はセイヌ河運河化工事の內モンテロー・巴里間の斷面を示す。又第 274 圖はセイヌ河下流ボーズに於ける堰堤と閘門との配置を示す。

我が國に於ては河川運河化工事の典型的實例なく，將來と雖も殆ど之を豫想することを得ないが，灌漑，發電，水道その他各種用水



第 273 圖　セイヌ河運河化工事（モンテロー・巴里間）



第 274 圖　ポーズ堰堤及び閘門

の取入，舟運，水量調節等の目的の爲に河川を横斷して堰堤を築くことはその例が頗る多く，特に分水路を造つた場合に平時は之を締切つて低水を舊川に流し，洪水時は舊川を締切つて高水を分水路に流す爲に，分水路を横斷し堰堤，舊川を横斷して**水門**を設けるのが普通であつて，淀川，信濃川，北上川はその適例である。新荒川に於ては岩淵地先に於て舊川を横斷して水門を設けるに止め新川には堰堤を設けない。水量調節用の水門を**洗堰**とも言ふ。新信濃川起點に於ける堰堤，洗堰等の配置は第 271 圖に示す通りである。

第二章　堰　　堤

136. 堰　　堤

河水を堰上げる爲に河川を横斷して設けられる工作物を**堰**又は**堰堤**と言ひ，我が國の河川改修に於ては堰堤，閘門等に關する工事を**特種工事**と呼んでゐる。

1）**堰堤の種別**　溢流關係から堰堤を區別すれば高水時**堤頂**を越えて水を流下せしめるものを**溢流堰**と言ひ，然らざるものを**非溢堰**と言ふ。

又水量調節關係から堰堤を區別すれば水位の昇降に應じて堰堤の一部又は全部を起伏開閉して水量の調節をなし得る構造のものを**可動堰**と言ひ，然らざるものを**固定堰**と言ふ。固定堰は運河化工事に於ては河水堰上高の低い場合の外は用ひられず，その他の目的で築造せられる堰堤に於ても洪水時流水の障碍を輕減する爲には可動堰とすることが望ましく，實地上は堰堤全長の內一部を可動堰として他の一部を固定堰とするか，或は固定堰の堤頂に可動扉を取付けて水量の調節を行ふのが普通である。

2）**堰堤の高さ**　堰堤の高さは用水取入及び舟運關係から定るが，堰閘法に於ては堰上高 Y を大きく取れば堰堤の箇所數を減じ，Y を小さく取れば堰堤の箇所數を增す。沿岸耕地の排水の關係からは水位は堤內地盤高よりも 60～90 cm 低いものがよいが，Y が小さく從つて堰堤が多ければ閘門の通過に時間を浪費し，且流下土砂の多い河川では堰堤箇所毎に土砂の沈澱を助長する傾がある。

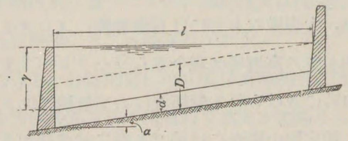
從つて Y の値は過大ならず又過小ならざるを要し，從前は $Y=1\sim2$ m に造られたが，現在で

は $Y=3$ m 內外が最も適當とせられる。

3）**堰堤の間隔**　第 275 圖に於て原水深を d，所要水深を D，堰上高を Y とすれば，河床勾配を $S=\tan\alpha$ として

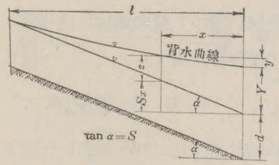
$$Y+d-Sl=D \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (132)$$

から堰堤の間隔 l が算出せられる。堰閘法に於ては堰堤の**背水**を水平と假定するのが普通であつて，(132) 式も亦此の假定に立脚するのであるが，背水曲線の正確なる計算には (37) 式を用ひる。



第 275 圖　堰堤の背水

ボアレーは計算を簡單にする爲に之を第 276 圖の如く鉛直軸を有する拋物線と假定した。



第 276 圖　ボアレーの背水曲線

$$x^2=\frac{4Y}{S^2}y \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (133)$$

水位の上昇 z は

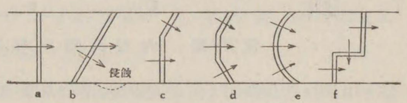
$$z=Y-Sx\left(1-\frac{Sx}{4Y}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (134)$$

z の水位上昇を生ずる x の距離は

$$x=\frac{2}{S}(Y-\sqrt{Yz}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (135)$$

(135) 式に於て $z=0$ と置けば $x=\frac{2Y}{S}=l$ であつて是が背水限界に當り，此の時の y の値は $y=Y$ となる。

4）**堰堤の方向**　堰堤の方向には第 277 圖の如き種類がある。(a) は河身に直角に造られたもの，(b) は渴水時の用水取入に便ずる爲に 45° 位の角度で斜に造られたもの，(c) 及び (d) は前兩者を混用したもの，(e) は弧形に造られたもの，(f) は特殊の形狀に造られたものである。



第 277 圖　堰堤の方向

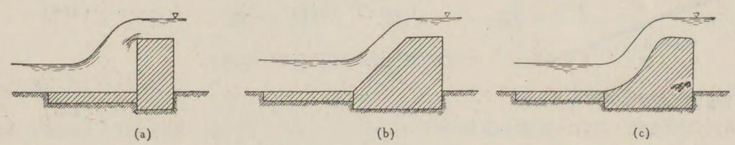
洪水時の流水方向は河身に平行であるが中水時の流水は堰堤に直角に流れる傾向があるから (b) の如き堰堤は下流對岸に浸蝕を蒙る不利があり，(c)，(d) は此の缺點を匡正して流水を中央の低水路に追ふ長所がある。(e) は (d) を更に改良した形であつて河岸の浸蝕が最も少い。又新信濃川の堰堤は (f) の樣式に屬し，右岸寄低水路の部分に可動堰，左岸寄高水敷の部分に固定堰，之を聯絡して 100 m の隔壁を設けたものである。

5）**特殊通路**　可動堰には之を伏臥又は開放した場合に舟航の障碍にならない樣な特殊構造の通路を設けることがある。之を**通船路**と言ふ。その他の特殊通路には筏を流す爲の**流筏路**，流木を通す爲の**流木路**，魚類を遡上せしめる爲の**魚道**などがある。

137. 固定堰

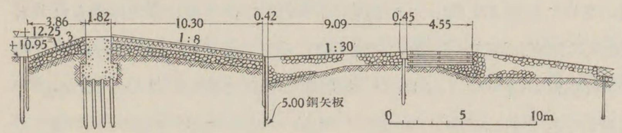
灌漑用水取入を目的とする堰堤の內簡單なものは捨石，鐵線籠，木工沈床，枠類，牛類で造られ，大規模なものには石積堰堤，コンクリート堰堤が採用せられる。發電又は水道用水貯溜を目的とする高堰堤は現今專らコンクリート又は鐵筋コンクリートで築造せられるが，河川改修工事の爲に設けられる低堰堤は石積堰堤又はコンクリート堰堤とするのが普通である。

固定堰の斷面には第278圖に示す様な3樣式がある。(a) は堰堤前面が直立壁をなすもので是と**堰流**との間に部分的の眞空を生ずる缺點はあるが，堰堤を流下する水の動勢を速に減殺する爲には最も效果的であつて，主として砂防堰堤その他の低堰堤に採用せられる。(b) は堰堤前面を斜面としたもので堰流背面に眞空を生じない代りに流水の動勢減殺の效果に乏しいから，水叩を延長しなければならない不利がある。(c) は堰堤前面を堰流の形狀に倣つて**反向曲線**に造つたもので溢流水の流下最も圓滑であるから，高い溢流堰には專ら此の斷面を採用する。



第278圖　固定堰斷面

(b) 型斷面に於て堰堤前面の勾配は急なる程堅牢な構造の水叩を必要とする代りに，流勢減殺の效果を增し，普通1:3～1:5とするが，水叩を短くする爲に之を1:10～1:15の緩勾配にする場合もある。



第279圖　大河津固定堰斷面

第279圖は新信濃川大河津固定堰の斷面であつて，下流法は1:8，コンクリート練石張とし，石はコンクリートの面から10～15 cm突出せしめて水勢の減殺を圖る。

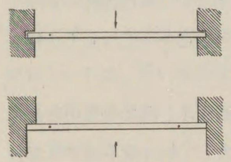
138. 可動堰

可動堰は1) 河川の全幅に亙つて築造せられる場合，2) 河川全幅に亙る固定堰の堤頂上に設けられる場合，3) 堰堤の一部分として固定堰に隣接して造られる場合の3種がある。

今日まで實用に供せられた可動堰の種類は頗る多く，最も簡單で原始的なものは角落堰であつて，是から進化したものに揚扉堰，轅子扉堰，ストーニー式扉堰がある。ニードル堰も亦舊い可

動堰の樣式であるが，是から轉化したものに簾堰及び合掌構堰がある。盾堰と稱せられるもの中にはテナール堰，ジラール堰，シャノアン堰があり，更に是から轉化したものにベヤトラップ堰及びその變形たるバーカー堰，ラング堰がある。扉を圓筒形に造つたものに轉開堰又は轉動扉堰があり，扇形に造つたものにブラジル堰，ティンター式扉堰，ドラム堰などがある。

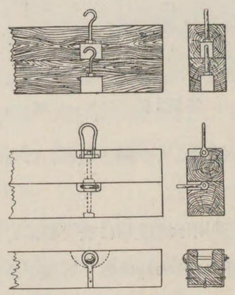
1) **角落堰**　堰堤を石工**堰柱**によつて多數の區間に分ち，各區間毎に堰柱及び兩端側壁に設けられた鉛直の戸溝中に15～30 cmの角材を落し，之を所要の高さまで積重ねて水流を遮斷するもので，戸溝の代りに單に下流側だけに戸當を設ける場合もある（第280圖）。



第280圖　角落堰

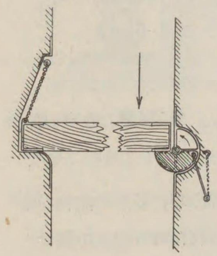
徑間は3～6 mが普通で此の範圍では人力で開閉し得るが，是以上の徑間に對しては動力を必要とする。開閉に動力を用ひた角落堰には徑間10 mに達するものがあり，角材の代りに鋼製の圓形又は矩形中空桁を用ひたものには徑間10 mを超えるものすらある。角材又は是等の中空桁は支間と水壓とを與へてその斷面を決定する。

角落堰の開放には角材を引揚げるのが普通で，此の爲に第281圖に示した樣に角材の兩端に鉤形鐵物，環，ボールト等を取付け，之に引揚用の鉤をかける。動力を使用する引揚裝置には齒輪及び齒棒聯動裝置が普通に使用せられる。



第281圖　角材引揚裝置

出水の急激な河川に於ては角材引揚に要する時間を節約する爲に第282圖に示すが如く，角材の一端の戸當を可動的に作り之を廻轉せしめることによつて角材を一齊に取外すことがある。**可動戸當**の構造には此の外にも挺子の原理によるもの，楔を使用したものなどがある。角材の流失を防止する爲には他端に鎖を附して之を堰柱に緊結することもあるが，是は流水の爲に角材の損傷を招くのみならず，鎖切斷の處がある。

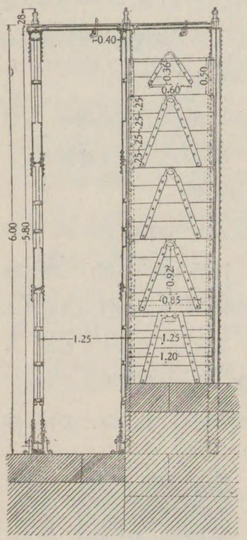


第282圖　角落堰可動戸當

角材の代りに適宜の厚さの堰板を使用し且戸溝を淺く造れば水位が上昇して水壓が增せば堰板は撓曲の結果流失して自動的に堰は開放せられる。之を**決潟板**と言ひ小規模の用水取入堰堤に屢々用ひられる。

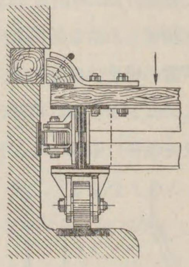
角落堰を洗堰として採用する實例は各地にあり，琵琶湖から發して淀川の幹川となる瀨田川の流量を調節する爲に設けられた**南郷洗堰**は總長約73 m，之を幅1.8 mの堰柱によつて幅3.6 mの水通32區間に分ち，又信濃川に設けられた**大河津洗堰**は總長約145 m，之を幅1.8 mの堰柱によつて幅3.6 mの水通27區間に分つ。

2) **揚扉堰**　角落堰に於て多數の角材を別々に取扱ふことの不便を避ける爲に角材數個を重ねた高さの**引揚扉**を以て之に代へたものであつて，古來用水取入用の水門に最も普通に使用せられる。扉は木造を普通とし，開閉は多く人力によるが故に徑間は 1～2 m を適當とするが，斯くの如き小徑間の引揚扉に對して石工堰柱を造ることは，徒に流水斷面積を縮少する不利があるから，後述のニードル堰と同樣に鋼製結構を堰柱として之に引揚扉を裝備したものを**ブウレー堰**と言ふ。扉の引揚には特殊の機械設備を必要とするが，取扱簡便であつて且水深に應じて板の厚さを加減して扉の强度を一定ならしめ得る利益がある（第 283 圖）。



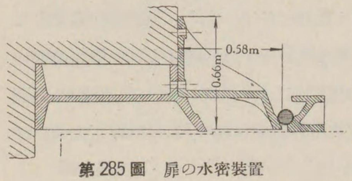
第 283 圖　ブウレー堰

3) **輻子扉堰**　洪水流過の障碍を輕減すると共に舟筏の通航を可能ならしめる爲に引揚扉の徑間を增大して堰柱數を減ずる場合には扉は鋼製とすることを要し，從つてその重量が增大するから開閉を容易ならしめる爲に**對重**を附し，且扉兩端の下流面に適宜の數の**輻子**を取付け，之に對應して戸溝下流面に形鋼又は鑄鋼製**輻子床**を嵌込む。更に徑間が增大した場合には開閉中扉が左右に動搖して戸溝底に衝突し，開閉運動に對する摩擦を增すから扉の兩端面にも亦輻子を取付ける（第 284 圖）。扉の開閉には多く動力が使用せられる。


第 284 圖　輻 子 扉

荒川下流改修に於て舊川に流入する高水量調節の爲に設けられた**岩淵水門**は此の種の輻子扉堰であつて徑間 9.09 m の水門 5 聯より成る。又大河津洗堰に於ても その後下部 2.1 m の高さの部分は角落を輻子扉に代へて堰の開閉の敏速を圖つた。

輻子扉に於ては輻子の爲に扉兩端の水密性が害せられるから此の部分に特別の**水密裝置**を施す。水密裝置は扉の上流面に設ける場合と下流面に設ける場合とがあるが，戸溝內に塵芥竹木片等の流入するのを防ぐ爲には前者の方がよい。

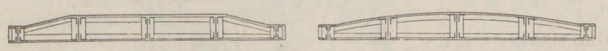


第 285 圖　扉の水密裝置

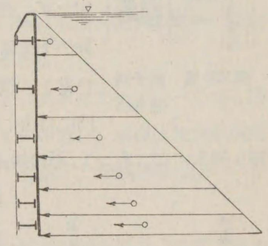
水密裝置の最も普通なのは扉の端に Z 形の鐵物を取付け，之と戸溝の緣に取付けられた特殊形狀の鐵物との間に扉から吊下した瓦斯管の如き圓管を當て，水壓によつて自動的に間隙を塡塞せしめるのであつて，是

等の鐵物は總べて鑄鋼とする（第 285 圖）。又扉の下端には櫟の如き木材を取付け之と堰閾との間の水密を圖る。

扉は水平の桁として計算するから，徑間の小さい場合は橫桁の高さを全長を通じて同一とするが，徑間が大きくなれば彎曲率の値に對應して橫桁の高さを徑間中央部では增大し，兩端では減少するのが經濟的であり，且戸溝の構造上にも便利である（第 286 圖）。

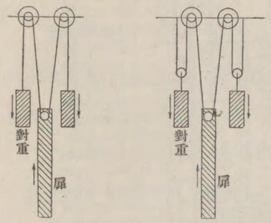

第 286 圖　橫 桁 の 高 さ

橫桁は適當の間隔毎に縱桁を以て聯絡し，桁の上流面は**皮鈑**を以て覆ふ。水深の如何に拘らず皮鈑の厚さを一定ならしめる便宜上からは，扉の橫桁は上部では疎に下部では密に配置して皮鈑の應力を全高に亙つて略々一定ならしめるのを通例とする（第287 圖）。


第 287 圖　橫桁の配置

皮鈑は扉の上流側だけに設くれば充分なる場合もあるが，出水時扉開放直前の溢流を慮つてその上端及び之に接續して下流勾配面を皮鈑を以て覆ふのがよい。

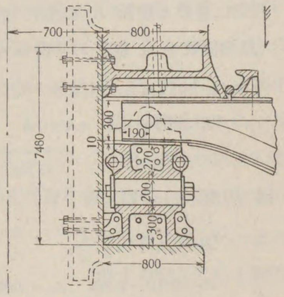
鋼扉開閉の爲には側壁及び堰柱上に構脚橋を架し，此の上に開閉機を裝備し，鐵索又は鐵鎖を使用して扉の捲揚及び捲卸を行ふ。**對重**は扉開閉用鐵索又は鐵鎖の他端に取付ける場合と，之を別の鐵索で扉に聯結する場合とがある。對重は鑄鐵又は鐵筋コンクリートを以て塊狀又は桁狀に作る。



(a)　(b)
第 288 圖　對重懸垂法

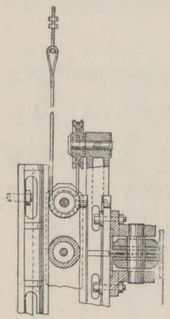
鋼扉は洪水時には必要の限度まで之を捲揚げるから，此の場合にも對重が水中に沒しないだけの高さに構脚橋を造る。第 288 圖 (a) の如き懸垂法による時は對重の昇降高は鋼扉のそれと同一であるが，(b) の如き懸垂法による時は前者は後者の 1/2 に減ずるから構脚橋の高さの節約となる。

美觀を必要とする都會地及びその近郊に於ては堰柱を中空構造としてその中に對重を隱匿する場合が多い。



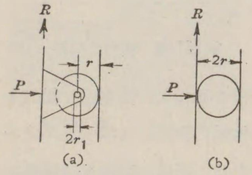
第 289 圖　ストーニー式輻子列

4) **ストーニー式扉堰**　固定輻子の場合にはその摩擦が比較的大きいから徑間の增大するに從つて扉開閉に要する動力が激增する。此の缺點を除却するが爲に考案せられたものが



第290圖　輾子列懸垂法

ストーニー式扉であつて，徑間の大なる引揚扉の始ど全部が此の様式により，現に徑間 25 m までの扉が此の様式で造られてゐる。ストーニー式扉の特徴は輾子を扉に固定せず，第289圖の如く扉の下流面と戸溝の下流戸當とに設けた輾子床の間に自由に廻轉する**輾子列**を挿入するにあつて，扉の構造，水密性，開閉，對重等は固定輾子扉と同一である。輾子列を吊下する鐵索の一端は第290圖の如く扉の上端に取付け，他端は櫓脚橋に取付けるから輾子列の昇降高は扉の昇降高の 1/2 に相當する。



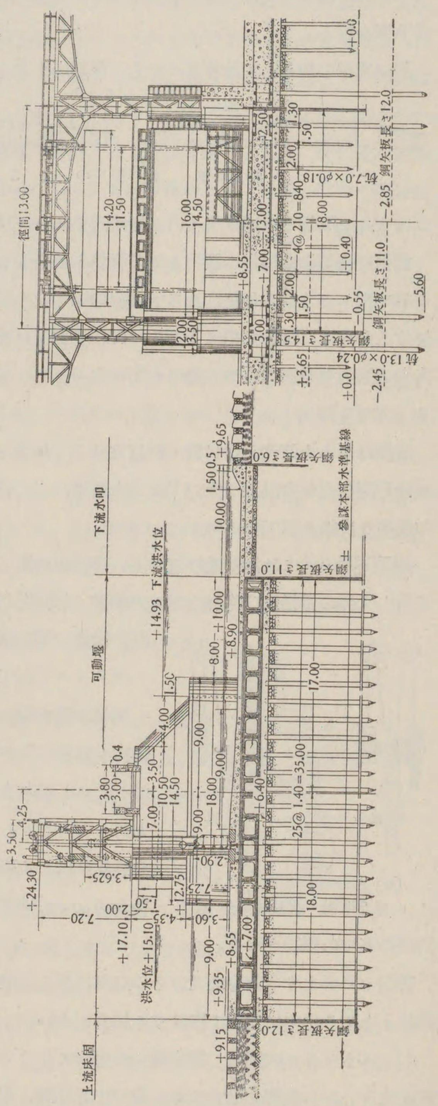
第291圖　戸當の摩擦

戸當に於ける**摩擦** R は扉に加はる水壓を P，摩擦係數を μ，輾子の半徑を r，輾子軸の半徑を r_1 とすれば，引揚扉の場合には

$$R=\mu P,\quad \mu=0.3\sim0.5 \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots(136)$$

第291圖 (a) の固定輾子扉の場合には

$$\left.\begin{aligned} R&=(\mu_1 r_1+\mu_2)\frac{P}{r},\\ \mu_1&=0.10\sim0.20,\quad \mu_2=0.055\sim0.065\end{aligned}\right\} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots(137)$$



第292圖　大河津可動堰

第291圖 (b) のストーニー式扉の場合には

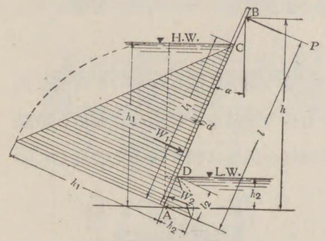
$$R=\frac{\mu_2 P}{2r} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots(138)$$

鋼の水中重量を W_1 とすれば捲揚の場合には W_1+R の力を要する。對重の重量を W_1-R と取れば捲卸の際には扉と對重とが釣合ひ，捲揚の際には差引 $2R$ を捲揚げるだけの動力で足る。

第292圖は信濃川の**大河津可動堰**を示す。全長 180 m，之を幅 3.5 m の堰柱を以て 10 徑間の水通に分ち，水通幅員 14.5m，之に幅 16 m，高さ 2.9 m のストーニー式扉を備へ，扉の昇降高 7.5 m で昇降速度は 1 m/min である。

ストーニー式扉は對重を附して開閉動力を著しく輕減し得ると同時に取扱が簡便であり，且任意の位置に扉を停止せしめて水位の精密なる調節をなし得る利益がある。

5) ニードル堰　堰柱と堰柱との間に桁を架け渡し，之と**堰閾**とに支承せしめてニードルと稱せられる角材を並列したものを謂ひ，堰柱は流水斷面積を減少せしめない爲に石工を避けて鋼製結構に造るのが通例である。



第293圖　ニードル堰の外力

個々のニードルの寸法は第293圖を用ひ，次式の最大彎曲率の値から決定する。

$$M=\frac{b(h_1^3-h_2^3)}{6h\cos^2\alpha}\left[h-h_1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{h_1^3-h_2^3}{3h}}\right] \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots(139)$$

玆に M =最大彎曲率(tm)，b =ニードルの幅(m)，h_1 =上流水深(m)，h_2 =下流水深(m)，h =上部支承の高さ(m)，α =ニードルの傾斜角を表す。通例 $h\fallingdotseq h_1$，$h_2\fallingdotseq 0$，$\cos^2\alpha\fallingdotseq 1$ として略算には

$$M=\frac{bh^3}{9\sqrt{3}}=0.064bh^3 \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots(140)$$

最初のニードル堰は佛蘭西に造られ，水位差 1 m でニードルの寸法は 7×4 cm，重量 6 kg であつたが，現存するニードル堰の數例は第69表に示すが如く水位差 2 m 內外で 9×9 cm 位が普通である。

第69表　ニードル堰

河　川	地　點	落　差(m)	ニードル寸法(cm)	同　重量(kg)
セイヌ河	マルトー	2.4	8×8	16
ミュウズ河	—	2.5	9.9×(9.9～12.1)	25
マルヌ河	ジョアンヴィル	3.0	12.5×12.5	50
モルダウ河	クレカン	3.0	9.5×14	33
エムズ河	—	1.5～2.0	9×9	—

堰を開放するには人力又は動力を用ひて順次ニードルを取外すのが通例であるが，急を要する場合には上部の桁を取外して一時にニ

ードルを流すこともある。

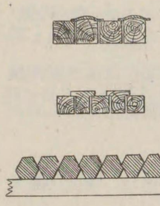
水壓に抗してニードルを起すに要する力 P(t) は次式で與へられる。

$$P=\frac{b(h_1^3-h_2^3)}{6h\cos\alpha}\div\frac{bh^2}{6}\quad\cdots\cdots(141)$$

ニードル堰の缺點は個々の角材を別々に取外すことの煩雜さと，角材間の間隙から漏水が多いことゝであつて，新しい角材を注意して列べた場合でも 3 mm，甚だしきは 10 mm 位の間隙を生ずる。此の**漏水量**は

$$q=fl\sqrt{2g(h_1-h_2)}\left[\frac{2}{3}(h_1-h_2)+h_2\right]\quad\cdots\cdots(142)$$

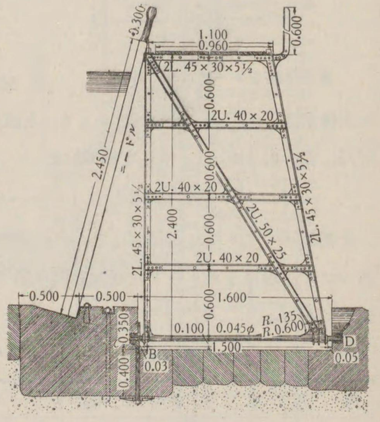
玆に q =漏水量 (m³/sec)，l　間隙の總和 (m)，f=流量係數，g=重力加速度=9.8 m/sec².



第 294 圖　特殊のニードル

漏水を輕減する爲には第 294 圖の如き特殊のニードルを使用することもある。

ニードル堰の堰柱は 1.0～1.5 m 位の間隔に造られるのが通例であるから，之を河底に固定する時は舟筏の通航を不可能ならしめる缺點があり，之を匡正せんが爲に結構堰柱を河底に倒す構造に改良したのが**ボアレー堰**である。第 295 圖に示したものはその一例であつて，現存する大多數のニードル堰は何れも此の様式による。



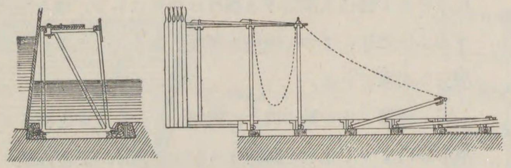
第 295 圖　ボアレー堰

堰を閉鎖する爲に堰柱を起立せしめる裝置には種々の考案があるが，之に鈎棒を懸けて引起すか，或は第 296 圖の如く鐵鎖を用ひて順次に捲揚げる場合が多い。

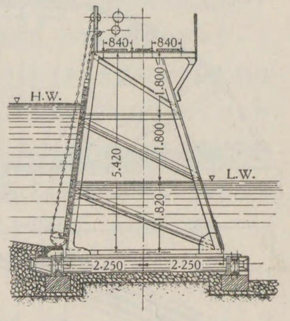
6) **簾堰**　ニードル堰の漏水を防止する爲に角材の上流面に帆布又は護謨布を覆ふ考案から轉じて，ニードルを廢し之に代ふるに簾を以てしたものであつて，一名**カメレー堰**とも言ふ。

最初の簾堰は第 297 圖に示すが如くボアレー式鋼製可倒堰柱に木製の簾を支へさせ，鐵鎖によつて簾を捲取つた後に順次堰柱を河底に倒すものであつた。佛蘭西には簾堰の施工例が少くない。

ニードル堰の結構堰柱は水壓の 1/3 を支へるだけであるのに，簾堰のそれは全水壓を受けるから重强構造のものにしなければならない不利があるが，簾堰は簾を一部分だけ捲取るに止めて堰を半開狀態に置き以て水量を調節し得る便宜がある。簾の板の厚さは水深に應じて上部は薄く下部は厚くする。工場製作によるが故に間隙が少く從つて又漏水が少い。

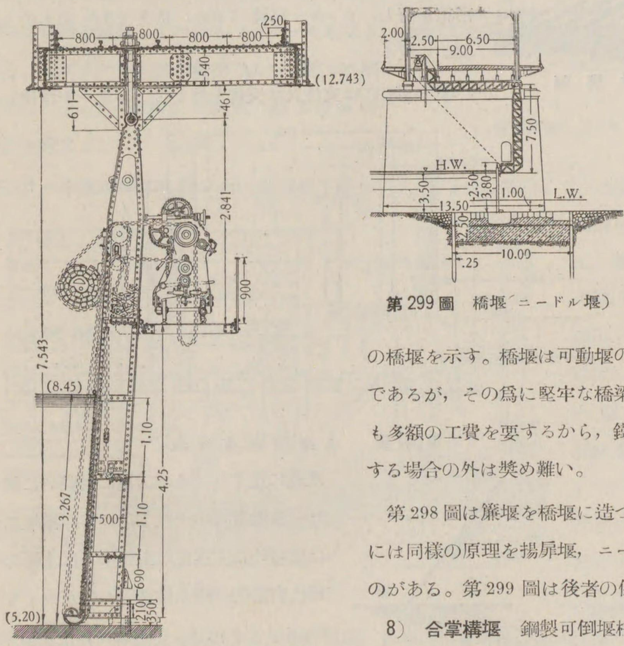


第 296 圖　ボアレー堰の起立



第 297 圖　簾　堰

7) **橋堰**　簾堰のボアレー式堰柱の代りに鉛直の桁を用ひ，その上端は鉸を以て橋梁に取付け，下端は堰閘に支承せしめたもので，簾を捲取つた後に桁の下端に取付けた鐵鎖によつて之を橋桁下に捲揚げるから，河底には障碍物を止めない。



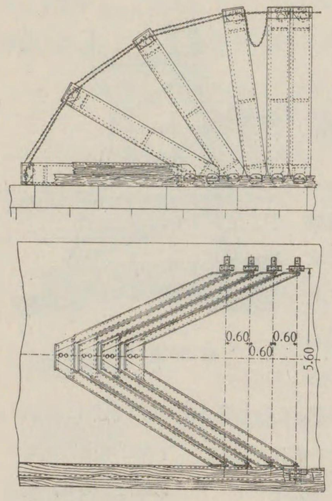
第 298 圖　橋　堰（簾堰）

第 299 圖　橋堰（ニードル堰）

第 298 圖は此の種の橋堰を示す。橋堰は可動堰の最も理想的な様式の一であるが，その爲に堅牢な橋梁の架設を必要とし，最も多額の工費を要するから，鐵道橋又は人道橋と兼用する場合の外は奬め難い。

第 298 圖は簾堰を橋堰に造つた例であるが，橋堰中には同様の原理を揚扉堰，ニードル堰等に適用したものがある。第 299 圖は後者の例を示す。

8) **合掌構堰**　鋼製可倒堰柱を並列し之によつて流水遮斷の目的を達せしめるのを原理とし，一名**トーマス堰**とも言ふ。堰柱は第 300 圖の如き合掌形結構から成り，堰を開放するには順次之を横に倒す

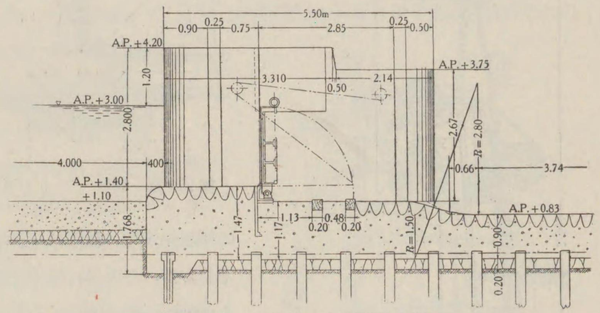


第300圖　合掌構堰

のであるが構造上隣接する堰柱は相重ならず，堰を閉鎖するには鐵鎖によつて堰柱を順次引起すことボアレー式堰柱と同様である。

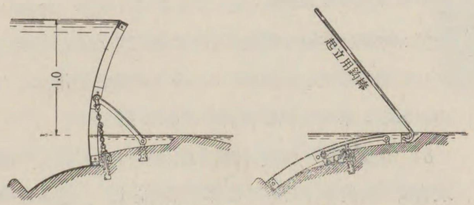
9）**盾堰**　水平軸の周りに廻轉する**シャター**と稱する盾形扉によつて流水を遮斷するものを言ひ，その種類，様式ともに極めて多い。回轉軸はシャターの底端に設けたものと，その中央部に設けたものとの別がある。水壓に抗してシャターを起立位置に支へるには**下流側に支柱**を設けるのが通例であるが，幅員の大きいシャターを鋼製の堅牢なる構造とした場合には石工堰柱から**可動突起**を突出せしめて之を支へることもある。第301圖の東京市水道の多摩川調布喞筒場に設けられた盾堰は此の種の構造を有し，シャター幅員 7.0 m，高さ 1.6 m のもの5聯から成る。

堰を開くには支柱又は突起を外して シャターを河底に倒し，之を鎖ざすには上流側から鐵鎖又は鈎棒を用ひて シャターを引起す。



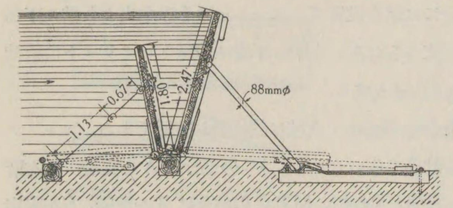
第301圖　多摩川調布盾堰

グレーフェ堰　は第302圖に示すが如く，平水時には シャターが水壓と平衡を保つてゐるが，一定限度以上の水位に達すれば水壓の爲に自動的に倒れる**自動盾堰**の一種であつて，盾堰には此の外にも水位が上昇すれば水壓の爲に自動的に開く構造のものが少くない。



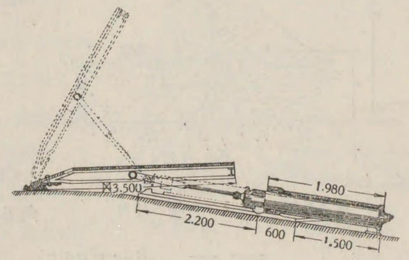
第302圖　グレーフェ堰

テナール堰は第303圖の如き構造を有し，シャターは鉸によつて堰閘に取



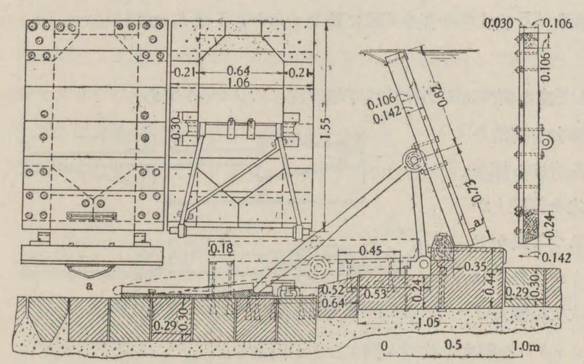
第303圖　テナール堰

付けられ，之を支へる斜の支柱は上端をシャターに鉸結し，下端は基礎コンクリート中に埋込まれたソケットに嵌入する。堰を開放するには 支柱の下端をソケットから外せば シャターが水壓の爲に自ら河底に伏臥し，之を閉鎖するには鐵鎖又は鈎棒を用ひて シャターを引起し，支柱の下端をソケットに嵌入させるのであるが，水位差が大きい時は水壓に抗してシャターを引起すことは勿論，支柱端を ソケットに嵌込む作業が極めて困難であるから，本シャターの上流側に別に副シャターを設け，先づ之を起立して水壓を支へさせると同時に水勢を減殺してから本 シャターを起立させる。是がテナール堰の**特徴**であつて第303圖に示したシャターは高さ 2.36 m，幅 2.23 m の寸法を有する。



第304圖　ジラール堰

ジラール堰は第304圖の如く支柱の下端をプランジャーに鉸結して，水壓を用ひてシャターの起倒をなさしめるものを謂ふ。佛蘭西には數箇所に此の種の堰が造られ，ヨンヌ河の イール・ブリュウレーに造られたものは高さ 3.5 m，幅 4 m に達する。此の堰は水壓を使用するからシャターの起倒が容易であり，且任意の位置に シャターを停止せしめて堰を半開狀態に置き得る便宜があるが，水中に水壓筒や水壓管を裝置するが故に監視，修繕の困難なることが缺點である。

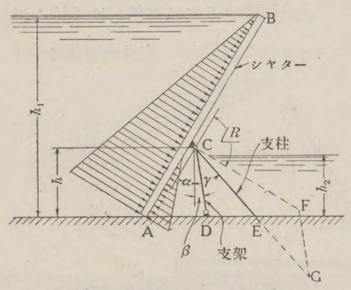


第305圖　シャノアン堰

下端を河底に鉸結した シャターは之を起立させるに大なる牽引力を要する不便あるが爲に，之を第305圖の如き構造に改めて水の抵抗を輕減したものが**シャノアン堰**である。卽ち シャターの

下端は起立時堰圍に支承せられるが此の部分には鉸を設けず，シャターはその中央より稍々下部に設けられた鉸の點で**支架**及び支柱によつて支へられる。支架の下端は基礎コンクリートに鉸結し，支柱の下端はテナール堰と同じくソケットに嵌入する。

シャターは木造又は鋼製とし，支架は鑄鋼製又は鋼構柱，支柱は鑄鐵製が普通である。シャノアン堰各部の應力は第306圖を用ひて次の如く計算する。シャター ACの部分はAを支端，Cを緊定端とする桁，同BCの部分はBを放端，Cを緊定端とする桁として計算する。A,C に於けるシャターに直角なる反力R_A, R_B（シャター幅 1 m につきt）は



第306圖　シャノアン堰の外力

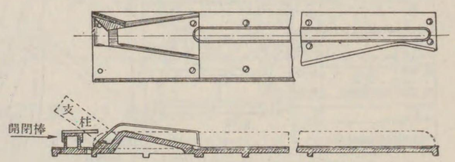
$$R_A=\frac{h_1^2-h_2^2}{2h\cos\alpha}-R_C \qquad R_C=\frac{h_1^3-h_2^3}{6h\cos\alpha} \qquad \cdots\cdots(143)$$

$\overline{CF}=R_C$ に取り，$\overline{FG}$ を $\overline{CD}$ に平行に引いて力多角形 CFG を作れば

$$\overline{CD}=\overline{FG}=+\frac{R_C\cos(\alpha+\gamma)}{\sin(\gamma-\beta)}=+\frac{(h_1^3-h_2^3)\cos(\alpha+\gamma)}{6h\cos\alpha\sin(\gamma-\beta)}$$
$$\overline{CE}=\overline{CG}=-\frac{R_C\cos(\alpha+\beta)}{\sin(\gamma-\beta)}=-\frac{(h_1^3-h_2^3)\cos(\alpha+\beta)}{6h\cos\alpha\sin(\gamma-\beta)} \qquad \cdots\cdots(144)$$

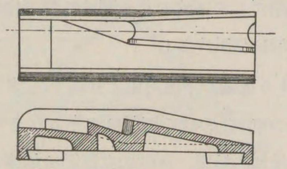
實例によればシャターの高さ ABは支柱の長さ CEに等しく取り，h は h_1 の 35～45%，$\alpha=20$～30° に取る。

シャノアン堰の構造上最も考慮を要するものは支柱下端を支へるソケットである。シャノアンの考案に成るものは第307圖の如き構造を有し，支柱を外すには突起を有する棒を堰堤全長に亙つて裝備し，之を側壁上から齒輪及び齒棒聯動裝置によつて動かせば支柱は突起の爲に ソケットから外されるのである。此の突起を順次支柱幅だけ累加した間隔に配置すればシャターを順次1枚づゝ倒すことが出來る。

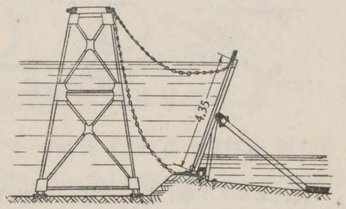


第307圖　シャノアンのソケット

但し砂礫を流す河川に於てはその摩擦の爲に此の棒を牽引することが極めて困難であるから，此の缺點を除く爲に**パスコー**の考案したソケットは第308圖の如き構造を有し，支柱を外すには鈎棒を用ひて シャターをその起立位置から更に少しく上流に引起せば ソケットに設けられた導溝に沿つて支柱端が滑り，水壓によつて自らシャターが倒れる。


第308圖　パスコーのソケット

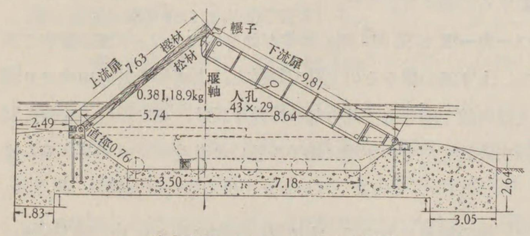
シャノアン堰はニードル堰に比すれば漏水が少く，個々のシャター間に存する 8～10 cm の間隙にはニードルなどを當てゝ一層漏水を輕減することが出來るが，その起伏運動は相當に困難であつて，特に流水の流速が大きい場合にはその起立が殆ど不可能なことさへある。堰の操作は第309圖の如くその上流に設けられたボアレー堰から鐵鎖によつて之を行ひ，又は手動ウヰンチを裝備した臺船を使用する場合が多いが，後者は出水時には可なりの危險を伴ふ。



第309圖　シャノアン堰の操作

シャノアン堰のシャターは幅 1.0～1.5 m，高さ 2～4 m を普通とするが，稀には高さ 5.42 m に達するものもある。我が國の施工例は高梁川及び淀川にあり，前者は用水取入の爲に設けた**酒津堰堤**の一部 18 m の區間をシャノアン堰としたもので，第305圖に示すが如く幅 1.06 m，高さ 1.55 m の木造シャター 16 枚を備へる。又新淀川に於て低水遮斷の爲に設けられた**長柄起伏堰**はパスコー堰であつて總長 109 m，幅 1.22 m，高さ 1.89 m のシャター 83 枚を備へたが，昭和10年之を改造して幅員 33.62 m，高さ 1.8 m の揚扉堰3聯に改め，扉には轉動扉と同樣の圓筒形扉體を採用した。

10）**ベヤトラップ堰**　盾堰の一般樣式は一枚の扉を用ひて流水を遮斷するのであるが，是から轉化して上流と下流とに2枚の扉を用ひ水壓を利用して自動的に堰の開閉を爲さしめる二重盾堰と稱せられるものがあり，その代表的なものが**ベヤトラップ堰**である。可動堰の各種樣式の內大部分は佛蘭西で發明せられたものであるが，ベヤトラップ堰は米國のオハイヨ河で發達したもので，その形狀がアメリカ・インディヤンの使用する**熊罠**に類似する所から此の名がある。



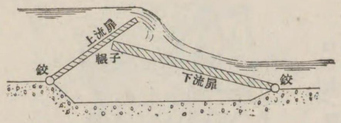
第310圖　ベヤトラップ堰

ベヤトラップ堰の普通の樣式は**ホワイト**の考案に成り，第310圖の如く上流扉及び下流扉ともにその下端を基礎コンクリートに鉸結せられ，下流扉の上端に設けられた輾子は上流扉を支へつゝその下側を滑動する。而して是等2枚の扉によつて作られる三角形の**扉下室**は堰柱內に縱に設けられた暗渠によつて堰堤上下流の河水に聯絡する。暗渠は上下流2個の弁を有し，上流の弁を開いて下流の弁を閉ざせば扉は堰堤上流の

高水壓の爲に押上げられて堰は起立し，反對に上流の弁を閉ざして下流の弁を開けば扉下室の水は堰堤下流の低水位まで下降し，扉は自重の爲に倒臥して堰は伏臥する。

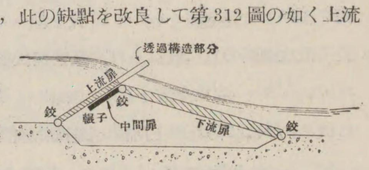
ベヤトラップ堰の設計上注意すべきことは上流扉を鉸結する**堰閾**が下流河床より高く，多少でも落差がある場合の外は扉の起立始動が不可能なことであつて，此の故に堰閾は河床より 1 m 内外高く造るのを通例とする。多少でも扉が起立すれば落差增加の結果，その起立運動は加速せられる。第 311 圖に示したものはオハイヨ河シンシナティ市附近に造られた**ホワイト堰**である。

ベヤトラップ堰の利益とする所は弁開閉の外は扉の起伏に動力を要しないこと丶，堰の起伏が極めて敏速なこと丶であるが，其の缺點は扉を起伏の中間位置に停止せしめて小範圍の水位調節を行ひ得ないこと丶，盾堰の特徴として扉が水中に沒するが故に砂礫を流す河川に在つては扉の磨耗を免れ難いこと丶である。



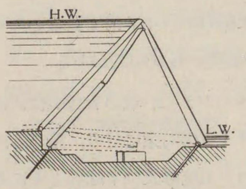
第 311 圖　ホワイト堰

特にホワイト堰に於ては第 311 圖の如き扉起立の中途に於て溢流水の爲に扉に好ましからぬ應力を生ずる外，扉の起立運動を困難ならしめるが故に，此の缺點を改良して第 312 圖の如く上流扉の上部の一部に皮鈑を省いて格子狀の透過構造とし下流扉の上端に**中間扉**を鉸結すると共に中間扉の下端は輾子によつて上流扉の下側を滑動せしめ，扉の起立位置に於ては上流扉上部の透過構造部分を中間扉によつて閉鎖せしめる様式のものがある。



第 312 圖　改良ホワイト堰

昭和 6 年改造せられた大河津可動堰の改造前の様式は此の種の改良ベヤトラップ堰であつて，

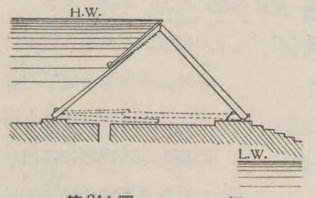


第 313 圖　パーカー堰

大河津自在堰と呼ばれ，幅 19.24 m のベヤトラップ扉 8 聯から成り，堰上高 2.37 m，扉 1 組の起立には 2.0 min，伏臥には 1.5 min を要するに過ぎなかつた。

パーカー堰は第 313 圖に示すが如きベヤトラップ堰の變形であつて，上下流の扉をその上端で鉸結し，上流扉を其の中央より稍々上部の線で兩分して此の部分に鉸を設け，更にその上流側に別の**補助扉**を附して其の上端を下流扉に鉸結し，その下端に輾子を設けて基礎コンクリート上を滑動せしめる。

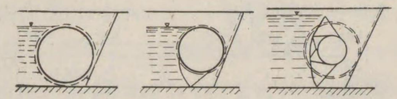
ラング堰は第 314 圖の如くパーカー堰の變形であつて，上流扉の中間の鉸より上の部分を省いて，その上端を下流扉の上端に鐵鎖を以て聯結し，短い上流補助扉を上流扉の背面に沿つて摺動又は滑動せしめる。



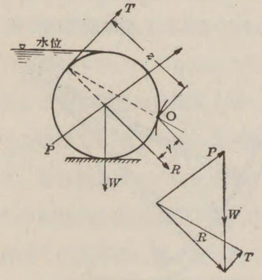
第 314 圖　ラング堰

此の外ベヤトラップ堰の變形には**デユ・ボア堰**，**カロ堰**その他の様式があるが，施工例の最も多いのはホワイト堰，パーカー堰，ラング堰の 3 種であつて，堰の徑間は 48.6 m，高さは 5.0 m までのものが築造せられてゐる。

11）**轉開堰**　轉開堰は**轉動扉**と呼ばれる鋼製圓筒形扉體を堰柱と堰柱との間に水平に横たへて河水を堰止める可動堰であつて，古い様式のものは單純なる圓筒形扉體を採用したが，此の様式では堰上高の增すに從ひ圓筒の徑を增し，自重が激增するから，自重輕減の目的で現今では扉體に**翼鈑**を附けて却つて圓筒の徑を減少する（第 315 圖）。


第 315 圖　轉開堰扉體

轉動扉は扉體の內部を充分に補强する結果，自重を增大するけれど從つて剛性に富み，流氷，流木等のある河川に使用するに適する。堰を開閉するには扉體の兩端に齒輪を附し，之を堰柱に設けた斜路に取付けた齒棒に聯動せしめ，扉體の一端に取付けた鐵索又は鐵鎖によつて之を捲揚げ又は捲卸すのが普通であるが，特許**田原式轉動扉**は上記齒輪を車輪に代へ，齒棒を軌道に代へ吊下鐵鎖を用ひて扉體を安全に懸垂しながら捲揚及び捲卸を行ふものであつて，堰柱內斜路の勾配を急にして堰柱の長さを減少せしめ得る利益がある。



第 316 圖　轉動扉捲揚力

扉體は自重と水壓とを支へる水平の桁として計算する。自重を W，水壓を P，その合力を R とすれば，扉體捲揚の爲に必要なる**捲揚力** T は第 316 圖を用ひて次式で表される。

$$T=\frac{Rr}{z} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (145)$$

扉の自重は概算的には次式で表される。

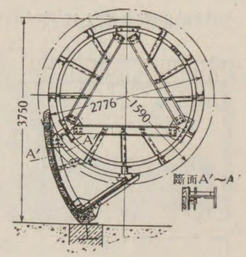
$$W=0.25(bh)^{1.25} \qquad \text{但し } bh\leqq 300 \cdots\cdots\cdots\cdots (146)$$

玆に W＝扉の自重 (t)，b＝徑間 (m)，h＝扉高 (m)

堰の開閉は扉體の一端に取付けた鐵索又は鐵鎖によつて之を行ふ結果，扉體は扭力の作用を受けるが，その影響は輕微である。

水密裝置は扉體兩端と扉體又は翼鈑底部とに設けられ，鋼鈑と木材とを混用するのを通例とする。

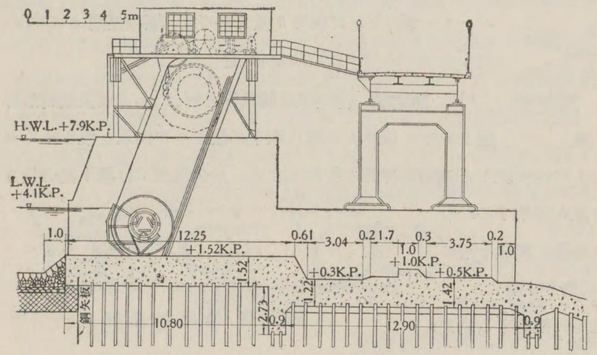
扉體は堰の開放に際して水面上に捲揚げるのが普通で，中には



第 317 圖　翼鈑附扉體斷面

反對に水底に轉降せしめる様式のものも考案せられてゐるが，是は扉體の修理に不便である。

第317圖は翼鈑附扉體の中央斷面を示す。轉動扉は我が國に於ても水力發電の用水取入堰堤に各地に採用せられてゐるが，第318圖は新北上川の**飯野川可動堰**に採用せられた**昇開式**轉動扉を示す。徑間 17.1 m，堰上高 2.6 m，扉體圓筒の直徑 1.7 m，重量 38 t のもの 4 聯から成り，外に同一徑間の**降開式**轉動扉12聯を備へる。

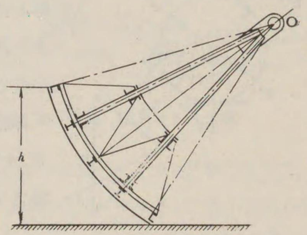


第318圖　新北上川飯野川轉開堰

現存する轉開堰の最大寸法は徑間 40 m を超え，扉體の高さ 5 m を超えるものがある。

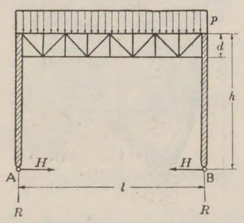
12）**テインター式扉堰**　テインター式扉は第319圖の様な**扇形扉**の圓弧面に皮鈑を施し，之によつて流水を堰止めるものであつて，我が國でも各地に採用せられてゐる。水壓は圓弧面に垂直に加はるからその合力は常に圓弧の中心，卽ち扉の回轉軸上に集中し，水壓に偏心率の存在しない限り，その影響は回轉軸上の摩擦抵抗となるに過ぎず，扉の開閉が容易になされる利益がある。

堰を開放するには扉の兩上端，稀にはその一端に鐵索又は鐵鎖を取付けて之を水面上に捲揚げるから，扉の修理には便利であるが，その構造上溢流に對して薄弱なのが缺點である。



第319圖　テインター式扉

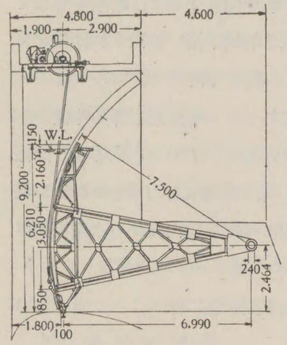
回轉軸は高水面上に設けられるのを常とし，堰柱側面にピンを植込み之に扉の支材端を取付ける工法が我が國では一般に採用せられてゐるが，之にはピンの位置が絕對に正確でないと扉の取付が甚だしく困難となる缺點を伴ふ。



第320圖　テインター式扉の外力

テインター式扉の**水密裝置**は可なり困難であるが，普通には皮鈑下端には木材を取付け，左右兩端面には護謨板を取付け，水壓によつて自動的に扉と堰柱間の間隙を塡塞せしめる。

扉體は第320圖の如き剛構として計算せられる。扉の一端のみに鐵索又は鐵鎖を附して之を捲揚げる場合にも扭力の影響は微弱である。扉の**捲揚力**は通例その自重だけから計算せられる。

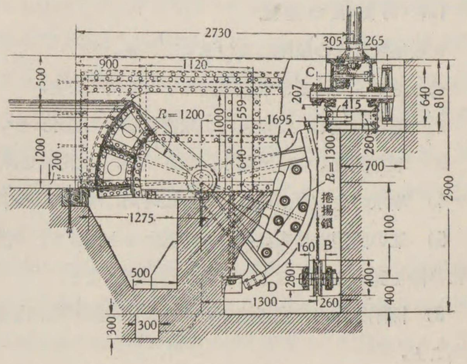


第321圖　テインター式扉堰

テインター式扉堰は水力發電用高堰堤の堤頂に附設せられる場合が多く，我が國の施工例は徑間は 10 m を超え，高さは 6 m を超えるものがある。第321圖はテインター式扉堰の一例を示す。

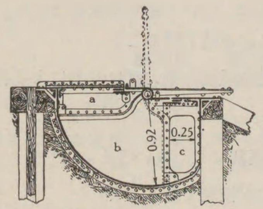
プラジル堰は第322圖の如くテインター式扉に類似の扇形扉の回轉軸の反對側に扇形の對重を設けて扉開閉の動力を輕減したものである。堰を開放するには扉を捲揚げる代りに對重を捲卸す。開閉用鐵鎖は一端を對重 AD の一端 A に固定し，滑車 B 及び C を經て對重の他端 D に終る。扉の開閉には齒輪聯動裝置によつて滑車 C を廻轉せしめる。

13）**ドラム堰**　是は第323圖の如く水壓を利用して扉の開閉をなさしめる堰の一種であつて，扉の略々中央部に水平の回轉軸を設け，扉を起立させるには暗渠によつて**扉室**內に堰堤上流の高水位の水を誘導して扉下半部に高水壓を働かせる。扉を伏臥させるには同じく暗渠によつて扉室內の水を堰堤下流に放出すれば扉はその上半部に働く高水壓の爲に水平に倒れるのである。

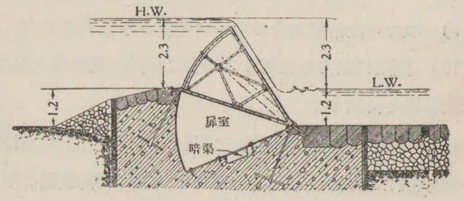


第322圖　プラジル堰

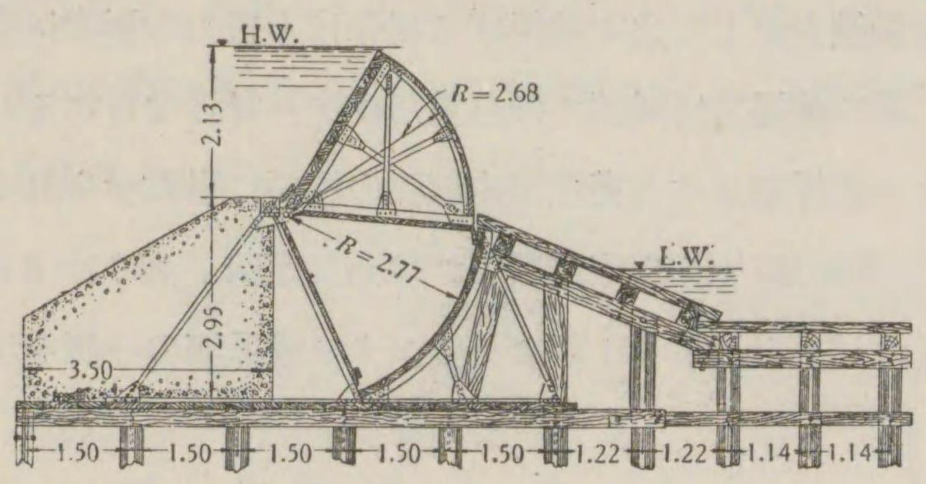
第324圖に示したものも亦ドラム堰の一種であつて扉は扇形に造られ，扇形の中心に回轉軸を有する。堰を閉鎖するには暗渠を通じて扉室內に堰堤上流の水を誘導すれば，水の浮力の爲に扉



第323圖　ドラム堰



第324圖　扇形ドラム堰



第325圖 チッテンデン堰

が上昇し，堰を開放するには暗渠を通じて扉室內の水を堰堤下流に放出すれば扉が自重と水壓との爲に下降するのである。

此の様式のドラム堰は扇形扉の外側から水壓を受けることテインター式扉堰と同様であるが，第325圖に示す**チッテンデン堰**は之と反對に扇形扉の內側から水壓を受けるドラム堰の一種である。

ドラム堰は總べて堰の開放時に扉が水中に沒すること丶，堰を半開狀態に保つことが出來ないこと丶に就いてベヤトラップ堰と同様の缺點を持つ。

139. 可動堰の選定

可動堰**設計上の原則**は次の通りである。

1) 成るべく精密な水位の調節をなし得ること，

2) 堰を閉鎖した時は充分の水密性を有し漏水が少いこと，

3) 堰を開放した時は洪水，砂礫，氷雪又は舟筏の流下に對する障碍が少いこと，

4) 增水の急激な河川に於ては短時間に堰堤全長を開放し得ること，

5) 堰の開閉は日夜如何なる時刻たるを問はず，水位，天候その他に阻害せられず，又從業員に危險を與へることなしに容易に行ひ得ること，

6) 開閉操作の確實迅速を期する爲に開閉用機械裝置は橋梁その他の如き固定構造部分に設けること，

7) 堰の可動構造部分は隨時水面上に引揚げ得ること，

8) 堰の閉鎖時たると開放時たるとを問はず，堰堤各部の監視又は修理の爲に之に接近し得ること，

9) 堰の可動構造部分の取換は適當な水位狀態の下に容易に之を爲し得ること，

10) 開閉に動力を使用する場合には動力故障時を慮つて他の種類の動力又は人力による補助開閉裝置を併設すること，

11) 堰堤の築造及び維持の費用がその利用目的に對比して高額に失しないこと。

堰の開閉に電力を使用する場合には**遠方制御裝置**を用ひるのが便利である。

可動堰の選定は上記の設計原則に照合して爲される。小規模のものには上記何れの様式を採用しても大差がないが，角落堰，ニードル堰の様な原始的なものは水位の精密な調節をするには不便

利であつても，開閉に徒に時間を要するのみならず漏水が多い不利があり，盾堰は我が國にも2～3の施工例があるけれども操作が不確實な上にベヤトラップ堰，ドラム堰と同様に開放中は水中に沒するが故に監視，維持，修繕に不便なるのみならず，我が國大多數の河川の如く砂礫を運ぶ急流河川に築造するに適しない。徑間の大きいことは總べての點から望ましいことではあるが，それと同時に水位の調節を精密ならしめる爲には堰扉を任意の位置に停止せしめ得る構造であることを要し，此の意味から言へば徑間の大きいベヤトラップ堰の如きは不適當である。操作確實であつて而も以上の様な缺點のない可動堰の様式としてはストーニー式扉堰，轉動扉堰，テインター式扉堰の3種を擧げる。

140. 堰堤の基礎

堰堤に就いては 1) 水壓力及び地震力に對して顚倒，滑動，壓潰を起さないこと，2) 基礎版又は水叩がその底面に働く揚壓力の爲に破壞しないだけの厚さを有すること，3) 水密性水叩を含んだ堰堤底幅が上流からの**潛流**を防ぐに足るだけの長さを有すること，4) 水叩の幅は河底の**洗掘**を防ぐに充分であることを**安定條件**とする。揚壓力に就いては基礎が岩盤である場合と砂，砂利の如き滲透性地盤である場合とで著しくその趣を異にし，前者に於ては堰堤の上流端で全水壓力の 1/2～1/3，下流端で 0 と取るのが標準であるが，後者に於ては上流端で全水壓力を取り，下流端で 0 と取る。岩盤上の堰堤に就いては堰堤底幅は 1) の條件から定められるが，滲透性地盤上の堰堤に就いては 3) の條件から定められる。

堰堤が滲透性地盤上に造られた場合には水は上流から下流に向つて滲透する。但しその**滲透徑路**が增大するに從つて滲透流速は減少するから滲透水は地盤を攪亂して堰堤に危險を釀す程度に至らないのである。從つて此の種の堰堤に於てはその基礎地盤の如何に適應する底幅を定めることを要し，H を堰堤の落差，L を滲透徑路延長とすれば

$$L=cH \qquad (147)$$

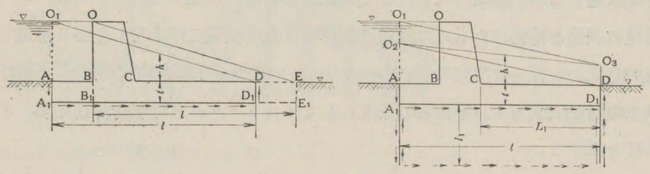
として，c を**滲透係數**と呼び，c は次表の値を取るのが實驗上安全とせられてゐる。

第70表 滲透係數

地質	粒大	c の値
泥土又は極微砂	60%は100-孔篩を通過するもの	18
細砂	80%は 75-孔篩を通過するもの	15
粗砂	——	12
砂交り砂利又は礫	——	9～5

c と H とが與へられた場合に(147)式を滿足するだけの L を得るに二つの方法がある。一は堰堤の上下流に水密性の水叩を設けて L を水平に延長すること，他は矢板による**遮水壁**を設けて之を鉛直に延長することであつて，實地上には兩者が併用せられる。今是等の場合に於け

る滲透徑路を考へるに，第326圖(a)に於て上流水叩AB，下流水叩CDを設けた場合の滲透徑路と下流水叩CEだけを設けた場合のそれとは $L=l+2t$ で兩者同一であつても，**動水勾配線**は夫々 O_1D, OE であつて下流水叩の蒙る揚壓力が大きいだけ後者が不利である。次に同(b)に於て水叩上流端に矢板壁を設けた場合の滲透徑路と同下流端に矢板壁を設けた場合のそれとは $L=l+2t+2l_1$ で兩者同一であつても，動水勾配線は夫々 O_2D, O_1O_3 であつて，同じく下流下叩の蒙る揚壓力が大きいだけ後者が不利である。若し水叩上下流端に矢板壁を設けたとすれば滲透徑路は $L=l+2t+4l_1$ となり，動水勾配線は O_2O_3 となつて勾配を減ずる。



第326圖　滲透徑路

此の故に滲透徑路の上からは效果が同一であるとしても水叩は上流に延長し，矢板は上流端に設けるのが有利であるが，砂層の上に堰堤を築く場合の如きは砂の逃逸を防ぐ爲に單に上下流端のみならず，基礎の周圍を矢板で締切ることを必須要件とする。

但し矢板を2列に設けた場合と雖もその間隔が小さい場合，地質狀態が不利な場合などには滲透水は第326圖(b)の點線の如き徑路を取つて，矢板は1列だけの效果を有するに止ることがある。普通には矢板列の間隔が矢板の長さの2倍以內の場合にはその效果を1列と看做して，滲透徑路を $L=l+2t+2l_1$ と取る。

堰堤基礎又は水叩底面に働く**揚壓力**の水頭 h は水叩上流端Aから測つた距離を x として次式で表される。

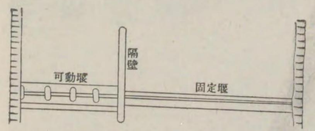
$$h=H-\frac{x}{c} \quad \cdots\cdots(148)$$

基礎版及び水叩の厚さ t は材料の比重を ρ とし，安全の爲に揚壓力に1/3の餘裕を見込んで次の如く取る。

$$t=\frac{4}{3}\frac{h}{\rho-1} \quad \cdots\cdots(149)$$

141. 水　　叩

堰堤上下流には水叩を設ける。**上流水叩**は岩盤上に造られた高堰堤には殆どその必要がないが，砂礫層上に造られた可動堰は勿論固定堰に於ても洗掘と透水とを防止する爲に必ず上流水叩を設ける。洗掘は堰を流下する水勢に基因するのは勿論であるが，固定堰と可動堰とを1列に並置した場合，數聯の可動堰だけであつてもその徑間が大きい場合などには，扉を開放する度に流水が急激に此の部分に集中する結果堰堤上流に**橫流**を生じ，その爲にも意外の洗掘を蒙る。而も堰堤上流の洗掘は扉を閉鎖すると同時に再び埋塞せられて之を認識することが困難であるから特に危險である。之に對しては上流水叩の外に固定堰と可動堰との境界に**隔壁**を設けることが有效である(第327圖)。

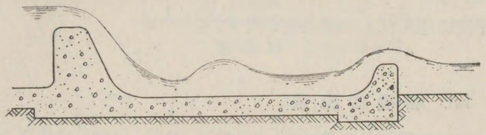


第327圖　隔　　壁

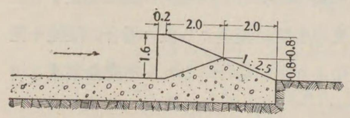
上流水叩は水壓と揚壓力とが平衡を保つ關係上大なる厚さを必要とせず，その構造も亦簡易なもので充分である。之をコンクリートを以て施工した例もあるが，多くの場合に厚さ1m內外の粘土を粗朶沈床で押へ，必要に應じてその上にコンクリート・ブロックを並べる程度のものが採用せられる。**大河津可動堰**に於ても此の構造を採用して幅20mの上流水叩を設けたが，安全の爲に此の部分は滲透徑路の延長からは除外した。

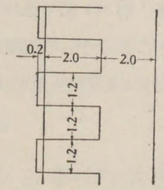
下流水叩は河床が堅牢な岩盤である場合の外は絕對に必要である。下流水叩の幅は滲透徑路延長の必要からは(147)式から定められるが，溢流水による洗掘防止の爲には少くとも次式によつて算出した値以下であつてはならない。

$$L_1=1.64\sqrt{cH} \quad \cdots\cdots(150)$$


第328圖　阻　　堰

但し下流水叩をコンクリート等を以て固めることは堰堤直下流の河床洗掘を防止し得るに止つて溢流水の水勢を減殺する效果に乏しく，從つて更にその下流相當の區間に亙り捨石，沈床等を施工して河床の保護を圖らなければならない。水勢減殺の爲には阻堰，齒閾，阻柱その他種々の工法が採用せられる。



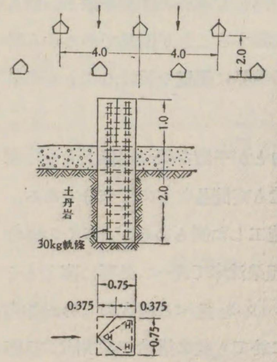


第329圖　齒　　閾

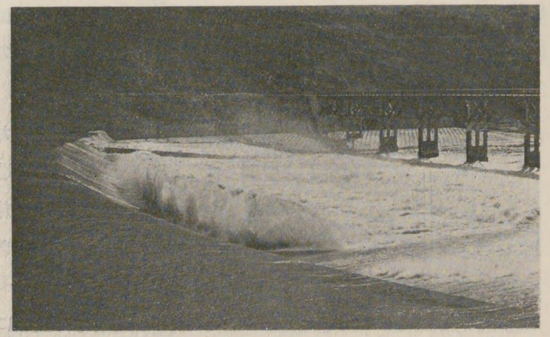
阻堰は水密性水叩下流端に造られた低い副堰堤であつて，その上流に**水褥**を設けて溢流水の水勢を減殺することを目的とする(第328圖)。

齒閾は此の阻堰を齒狀に造つて水勢減殺の效果を强化したもので獨逸のレーボックの考案になり，1924年始めて實地上に應用せられたものである(第329圖)。

阻柱は水叩上流端に近く柱狀突起物を設け，堰流を之に激突せしめてその流勢を減殺するものであつて，我が國に於ても**新信濃川第2床固堰堤**に第330圖に示す様な阻柱を採用して好結果を



(a)



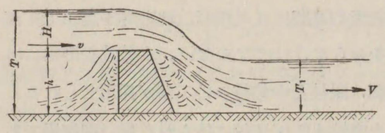
(b)

第330圖　阻　柱（新信濃川）

收めてゐる。阻柱は 75 cm 角の鐵骨コンクリート構造とし，上流側には水切を附け且此の部分に限り厚さ 19 mm の鋼鈑を以て覆つたものを2列に配置したものであるが，阻柱の位置は堰堤直下流に選んだもの程效果が大きい。

142. 堰堤の流量

堰堤の溢流量に就いては (113), (117), (118) 式に之を示したが，是等の公式は堰堤上流が理論上無限大の廣さを持つた湛水である場合に限つて適用せらるべきであつて，流水が一定の幅員，水深及び流速を以て流れる河川を横斷して築造せられた堰堤に適用しては多少の誤差を生ずる。



第331圖　完全溢流堰

堰堤下流の水位が堤頂より低い場合の溢流を**完全溢流**，是より高い場合のそれを**不完全溢流**と言ふ。

1）**完全溢流堰**　第331圖の様な堰堤が河川に直角に築造せられたものとして河川の幅員從つて堰堤の長さを B, 流量を Q, 流量係數を f とすれば

$$Q=(BH+h)v=BTv$$

$$\therefore\ v=\frac{Q}{B(H+h)}=\frac{Q}{BT} \quad \cdots\cdots(151)$$

である。堰堤上流が鉛直面であるか傾斜面であるかに從つて流量に影響があるが，之を鉛直面と

假定すれば次の如き結果が得られる。

$$\left.\begin{aligned} Q&=\frac{2}{3}fB\sqrt{2g}\left(\frac{H}{S_1-S}\right)\left[S_1^{\frac{3}{2}}-S^{\frac{3}{2}}\right]\\ S&=\frac{V^2}{2g},\quad S_1=S+H+\frac{v^2h}{gH}\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(152)$$

$h=0$ の時は (152) 式は

$$Q=\frac{2}{3}fB\sqrt{2g}\left[\left(H+\frac{v^2}{2g}\right)^{\frac{3}{2}}-\left(\frac{v^2}{2g}\right)^{\frac{3}{2}}\right] \quad \cdots\cdots(153)$$

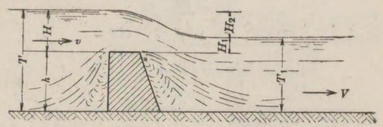
となり，此の場合は堰堤上流の河床が堤頂と一致し，所謂**落差工**の場合に歸着する。

堰堤が水流に斜に造られて河岸と ϕ の角をなす場合には

$$\left.\begin{aligned} Q&=\frac{2}{3}f\frac{B}{\sin\phi}\sqrt{2g}\left(\frac{H}{S_1-S}\right)\left[S_1^{\frac{3}{2}}-S^{\frac{3}{2}}\right]\\ S&=\frac{v^2}{2g}\sin^2\phi,\ S_1=S+H+\frac{v^2h}{gH}\sin^2\phi\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(154)$$

2）**不完全溢流堰**　第332圖の様な不完全溢流堰の場合には

$$V=\frac{Q}{B(H_1+h)}=\frac{Q}{BT_1} \quad \cdots\cdots(155)$$



第332圖　不完全溢流堰

として次の様な結果となる。

$$\left.\begin{aligned} Q&=Q_1+Q_2\\ Q_1&=\frac{2}{3}fB\sqrt{2g}\left[S_1^{\frac{3}{2}}-S^{\frac{3}{2}}\right]\\ Q_2&=\frac{2}{3}f_1B\sqrt{2g}\,\frac{H_1-\frac{nV^2}{2g}}{S_2-S_1}\left[S_2^{\frac{3}{2}}-S_1^{\frac{3}{2}}\right]\\ S&=\frac{v^2}{2g},\quad S_1=S+H_2+\frac{nV^2}{2g}\\ S_2&=S_1+\frac{v^2h}{g\left(H_1-\frac{nV^2}{2g}\right)}\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(156)$$

n は係數であつて $n=0.67$ に等しい。

若し堰堤上下流が無限大の廣さを持つた湛水である場合には $v=V=0$ となり，$f=f_1$ とすれば (156) 式は

$$Q=fB\sqrt{2gH_2}\left[\frac{2}{3}H_2-H_1\right] \quad \cdots\cdots(157)$$

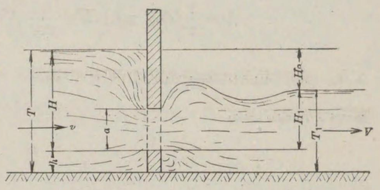
是 (118) 式と同じ公式である。堰堤による**水位上昇**は H_2 である。

橋脚，堰柱等の様な障碍物による水位上昇も亦同様に計算する。第332圖の H_2 を是等の**障碍物**による水位の上昇とし，水通總長を b とすれば

$$Q=\frac{2}{3}fb\sqrt{2g}\left[S_1^{\frac{3}{2}}-S^{\frac{3}{2}}\right]+f_1b\left(T_1-\frac{nV^2}{2g}\right)\sqrt{2gS_1}$$
$$S=\frac{v^2}{2g}\left[1+\frac{B-b}{2b}\right],\qquad S_1=S+H_2+\frac{nV^2}{2g}\qquad\cdots\cdots\cdots\cdots(158)$$

3) **水門の流量**　水門が第333圖の如き半開狀態に置かれた時は閾の高さを h，孔口の高さを a とすれば

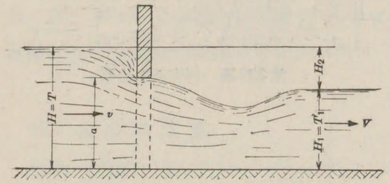
$$Q=\frac{2}{3}f_1ab\sqrt{2g}\left[\frac{S_1^{\frac{3}{2}}-S^{\frac{3}{2}}}{S_1-S}\right]$$
$$S=\frac{v^2}{2g}\left[1+\frac{B-b}{2b}+\frac{B}{2ab}(T-h-a)\right]+H_2+\frac{nV^2}{2g}$$
$$S_1=S+\frac{v^2Bh}{abg}\qquad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(159)$$



第333圖　水門の流量(a)

堰閾が河床と同高の場合には $h=0$ であつて $S=S_1$ となり

$$Q=f_1ab\sqrt{2gS}\cdots\cdots\cdots\cdots(160)$$



第334圖　水門の流量(b)

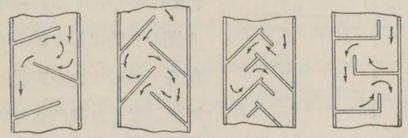
水門の扉が更に捲揚げられて第334圖の狀態に達した場合には

$$Q=Q_1+Q_2$$
$$Q_1=\frac{2}{3}fb\sqrt{2g}\left[S_1^{\frac{3}{2}}-S^{\frac{3}{2}}\right]$$
$$Q_2=f_1b\left(T_1-\frac{nV^2}{2g}\right)\sqrt{2gS_1}$$
$$S=\frac{v^2}{2g}\left[1+\frac{B-b}{2b}\right]+(T-a)\left[\frac{Bv^2}{4abg}+1\right]$$
$$S_1=S+a+\frac{nV^2}{2g}-T_1\qquad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(161)$$

143. 特殊通路

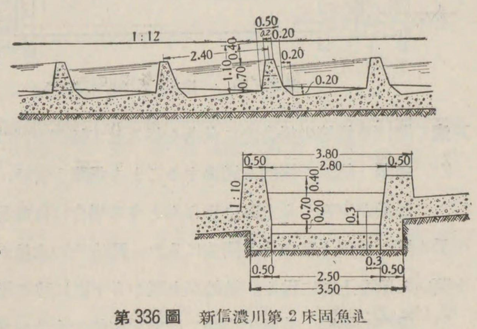
堰堤築造による流木，流筏の障碍を除却する爲に特殊の場合に限つて**流木路**，**流筏路**が設けられる。水深は 90 cm 內外，幅員は 12 m 位，勾配は 1:20～1:25 が適當とせられる。我が國で

も京都府桂川筋の用水堰堤には簡單な流木路の設備があるが，水力發電用の高堰堤では流木路の代りにベルト・コンヴェヤーによつて流木の運搬を行ふ。富山縣庄川上流の小牧（高さ 79.2 m），祖山（高さ 73.2 m）兩堰堤の如きがそれである。


第335圖　斜面式魚道

可動堰であつても固定堰であつても遡河魚族の通路を遮斷する場合には必要に應じて魚族の遡上し得る特殊の斜路を作る。之を**魚道**又は**魚梯**と言ふ。

魚道には適當の水深と勾配とを必要とし，魚道への流入水量を調節する爲に上流端に角落等を備へるを通例とする。勾配は 1/10 以下の緩勾配であることを要し，猶水勢を緩和して魚溜たるべき緩流速の箇所を造る目的を以て第335圖の如く左右交互に隔壁を設ける。



第336圖　新信濃川第2床固魚道

第336圖は新信濃川第2床固堰堤に設けた魚道を示す。延長約 100 m，幅 2.8 m，水深 70 cm，平均勾配 1:12 であつて 2.4 m 間隔に隔壁を設け，その下部に左右交互に 30 m 角の水通孔を穿つ。

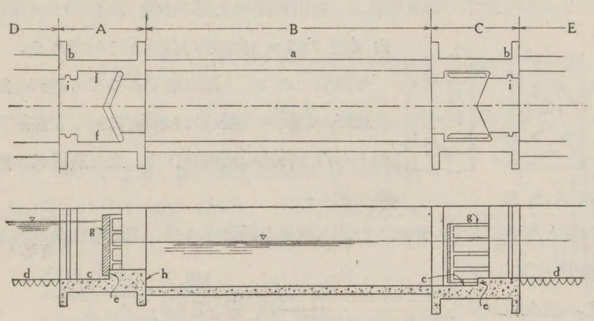
第三章　閘　門

144. 閘　門

閘門は高低兩水面の舟運を聯絡する工作物であつて，1439 年伊太利ミラノの大伽籃建設に當り石材運搬の爲にフヰリッピ・ヴヰスコンチによつて築造せられたのを嚆矢とすると傳へられる。閘門は運河化工事の基本的工種であつて，我が國の河川改修に於ても利根川，江戸川，荒川，木曾川，淀川，信濃川，阿賀野川，最上川，北上川などに特種工事として築造せられてゐる。

1) **各部の名稱**　閘門は第337圖に示すが如く A, B, C の3部から成り，A, C を**扉室**，B を**閘室**と言ふ。扉室は扉の開閉の行はれる部分，閘室は船舶を收容する部分であつて，扉室の內高水位の側にある A を**前扉室**，低水位の側にある C を**後扉室**と言ふ。運河に於ては閘門と閘門との間の水路の部分 D, E を**運河區**と呼び，前扉室に接續する部分 D を**上區**，後扉室に接續する部分 E を**下區**と呼ぶ。

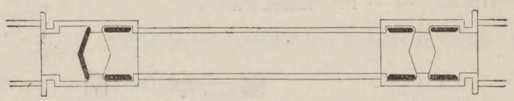
第337圖に於てaは**側壁**，bは**翼壁**，cは**扉床**，dは**水叩**，eは斜接扉を閉めた時にその下端を支へる部分であつて之を**閘門閾**と呼び，fは斜接扉を開いた時に扉を納める部分であつて之を**戸袋**と呼ぶ。又gは**閘門扉**であつて圖は斜接扉を示し，hは**階壁**と名づけ上區と下區との河底に相當の高低差がある場合にのみ設けられる。iは角落用の**戸溝**で閘門修繕等の場合之に角落を挿入して締切を行ひ内部を排水する爲に利用せられる。



第337圖　閘門各部の名稱

2）**通閘**　船舶が閘門を通過することを**通閘**と言ひ，通閘の場合の上下兩區の水位差を**閘程**と言ふ。船舶が下區から上區に移らんとする場合には前扉室の扉を閉ぢて船を閘室に入れ，後扉室の扉を閉ぢた後上區の水を閘室に入れ，閘室内の水位が上區と同一になるのを待つて前扉室の扉を開いて船を上區に送る。船舶が上區から下區に移る場合には此の順序を逆に行ふ。

3）**閘門の種類**　普通の閘門では前扉室側の水位が常に高いのであるが，河川の感潮區域に於ける閘門及び支川の合流點に設けられた閘門では干潮時又は減水時に於て却つて後扉室側の水位が高くなることがあり，之に對して斜接扉を用ふるならば各扉室に方向反對の2對の扉を備へなければならない。横利根閘門及び小名木川閘門はその例であつて，之を**複式閘門**と言ひ，此の種の閘門に於ては外水面に對する扉室を**外扉室**，内水面に對するものを**内扉室**と言ふ（第338圖）。



第338圖　複式閘門

此の場合斜接扉の代りに**引揚扉**又は**引込扉**を使用して，その内外兩面に水壓を受けさせる構造にすれば扉の數は各扉室1枚づゝとなり，且扉室の構造を經濟化することが出來る。

又運河及び運河化せられた河川に於ては並列して2個の閘門を設ける場合が多く，之を**双閘**と呼ぶ。双閘に於てはその寸法を相違せしめ，船舶の大小に應じて何れかの閘門を使用するのが普通である。第274圖のボーズ閘門の左岸寄のものは双閘の例である。

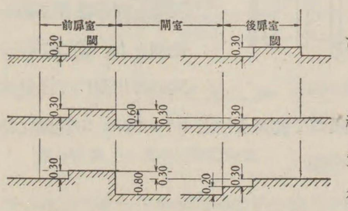
4）**閘門の寸法**　閘門の寸法は通航船舶の大小によつて定る。運河閘門では水の節約を圖る必要あるが爲に，閘門の長さ，幅ともに最大寸法の船1艘を容れるを標準とし，河川閘門では水を節約する必要がないから一時に多數の船を通閘せしめるを便とし，一般に大型の閘門を造る。荒川下流，淀川下流等の如く小舟の通航の多い場合は1時間の最多船舶數，1回の通閘時間，1回の通閘に收容せられる船舶數等を考慮して閘門の寸法を決定する。

歐羅巴大陸の運河閘門では最大寸法の船の寸法を標準として長さには0.5～1.5 m，幅には0.3～0.6 m，深さには0.3～0.5 mの**餘裕**を附けてその寸法を決定する。例へば獨逸の如きは閘門を3級に分つて第1級の寸法を有效長55 m，有效幅7.5 m，**閾深**2.5 mと定めてゐるが，上記の如き我が國の河川閘門の餘裕寸法は一般に遙かに是より大きく，幅には1～2 m，最低水位から測つた閾深には船舶最大吃水に對して0.3～1.0 mの餘裕を與へ，長さは最大寸法の船舶3艘を容れて猶餘裕あるものも少くない。

第71表は我が國河川閘門の主要寸法である。

第71表　閘門主要寸法

閘門名	河川名	扉室幅 (m)	閘室長 (m)	有效長 (m)	閾深 (m)	閾高 (m)	側壁天端 (H.W.L.上 m)	扉天端 (H.W.L.上 m)	扉様式
横利根	利根川	10.9	69.7	91.0	2.60	0.33	1.50	1.05	複式
關宿	江戸川	9.0	60.0	70.0	1.50	0.30	1.50	1.05	斜接扉
小名木川	荒川	10.9	71.0	91.0	2.38	0.38	2.20	1.20	複式
小松川	同	11.0	76.5	91.0	2.38	0.05	2.20	1.25	引揚扉
船堀	同	11.0	76.5	91.0	2.38	0.05	2.20	1.25	引揚扉
大河津	信濃川	10.9	60.0	72.0	1.50	0.30	1.50	0.90	斜接扉
毛馬第1	淀川	11.4	75.4	89.9	2.03	0.77	2.61	0.74	斜接扉
毛馬第2	同	11.4	92.4	106.3	2.03	0.35	1.44	1.07	斜接扉
三栖	同	8.0	72.9	83.1	2.17	0	1.52	1.47	引揚扉
傳法第2	同	5.5	73.9	80.0	3.46	0.30	0.91	0.72	引込扉
六軒屋第2	同	10.9	109.3	124.9	2.39	0.35	0.91	0.24	斜接扉
船頭平	木曾川	5.5	24.4	36.8	2.17	0.63	1.80	0.79	斜接扉
下瀬	最上川	5.0	42.0	51.5	1.80	0.30	1.50	0.80	斜接扉
脇谷	北上川	7.9	48.0	60.0	1.50	0.30	1.70	0.40	引揚扉
小阿賀	阿賀野川	5.4	72.0	80.0	1.10	0.30	1.50	0.35	斜接扉



第339圖　扉室及び閘室敷高

閘門の**有效長**とは大體扉から扉までの距離を指して言ひ，閾深は平均低水位から測る。

5）**閘門閾**　斜接扉式閘門に於ては閘門閾を扉床より約30 cm高くする。階壁のない閘門に於ては前後兩扉室の閾は同高であるのが普通であるが，場合によつては後扉室の閾を前扉室の扉床と同高に置くこともある。

閘室の敷高は大體後扉室の扉床と同高とし，或は是よ

り 20～30 cm 低く造る(第339圖)。

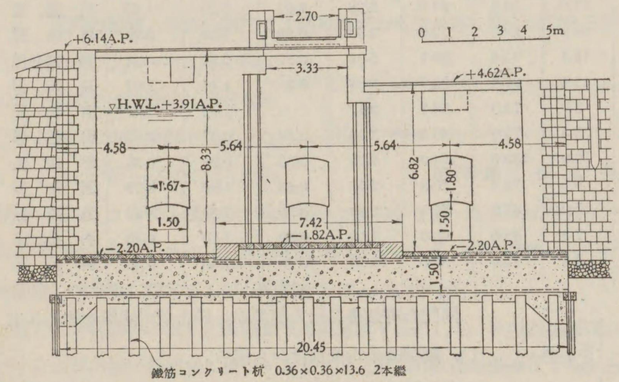
145. 閘門の構造

閘門各部の構造を說明する。

1) **扉室**　閘門の扉室は底版，側壁，翼壁等の部分から成り，從前は石材，煉瓦等で築造せられたが現今はコンクリート，鐵筋コンクリート等が專ら使用せられ，隅石，角落用戸溝石，閘門扉用戸當石，閾石，笠石等に限つて花崗岩の切石を使用し，又船棹の尖端で底版表面が損傷を受ける虞ある場合にはその表面に厚さ 12～15 cm の切石を張る。

基礎が岩盤である場合は此の上に直ちに底版コンクリートを施工するが，地盤軟弱なる場合には井筒基礎，杭打基礎等を施工した上に鐵筋コンクリート底版を築造する。北上川の**脇谷閘門**は岩盤基礎の例，利根川の**横利根閘門**，江戸川の**鬮宿閘門**，淀川の**三栖閘門**，**毛馬閘門**等は井筒基礎の例，荒川の**小名木川閘門**，**船堀閘門**等は杭打基礎の例である。小名木川閘門に於ては基礎の周圍を矢板で締切り，長さ 13.6 m，36 cm 角の鐵筋コンクリート杭を2本纏として打込み，船堀閘門に於ては同じく締切矢板を施した中に長さ 22.7 m，末口 23 cm の米松杭を打込んで，その尖端を何れも砂層に達せしめた。

底版の厚さ t は應力計算から定るが，扉室幅 b の 1/5～1/7 に取るのが大體の標準である。



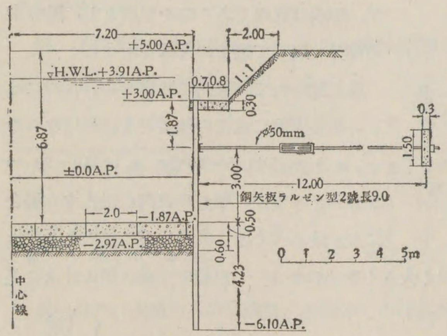
第340圖　小名木川閘門前扉室

側壁は近來鐵筋コンクリートで築造せられる場合が多いが，その場合でも下部の給排水用閘渠を設ける部分だけは斷面の厚い無筋コンクリートにする。

側壁の高さは附近の堤防と同一にするのを通例とし，從つて我が國の河川閘門では最高水位上 1.5～2.2 m と取るが，閘室及び後扉室の側壁に限つて最高水位上 0.7～1.0 m の範圍に築造する場合もある。

第340圖は小名木川閘門の前扉室を示す。

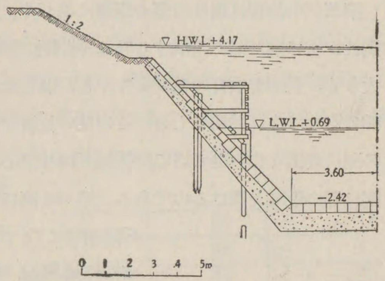
側壁は土壓の外に水壓を受ける擁壁として計算し，裏込土砂は外水位まで浸潤したものと假定



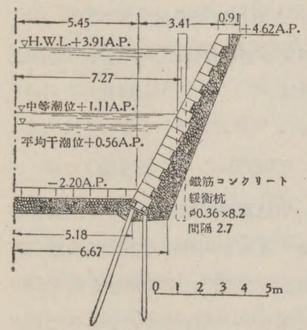
第341圖　船堀閘門閘室

は鋼矢板直立壁の例，大河津閘門は石積斜面壁の例，横利根閘門，小名木川閘門は ブロック積斜面壁の例である。又脇谷閘門は岩盤を切取つてその上に厚さ 1.7 m，勾配 1:0.25 のコンクリート斜面壁を施工した。

斜面壁の場合に傾斜が緩に過ぎると閘室內の水位下降に際して船が兩岸法面に乘上げる危險があり，之を避ける爲に鐵筋コンクリート又は木材緩衝杭を以て閘室有效幅を制限することがある。木材緩衝杭は布木を以て繋ぎ，梁木を架け渡した上に敷板を張れば之を**曳船道**として利用することが出來る。



第342圖　横利根閘門閘室



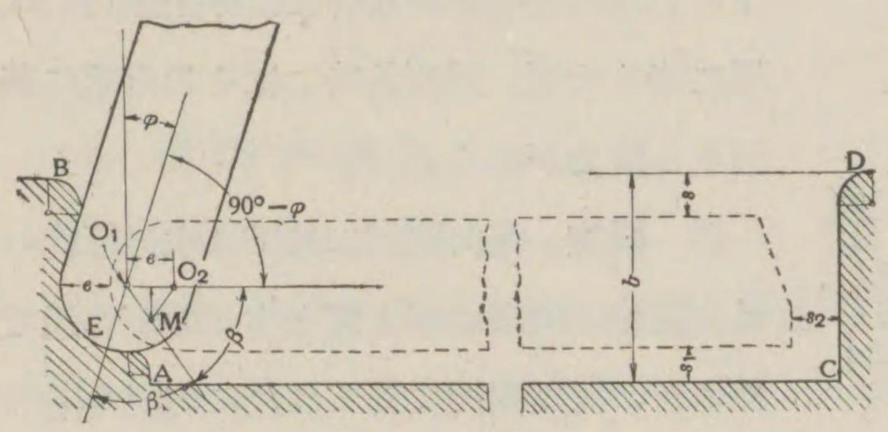
第343圖　小名木川閘門閘室

閘室の底部は栗石，砂利等を敷均した上に石張又はコンクリート・ブロック張を行ふ程度で充分であつて，岩盤の場合には切取の儘にするか或はその上に薄くコンクリートを被覆する。

第341圖は船堀閘門閘室，第342圖は横利根閘門閘室，第343圖は小名木川閘門閘室を示す。

2) **閘室**　運河閘門に於ては水の節約の爲に閘室の側壁は直立壁とするのが普通であるが，河川閘門に於ては之に勾配を附ける場合が多い。直立壁の場合にはコンクリート，鐵筋コンクリート，鋼矢板を以て築造するを例とし，斜面壁の場合には石積又はブロック積とする。三栖閘門，船堀閘門

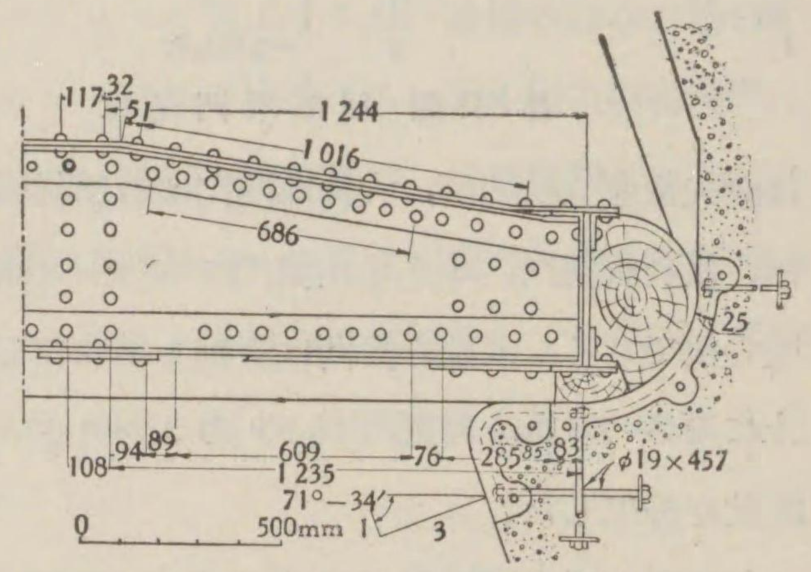
3) **戸袋**　第344圖の様な閘門斜接扉の戸袋に於てABの部分を**隅凹**，CD 部分を**矩隅**と言ふ。隅凹は扉の**隅柱**の廻轉する部分であつて扉閉鎖時はその推力を蒙るから，コンクリート側壁の場合にも此の部分に限つて切石を用ひ，或は第345圖の如き**戸袋鐵物**を用ひる。隅凹は必ず曲面に造られることを要する



第344圖　閘門戸袋

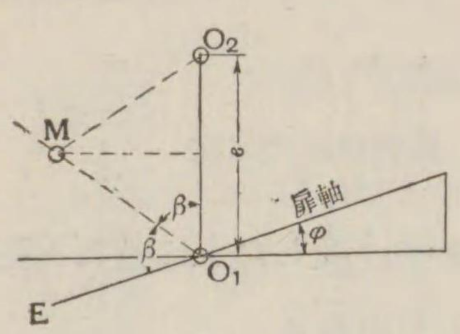
が，矩隅は直面であるのを原則とし，圖のDの部分に限つて適當の丸味を附ける。

扉が開かれて戸袋内に收容せられた時にはその前後左右に適當の餘裕がなければならない。s と s_1 とは 5～10 cm，s_2 は 10～20 cm を普通とするが，扉が戸袋内に出入する場合に水が成るべく速に扉の背面に侵入し，或はそこから逃逸する爲には s_1, s_2 ともに成るべく大きく取るのがよい。戸袋の寸法は扉の寸法に是等の餘裕を加へて定り，小名木川閘門に於ける戸袋の深さは b＝90 cm である。



第345圖　戸袋鐵物

隅凹部の餘裕は隅柱の偏心距離に基づく。蓋し隅柱が常に隅凹面に接觸する時は扉開閉の摩擦が大きく，且兩者磨耗の虞があるから，隅柱は扉閉鎖の際だけ之に接觸せしめ，その他の位置ではその間に間隙を作らせる爲に回轉軸と隅柱中心との間に偏心距離を設けるのである。第346圖に於て扉閉鎖時に O_1 にあつた隅柱中心が同開放時に O_2 に移るものとすれば回轉軸 M は $O_1 O_2$ の二等分垂線と $\angle O_2O_1E$ の二等分線との交點から求められる。



第346圖　隅柱の偏心距離

偏心距離 $O_1O_2 = e = 10 \sim 20$ mm と取るのが通例である。

引揚扉の場合には戸溝の外，戸袋を要しないが，引込扉の場合には扉の幅だけの長さの戸袋を設ける。

146.　閘　門　扉

閘門扉には**單扉**と**複扉**とがあり，前者には**旋開扉**，**引揚扉**，**引込扉**等の種類があるが，後者は所謂**斜接扉**を以て代表的様式とする。閘門扉として古來最も廣く使用せられるものは斜接扉であるが，小型閘門には旋開扉が使用せられ，近來は引揚扉，引込扉が大型閘門にも採用せられる。斜接扉は開閉に動力を要することの少い利益があるが，多少でも落差があり流速がある場合には開閉ともに殆ど不可能であるのに比して引揚扉や引込扉は開閉の動力は多少增大しても開閉操作が確實安全である上に，上區と下區との落差が逆轉する場合の如きは斜接扉8枚の代りに2枚の扉を以て足る利益がある。但し扉の重量だけから言へば引揚扉2枚の方が斜接扉8枚より重量が大

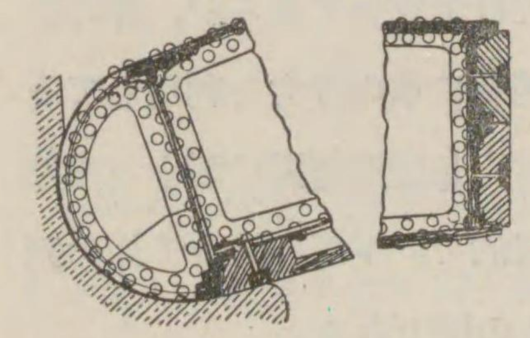
きい場合が多い。

例へば幅員及び水位差略々同一である横利根(複式)，小名木川(複式)，船堀(引揚扉)の3閘門を比較すると次表の如き結果となる。

第72表　閘門扉の比較

閘　門	扉様式	大門扉數	同　重量(t)	小門扉數	同　重量(t)	計重量(t)	比　較
横利根	複　式	4	24.1	4	13.1	148.8	0.99
小名木川	複　式	2	14.5	6	11.8	99.8	0.67
船　堀	引揚扉	1	80.0	1	70.0	150.0	1.00

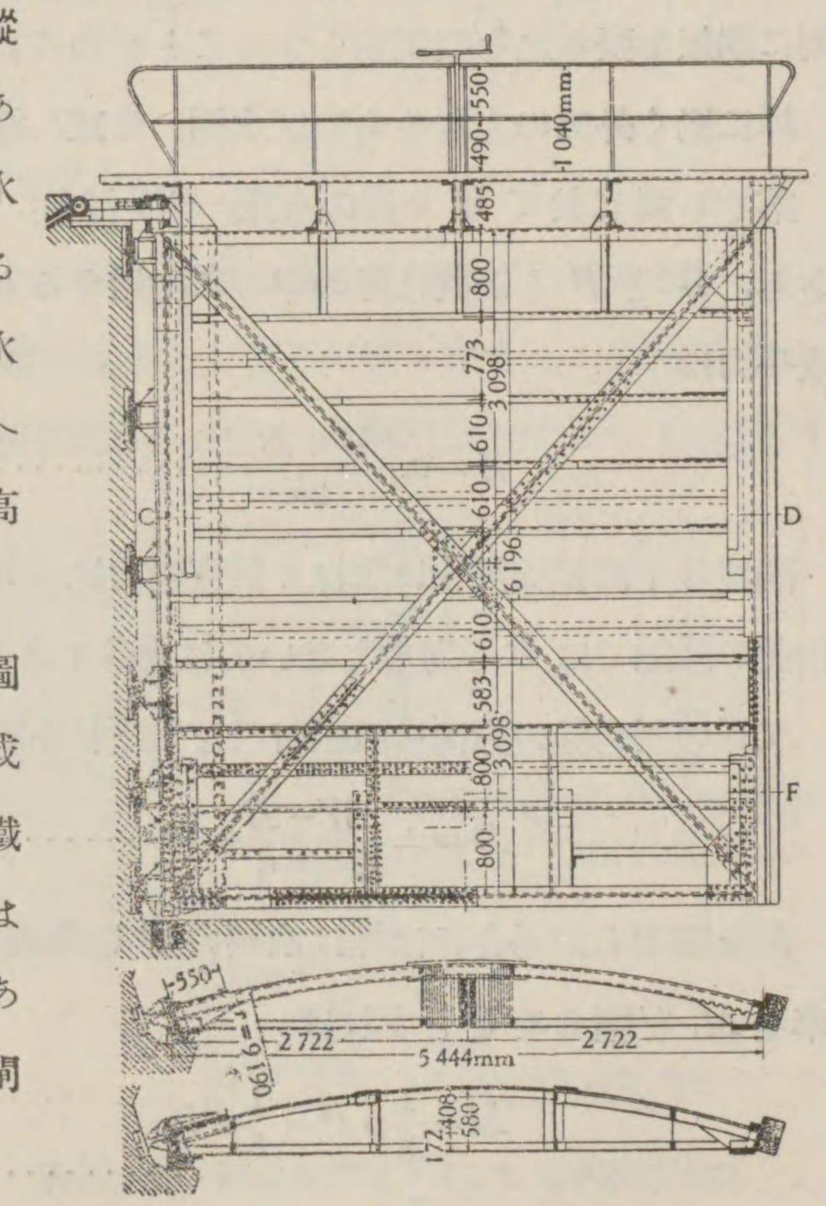
扉の材料は大型のものは鋼製，小型のものは木造，その中間のものには鋼製の框構に板張を施した複式扉も採用せられる。又通航船舶の關係上閘門の上に架橋することが出來ない場合には扉の上に簡單な歩道橋を設けて扉閉鎖時の通行に便ずる。



第347圖　隅柱

1)　**斜接扉**　扉は總べて縱桁，横桁，板張又は皮鈑の3要部から成り，木造扉の場合には桁は角材，鋼製扉の場合には壓延鋼又はその合成斷面とする。縱桁の内隅凹内にあつて回轉軸を爲すものを**隅柱**，他端にあつて他方の扉と斜接するものを**斜接柱**と言ふ。

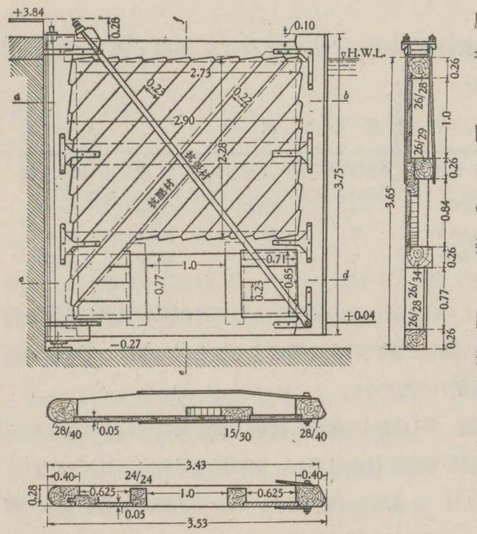
斜接扉に**横桁式**と**縱桁式**との2様式がある。前者に於ては中間の縱桁は補助材に過ぎず，水壓は横桁から隅柱を經て等布的に側壁に傳へられるが，後者に於ては中間の横桁は補助材に過ぎず，水壓は縱桁から上下の横桁を經て集中的に側壁に傳へられる。普通には横桁式が採用せられるが，扉の高さが大きい場合には縱桁式が有利とせられる。



第348圖　隅柱軸當鐵物

從つて横桁式の扉では閉鎖時には隅柱は第345圖又は第347圖の如く全面的に隅凹に接觸するか，或は第348圖の如く適當の間隔毎に設けられた軸當鐵物で隅凹に接觸するを要するが，縱桁式の場合には扉の上下兩端だけに軸當鐵物を使用すれば充分である。第348圖は獨逸ドルトムンド・エムズ運河の閘門扉の例である。

横桁は上部では疎に，下部では密に配置し，板の



第349圖　木造扉

應力，從つてその厚さを一定にするのが普通である。

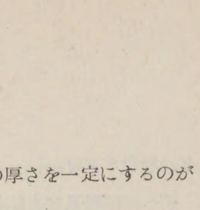
木造扉では第349圖の如く扉の變形を防ぐ爲に隅柱の上部から斜接柱の下部に向つて抗張材を，斜接柱の上部から隅柱の下部に向つて抗壓材を入れ，或は板を斜の方向に張るのが通例である。鋼製扉では皮鈑を鉚綴することによつて充分の剛性が得られるが，場合によつては對角線の方向に抗張材を挿入する。

鋼製扉に於て水密の爲には皮鈑は扉の片側に張るだけで充分であるが，扉の自重が大きい場合に水の浮力を利用してその變形を防ぎ，且開閉運動に對する摩擦を輕減する目的で，下部に限つて扉の兩側に鋼鈑を張り之を空氣室とすることがある。橫利根閘門の如きがその例である。

扉に働く**外力**の主なるものは水壓，自重，浮力及び反力である。

第350圖に於て W を扉の自重，B を浮力，l を扉の幅，h をその高さとし，W と B とが共に扉の中心に作用するものとすれば側壁に加はる水平力は

$$Z=\pm\frac{(W-B)l}{2h} \quad \cdots\cdots(162)$$



第350圖
扉の自重及び浮力

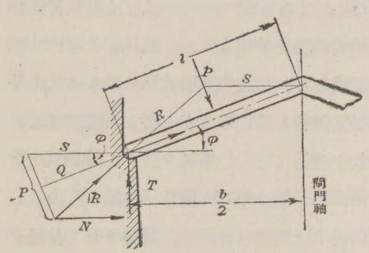
隅柱の下部軸受鐵物に加はる鉛直壓力は（$W-B$）である。但し通水以前の狀態では B を考慮しないのは勿論である。

又扉の對角線の方向に抗張材及び抗壓材を設けた場合に之に働く張力及び壓力は

$$D=\pm\frac{W-B}{2\cos\alpha} \quad \cdots\cdots(163)$$

扉を閉鎖した場合には扉は水壓力 P に基因する彎曲と軸壓力とを蒙る。第351圖に於て彎曲率を M，軸壓力を Q とすれば

$$\left.\begin{aligned} M&=\frac{1}{8}p\,l^2=\frac{1}{8}Pl\\ Q&=\frac{1}{2}P\cot\varphi \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(164)$$



第351圖　扉の水壓

桁は(163)，(164)式から設計せられ，皮鈑は水壓から設計せられるが，その最少厚は 10 mm と取るのが普通である。

次に水壓力 P は側壁の反力 R，他方の扉の反力 S と釣合ひ

$$R=S=\frac{1}{2}P\operatorname{cosec}\varphi$$

然るに

$$P=pl=\frac{1}{2}pb\sec\varphi$$

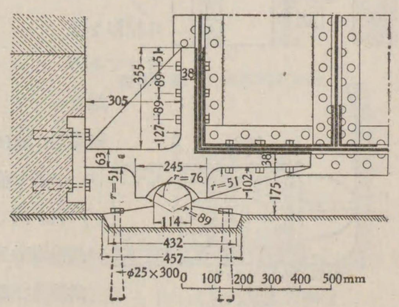
$$\left.\begin{aligned} R=S&=\frac{1}{2}pb\operatorname{cosec}2\varphi\\ N=R\cos2\varphi&=\frac{1}{2}pb\cot2\varphi\\ T=R\sin2\varphi&=\frac{1}{2}pb \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(165)$$

即ち R の分力の內 T は一定であるが N は φ の增すに從つて減少し，$\varphi=45°$ の時には $N=0$ となる。實例によるに $\tan\varphi=1:3\sim1:2$，或は $\varphi=18.5°\sim26.5°$ であつて，$\varphi=22.5°$ と取れば $N=T=\frac{1}{2}pb$ となる。

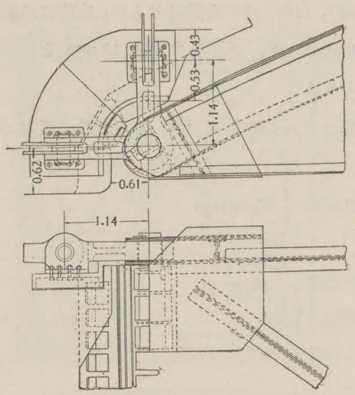
側壁は是等の力に對して充分安全に築造せられるを要する。

隅柱の下端には鑄鋼製ソケットを取付け，之を支へる**軸受鐵物**の**樞軸**は鋼製又は特殊鋼製とし，荷重 1 kg につきソケットとの接觸面積 1 mm² を大體の標準としてその徑を定める。樞軸直徑の實例は 100～120 mm であつて，我が國の例でも橫根利閘門や小名木川閘門が 102 mm，關宿閘門が 114 mm である。第352圖は關宿閘門扉の軸受鐵物を示す。

隅柱の上端には鑄鋼製の**取付鐵物**を設け側壁コンクリート內に錨碇する。取付鐵物には種々の考案が實施せられてゐるが，扉の位置によつて反力 Z の方向を異にするから錨碇針は必ず 2 方向以上に之を設け，且多少隅柱を鉛直に調節し得る構造であることを要する。第353圖は斯の種の取付鐵物を示す。又第354圖は小名木川閘門の取付鐵物であつて特殊の調節裝置が施してある。



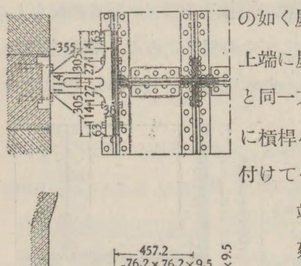
第352圖　關宿閘門扉ソケット及び軸受鐵物



第353圖　扉取付鐵物

の欅材などが使用せられ，價格及び將來の取換を考慮して數本繼合はせて用ひるのがよい。

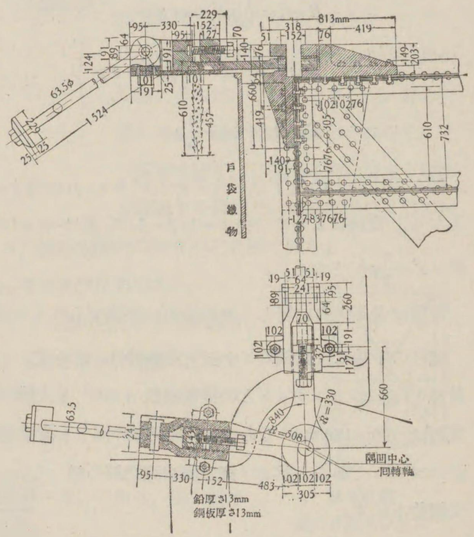
斜接扉の開閉裝置には種々の様式が採用せられてゐる。最も簡單なのは第356圖（a）の如く扉の上端に扉軸と同一方向に横桿を取付けてその端を廻轉し，或は同（b）の如く扉の前後兩側に鐵索又は鐵鎖を取付け，一方を緩めると同時に他方を捲取つて開閉を行ふのであるが，我が國で多く採用せられるのは第356圖（c）の如き齒棒及び齒輪聯動裝置である。



第355圖　關宿閘門扉中間軸當鐵物

縦桁式扉に於ては下部ソケット及び上部取付鐵物が同時に軸當鐵物を兼用するが，隅柱が全面的に隅凹側壁に接觸しない構造の横桁式扉に於ては此の外に中間の軸當鐵物を設けることを要し，隅凹切石の面にも鐵物を埋込んでその摩耗を防ぐ。鑄鋼製を普通とし，構造の一例は第355圖に示す通りである。

斜接扉に於ては斜接柱が他方の扉のそれと接觸する部分，隅柱が隅凹側壁と接觸する部分及び下端横桁が閾と接觸する部分に水密裝置を施す。普通良質



第354圖　小名木川閘門扉取付鐵物

齒棒及び齒輪聯動裝置には曲線齒棒と直線齒棒との別があるが，前者は齒棒に變形を起す缺點があるから，多くは後者が採用せられる。

第357圖は小名木川閘門の齒棒及び齒輪開閉裝置を示す。又第358圖は車輪の周上の一點と扉とを桁を以て聯絡し車輪を廻轉して扉を開閉するもので，扉開閉運動の終始に於ける角速度が小さいのを特色とする。

斜接扉の開閉に要する力は　1）樞軸に於ける摩擦，2）扉前面の水の抵抗，3）不同水位による抵抗，4）取付鐵物のピンに於ける摩擦から計算せられる。

W を樞軸に加はる重量，r を樞軸の半徑，l_1 を樞軸から齒棒取付箇所に至る距離，μ を摩擦係數とすれば摩擦力率は

$$M_1=\int_0^r \frac{\mu W}{\pi r^2}2\pi x^2dx=\frac{2}{3}\mu Wr$$

故に齒棒取付箇所に於て扉に垂直に加へらるべき力は

$$F_1=\frac{M_1}{l_1}=\frac{2}{3}\frac{\mu Wr}{l_1} \quad \cdots\cdots\cdots(166)$$

次に水の單位重量を w，扉の角速度を ω，その線速度を $v=\omega x$，K を係數，扉の幅を l，その高さを h とすれば單位水壓力は

$$p=\frac{wKv^2}{2g}=\frac{wK}{2g}(\omega x)^2$$

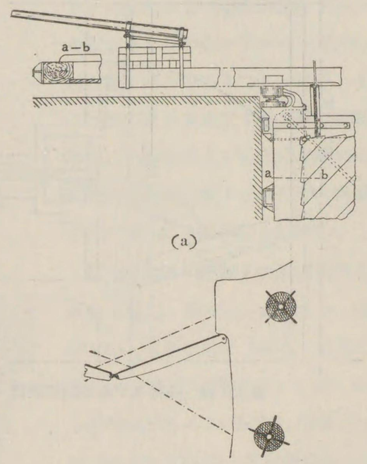
であるから，その力率は

$$M_2=\int_0^l \frac{wK}{2g}(\omega x)^2 xhdx=\frac{wK}{8g}\omega^2 l^4 h$$

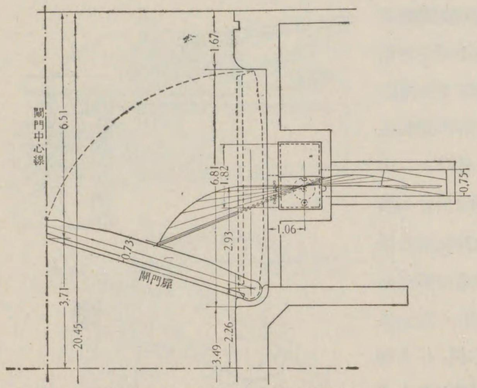
$$F_2=\frac{M_2}{l_1}=\frac{wK}{8g}\frac{\omega^2 l^4 h}{l_1} \quad \cdots\cdots\cdots(167)$$

次に扉前後の水位が平均せず，ΔH の水位差があるのに扉を開放する場合の抵抗は最も大きく，扉の下底から測つた高水位を H_1，同低水位を $H_2=H_1-\Delta H$ とすれば水の抵抗力率は

$$M_3=\frac{wl^2}{4}(H_1^2-H_2^2)=\frac{wl^2}{2}(2H_1-\Delta H)\Delta H$$



第356圖　斜接扉開閉裝置



第 357 圖　竪棒及び竪輪開閉裝置

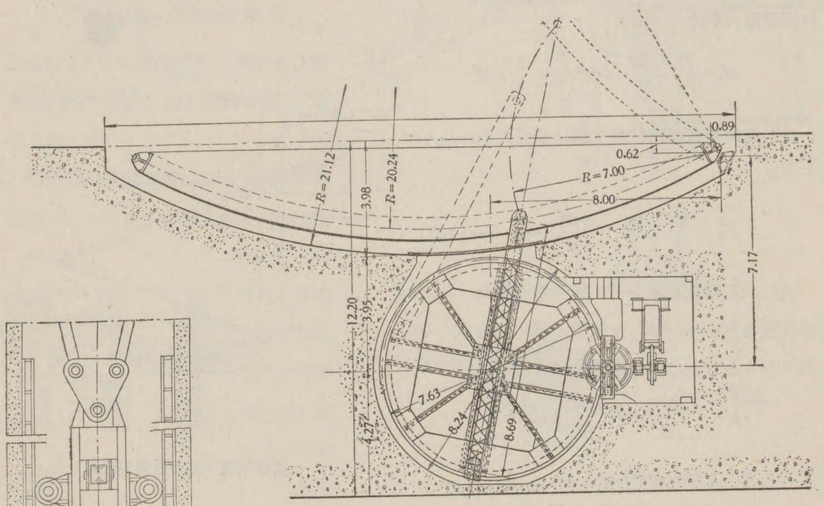
$$F_3=\frac{M_3}{l_1}=\frac{wl^2}{2l_1}(2H_1-\Delta H)\Delta H$$

$$\fallingdotseq\frac{wl^2H_1\Delta H}{l_1}\quad\cdots\cdots\cdots(168)$$

最後に樞軸及びピンの半徑を r とし，扉の自重に基因する水平力 Z を（161）式から求めるものとすれば摩擦力率は

$$M_4=\int_{-r}^{+r}\frac{\mu Z}{2r}\sqrt{r^2-x^2}\,dx$$

$$=\frac{\mu Z\pi r}{4}$$

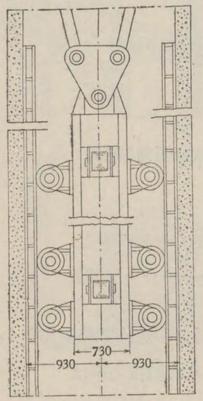


第 358 圖　車輪開閉裝置

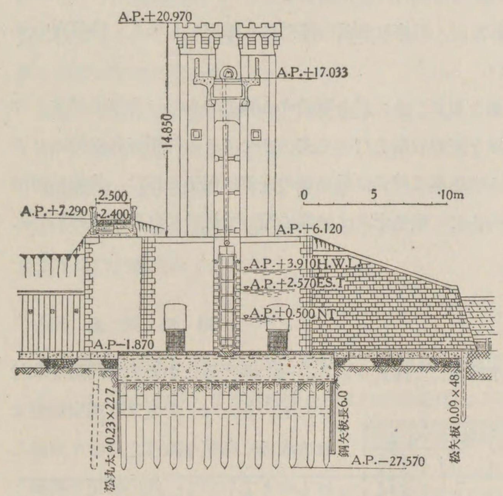
Z は上下に反對の方向に働くから力率は 2 倍となり

$$F_4=\frac{2M_4}{l_1}=\frac{\mu\pi rlW}{4l_1h}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(169)$$

2）**引揚扉**　閘門用引揚扉は揚扉堰に於けると同樣であつて，唯扉の前後兩面に水壓を受ける場合には兩側に皮鈑を張つて空氣室を造り，水の浮力を利用して捲揚動力を輕減する。閘門扉は可動堰，水門等と異な



第 359 圖　引揚扉輾子



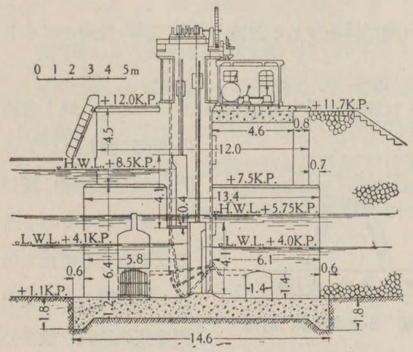
第 360 圖　船堀閘門前扉室

り，水位差のない場合に昇降するのを原則とするからストーニー式扉の如き輾子列を用ひることは稀で，多くは固定輾子を採用する。扉の前後兩面に水壓を受ける場合には第 359 圖の如く兩側に輾子を取付け，猫扉の左右兩端にも側輾子を設ける。

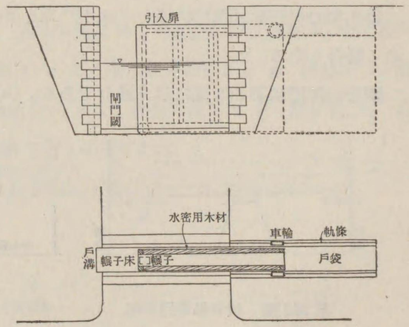
第 360 圖は引揚扉式の船堀閘門前扉室を示し，扉は高さ約 6.9 m，幅 13.4 m，厚さ中央で 1.0 m，兩端で 72.6 cm，輾子は徑 300 mm のものを前後兩側各々 12 個づゝ，側輾子は徑 200 mm のものを左右兩端各々 2 個づゝを設けた。

水密裝置は左右兩端は扉の兩端及び戸溝壁に木材を取付けて兩者を密着せしめ，底端は扉の下端橫桁に同じく木材及び護謨板等を取付けて扉床と密着せしめる。

引揚扉を複扉に造つたものは塔の高さを節約し得る利益があり，我が國でも北上川の脇谷閘門



第 361 圖　脇谷閘門後扉室



第 362 圖　閘門引込扉

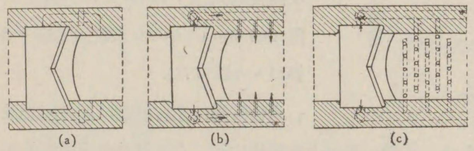
に採用せられてゐる。卽ち前扉室に於ては高さ 4.80 m の上下扉 2 枚を用ひてその重りを 30 cm 後扉室に於ては高さ 4.10 m の上下扉 2 枚を用ひて重りを 40 cm とする（第 361 圖）。

3) **旋開扉**　斜接扉と同様に隅柱を軸として廻轉する單扉によつて閘門の開閉を行ふもので，昔は小型の閘門の場合にだけ使用せられたが，近來は相當の閘門にも採用せられる。佛蘭西のセイヌ河，ロアル河などには旋開扉が多い。

4) **引込扉**　上部に桁を渡し或は橋梁を架けて之に扉を懸垂する様式のものは舟運の妨害となるから閘門扉には適しない。而も引込扉を底端の輾子だけで支へさせてその開閉運動を行はせることは危險である。仍つて現今行はれる引込扉の様式は扉前端の底部に輾子を設け，後端の頂部兩側に車輪を附し，扉を此の3點で支へさせて輾子床又は軌條に沿つて輾子又は車輪を轉動せしめる(第362圖)。

147. 給排水設備

閘室内の水位を變化させる爲の給排水設備に2様式がある。1) 閘門扉に小型の**水門扉**を取付けたものと，2) 扉室又は閘室側壁又は底版内に暗渠を設け之に弁を裝備しはものとであつて，此の暗渠を**閘渠**と呼ぶ。

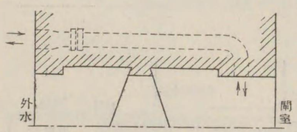


第363圖　閘渠の配置

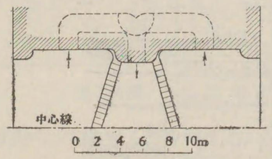
閘門扉に設けた水門扉の例は小型の閘門には頗る多く，近來は相當の大型閘門にも用ひられる。第348圖もその一例である。扉は引揚扉が普通であるが，水平軸の周りに廻轉する回轉扉を用ひる場合もある。

猶小型の引揚扉式閘門の場合には水門扉を省き閘門扉を少しく引揚げて水門扉の代用をなさしめる場合もある。

閘渠の配置は第363圖に示す通りである。(a) は閘渠を扉室側壁内に設けたもので，最も普通の様式に屬し，(b) は閘渠を閘室側壁に延長し，是から多くの小暗渠を分岐せしめたもの (c) は同様の小暗渠を閘室底面に設け數多の小孔から水を出入せしめるもので，共に閘門の寸法及び閘程が大きい場合に給排水を迅速に行つて而も閘室内の船舶に動搖を與へないことを主眼とする。(c) はパナマ運河のガトゥーン閘門に採用せられた方法である。(a) の方法は大河津閘門，關宿閘門，船堀閘門その他各地に採用せら



第364圖　横利根閘門閘渠



第365圖　小名木川閘門閘渠

れてゐるが，横利根閘門，小名木川閘門等の様な複式閘門では閘渠の吐口を戸袋内に設けると戸袋に收容せられてゐる逆扉の爲に水の流出を妨げられる不利があるので，第364圖，第365圖の様な特殊の配置に從つてゐる。

閘渠の寸法は我が國の河川閘門では高さ，幅ともに1.50 m 内外が普通であるが，前記ガトゥーン閘門の幹線暗渠の如きは直徑 5.50 m に達してゐる。

暗渠用弁には引揚扉，扇形扉，圓筒弁など各種の様式がある。我が國の河川閘門では横利根閘門がストーニー式引揚扉，關宿閘門，脇谷閘門，毛馬第2閘門，六軒屋第2閘門等が扇形扉，毛馬第1閘門が圓筒弁である。

148. 通閘時間

通閘時間は船舶入閘，扉閉鎖，給排水，扉開放，船舶出閘などに費される時間の合計で決定せられるが，此の内最も多くの時間を費すのが船舶出入であつて，通閘時間の約 50% を占める。

第73表　通閘時間

所要時間	シャール・ロア運河	カナル・ドゥ・サントル	デリヴァシオン・ド・ラ・スカルプ	モルダウ(運河化)	横利根閘門
	min sec				
船舶入閘	4 — 20	4 — 10	2 — 0	20 — 0	2 — 45
扉閉鎖	35	40	30	30	2 — 0
給排水	2 — 55	3 — 10	3 — 30	30 — 0	1 — 45
扉開放	35	40	30	30	2 — 0
船舶出閘	6 — 10	5 — 20	2 — 0	15 — 30	2 — 10
合計	14 — 25	14 — 0	8 — 30	66 — 0	10 — 40

水門扉による給排水時間は次の如く計算する。第366圖に於て扉前後の水位差を h，水門扉の通水面積を a，扉室部分の底面積を A，側壁勾配 $1:n$ なる閘室部分の長さを L，底幅を b，流量係數を f とする。給水時にありては閘室内の水位が x なる場合の流量は $Q=fa\sqrt{2g(h_1-x)}$ であつて，dt 時の間に閘室内の水位が dx だけ上昇するものとすれば

$$dQ=fa\sqrt{2g(h_1-x)}dt=\{A+L(b+2nx)\}dx$$

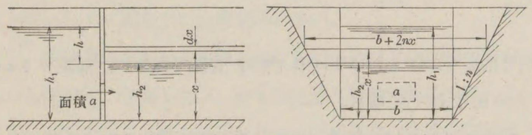
之を積分して給水時間は

$$t=\frac{A+bL+2nL(h_1-\frac{1}{3}h)}{fa}\sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(170)$$

同様にして排水時間は

$$t=\frac{A+bL+2nL(h_1-\frac{2}{3}h)}{fa}\sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(171)$$

閘室側壁が鉛直である場合には(170)，(171)式に於てnを含んだ項が消滅する。流量係數は普通$f=0.62$位を採用してよい。



第366圖　給排水時間

次に閘渠の場合には閘渠の長さをl，その徑深をR，流速係數をcとすれば流量は$Q=ca\sqrt{R\frac{h_1-x}{l}}$であるから，同樣に計算して給水時間は

$$t=\frac{2\left[A+bL+2nL\left(h_1-\frac{1}{3}h\right)\right]}{ca}\sqrt{\frac{lh}{R}} \quad \cdots\cdots(172)$$

排水時間は

$$t=\frac{2\left[A+bL+2nL\left(h_1-\frac{2}{3}h\right)\right]}{ca}\sqrt{\frac{lh}{R}} \quad \cdots\cdots(173)$$

流速係數cは閘渠の摩擦，入口の抵抗，彎曲などに基因する損失水頭から計算することを得べく，短い閘渠で$c=0.5\sim0.7$，長い閘渠では$c=0.4$位に下る。

排水時間が短く，從つて水位の下降が急激であつても船舶には支障を來すことが少いが，給水時間が短く水位の上昇が急激に失すると船舶に動搖を與へる危險があるから，水位の上昇速度は10～27 mm/sec程度が普通である。パナマ運河閘門の例は33 mm/secで，此の爲に前述の樣な特殊の閘渠が採用せられてゐる。

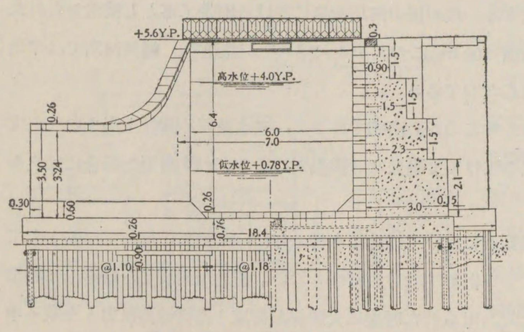
猶河川閘門にはその必要がないが，運河閘門では**水の節約**が必要な場合があり，此の爲に通閘毎に閘室內の水の全部を下區に放流せず，數箇の**側設貯水池**を設けて水位段階に應じて是等の貯水池に水を貯へ，最後の段階の部分の水だけを下區に流す樣な方法が行はれる。

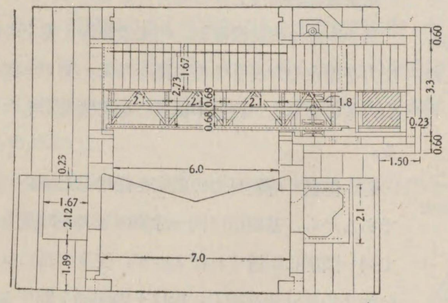
第四章　水門其の他

149. 水　　門

排水，通航等の爲に支派川の合流點又は分岐點に設けられる工作物を**水門**と言ひ，扉を備へて洪水時には之を閉切つて洪水の支派川に流入することを防ぐ。同じく河川改修工事の**特種工事**として施行せられる。

水門の構造は閘門の扉室と全く同一であつて，給排水の爲に扉に水門扉を設けず，側壁に暗渠を設けないだけの相違である。扉は斜接扉，引揚扉が普通に採用せられる。利根川下流の印幡，





第367圖　小野川水門

小野川の2水門，荒川下流の綾瀬，隅田，中川，木下川，新川の5水門などは何れも斜接扉を採用してゐるが，閘門の場合と同樣に斜接扉は出水の初期に於て機を逸せず之を閉鎖しなければ扉を破壞する危險がある。

引揚扉を備へた水門の例は荒川の岩淵水門，北上川の福地水門などであつて，後者に於ては脇谷閘門と同樣に上下2枚の引揚扉を採用した。

第367圖は小野川水門を示す。

150. 樋門及び樋管

水門に類似して徑間概ね是より小さく，目的上用水取入又は惡水排除を主とし舟航を從とする工作物を**樋門**又は**樋管**と呼び，關東地方の一部では之を**圦樋**とも呼ぶ。河川法に所謂河川に關する工事の爲に必要を生じた他の工事として，河川改修の**附帶工事**として施行せられる場合が頗る多い。

樋門又は樋管は水門と異なり，堤防を橫斷する暗渠として築造せられるのが普通で，徑間の大きいものを樋門，小さいものを樋管と呼ぶのが一般の慣例であるが，兩者の間に截然たる區別はない。從つて樋管は殆ど舟揖を通ぜず用排水だけを目的とする。

1) **材料**　木造，煉瓦造，コンクリート造，鐵筋コンクリート造などがある中で，近來最も多く行はれるのは鐵筋コンクリート造である。

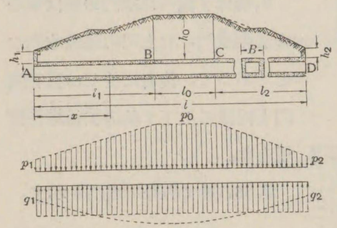
2) **斷面**　煉瓦造の場合には通例頂部を拱形にした**拱渠**が採用せられるが，鐵筋コンクリート造の場合には方形又は矩形斷面の**函渠**が最も多く，斷面積の小さい樋管には鐵筋コンクリート圓形管を用ひる場合もある。

通水斷面積は最大取水量又は排水量から決定せられ，舟航の從目的を有する場合には通航船舶

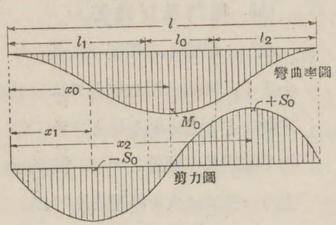
の最大寸法によつてその幅員を決定する。我が國の河川改修に於ける附帶工事とし築造せられた排水用樋門，樋管の斷面積は排水面積 100 ha につき 0.6～2.5 m² が普通で，緩流河川では平均 1.0 m²，急流河川では平均 2.0 m² 位になつてゐる。

函渠は幅員よりは高さを稍々大きくするのが經濟的であつて，通水斷面の關係上高さに比して著しく幅を增す場合には中間に隔壁を設けて 2 聯又は 3 聯函渠に造る。2 聯 暗渠の場合には之を**双渠**と言ふ。

3) **渠體**　拱渠又は函渠として橫斷面に就いての計算を行ふ外に，縱斷面に就いては桁として計算しなければならない。蓋し河川堤防を橫斷して築造せられた暗渠は大體梯形荷重と抛物線形反力とを蒙る中空斷面の桁として彎曲應力及び剪應力を受け，此の彎曲が暗渠破壞の原因となる場合が珍しくないからである。



第 368 圖　暗渠の外力



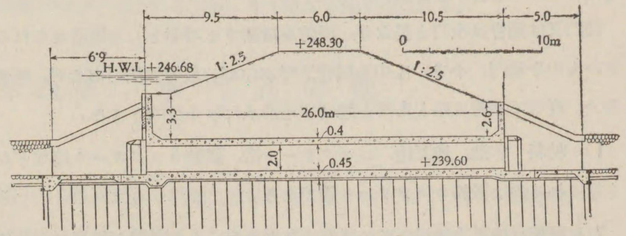
第 369 圖　暗渠の應力

第 368 圖は堤防橫斷面，暗渠縱斷面，安全の爲に等變反力を想定した場合の外力圖を示し，第 369 圖は此の想定の下に計算した彎曲率圖及び剪力圖を示したものである。

4) **基礎**　等變反力の假定を採用した場合でも $q_1 \fallingdotseq q_2$ であるから，基礎杭は同一寸法のものを暗渠全長に亙つて同一間隔に配置すればよいが，安全の爲には兩端よりは中央の杭寸法を增し，或はその間隔を縮少して反力を荷重の變化に對應せしめる。

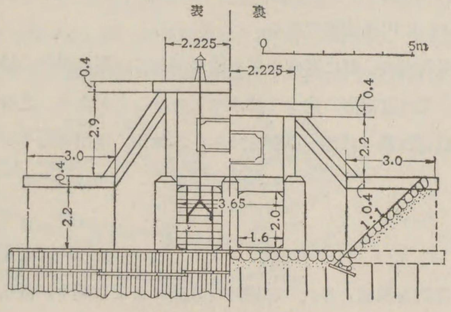
暗渠の前後兩端には必ず相當の長さの矢板を打込んで透水防止を圖る。

5) **水叩**　暗渠呑口及び吐口には洗掘防止の爲に水叩を設ける。石張，コンクリート又は鐵筋コンクリート版が用ひられる。場合によつては水叩末端にも矢板を打込む。



第 370 圖　富士川增穗樋門縱斷面

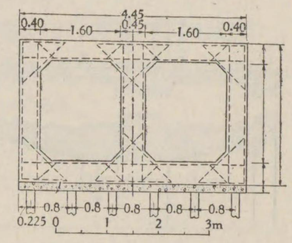
6) **翼壁**　暗渠呑口及び吐口の左右は堤防との取合を完全にし，土砂の崩壞を防止する爲に左右に開いた翼壁を設け，且之に接續して水路の兩側に袖石垣を設ける。



第 371 圖　增穗樋門正面

7) **胸壁**　暗渠兩端の頂部には胸壁を設けて土砂の崩落を防止すると共に門扉開閉の爲の踊場を造る。之を正面壁とも言ふ。

8) **門扉**　樋門又は樋管用の扉には斜接扉，引揚扉，鉛直軸の周りに廻轉する旋開扉，水平軸の周りに廻轉する**垂扉**などが用ひられる。木造，鋼製或は兩者併用の合成扉が使用せられるが，取付鐵物以外は木材にする場合が最も多い。開閉機は多くは手動により大型樋門に對して稀に動力を用ひる。洪水時門扉が危險に瀕した場合の非常締切用として樋門又は樋管の川裏側末端には戸溝を設けて角落を備へるのがよい。

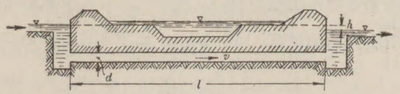


第 372 圖　增穗樋門橫斷面

第 370 ～ 372 圖は夫々富士川改修工事に於ける增穗樋門の縱斷面，正面，橫斷面を示す。

151. 伏　　越

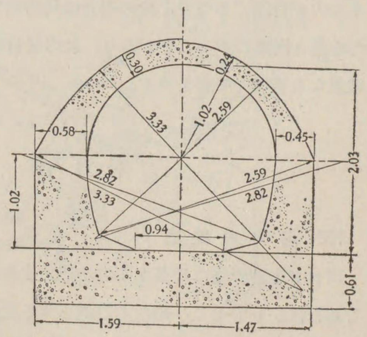
用排水路が河川，運河等と交叉する場合に之を橫斷してその河床下に設けられる第 373 圖の如き工作物を我が國では**伏越**又は**伏樋**と呼び，同じく附帶工事として施工せられる場合が少くない。



第 373 圖　伏　越

コンクリート又は鐵筋コンクリートの拱渠，函渠又は管渠として築造せられ，その兩端には竪坑を設けて用排水渠と聯絡する。

我が國の河川改修の附帶工事として施行せられた伏越の著名なる例は岡山縣の高梁川筋淺口郡船穗村大字水江地先に設けられたもので，右岸堤內 1 020



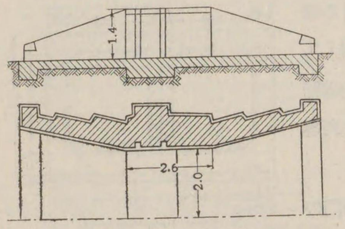
第 374 圖　高梁川水江伏越橫斷面

ha の水田に對して左岸から最大 4.7 m³/sec の灌漑用水を送ることを目的とし，長さ 735 m，斷面は第 374 圖に示す様な幅 2.03 m，高さ 2.03 m の馬蹄形である。

洪水期間中樋門，樋管類を閉鎖する結果堤内地の一部に湛水を見る様な場合には別に堤内に排水用の幹線水路を設けて河川下流部に於て，又は直接海に向つて排水せしめることがあり，之を**内水幹線**と呼んでゐるが，内水幹線工事の爲には屢々伏越を必要とする．木曾川，淀川の如きがその例である。

152. 陸　　閘

堤内と堤外との交通の爲に**坂路**によつて堤防を乘越える代りに堤防を或高さまで切開き，洪水時には之を締切る構造とした工作物を**陸閘**と呼び，我が國の河川堤防に於ても各地にその例がある。陸閘は堤防の弱點であり，管理が嚴重を缺いて出水時締切の時機を失すると不測の災を釀す虞があるから，成るべくその箇所數を減ずるのが望ましい。



第 375 圖　陸　閘

陸閘の構造は第 375 圖に示す様に左右兩側の堤防切斷面を煉瓦，コンクリート，鐵筋コンクリート擁壁を以て保護すると同時に底面をコンクリートで固め，擁壁には幅 10～25 cm の戸溝を設け，出水時には之に角落又は堰板を挿入し，その内側に土俵などを積んで水留とするのであるが，1 m 位の間隔を以て 2 條の戸溝を設け，堰板を 2 重にした間に土砂を塡充して締切を行ふものもある。

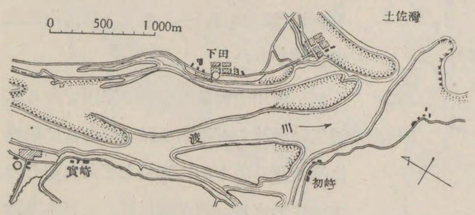
陸閘の**幅**は前後の道路幅員から定り，3～6 m が普通であるが，幅が大きい場合には洪水締切の場合に限つて中間に中柱を建込み 2 徑間にする。**敷高**は計畫高水位と同高又は是より稍々低くするのが普通であつて，此の場合は堤防の安全を脅される危險が少い。場合によつては敷高を堤内地盤と同高にすることがあり，此の場合には計畫高水位以下 1.0～1.5 m に下ることがあつて嚴重なる管理を必要とする。

第五章　河口改良

153. 河口の埋塞

河口が土砂の爲に埋塞するのを防止することは曾に洪水快疏を目的とする高水工事として必要であるばかりでなく，舟航を目的とする低水工事としても必要である。唯前者の爲には一定の流水斷面積が與へられさへすれば，特定の水深を必要としないのに反し，後者の爲には船舶の出入

を可能ならしめるに足る一定の水深を必要とし，同時に河口に於て打込波による碎波を生じないことを要する。例へば茨城縣那珂川河口(那珂湊)，千葉縣利根川河口(銚子)，靜岡縣狩野川河口(沼津)，兵庫縣圓山川河口(津居山)，鳥取縣千代川河口(賀露)などの様に高水工事の目的を達したゞけでは船舶の出入を安全且確實ならしめるには足りないのである。



第 376 圖　渡 川 河 口

河口埋塞の**原因**は之を三大別する。

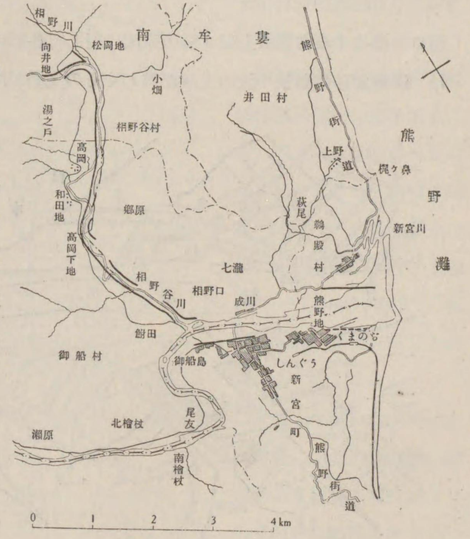
1) **流送土砂**　河川が上流から流送して來た土砂を流水勢力の喪失した河口附近に沈澱せしめる結果河口を埋塞する場合。

2) **漂砂**　潮流又は風浪の作用による海岸**漂砂**の爲に河口を埋塞せられる場合。特に主潮流に伴ふ副潮流として常に一定の方向に流れる**沿岸潮流**，又は日本海沿岸に於ける冬季の西北風の如き强い**恒風**に基因する漂砂などは河口埋塞の有力なる動因をなすのである。

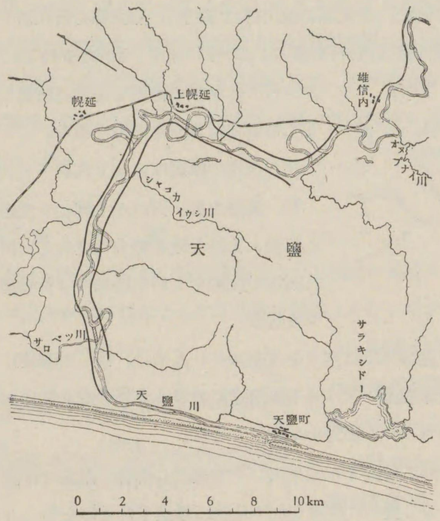
3) **移動砂丘**　海岸砂丘が風の爲にその方向に移動する結果河口を埋塞する場合。砂丘とは波浪の爲に海濱に打上げられた砂が更に風によつて後方に吹送られて丘狀に堆積したものを指し，山形縣や新潟縣の海岸にもあるが，その最も著しいものは茨城縣鹿島灘沿岸の砂丘と鳥取縣浦生川河口から千代川河口に亙る大砂丘とである。

是等の原因は多くの場合相伴つて起るを常とするが，潮流又は風浪の爲に水中を海濱に沿つて移動して來た漂砂が河口附近に於て河水と衝突し，或は河水によつて上流から流送せられて來た砂礫が同じく河口附近で逆風浪と衝突する場合に生ずる**砂洲**は通例次の様な二つの形態を取る。

1) 河川の流量が大きいか，風浪が弱い季節には砂は河水の爲に海中遠く押流され，河川の流量が小さいか，風浪が强い季節には砂は河口に沈澱して之を埋塞する。本邦河川の多くは此の理によつて冬は殆ど



第 377 圖　新 宮 川 河 口



第378圖　天塩川河口

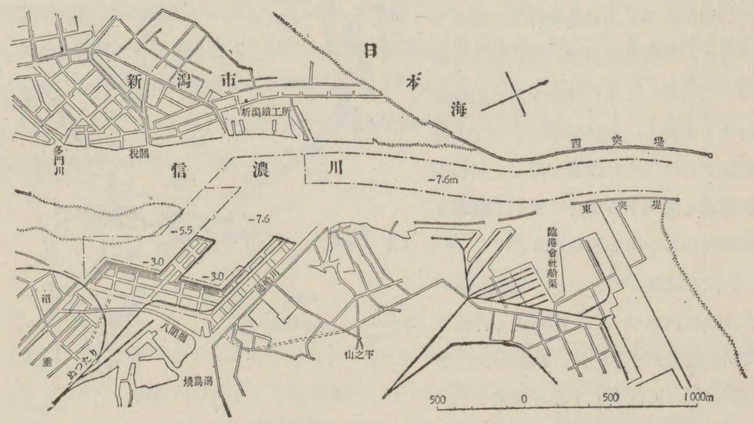
河口を埋塞せられ，夏の出水に際して砂洲を洗掃し，此の現象を無限に循環せしめてゐる。阿武隈川，渡川(第376圖)，新宮川(第377圖)その他大小の河川に此の實例が多い。

2)　河川の流量と漂砂の原因である風浪又は潮流とが平衡を保つ場合には砂洲は漸次漂砂の方向に延長して河口をその方向に曲げる。我が國に於ても日本海沿岸の大河川は此の理によつて河口が彎曲する傾向があり，北海道の石狩川の流末は海濱に沿つて東北に流れること約4 km，同じく天塩川(第378圖)は同じく南に流れること約7 km に達してゐる。

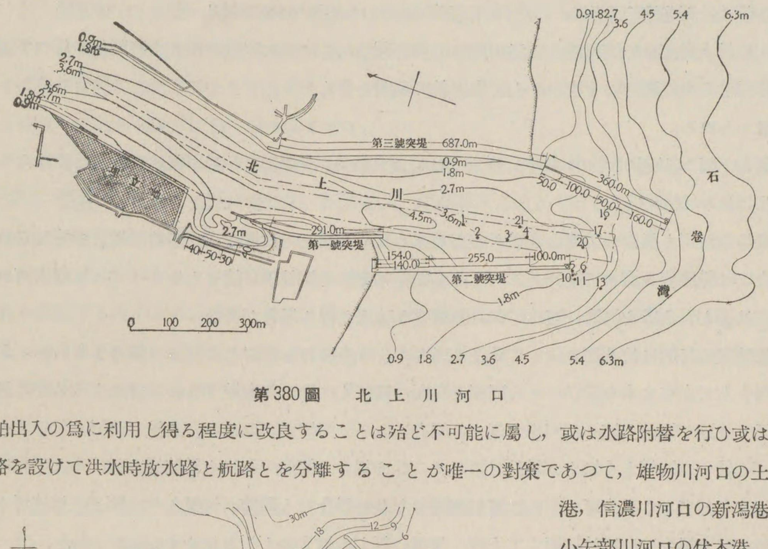
154. 河口維持

河口を維持する方策は上記3個の原因に對して各別に講ぜられなければならない。

1)　**流送土砂の對策**　流送土砂が夥しくその沈澱が河川の流末全般に亙る場合にはその河口を

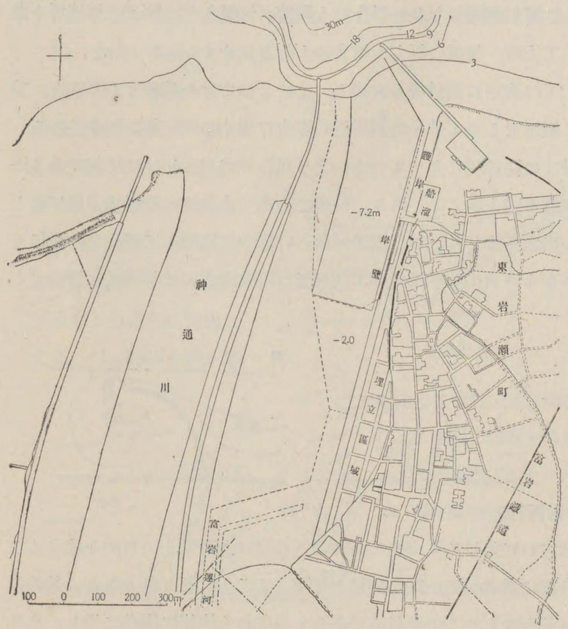


第379圖　信濃川河口



第380圖　北上川河口

船舶出入の爲に利用し得る程度に改良することは殆ど不可能に屬し，或は水路附替を行ひ或は分水路を設けて洪水時放水路と航路とを分離することが唯一の對策であつて，雄物川河口の土崎港，信濃川河口の新潟港，小矢部川河口の伏木港，北上川河口の石巻港などがその適例である。



第381圖　神通川河口

第379圖の信濃川河口は新信濃川開鑿の結果洪水による夥しい流送土砂の災厄から免れたので，河口に延長 1517 m の西突堤及び 615 m の東突堤を設けて港内を −7.6 m に浚渫し，以て新潟港を修築することに成功したのである。

又第380圖の北上川河口は同樣に新北上川開鑿の結果洪水と絶緣するに至つたので河口に延長夫々 1047 m 及び 509 m の東西兩突

堤を設け，石卷港の港內を −4.5 m に浚渫して河口改良の目的を達した。

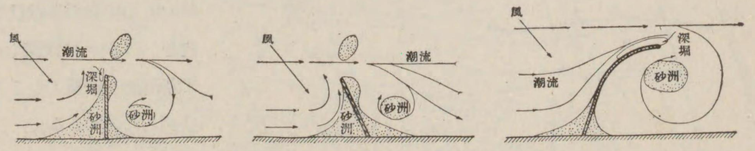
次に最上川河口の酒田港，神通川河口の東岩瀨港などは河口附近に限り水路附替を行つて河口を移動せしめ，舊河口を港口として廢川敷に港灣を營んだものであつて，同じく河口改良の一種に數へられる。

第 381 圖は神通川河口を示す。東突堤は延長 410 m，西突堤は神通川新河口右岸に設けられて延長 320 m である。

是等の河川と異なつて流送土砂が左迄著しくなく，且その沈澱堆積が河口附近に限定せられる場合には**導流堤**を海中に突出して，その堤頭を相當の水深箇所に達せしめさへすれば從來河口附近に沈澱した土砂を深海に運んで河口の埋塞を防止し得る場合が多い。

導流堤の目的は流水幅を狹めて流速を增し，その洗掃力を利用して河口を維持するにあるから原則として左右 2 本を設け，その間隔を堤頭に近づくに從つて漸減するのを常法とするが，河口附近で流路が彎曲し流心が凹岸に偏する場合にはその凹彎曲の側だけに曲線導流堤を設けさへすれば相當の水路幅と水深とが維持せられる。此の場合凸彎曲の側にも導流堤を設けるとすればその長さを前者より多少短くする。河川が彎曲しない場合でも潮流，恆風などの關係上導流堤を曲線形に造る場合には潮流に對して上流，恆風に對して風上のものを長くするのがよい。

2) **漂砂の對策**　漂砂に對しては海中に**防砂堤**を突出し，之によつて砂を停留せしめるか，或は防砂堤の方向を漂砂の方向に順應せしめて砂を堤頭附近の深海に導くのが一般の對策である。蓋し漂砂の特に激しい砂濱に於ては防砂堤によつて完全に之を阻止することは不可能であるから，巧に之を誘導して河口の埋塞を防止するのである。一般に海濱に直角又は漂砂の方向に反して傾斜した防砂堤はその外側に砂洲を生じ易いが，漂砂が激しい場合には直ちに埋沒し，更にその堤頭を掠めて砂の移動が起るから河口の防砂堤は必ず恆風又は潮流の方向に傾斜又は彎曲せしめる(第 382 圖)。



第 382 圖　防砂堤の方向

特別に漂砂の激しい海濱では河口に於ける 1 本の大防砂堤だけでは漂砂防止の目的を達することが出來ないから，更にその外側に數本の短い**副防砂堤**を並設することが效果的である。是等の副防砂堤はその內外兩側に砂を停留せしめるのが目的であるから何れも海岸に直角に造り，その間隔は堤長の 2 倍前後に選ぶ。

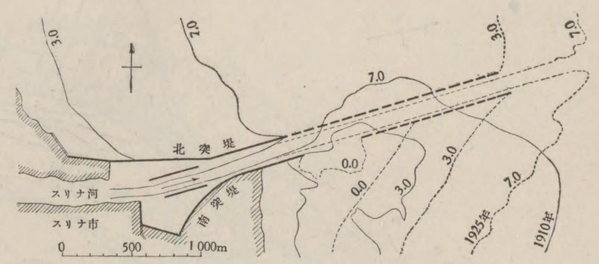
3) **移動砂丘の對策**　海濱の砂が風の爲に吹送られ，河川敷內に堆積して河口を埋塞するのに對しては**海岸砂防工事**を施して砂の移動を防止する。此の場合に防砂堤又は導流堤の根幹部を多少高めて砂防の用に供することもあるが，是等は殆どその功を奏せず，砂は幾許ならずして堤體を埋沒して之を乘越すに到るのを常とする。

砂丘の移動を防止する爲に砂自體の力を利用して是が安定を圖るのが海岸砂防工事の要諦であつて，普通に行はれる方法は簀立工，粗朶柵工，連束藁工の如きものを縱橫碁盤目に施工してその間に砂を溜め，是等の假工事が砂に埋沒すれば更にその上に同一工法を繰返して砂丘を固定し，その間にグミ，ハゲシバリの樣な砂地に適する灌木を生育せしめ，追つて松苗等を植付けて防風林を造成するのである。松苗を植ゑる場合に一面に**敷藁工**を行へば，砂の飛散を防ぎ，水分の蒸發を妨げると同時に藁が腐つた時にはそれが苗木の肥料となる。此の種の海岸砂防工事の成功せる實例は茨城縣村松海岸，大洗海岸等に見出される。

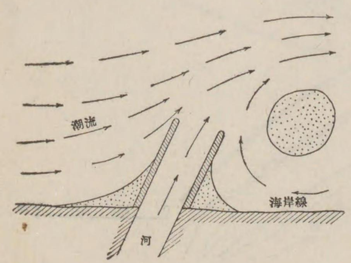
155. 河口突堤

河口に造られる防波堤，導流堤，防砂堤兼用の工作物を**突堤**と言ふ。

1) **方向**　突堤の方向は漂砂のない海濱で河川の流送土砂を深海に導くと同時に水路の水深を維持するだけの目的の場合には河川流路に倣つて直線又は曲率の小さい曲線で海岸から直角に突出してよいが，漂砂を伴ふ潮流又は强風のある海濱では潮流又は强風の方向に順應した曲線で海岸から斜に突出すのがよい。



第 383 圖　スリナ河口



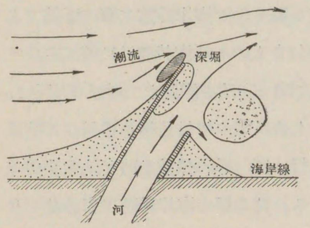
第 384 圖　平行突堤

ナイル河，ドナウ河，ミシシッピー河，遼河などの河口突堤は前者の例であつて，第 383 圖はドナウ河三角洲の中央水道スリナ河口を示す。

又後者の場合に於ては第 384 圖の如く潮流と河水とが相俟つて土砂を河口から洗掃する利益があり，上流側又は風上側の突堤を多少長くした方が一層效果的で

あると同時に船舶の出入にも便利であるが，兩岸の突堤延長が相違し過ぎる場合には第385圖の様に長い方の突堤の內側及び短い方の突堤の堤頭に近く砂洲を生じ，却つて航路を不良ならしめる。

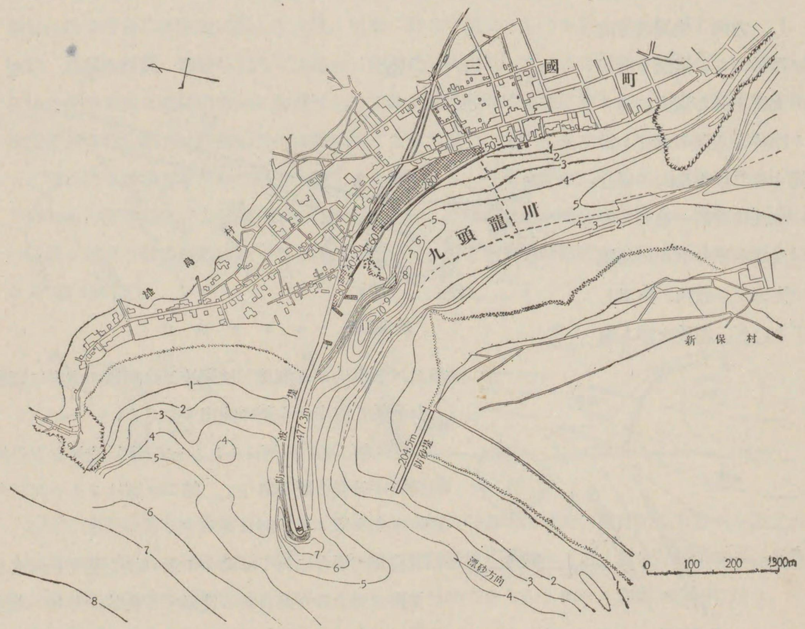
2) **長さ**　突堤の長さは所要の水深に相當する等深線附近まで延長するのが原則であるが，漂砂を顧慮する場合には波浪の小さい海濱では平均干潮面以下 5 m，波浪の大きい海濱では同じく 6～7 m の水深に達すれば海底の砂の移動がないものと考へてよい。



第385圖　跛行突堤

但しドナウ河，ミシシッピー河などの様に流送土砂の多い河川では突堤を延長するに從つて砂洲前進する傾向があつて，更に突堤の延長を必要とする場合が多い。遼河河口の如きもその例である。

3) **高さ**　突堤の高さは單に防砂及び導流だけを目的とするならば平均滿潮面と同高，或は是より低くても差支ないが，防波を目的とする場合には平均滿潮面上 1.2～1.5 m に造るのが通例である。



第386圖　九頭龍川河口突堤

4) **構造**　突堤の構造には捨石堤，コンクリート・ブロック堤，矢板堤，捨石及びブロック混成堤，函塊堤などが採用せられる。

突堤に就いて特に注意すべきは河口突堤は河川の水流を誘導する關係上その內側に沿つて洗掘を蒙ることである。突堤が曲線形に造られた場合には特にその傾向が著しいから，捨石，粗朶沈床などによつて洗掘防止を圖る。第386圖は九頭龍川河口の突堤であつて，左岸は防砂堤，右岸は防波堤の效用をなし，前者は捨石及びブロック混成堤，後者は捨石堤である。

第七編　河川改修及び維持

第一章　河川改修

156. 河川調査

河川改修の計畫を樹てるに當つては先づ諸般の調査と實測とが必要である。

河川に關する**調査**は通例次の諸項に就いて行はれる。

1) **河川流域**　流域面積，流域內山地及び平地の區別，流域內の郡市名など。通例陸地測量部の 1:50 000 又は 1:200 000 地形圖から等高線を辿つて分水界を記入した**流域圖**を作り，之に各支川別の分水界をも記入する。

2) **汎濫區域**　汎濫面積，汎濫區域內の市町村別戶數及び人口。汎濫區域は通例 1:50 000 地形圖に既往最大洪水によるものを記入する。

3) **氣象**　流域內の主要地點に就いて雨量及びその分布，氣溫，積雪量，又場合によつては蒸發量など。

4) **地質及び地貌**　流域內の地質，一般的地勢，森林狀態その他河川の流出率に影響を及す事項。

5) **河川延長**　幹川及びその支派川に就いて水源から海又は幹川との合流點に至り，或は幹川との分岐點から海に至る流路延長，同じく幹川及び支派川に就いての航路延長，流木及び流筏路延長など。

6) **工作物**　堤防延長，護岸延長，橋梁，樋門及び樋管の箇所數など。

7) **河川利用狀況**　灌漑用水取入箇所數，取水量及び灌漑面積。水力發電箇所數，取水量及び總出力。上水道取水箇所數，取水量及び給水人口。工業用水，水車等の取水箇所數及び取水量。漁業權設定箇所數その他。

8) **水害狀況**　既往に於ける水害の記錄。既往 10 箇年の年平均水害損失額及び河川費。水害損失額調は第1表と同一の形式に作る。

9) **利益計算**　改修工事施行の結果水害を免れる區域の市町村名及び面積。改修による年平均水害損失額の減少見込額。年平均增收見込額。新に耕地となり得る土地の面積及び年產額。附近の土地價格の增加見込額など。是等の利益計算に於て直接的利益の年平均額が改修工事費の金利を超過すれば河川の改修が經濟的に有利とせられる。

次に河川に關する**實測**は次の諸項に就いて行はれる。

10) **平面測量**　河川の平面及び高低測量は通例改修區域內に限つて行はれ，平面測量に於ては河川流路を中心として左右岸は有堤部では堤內若干の距離以內，無堤部では大體汎濫區域以內を實測して，之を 1:1 250，1:2 500，更に之を縮圖して 1:10 000 の縮尺の平面圖に作る。

平面圖には堤防，護岸，水制，床固，堰堤，閘門，水門，樋門，樋管，陸閘，曳船道，渡船場，物揚場，道路，橋梁，電線路，用排水路などの如き河川の**附屬物**その他の工作物は勿論，三角點，水準基標，距離標，量水標の位置を記入する外，地域內神社，佛閣，學校，病院，市町村役場その他の公共的建築物，宅地，耕地，森林，原野の狀況等を記入する。

距離標は河川の何れか一方の岸に沿ひ，有堤部では堤防天端に河口又は幹川との合流點から上流に遡つて 100 m 毎に之を設け，對岸は是から河道に略々直角の見通に設置する。長さ 1.2 m 以上，12 cm 角の木杭を使用し，1 km 毎に頭部約 30 cm を 12 cm 角に仕上げた石標を用ひ，何れも側面に km を單位として距離を刻む。

11) **縱斷測量**　左右兩岸の距離標高，堤防高，量水標零點高，水門，樋門等の敷高，その他重要工作物の高さ等を測定し，通例水平には 1:10 000，鉛直には 1:100 の縮尺を以て縱斷面圖を作る。縱斷面圖には距離標位置，距離標間の距離，同遞加距離，各斷面に於ける最低河床高，左右兩岸堤防高，同距離標高，量水標位置及び零點高，同時水位，既往最大洪水位，平均低水位等を記入し，改修計畫が定つた場合には更に之に計畫高水位，計畫堤防高，高水敷掘鑿高等を記入する。

距離標間の距離は大體流心又は高水時流水の流路に沿つて測る。又水準基標は附近の陸地測量部水準基標から誘導して河川の兩岸各 5 km の間隔毎に變動の眞のない地盤箇所を擇んで之を特設するのがよいが，改修工事竣功後は閘門，水門，堰堤等の側壁又は堰柱天端に半球形の突起を備へた砲金を埋込んで之に基標を移すのが便利である。

12) **橫斷測量**　兩岸の距離標の見通線に就いて平面測量の區域に亙つて橫斷測量を行ひ，水中は水際線から約 10 m 毎に**深淺測量**を行ひ，通例水平には 1:1 000，鉛直には 1:100 の縮尺を以て橫斷面圖を作る。

橫斷面圖は改修計畫を樹てるに當つて流量の計算，掘鑿並びに浚渫土量の計算，用地幅の決定などに利用せられる。用地幅が定つた場合に各斷面毎に官民地境界に設定せられる杭を**幅杭**と言ふ。

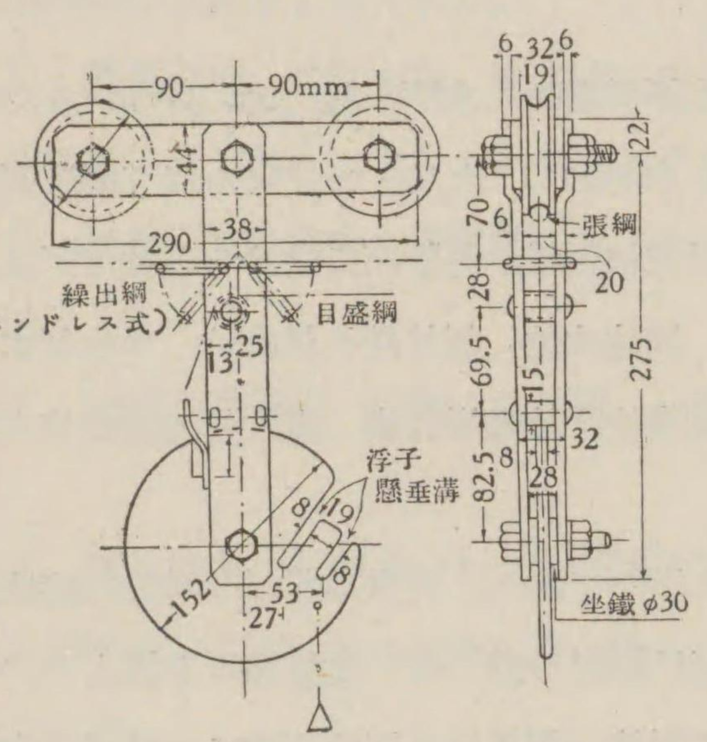
河口附近に於ては深淺測量の結果を平面圖に等深線を以て表すのが普通であつて，此の爲には海岸に沿つて之に略々直角に約 200 m 毎の見通線上に於て約 20 m 毎に水深を測定する。

13) **水位觀測**　水位を觀測するには適當な距離に配置せられた量水標又は自記水位計による。

水位の觀測は毎日朝夕 2 回之を行ふのを通例とし，河川が增水して**指定水位**以上に達すれば毎時觀測又は毎 30 分觀測を行ふ。量水標又は自記水位計には水位觀測又は用紙取換の爲に量水標觀測人を常置するを要するが，外に觀測人を置かない**洪水標**があり，洪水減水直後に臨時觀測人を派遣して塵芥の附著した痕跡によつて最高水位を推定し，全川に亙る最高水位曲線を描く資料とする。

水位觀測は河川調査中，改修工事施行中，工事竣功後に亙つて繼續して之を行ふことを要し，觀測が永年に亙つて繼續せられる程正確なる統計が得られる。その結果によつて最高水位，最低水位，平均水位を知り，且之を基礎として平均低水位，平水位，渇水位等を算出する。

14) **流量測定** 流量を實測するには低水時には流速計，高水時には浮子などを用ひて斷面の平均流速 v を測定し，之に流水斷面積 A を乘じて $Q=vA$ から流量を算定する。流量觀測所は成るべく河川の直流部であつて兩岸稍々直立し，且上下流を通じて河積に大差のない箇所に之を擇び，上下流に量水標を設置して流速觀測と同時に水位觀測を行ふ。



第387圖 浮子投下器

高水時流量觀測を行ふに當つて浮子投下を安全確實ならしめる爲には橋梁の下流 50 m 位の距離に流量觀測所の上流斷面を選ぶのが便利であるが，斯くの如き好適地點が得られない場合には兩岸に木柱を立てゝ鐵索を架け渡し，之に適當な構造の**浮子投下器**を吊し，繰出綱によつて之を所要の位置に達せしめて後，目盛綱を引いて浮子を懸けた滑車を廻轉せしめて浮子を投下する。

第 387 圖は浮子投下器の一種である。

157. 改修計畫

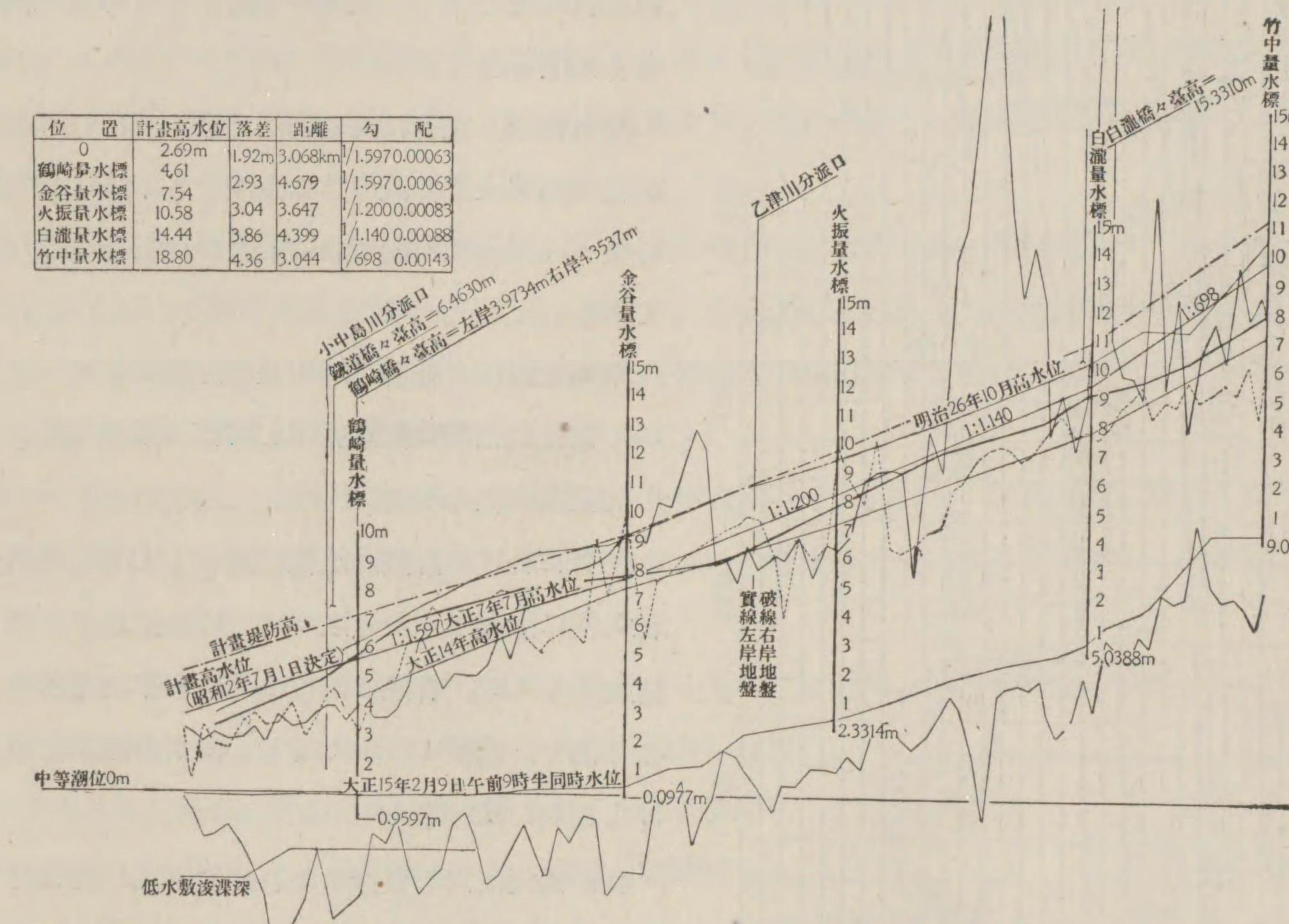
河川の改修計畫を樹てるに當つては先づ計畫高水流量を決定し，次に計畫高水位，水面勾配，計畫斷面，堤防法線を決定し，實測縱橫斷面圖によつて築堤土量，掘鑿浚渫土量を計算する。

1) **計畫高水流量** 長年に亙る多數の高水時流量觀測資料によつて流量曲線を描き，之によつて既往最高水位に相當する流量を推定すること，或は適當なる斷面を選んで橫斷面積を測り，その附近に就いて既往最大洪水時の洪水の痕跡を調べ，之によつて水面勾配を推定し流量公式から流量を算定すること，流域面積，流域內地勢，雨量などの略々同一な他の河川と比較して比流量からその河川の流量を計算すること。以上三つの結果を適當に參酌し之に多少の餘裕を附けて計

畫洪水流量とする。但し既往の最高水位，最大洪水の痕跡などを算定の基礎とする場合には該斷面より上流に於ける破堤又は溢流による汎濫の有無を調査し，堤防によつて汎濫を防止した場合の水位の上昇を計算の中に加へなければならない。

又將來森林が伐採開墾せられて耕地となり，耕地が市街地となる等の原因から雨水の保留及び滲透を減ずる結果河川流量が自然的に增加することも考慮しなければならない。

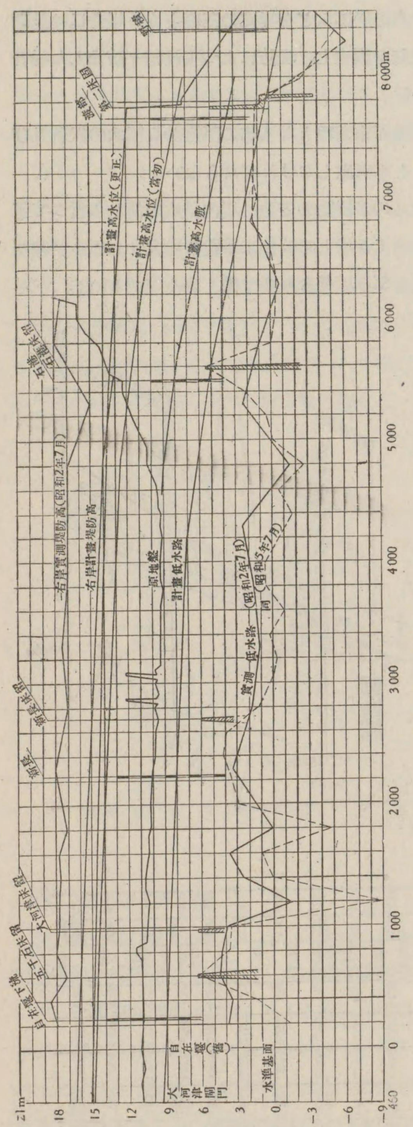
2) **計畫高水位** 計畫高水位は成るべく低く取るのが堤防の安全，堤內排水の便から言つて望ましいが，その結果は用地幅を增し，掘鑿浚渫の土工を增して改修工事費を增大せしめる不利があるから，大體既往最高水位を標準として，出來るならば是より多少低く取るのがよい。



位置	計畫高水位	落差	距離	勾配	
0	2.69m	1.92m	3.068km	1/1.597	0.00063
鶴崎量水標	4.61	2.93	4.679	1/1.597	0.00063
金谷量水標	7.54	3.04	3.647	1/1.200	0.00083
火振量水標	10.58	3.86	4.399	1/1.140	0.00088
白瀧量水標	14.44	4.36	3.044	1/698	0.00143
竹中量水標	18.80				

距離標	計畫堤防高	計畫高水位	同時水位	流心ニ於ケル河床高	右岸丁杭高	左岸丁杭高	流心距離
0km	4.19m	2.69m	−0.1012m	−0.20m	2.4978m	2.5488m	0m
1.0	4.87	3.37	−0.1285	−1.95	2.7464	2.2275	1052.5
			−0.0860				
2.0	5.57	4.07		−3.80	2.2217	2.6792	2142.0
			−0.0649				
3.0	6.13	4.61 4.63	−0.1172	−3.65	2.4003	3.4118	3068.0 3095.5
4.0	6.79	5.29	−0.0763	−3.65	5.9086	5.7797	4147.0
5.0	7.40	5.90	−0.0589 −0.0895	−1.55	6.5528	4.3514	5131.0
6.0	8.08	6.58	0.0222 0.1257	−2.12	5.2631	7.3990	6212.5
7.0	8.73	7.23		−0.85	9.2276	8.4245	7276.0
		7.54	0.2676				7747.0
8.0	9.68	8.18	0.9265	−0.22	8.0496	10.3355	8542.0
			1.0363				
9.0	10.50	9.00	2.1653	1.60	9.5619	8.5662	9480.0
10.0	11.37	9.87	2.5028	0.40	6.5203	8.5404	10514.0
11.0	12.30	10.58 10.80	2.6789 2.8608	1.48	11.2978	9.3926	11394.0 11664.0
			3.3184				
12.0	13.30	11.80		1.70	9.0640	7.8954	12760.5
			4.1354				
13.0	14.25	12.75		1.45	12.1275	26.0319	13857.5
14.0	15.09	13.59	4.7638	3.85	12.3093	19.5407	14800.0
			5.0493 5.4227				
15.0	15.94	14.44		4.27	13.1352	14.2905	15748.0 15793.0
			6.0939				
16.0	17.29	15.79	6.5596 6.8034	5.75	14.7376	14.2702	16725.0
17.0	18.68	17.18	9.3017	9.70	14.2599	15.7236	17712.5
18.0	20.13	18.63 18.80	9.3611	6.00	13.7839	17.8974	18747.0 18837.0

第388圖 大野川改修計畫高水位



第389圖　新信濃川計畫高水位

普通の河川では最上流で高水位勾配最も急であつて河幅最も狹く，以下河口に赴くに從つて漸次勾配を減じ，反對に河幅を增すのを原則とするが，中流に河幅の狹い區間がある樣な場合にはその區間の高水位勾配は其の上流のものより却つて急であるから，强ひて之を勾配漸減の法則に從つて改修しようとすれば徒に土工費を增大せしめる。從つて斯くの如き場合には在來高水位勾配に準じて上流が下流よりも勾配が緩なる區間を造る。

最も極端な場合は新信濃川であつて河口附近の山地掘鑿土量輕減の爲に上流から下流に赴くに從つて高水位勾配を急にしたのは前述の通りである。

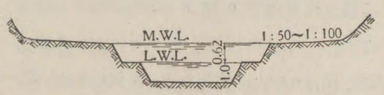
第388圖は大分縣大野川改修計畫高水位，第389圖は新信濃川開鑿當時と補修工事施行後との計畫高水位を示す。

河口に於ける計畫高水位は遡つて上流の高水位勾配に影響するから之が決定には愼重なる考慮を要するが，普通は河口に於ける平均滿潮面より高く，滿潮によつて著しく洪水の疏通を妨げられない樣に之を定める。

我が國大河川の實例によれば新宮川の河口計畫高水位が東京灣中等潮位上 5.30 m，渡川の同 4.23 m を例外として東京灣中等潮位上 1.0～3.0 m のものが最も多い。

3) **水面勾配**　實際の洪水時水面勾配は增水時には前項の高水位勾配よりも急に，減水時には是より緩であるが，計畫高水流量を流過せしめるに足る流水斷面積の計算には此の高水位勾配を以て計畫水面勾配と見做す。

4) **計畫斷面**　獨逸のオーデル河改修の標準斷面は第390圖の如く **3 重斷面**を採用し，低水路と高水敷との中間に**中水敷**を設けてあるが，最も普通に採用せられるのは單斷面と複斷面とである。



第390圖　オーデル河改修標準斷面

原則としては河川上流の急流部では單斷面，下流の緩流部では複斷面，低水流量と高水流量との差の著しくない河川には單斷面，低水流量少く高水流量の多い河川には複斷面が採用せられる。高水敷の高さは通例平均低水位上 1 m 位に取る。

斷面積を計算して斷面を決定するには普通ガンギレー及びクッターの(28)式などを使用し，粗度係數 $n=0.025\sim0.040$ 位の範圍で平均流速 v を求めて計畫高水流量の關係から所要斷面積を計算するのであるが，之には低水路に當る部分と高水敷に當る部分との流量を別々に計算するのが便利である。

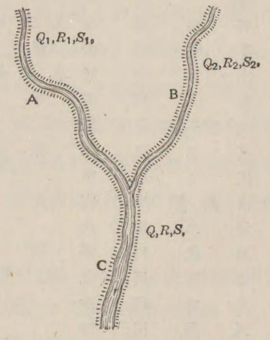
5) **堤防法線**　所要斷面積及び斷面形狀が決定した場合には實測橫斷面圖に就いて土工の最少なる位置を求めて改修河道を定め堤防位置を決定し，之を平面圖に移して堤防法線を圓滑な曲線に修正するのであるが，此の場合には道路路線の曲線挿入の樣に圓弧その他の數學的曲線を使用する必要はない。又成るべく直線部を作らないのがよい。

從つて堤防法線は在來河川流路の線形を踏襲する場合が多く，甚だしい屈曲箇所に限つて捷水路が設けられる。河幅擴張の必要がある場合には法線に無理を生じない限り人家が少く用地費の安い方の岸に擴張する。

6) **支川**　改修區域內に相當大きい支川が合流する場合には幹川と同時に相當の區間に亙つて支川の改修を行はなければならないが，小支川の場合には洪水時背水の及ぶ範圍に限つて**捲込堤**を造るか，或は合流點に水門を設けて幹川の洪水を遮斷する。此の堤防を**逆流堤**とも言ふ。

支川は幹川と銳角を挾んで合流せしめるのがよい。特に平地部に於ては成るべくその角度を小さくするのが原則であるが，此の角度を減小するに從つて合流點以下に於ける河幅を增大しなければならない。

一般に支川が合流する毎に幹川の安定勾配が攪亂せられ支川が急流であればある程その影響が大きい。支川合流の爲に流量を增加すれば安定勾配が緩になるが，流送土砂量を增加



第391圖　支川の合流と安定勾配

すれば安定勾配が急になる。

第391圖に於て幹川Aは緩流，支川Bは急流として流量は $Q=Q_1+Q_2$，土砂含有率は $n_2>n>n_1$，平均徑深は $R>R_1$，R_2 とすれば（110）式に於て流量係數 c は n に逆比例するから

$$c_1>c>c_2,\qquad \alpha_1<\alpha<\alpha_2$$

卽ち $S_1<S<S_2$ となる。例へばイン河に於ては勾配 $S_1=0.5\,‰$，支川フラッツ河の勾配 $S_2=6.7\,‰$，合流點以下の勾配 $S=5.0\,‰$ となつてゐる。

若し幹川，支川ともに性狀が同一であれば n の値に變化がないから R が增大する結果 α，從つて S が減少し安定勾配が緩になる。例へばライン河の上流に於てヒンター・ラインは $S_1=4.5\,‰$，フォルダー・ライン $S_2=4.2\,‰$，合流後は $S=2.6\,‰$ となつてゐる。

河川改修の計畫勾配は是等の點を考慮して決定しなければならない。

158. 本邦河川改修

我が國の河川改修事業は舊幕時代に在つては各藩何れも自領の保安に汲々として他を顧みず，從つて一貫した治水方針を樹立することが出來なかつた。明治維新以後政府は河川改修の如き國土保安上重要なる事業は一貫せる計畫の下に國に於て直轄施行する方針を定め，明治7年5月淀川の修築工事に着手したのを嚆矢として明治18年までに直轄14箇川の修築工事を起したのであるが，是等の河川に就いては低水工事を主とし併せて流域の砂防工事を施行した。その河川名及び是が修築工事費は次表の通りである。

第74表　直轄14箇川修築工事費

河川	府縣	工事施行區域(km)	工事施行年度	工事費(圓)
淀川	京都，大阪	39.9	明治 7～同 31	1 160 757
利根川	埼玉，茨城，千葉	239.5	明治 8～同 35	2 171 818
信濃川	長野，新潟	78.5	明治 9～同 38	2 035 989
木曾川	岐阜，愛知，三重	31.4	明治11～同 19	473 630
北上川	岩手，宮城	197.8	明治15～同 35	1 235 655
阿賀野川	新潟	20.8	明治15～同 37	47 870
富士川	山梨，靜岡	83.1	明治16～同 31	764 618
庄川	富山	28.1	明治16～同 33	72 989
阿武隈川	宮城	41.5	明治17～同 35	375 714
最上川	山形	49.5	明治17～同 36	764 984
筑後川	福岡，佐賀	53.0	明治17～同 30	712 812
吉野川	德島	51.0	明治17～同 22	257 579
大井川	靜岡	23.6	明治17～同 35	746 091
天龍川	靜岡	109.9	明治18～同 32	661 380
合計		1 047.6		11 481 886

（備考）工事施行區域が左右兩岸にて延長を異にする場合は長い方の延長を取る。以下同斷。

是等の修築工事費は大井川に關するもの一部を除いては全額を國庫に於て負擔した。

然るに明治19年に至つて各河川の改修計畫が完成したので20年度以降淀川以外の河川の高水工事をも併せ行ふことゝなつたが，明治29年4月法律第71號を以て河川法が公布せられた結果同法第8條によつて，同年6月以降淀，筑後兩川の高水工事を國の直轄を以て施行することゝなり，同43年4月迄に庄，九頭龍，利根，遠賀，淀(下流)，吉野，高梁，信濃，渡良瀨諸川の改修工事に着手した。而してその工事費は河川法の規定によつて約2/3を國庫に於て負擔し，約1/3を關係府縣をして分擔納付せしめた。

然るに明治43年全國各地に未曾有の大水害が起つた爲に政府は臨時治水調査會を設けて調査を遂げ，全國に亙る治水計畫を樹立し，國に於て直轄改修を爲すべき河川を65箇川とし，內現に工事中の利根川（渡良瀨川を含む）外8箇川に新に11箇川を追加した20箇川を第1期河川，其の他の45箇川を第2期河川と定めた。之を**第1次治水計畫**と言ふ。

第1期河川　利根，信濃，木曾，淀，九頭龍，吉野，庄，高梁，遠賀，北上，雄物，荒，阿賀野，富士，最上，神通，岩木，加古，綠，斐伊（以上20箇川）

第2期河川　天龍，阿武隈，筑後，那珂，庄內，中，手取，矢作，大和，吉井，馬淵，紀，大淀，由良，多摩，關，米代，鳴瀨，久慈，菊池，鄕，旭，渡，蘆田，川內，相坂，千代，鵜見，大野，球磨，相模，肱，矢部，狩野，圓山，肝屬，太田(靜岡)，豐，白，大分，酒匂，鈴鹿，太田(廣島)，名取，仁淀(以上45箇川)

此の內第1期河川は明治44年度以降13箇年間に改修工事を竣功せしめ，第2期河川は第1期河川改修期間中に調査を行ひ，その竣功を俟つて改修に着手し得べき準備を爲すことゝし此の方針の下に44年度以降着々事業の進捗に努めた結果，大正10年に至り第1期河川中工事未着手のものは斐伊，綠兩川に過ぎなくなつたが，その後の情勢變化により第2期河川中にも第1期河川の竣功を俟たずして改修に着手すべき必要に迫られるものを生じ，現に江合・鳴瀨兩川，多摩，千曲，太田(靜岡)，阿賀・阿武隈兩川，圓山等の諸河川は大正6年度乃至9年度までに工事費半額を國庫から補助して是が改修に着手するに至つた情勢に鑑み，政府は大正10年臨時治水調査會を設けて審議を重ね，上記改修工事施行中の河川の外に新に選定せられた第1期河川の上流及び支川並びに第2期河川その他から57箇川を選定して，大正11年度以降20箇年內に是が改修を行ふことゝした。是が**第2次治水計畫**である。

大正10年選定河川　※鬼怒，※小貝，※犀，※野洲，※木津，※信濃川上流，※北上川上流，※雄物川上流，※最上川上流，×天龍，×阿武隈，×筑後，×那珂，×庄內，×手取，×矢作，×大和，×吉井，×馬淵，×紀，×大淀，×由良，×關，×米代，×久慈，×旭，×渡，×蘆田，×川內，×千代，×鵜見，×大野，×相模，×肱，×狩野，×肝屬，×豐，×白，×大分，×酒匂，×鈴鹿，×太田（廣島），×名取，×仁淀，新宮，安倍，菊，大井，

北，常願寺，小矢部，黒部，天神，日野，佐波，那賀，土器（以上57箇川，※印は第1期河川の支川又は上流，×印は明治43年選定第2期河川）

以上の計畫に從つて大正11年度以降各河川の改修工事を起し目下是が繼續施行中に屬するが，昭和11年3月末日現在に於て工事竣功河川は次表に示す18箇川である。

第75表　直轄改修工事竣功河川（昭和11年3月末日現在）

河川	府縣	工事施行區域(km)	工事施行年度	工事費(圓)
木曾川(下流)	岐阜，愛知，三重	幹支川 111.2	明治20～大正1	9 459 373
筑後川(第1次)	福岡，佐賀	幹川 70.3	明治29～同 36	1 468 034
淀川	滋賀，京都，大阪	幹支川 56.0	明治29～同 43	10 056 812
淀川(下流)	大阪	幹川 41.2	明治40～大正11	3 738 458
淀川(增補)	京都，大阪	——	大正7～昭和7	14 297 255
庄川(下流)	富山	幹川 9.8	明治33～大正1	2 978 632
九頭龍川	福井	幹支川 62.8	明治33～大正13	5 550 545
利根川	群馬，栃木，茨城，埼玉，千葉，東京	幹支派川 284.0	明治33～昭和5	63 398 406
支川 渡良瀬川	群馬，栃木，茨城，埼玉	幹支川 72.0	明治43～昭和1	11 370 333
遠賀川	福岡	幹支川 71.5	明治39～大正7	4 830 288
高梁川	岡山	幹支川 23.3	明治40～昭和2	7 821 681
吉野川	德島	幹川 40.0	明治40～昭和2	11 836 113
信濃川(下流)	新潟	分水路 10.0	明治40～昭和2	23 538 216
信濃川(補修)	新潟	——	昭和2～同 6	4 348 960
北上川(下流)	宮城	幹川 58.9	明治44～昭和9	14 372 099
荒川(下流)	埼玉，東京	分水路 23.6	明治44～昭和5	31 342 146
阿賀野川	新潟	幹川 35.0	大正4～昭和1	11 888 160
多摩川(下流)	東京，神奈川	幹川 22.0	大正7～昭和9	7 404 067
加古川	兵庫	幹川 17.2	大正7～昭和9	5 664 485
太田川	靜岡	幹支川 62.0	大正8～昭和9	4 664 821
合計		1 068.8		250 028 894

又目下改修工事中河川は次表に示す40箇川であつて工事竣功年度は現在の豫定，工事費は豫算額を示す。

第76表　直轄改修工事中河川（昭和11年3月末日現在）

河川	府縣	工事施行區域(km)	工事施行年度	工事費(圓)
雄物川(下流)	秋田	幹支川 26.0	大正6～昭和15	10 297 028
最上川(下流)	山形	幹支川 52.0	大正6～昭和15	13 459 044
江合・鳴瀬兩川	宮城	幹支川 89.9	大正6～昭和14	9 006 078
岩木川	青森	幹支川 61.7	大正7～昭和14	9 362 021
荒川(上流)	東京，埼玉	幹支川 79.3	大正7～昭和16	21 038 382
神通川	富山	幹川 22.0	大正7～昭和12	8 295 284
千曲川	長野	幹支川 80.0	大正7～昭和14	11 003 570

河川	府縣	工事施行區域(km)	工事施行年度	工事費(圓)
阿賀・阿武隈兩川	福島	幹支川 26.7 55.7	大正8～昭和16	12 896 456
富士川	山梨，靜岡	幹支川 47.0	大正9～昭和15	10 507 137
圓山川	兵庫	幹支川 32.6	大正9～昭和11	7 177 771
木曾川(上流)	岐阜，愛知，三重	幹支川 92.0	大正10～昭和17	20 202 603
斐伊川	島根	幹川 23.3	大正11～昭和18	5 978 818
信濃川(上流)	新潟	幹川 31.0	大正12～昭和14	5 377 078
天龍川(下流)	靜岡	幹川 28.0	大正12～昭和14	5 295 482
紀ノ川	和歌山	幹川 19.6	大正12～昭和14	3 834 251
千代川	鳥取	幹支川 25.2	大正12～昭和16	5 388 733
蘆田川	廣島	幹支川 34.0	大正12～昭和13	4 636 225
筑後川第2次)	福岡，佐賀	幹支派川 76.0	大正12～昭和15	9 136 662
綠川	熊本	幹支川 20.5	大正14～昭和12	3 222 575
鬼怒川	栃木，茨城	幹川 120.0	大正15～昭和17	11 391 904
北川	福井	幹支川 21.9	大正15～昭和12	1 909 121
旭川	岡山	幹川 17.0	大正15～昭和25	12 228 845
狩野川	靜岡	幹支川 26.9	昭和2～同 17	4 956 935
大淀川	宮崎	幹支川 28.0	昭和2～同 17	5 052 647
那賀川	德島	幹支派川 23.0	昭和4～同 18	4 630 575
渡川	高知	幹支川 25.0	昭和4～同 18	5 499 811
大野川	大分	幹川 18.0	昭和4～同 18	4 412 329
木津川	京都	幹川 31.0	昭和5～同 17	3 335 570
川内川	鹿兒島	幹支川 17.0	昭和6～同 18	3 605 000
多摩川(上流)	東京，神奈川	幹支川 23.0	昭和7～同 18	3 900 000
安倍川	靜岡	幹支川 26.0	昭和7～同 19	4 800 000
太田川(下流)	廣島	幹川 12.0	昭和7～同 21	15 000 000
最上川(上流)	山形	幹支川 98.0	昭和8～同 29	17 953 800
小貝川(下流)	茨城	幹川 42.0	昭和8～同 20	4 573 000
烏・神流兩川	埼玉，群馬	幹支川 33.0	昭和8～同 20	3 603 000
菊川	靜岡	幹支川 20.0	昭和8～同 20	3 973 000
矢作川	愛知	幹川 42.0	昭和8～同 23	5 973 000
小矢部川	富山	幹支川 45.0	昭和9～同 23	5 100 000
手取川	石川	幹川 16.0	昭和9～同 20	4 950 000
天神川	鳥取	幹支川 27.0	昭和9～同 23	4 500 000
		1 644 3		308 569 736

猶工事未着手河川は阿武隈(下流)，米代，相模，常願寺等43箇川であつて，內24箇川は調査完了又は調査中に屬し，是等工事未着手43箇川を改修する爲には約205 600 000圓を要する。

河川改修工事費は本工事費，用地費，船舶及び機械費，附帶工事費補助，測量費，營繕費，雜費等の費目に分れ，本工事費は掘鑿費，浚渫費，堤防費，突堤費，護岸水制費，特種工事費，又用地費は土地買收費，物件移轉費，補償費等に細分せられる。

直轄河川改修工事の實績に徵すれば，單位延長當りの改修工事費は計畫高水流量の增すに從つ

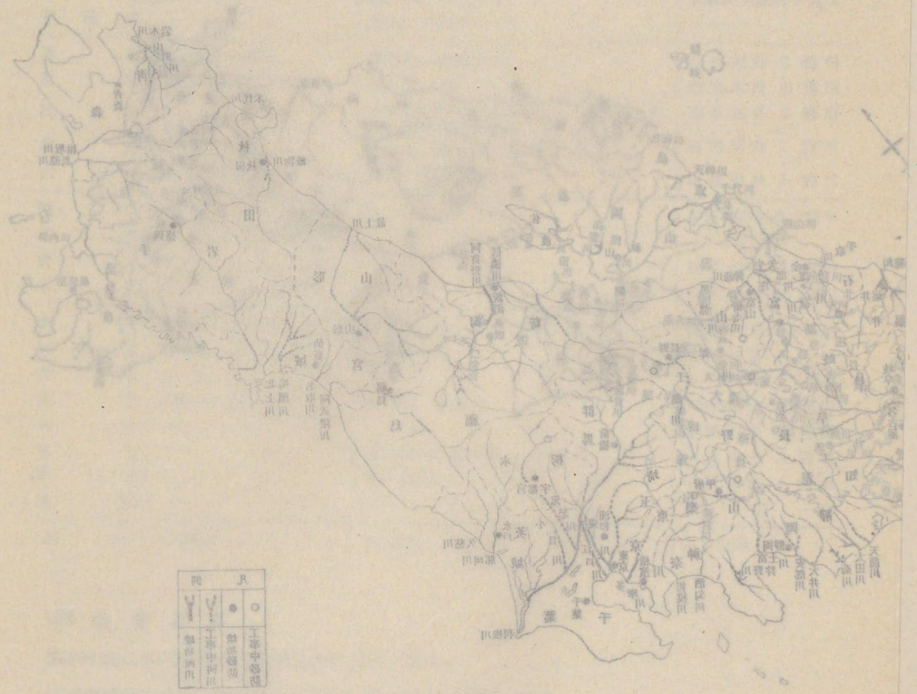
て增大するが，流量 $Q=1\,000\sim3\,000\ m^3/sec$ の河川で，主として新堤築設による場合の改修工事費は 150 000～230 000 圓/km，平均 190 000 圓/km，$Q=3\,000\sim5\,000\ m^3/sec$ の河川では 230 000～330 000 圓/km，平均 280 000 圓/km を要し，主として舊堤擴築による場合は上記の 60～70%に當つてゐるが，是等の數字は大體の標準を與へるに止り，分水路開鑿の如きは之に數倍する巨額の工事費を要する。例へば信濃川分水路は約 2 000 000 圓/km，荒川放水路は約 1 400 000 圓/kmを費してゐる。

次に**補助河川**は直轄河川以外の中小河川に就いて，1）改修工事費が 150 000 圓以上のもの，2 改修による利益率が 10%以上，又は年平均水害損失額が工事費の 5% 以上のもの，3）直轄改修河川に重要の關係あるもの，4）利害關係重大にして改修の緊急を要するものを標準として約 430 箇川を選定し，國庫から 1/2 の補助を與へて府縣をして之を改修せしめるものを謂ひ，是が改修に要する總工事費は約 246 500 000 圓と概算せられてゐる。

昭和 11 年 3 月末日現在に於ける中小河川改良工事の狀況は次表に示す通りである。

第 77 表　中小河川改良狀況（昭和 11 年 3 月末日現在）

府縣	工事竣功河川	工事中河川	未着手河川
青森	飯詰川，七戸川	淺瀨石川，十川	平川外 3 箇川
岩手	——	雫石川，久慈川　和賀川，氣仙川	閉伊川外 18 箇川
宮城	——	迫川，多田川	江合川上流外 9 箇川
秋田	——	子吉川，長木川	米代川上流外 7 箇川
山形	——	赤川，丹生川，日向川	置賜野川外 13 箇川
福島	藤原川，小高川	夏井川，仁井田川，濁川，宇田川	田附川外 12 箇川
茨城	——	——	茂宮川外 6 箇川
栃木	巴波川	永野川	那珂川上流外 16 箇川
群馬	——	——	碓氷川外 8 箇川
埼玉	——	市野川，和田吉野川	身馴川外 1 箇川
千葉	都川	——	黒部川外 4 箇川
東京	江戸川，神田上水，立會川	——	南淺川外 3 箇川
神奈川	小鮎川	——	狩川外 4 箇川
新潟	——	刈谷田川，早出川，五十嵐川，濵海川	信濃川舊川外 11 箇川
富山	白岩川	片貝川	上市川外 7 箇川
石川	——	梯川　大聖寺川	大野川外 7 箇川
福井	——	——	竹田川外 8 箇川
山梨	——	平等川，荒川	濁川外 2 箇川
長野	——	高瀨川，天龍川上流，夜間瀨川，奈良井川，櫛川，三峯川	篠井川外 12 箇川
岐阜	付知川	土岐川，中津川	荒城川外 7 箇川
靜岡	大場川，來光川，萩間川	馬込川	新野川外 8 箇川
愛知	內津川	逢妻川，五條川，天白川，香羽川，鄕瀨川，三宅川，猿渡川	矢田川外 8 箇川



圖第本非直轄所管河川一覽圖

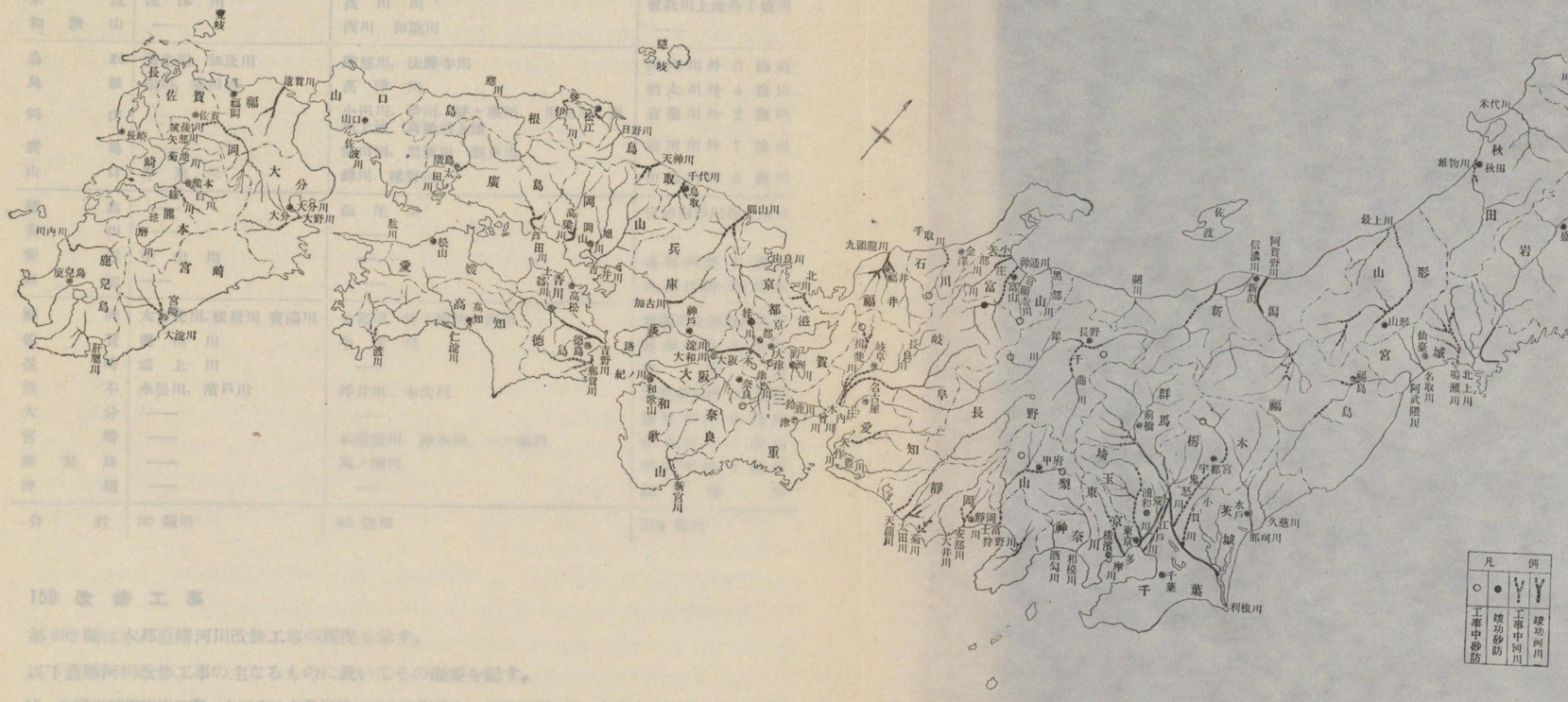
維持

して新堤築設による場合の改修工
3 000～5 000 m³/sec の河川では
して舊堤擴築による場合は上記の
止り，分水路開鑿の如きは之に數
0 000 圓/km，荒川放水路は約

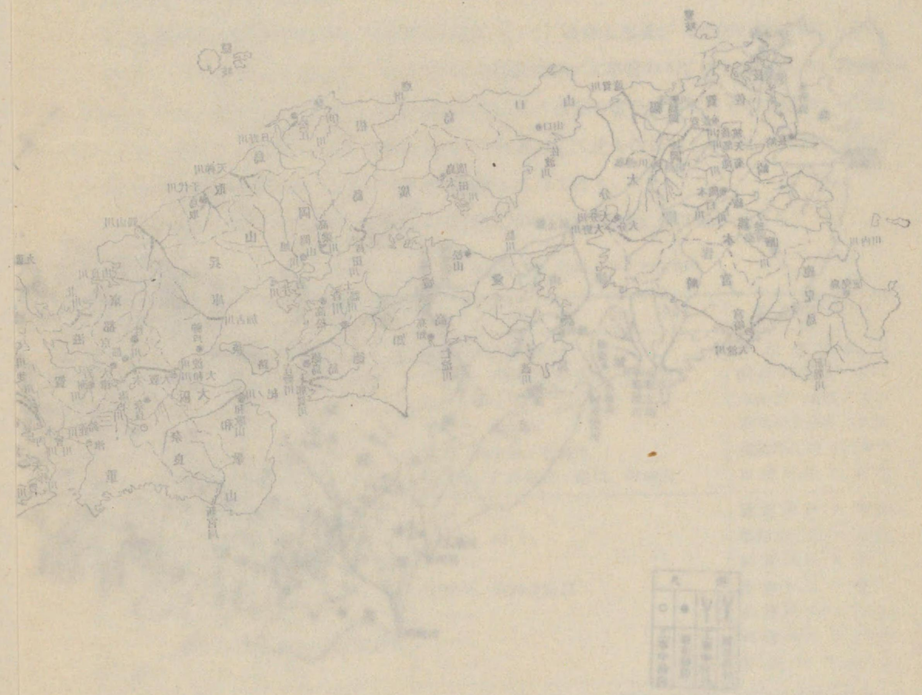
工事費が 150 000 圓以上のもの，
事費の5%以上のもの，3) 直轄改
の緊急を要するものを標準として約
とを改修せしめるものを謂ひ，是が
。
次表に示す通りである。

年 3 月末日現在)

河　川	未着手河川
	平川外3箇川
川，氣仙川	閉伊川外18箇川
	江合川上流外9箇川
	米代川上流外7箇川
	置賜野川外13箇川
川，宇田川	田附川外12箇川
	茂宮川外6箇川
	那珂川上流外16箇川
	碓氷川外8箇川
	身馴川外1箇川
	黒部川外4箇川
	南淺川外3箇川
	狩川外4箇川
十嵐川，澁海川	信濃川舊川外11箇川
	上市川外7箇川
	大野川外7箇川
	竹田川外8箇川
	濁川外2箇川
夜間瀬川，奈良	篠井川外12箇川
	荒城川外7箇川
	新野川外8箇川
白川，晉羽川，郷	矢田川外8箇川



第 392 圖　本邦直轄河川一覽圖



府縣	工事竣功河川	工事中河川	未着手河川
三重	——	櫛田川，安濃川	宮川外8箇川
滋賀	——	姉川	宇曾川
京都	——	桂川，佐濃谷川	天神川外5箇川
大阪	——	神崎川	神崎川上流外2箇川
兵庫	——	加古川上流，武庫川，左門殿川，矢田川，岸田川，竹野川	洲本川外10箇川
奈良	佐保川	高田川	曾我川上流外1箇川
和歌山	——	西川　和歌川	——
鳥取	蒲生川，加茂川	勝部川，法勝寺川	河内川外3箇川
島根	赤川，益田川	高津川	伯太川外4箇川
岡山	——	小田川，砂川，笹ヶ瀬川，里見川，旭川上流　高梁川上流	倉敷川外2箇川
廣島	——	沼田川，黒瀬川　瀬戸川	箱田川外7箇川
山口	厚東川	錦川，椹野川	田部川外5箇川
德島	——	飯尾川	宮河内谷川外3箇川
香川	——	——	——
愛媛	中山川	——	重信川外3箇川
高知	——	——	久萬川外16箇川
福岡	太刀洗川，板櫃川　寶滿川	矢部川，沖ノ端川，西川	寶滿川上流外9箇川
佐賀	鹽田川	牛津川	嘉瀬川外8箇川
長崎	浦上川	——	本明川
熊本	水俣川，濱戸川	坪井川，木山川	天明新川外10箇川
大分	——	——	番匠川外2箇川
宮崎	——	五箇瀬川，沖水川，一ツ瀬川	小丸川外3箇川
鹿兒島	——	萬ノ瀬川	甲突川外4箇川
沖繩	——	——	國場川
合計	30箇川	85箇川	314箇川

159. 改修工事

第392圖は本邦直轄河川改修工事の現況を示す。

以下直轄河川改修工事の主なるものに就いてその概要を記す。

1) **木曾川下流改修工事**　本工事は木曾川及びその支川長良，揖斐兩川に就いて水害最も激甚なる中流以下に施行せられ，是等3川を分流して洪水の被害を除くと共に低水流路の改良を目的とする。施工區域は木曾川岐阜縣羽島郡八神村以下 31.4 km，揖斐川本巢郡鷲田村以下 43.2 km，長良川安八郡墨俣町以下 36.6 km，計 111.2 km である。

木曾川は成戸に於て長良川と絕ち，鹽田，船頭平間は舊川の左側に新川を開鑿し，その他は概ね舊川を改修して海に導く。長良川は揖斐川と絕つと同時に成戸以下木曾川と絕ち，新木曾川の右側に新川を開鑿して一部は木曾川の舊川を利用し，油島以下揖斐川の左側に新川を開鑿して海に注がしめる。船頭平には閘門を

設けて木曾川との舟航を聯絡する。又揖斐川は油島以下長良川と分離せしめ之と平行して改修を加へ，各河口には導流堤を設けてその埋塞を防ぐ。

2) **木曾川上流改修工事**　本工事は下流改修工事に接續してその上流部に施行せられ，支派流を遮斷し河幅狹小なる部分は之を擴大し主として舊堤を擴築して洪水快疏，沉澱防止を圖る。施工區域は木曾川愛知縣丹羽郡犬山町以下約 31 km，長良川岐阜市以下約 27 km，揖斐川岐阜縣揖斐郡北方村以下約 18 km，支川鏡川 12 km，牧田川 4 km，計 92 km である。

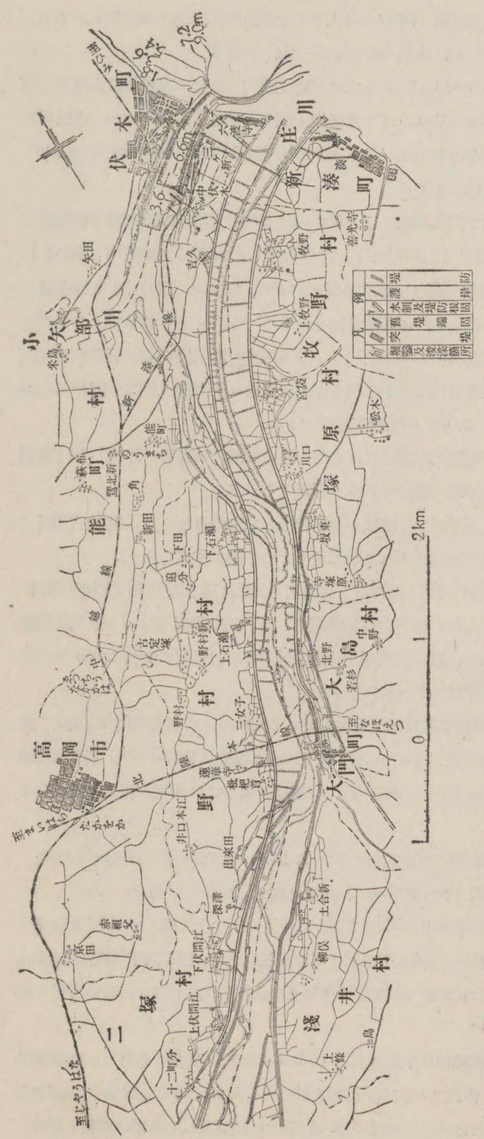
3) **筑後川第1次改修工事**　本工事は福岡縣朝倉郡杷木村以下海に至る約 70 km の區域に施行せられ，河口から久留米市に至る約 27 km の區間は新堤を設けて高水敷を定め，久留米市から上流床島堰に至る約 24 km の區間は特に河幅の狹隘なる部分に限つて之を擴大して小森野放水路，金島放水路等を設け，床島堰から上流は單に中洪水を疏通せしめ得る河積を保たしめる。

4) **筑後川第2次改修工事**　第1次改修工事は工費の關係上局部的工事に止り，大正10年の洪水に際して大慘害を蒙つた結果，第2次工事を起し全川を通じて一貫したる高水工事を施すに至つた。施工區域は幹川筋福岡縣浮羽郡千年村以下海に至る 62 km，之に支川小石原川，佐田川，派川早津江川，諸富川等を加へて合計約 76 km である。計畫高水流量は 5 000 m³/sec，內 1 700 m³/sec を早津江川，2 500 m³/sec を諸富川に流す。計畫河幅は幹川筋 250～950 m，早津江川 200～750 m，諸富川 200～230 m とする。

5) **淀川改修工事**　本工事は高水工事であつて上流は琵琶湖吐口以下約 8 km，中流伏見町以下海に至る約 48 km，計 56 km の區間に施行せられた。上流瀨田川筋南郷には洗堰を設けて高水流量を 700 m³/sec に制限し，中流宇治，木津，桂3川合流點では3川の最大流量夫々 835 m³/sec，4 650 m³/sec，1 950 m³/sec，計 7 435m³/sec に達するが，3川の最大流量が合致することがないが爲に淀川の計畫高水量は 5 570 m³/sec と定め，宇治，桂兩川の合流點を下流に下げると共に淀町以下枚方を經て毛馬に至る間は適當に河幅を擴大し堤防を築いて洪水流下を安全ならしめ，毛馬以下は新に放水路を開鑿して洪水を大阪市から遮斷する工法を取つた。派川神崎川は水門によつて締切り，毛馬に洗堰及び閘門を設けて舊川に對する水量の調節と舟航の聯絡とを圖る。毛馬閘門から放水路の內側，その左岸に沿つて舟航の爲に**側設運河**を開鑿した。**長柄運河**が是である。

6) **淀川下流改修工事**　本工事は主として舊淀川に就いて施行せられた低水工事であつて，施工區域は大阪府北河內郡樟葉村以下安治川河口に至る 44 km である。淀川の低水流量は約 167 m³/sec であるが，神崎川に分流せられるものを 28 m³/sec として守口，毛馬間の低水流量を 139 m³/sec と推定し，低水敷幅を 127 m とし，毛馬，安治川橋間は毛馬洗堰の流入量を 111 m³/sec と定めてその河幅を 91 m，水深を 1.5 m とし，難波橋以下は派流土佐堀，堂島兩川の河幅を夫々 45 m 及び 64 m と定めた。長柄起伏堰，毛馬，傳法，六軒屋各第2閘門の築設，長柄運河の補修など何れも本改修工事に於て施行せられた。

7) **淀川增補工事**　大正6年10月1日の大出水に際し淀川右岸大冠村地先の改修堤防並びに支川筋數箇所に破堤を生じ直接損害高 6 000 000 圓に達する慘事を惹起した結果，京都府伏見町以下に增補工事を施行するに至つた。增補工事の計畫は伏見觀月橋以下の堤防餘裕高を大正6年の高水位上 1.2～1.8 m とし，伏見町の浸水を防止する爲に新堤を造り，宇治，木津，桂3川を分流してその合流點を引下げること等をその眼幹とし，**三栖閘門**その他の特種工事が同時に施行せられた。



第 393 圖　庄川改修平面圖

8) **庄川下流改修工事**　本工事は高水工事を主目的とするが，併せて河口の舟運を改良せんが爲に富山縣射水郡二塚村以下海に至る 9.8 km の區域に施行せられたものである。從來支川小矢部川は常に本川の洪水に壓せられてその排水を妨げられるのみならず，河口**伏木港**は常に土砂堆積の爲に苦しめられたので，本工事に於ては下石瀨以下新川を開鑿して新湊町附近で海に注がしめ，小矢部川を完全に本川から分流せしめた（第 393 圖）。

9) **九頭龍川改修工事**　本工事は第1期及び第2期に分れる。第1期工事は明治 33 年度以降幹川福井縣吉田郡松岡村以下海に至る 27.5 km，支川日野川足羽郡東安居村以下幹川合流點まで 5.3 km，小支川足羽川同郡東郷村以下日野川合流點まで 15.9 km，計 48.7 km の區間に施行せられ，第2期工事は同 43 年度以降支川日野川は，既改修部分の上流 19.6 km，小支川足羽川 3.3 km，同淺水川今立郡中河村以下日野川合流點に至る 8.9 km，同天王川丹生郡朝日村以下日野川合流點に至る 4 km，小々支川鞍谷川今立郡中河村以下淺水川合流點に至る 2.2 km，計 38.0 km の區間に施行せられ施工區域總延長 86.7 kmに達する。

幹支川とも堤防を擴築し捷水路を開鑿して洪水の快疏を圖り，爾餘の小支川の合流點には逆水門を設けた。河口は**三國港**であつて航運に利用せられてゐる。

10) **利根川改修工事**　利根川第1期改修工事は明治 33 年 9 月以降千葉縣香取郡佐原町以下河口銚子市に至る區間に施行せられて同 42 年 12 月竣功を見たが，同 41 年 1 月には茨城縣北相馬郡取手町以下佐原町に至る區間の第2期改修工事，同 42 年 4 月には群馬縣

佐波郡芝根村以下取手町に至る區間の第3期改修工事．同44年4月には派川江戸川改修工事が起工せられ，その施工區域は利根川 200 km，派川江戸川 59 km，中川 25 km，計 284 km に及ぶ。

計畫高水量は芝根村以下江戸川分流點までを 5 570 m³/sec と定めて渡良瀬川の流量は利根川最大流量に關係なきものとし，江戸川へ分流するものを 2 230 m³/sec，以下鬼怒川合流點までを 3 340 m³/sec，鬼怒川高水流量の內利根川最大流量に影響するものを 970 m³/sec として鬼怒川合流點以下海に至るまでを 4 310 m³/sec とし，堤防は最高水位上 1.5～1.8 m を保たしめる。

上流芝根村字沼ノ上以下妻沼町間は急流部で高水勾配を 1：500～1：1 500，妻沼町，境町間は緩流部で 1：2 200～1：3 300，境町，取手町間は鈍流部で 1：5 500～1：10 000 とし，河幅は大體現川を中心として 545 m の河道を設け，兩岸に 364 m の堤外地を殘して遊水區域とするが，三ツ堀，取手間は兩岸遠く 1 630～3 270 m を距てゝ丘陵によつて圍繞せられるが故に高水法線を 818 m と定め，その遊水地としての效用を減殺せざらしめる。第2期改修區域內は河幅 545 m を標準とし，派川將監川は之を締切り長戸川合流點には水門を設けて印旛沼への逆流を遮斷し，横利根川及び小野川合流點には夫々閘門及び水門を設ける。猶佐原町以下第1期改修區域內は改修堤防に更に 30 cm の嵩置を施行する。

江戸川は茨城縣猿島郡五霞村地先から新川を開鑿し，流頭には水門を設けて流量の調節を行ひ，以下河幅を 255～400 m に擴大し，猶行德以下は別に放水路を設けて洪水を放流せしめる。

中川は利根川，江戸川及び荒川に圍繞せられる平坦なる地域の**內水幹線**として改修せられ，庄內古川外3惡水路を併合して新荒川左岸に沿ひ之に平行して開鑿せられた新水路によつて海に注がしめる。

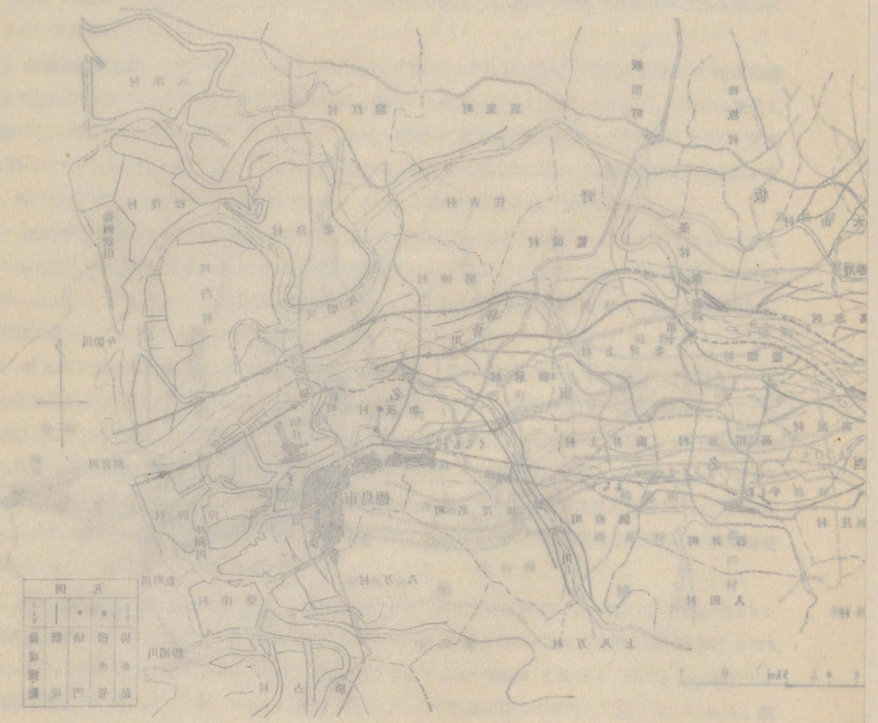
11）**渡良瀬川改修工事**　本工事は幹川栃木縣足利郡毛野村以下利根川合流點に至る區間及び支川秋山川，同思川，小支川巴波川の各一部に就いて施行せられ，藤岡町以下赤間沼に至る間に敷幅 164 mの新川を開鑿すると共に赤間沼を中心として舊谷中村輪中並びに思，巴波兩川流末の低地部を包括して面積 3 500 ha，貯水量 167 000 000 m³ の大遊水地を設けたことを以てその特色とする。

12）**遠賀川改修工事**　本工事は幹川福岡縣嘉穗郡稻葉村以下海に至る 37.2 km，支川犬鳴川 9.4 km，同泉河內川 3.3 km，同彦山川 17.2 km，小支川中元寺川 4.4 km，計 71.5 km の區間に施行せられ，幹川は 109～364 m，彦山川は 73～218 m，その他は 100 m 內外の河幅を與へ，堤防を新築又は擴築し屈曲を匡正して洪水の快疏を圖つたものである。

13）**高梁川改修工事**　本工事は岡山縣吉備郡總社町以下海に至る 23.3 km の區間の高水工事であつて，計畫高水流量は上流部 6 400 m³/sec，支川小田川 1 390 m³/sec，下流部 6 960 m³/sec と定めた。

本川は河口より上流約 12 km，吉備郡川邊村字南山で小田川を合はせ又直ちに山を擁して 2 派に分流する。本川改修は一川主義を採り先づ西派を締切つて古池以下酒津までは東派により，酒津以下は西派に導く。幅員は上流部 545 m，河口を 1 270 m とする。本工事には**東西用水組合**の伏越，取水堰堤その他の附帶工事がある。

14）**吉野川改修工事**　本工事は德島縣阿波郡林村以下海に至る 40 km の區域に施行せられる。麻植郡川島村地先は中央に善入寺島を擁して善入寺川を分派し，洪水の疏通を妨げるが故に同島の大部分を浚渫除却し，名西郡藍畑村字第十以下は別宮川を放水路と定め之を河幅 720～1 270 m に擴大して兩岸に堤防を設け，幹川を第十樋門によつて締切る外，派川新町川，沖洲川その他を樋門によつて締切る。本改修工事竣功後新



江戸川改修工事が起工せられ，
に及ぶ。
川の流量は利根川最大流量に關
までを 3 340 m³/sec，鬼怒川高
點以下海に至るまでを 4 310

000，妻沼町，境町間は緩流部で
し，河幅は大體現川を中心とし
三ツ堀，取手間は兩岸遠く
と定め，その遊水地としての效
監川は之を締切り長戸川合流點
夫々閘門及び水門を設ける。猶

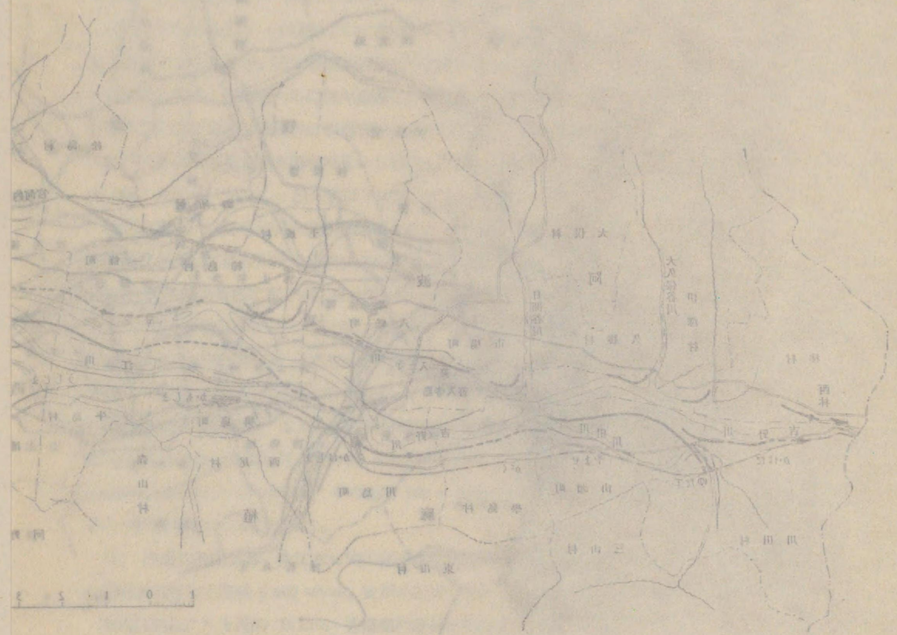
に流量の調節を行ひ，以下河幅
める。
して改修せられ，庄内古川外 3
て海に注がしめる。
點に至る區間及び支川秋山川，
る間に敷幅 164 mの新川を開鑿
部を包括して面積 3 500 ha，貯

2 km，支川犬鳴川 9.4 km，同
の區間に施行せられ，幹川は 109
新築又は擴築し屈曲を匡正して

m の區間の高水工事であつて，
m³/sec と定めた。
直ちに山を擁して 2 派に分流す
により，酒津以下は西派に導く。
伏越，取水堰堤その他の附帶工事

の區域に施行せられる。麻植郡川
が故に同島の大部分を浚渫除却
に擴大して兩岸に堤防を設け，
つて締切る。本改修工事竣功後新

第 394 圖　吉野川改修平面圖



第394圖 吉野

町川は**徳島港**として利用せられるに至つた（第394圖）。

15）**信濃川下流改修工事**　本工事は信濃川下流新潟縣蒲原平野一帶の水害を除却する爲に三島郡大河津村以下寺泊町に於て海に注ぐ延長 10 km の分水路を開鑿すると同時に舊川河口**新潟港**には東西兩突堤を增築し港內を浚渫して舟航の便を圖ることを目的とし，工事費總額 23 538 000 圓の內約 20 000 000 圓が分水工事の爲に費された。大河津には分水路を橫斷してベヤトラップ式可動堰及び固定堰，舊川を橫斷して洗堰及び閘門を設け，水量を調節すると共に舟航の聯絡を圖る。分水路幅員は堰堤箇所に於て約 727 m，河口に於て 218 m に縮少し，反對に勾配を 1：2 000 から 1：500 に增大し計畫高水流量 5 570 m³/sec は全部分水路によつて放流せしめる。

16）**信濃川補修工事**　昭和2年6月大河津ベヤトラップ堰の一部潛流と洗掘との爲に陷沒した結果信濃川の全流量は分水路に放流せられて本川下流の舟航と灌漑とに支障を生ずるに至つたが故に，直ちに應急工事を施行し，同年12月急遽本工事を起工したのである。補修工事の要點は破壞した8聯のベヤトラップ堰を10聯のストーニー式扉堰に改造し，固定堰を補强すると共に分水路全川に亙つて適當に床固及び床留を配置し，別に洗堰下流の本川筋は派川中之口川に至る 8 km の區間の低水工事を施行した。

17）**信濃川上流改修工事**　本工事は大河津より上流の區間の洪水防禦を目的とし，施工區域は新潟縣古志郡六日市村から下流南蒲原郡中之島村の信濃川締切堤防に至る 31 km の區間である。施工の方法は河幅を 618～1 218 m，平均 818 m を標準として兩岸を整理し，堤防の新築及び擴築によつて汎濫の防止を圖る。外に附帶工事として猿橋川，黑川の水路附替がある。

18）**北上川下流改修工事**　本工事は洪水防禦を主目的とし，兼ねて航路改善と惡水排除とを圖らんが爲に宮城縣登米郡錦織村以下海に至る延長 58.9 km の區間に施行せられ，計畫の主眼は本吉郡柳津町に於て本川を締切り同所以下合戰ケ谷を經て飯野川町地先に於て派川追波川に合する分水路を開鑿し，以下追波川に改修を加へて之を本流とする。分水路河幅は 290～455 m，追波川の改修河幅は 455～727 m とし，柳津町地先には洗堰及び閘門，飯野川町地先には可動堰を設ける外，追波川右岸二俣村及び大川村地先には延長 5.5 km の側設運河を造り，その下流端に福地水門を設け以て追波川と舊川とを聯絡する。又舊川河口**石卷港**には突堤を設け浚渫を行つて航運に便ずる。

19）**荒川下流改修工事**　本工事は東京市の水害を除く爲に岩淵町以下砂町に於て海に注ぐ延長 23.6 km の放水路を開鑿することを目的とし，岩淵に水門を設けて高水流量 4 170 m³/sec（非常出水の場合は 5 570 m³/sec）の內 840 m³/sec を舊川に流下せしめる。分水路河幅は 454～582 m であつて，之によつて遮斷せられる綾瀨川はその左側に沿つて中川に落し，中川は又同じくその左側に沿つて平行して海に注がしめる。**新中川**が之である。

綾瀨川，中川，新川，小名木川等の遮斷箇所には水門又は閘門を設け逆水の防止と舟航の聯絡とに便ずる。

20）**荒川上流改修工事**　本工事は幹川埼玉縣大里郡武川村以下川口市に至る延長 62.3 km，支川入間川は比企郡伊草村以下幹川合流點に至る 5.9 km，同新河岸川は北足立郡新倉村以下岩淵水門下流に至る新水路 11.1 km，計 79.3 km の區間に施行せられる。本川は廣大なる高水敷を有することを特色とし平方村上流で 1 000～2 700 m，入間川合流後は 1 100～3 300 m に達する。本改修に於ては幹川の低水路を 55～90 m と定め，高水敷幅員を 300～550 m として遊水區域としての機能を保有せしめる。入間川は幅員を 180 m に擴

大し，新河岸川に對しては水路附替を行つて惡水排除と舟運改善とを圖る。

21) **阿賀野川改修工事**　本工事は新潟縣中蒲原郡川東村以下海に至る 35 km の間に施行せられ，6 950 m³/sec の高水量を流過せしめる爲に起點に於ける河幅を 430 m，約 4 km の下流から河口までを 900 m に擴大し，舊堤の擴築を行ふ。

信濃川に通ずる小阿賀野川は滿願寺で締切つて水門を設け，洪水時新潟港への土砂流下を防ぐと共に舟航聯絡の爲には閘門を設け，右岸河口附近で合流する新井郷川及び加治川は新水路を開鑿して直接海に放流せしめると同時に合流點に逆水門を設ける。附帶工事としては左岸に龜田郷用水組合水路工事がある。

22) **加古川改修工事**　本工事は兵庫縣加東郡來住村以下海に至る 17.2 km の區間に施行せられ，加古川町下流に於て派川洗川を締切り，河口**高砂港**に於ては派川堀川を締切り 4 450 m³/sec の高水流量を快疏せしめる爲に河幅を 327～624 m に擴大する。

23) **雄物川下流改修工事**　本工事は幹川は秋田縣河邊郡川添村以下海に至る 21 km，支川岩見川は同郡豐島村以下雄物川合流點に至る 5 km，計 26 km の區間を改修して秋田市及び附近平野の水害を除却し併せて河口土崎港を改良するにあり，新屋町に於て全く現水路を締切り西方の丘陵を橫斷して直接日本海に注ぐ長さ 2 km 餘の新水路を開鑿すると同時に締切堤の東方秋田市牛島町に閘門を設け，以下舊川を幅 55～90 m，低水時水深 1.5 m に浚渫する。河口**土崎港**は突堤を築き浚渫を行つて干潮面下 4.5m の水深を保たしめる。

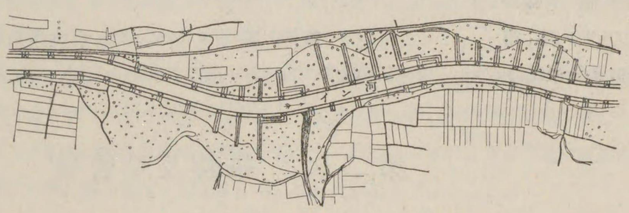
24) **最上川下流改修工事**　本工事は最上川下流庄內平野に亙る部分の水害除却と水路改善とを目的として幹川は東田川郡清川村以下海に至る 32 km の區間，支川赤川は鶴岡市附近以下海に至る 20 km の區間に施行せられ，その高水流量は幹川 6 950 m³/sec，赤川 1 670 m³/sec とする。幹川は河幅を清川附近に於て 255 m，以下漸次擴大して京田川合流點以下を 818 m とし，堤防を築き河身を浚渫する。赤川は流末西田川郡袖浦村字黑森地內の屈曲箇所以下西山砂丘を縱貫して長さ 2.8 km の新水路を開鑿し，全水量を日本海に放流せしめる。河口は左岸に偏倚せしめて**酒田港**と分離せしめ，左岸堤防突端には長さ 227 m の防砂堤，右岸堤防突端にには長さ 644 m，水深 9 m の海中に達する突堤を設け，之と相對して同じく水深 9 m の海中に達する北突堤を設けて酒田港を遮蔽する。

25) **岩木川改修工事**　本工事は津輕平野の水害を除却せんが爲に幹川中津輕郡新和村下以十三湖に至る 44.9 km，支川十川は北津輕郡梅澤村以下新合流點に至る 6.8 km，支川山田川は車力村地內田光沼以下十三湖に至る 10 km，計 61.7 km の區域に施行せられる。幹川は河幅を 218～636 m に改修し，支川十川は流路屈曲甚しく殆ど無堤の狀態なるが故に新川 3.3 km を掘鑿して合流點を 16 km の上流に移す。十三湖は周圍 24 km，面積 2 000 ha の湖水であつて，その水戶口は殆ど常に閉塞せられて湖岸の水害甚だしきを以て，水戶口に突堤を設けてその閉塞を防ぎ排水を完全ならしめる。

26) **神通川改修工事**　本川は我が國屈指の急流であつて，その計畫高水位勾配は改修區域上流端富山縣上新川郡大澤村附近 1：190，下流端河口附近に於ても 1：840～1：1 240 とし，高水流量 5 565 m³/sec，工事施行區域の延長は 22 km である。改修河幅は 327～545 m と定め主として舊堤を擴築し，河口は稍々西方に偏倚せしめて本川を**東岩瀨港**と分離せしめ，右岸堤突端には長さ 318 m の突堤を設けて西方からの漂砂を防ぎ在來の河口東突堤は 410 m 延長增築し港內を浚渫して東岩瀨港を改良する。

27) **富士川改修工事**　本川も亦我が國有數の急流河川であつて古來水害の歷史に富む。本改修工事は上流山梨縣管內幹川中巨摩郡龍王村以下南巨摩郡五開村に至る 20 km，支川笛吹川東八代郡石和町以下西八代郡市川大門町に至る 19 km，下流靜岡縣管內庵原郡富士川町以下海に至る 8 km，計 47 km の區域に施行せられ，五開村以下富士川町に至る 50 km の區間は山間部なるが故に改修區間から除外する。改修河幅は釜無川 300～400 m，笛吹川 200～290 m，富士川は上流部 360～500 m，下流部 360～1 700 m とし，笛吹，蘆兩川は 3 km 下流に導いて釜無川に合流せしめる。

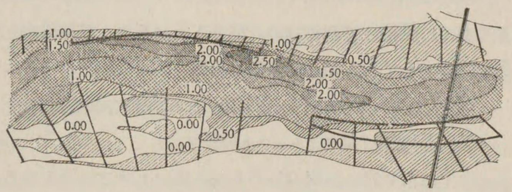
28) **斐伊川改修工事**　本工事は島根縣簸川郡出西村以下宍道湖に至る 15.6 km，下流大橋川は宍道湖，中海間 7.7 km の區間に施行せられ，幹川は簸川平野の水害を除却せんが爲に定川分派口までは大體舊堤擴築に止め，分派口以下は本川を捨て定川を擴築して必要なる河積を與へる。宍道湖は周圍 47 km，面積 8 300 ha の淡水湖であつて斐伊川による沿岸の浸水を輕減せんが爲に大橋川を幅員 72 m に浚渫してその排水能力を改善する。



第 395 圖　イン河改修平面圖

29) **綠川改修工事**　本川下流は地勢平坦にして流路屈曲し且河幅狹く古來洪水の汎濫に苦しめられたが爲に支川加勢川の合流點下流川尻町附近の大屈曲部には新川放水路，下流走潟村附近の大屈曲部には嘉永新川放水路を開鑿して水害除却に努めたものであるが，本改修工事に於ては幹川熊本縣上益城郡杉上村以下海に至る 16 km，支川加勢川飽託郡日吉村以下幹川合流點に至る 3.3 km，嘉永新川 1.3 km の區間の水路を改良し，新川及び嘉永新川の兩放水路を本流として洪水の快疏を圖る。

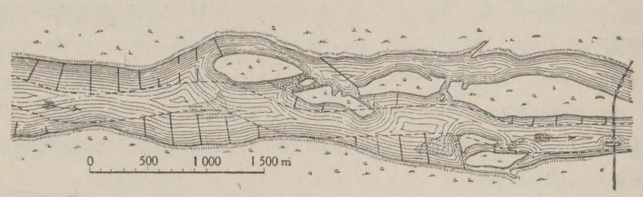
30) **旭川改修工事**　本工事は岡山縣御津郡牧石村以下海に至る約 17 km の區間に施行せられ岡山市附近の水害を除却するを目的とする。改修起點から岡山市上流に至る約 7 km 間は大體現在河幅によつて堤防を補強し，以下岡山城と後樂園との間に橫はる部分は河幅極めて狹隘であるが之を擴張する餘地がない爲に新に後樂園の後方を繞つて新川を開鑿し，以下河口に至る區間の河幅擴張を行ひ，岡山市內京橋以下海に至る 8 km の區間は低水路を改良して舟運の便を圖る。本川の計畫高水流量は昭和 9 年 9 月の大洪水によつて 6 000 m³/sec に改訂せられた結果，現川には 3 500 m³/sec 以上を流下せしめる能力がない爲に從來溢流堤によつて聯絡せられた派川**百間川**の河幅 180～300 m 中敷幅 70～170 m の低水路を開鑿して之に高水流量の內 2 000 m³/sec を分派せしめ，猶百間川分派口の上流牧石村大原，玉柏，中原の 3 箇所に**調節地**を設け高水位下 1 m の溢流堤によつて計畫高水流量の內 500 m³/sec を之に流入せしめる。



第 396 圖　ロアル河改修平面圖

歐米大陸に於ける河川改修工事は本邦河川と地勢を異にし，多くは洪水防禦と同時に航路改善を目的とする關係上，我が國の改修工事とは多少工法を異にするものがあるが　治水工法の原理に至つては全く同一である。

第 395 圖は獨逸のイン河，第 396 圖は佛蘭西のロアル河，第 397 圖は米國のミシシッピー河の改修工事の各一部である。



第 397 圖　ミシシッピー河改修平面圖

第二章　維持及び管理

160. 河川の維持

河川の維持とは河川並びにその附屬物の修繕その他河川を保全する爲に必要なる行爲を謂ひ，河川法第 6 條に

河川ハ地方行政廳ニ於テ其ノ管内ニ係ル部分ヲ管理スヘシ但シ主務大臣カ自ラ河川ニ關スル工事ヲ施行シタルモノニ付必要ト認ムルトキ又ハ他府縣ノ利益ヲ保全スル爲必要ト認ムルトキハ主務大臣ニ於テ代テ之ヲ管理シ又ハ其ノ維持修繕ヲ爲スコトヲ得

とあり，同法第 7 條に

地方行政廳ハ河川ニ關スル工事ヲ施行シ其ノ維持ヲ爲スノ義務アルモノトス

とあつて，維持は管理行爲の一部分と解せられ，維持管理ともに地方行政廳の義務に屬せしめるのを原則としてゐるが，同法第 9 條に

地方行政廳ハ命令ノ定ムル所ニ從ヒ其ノ管内ノ下級公共團體ヲシテ河川ニ關スル工事ノ一部ヲ施行セシメ又ハ其ノ維持ヲ爲サシムルコトヲ得

とあつて，市町村に河川維持の義務を負はしめる場合も頗る多い。

國の直轄施行によつて改修した河川の内木曾川，利根・渡良瀬兩川，信濃川，荒川，淀川，北上川等に就いては河川法第 6 條但書により國に於て之が維持に當つてゐる。

河川改修工事が完成してもその後の維持修繕が完全に行はれなければ年月を經るに從つて改修の效果を減殺するのみならず，出水に際して不測の災害を招く虞があるから，河川の維持には充分の注意を要する。

1）**堤防の維持**　堤防に雜草が繁茂すると芝の發育を害するから毎年 2～3 回雜草の刈取を行

ふこと。堤防には必要に應じて階段又は坂路を設け法面を踏み荒されない樣に注意すること。天端又は小段に車の轍跡を生じたときは直ちに之を埋めて搗固め，雨水流下を妨げない樣に横斷勾配の維持に努めること。築堤土の乾燥收縮沈下等の爲に堤防に龜裂を生じたときは，その部分を掘起して再び入念に築立を行ふこと。野鼠，土鼠等の驅除に努め穿孔は直ちに埋立てること。堤防の法崩は直ちに良質土砂を以て修理すること。

2）**護岸水制の維持**　護岸水制の破損を發見したときは直ちに之を修理してその大破を防ぐこと。特に石積，石張，沈床沈石等の陷沒流失を發見したときは直ちに之を補塡すること。護岸前面に深掘を生じたときは根固工，水制工等を設けて之を保護すること。

3）**水路の維持**　水路の一部特に河川の附屬物に接近して深掘を生じたときは沈床工，水制工等を設けて河床を保護すると共に土砂の沈澱を促すこと。流送土砂の多い河川では長年の間に土砂沈澱の爲に河床上昇して堤防の有效高を減じ河積を減少する結果となるから適宜**河道の浚渫**を行ふこと。低水路を常に一定に保ち亂流を防止する爲に適宜水制工を設けること。

4）**工作物の維持**　堰堤，閘門，水門，樋門，樋管等は是が監視を充分にし維持修理を完全にすること。水門，樋門等の地下透水を認めた時は直ちに前面に水密性の矢板を打込んで之を防止すること。特に是等の工作物と堤防との取付箇所の異狀は直ちに之を修理して安全を期すること。

161. 水　　防

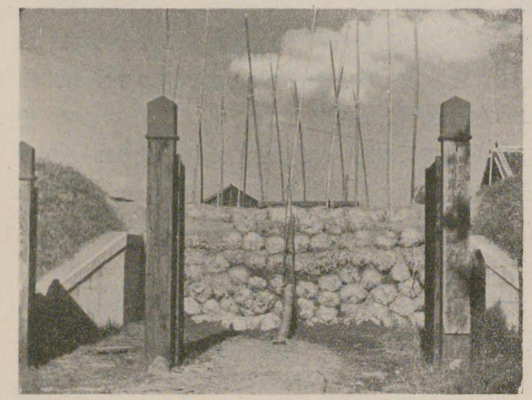
堤防を造つて汎濫を防止する治水方針は堤防が如何なる洪水に遭つても破壞しない高さと斷面とを有することを前提とするのであるが，實際問題として斯樣な堤防を造ることは經濟上殆ど不可能であつて，佛蘭西人ヴァールの如きは堤防は破壞するのを原則とするとさへ極言してゐる。ローヌ河の例を見ても 1840 年に**破堤**があつて之を復舊したものが更に 1843 年に破堤し，我が國に於ても信濃川は文久 3 年から明治 15 年に至る 20 年間に 33 箇所の破堤があり，ドナウ河及び支流タイスの如きは 1809～1900 年の 92 年間に 685 箇所の破堤が起つてゐる。

破堤の原因は之を溢水，滲透，洗掘に 3 大別することが出來る。

1）**溢水**　溢水は洪水位が堤防天端より高くなつた場合に起り，河川改修に於ける堤防天端高は既往最大洪水位を標準とし之に 1.0～1.5 m の餘裕を附けて定めるのが普通であるが，洪水位は河床の上昇，上流に於ける遊水地の減少等の理由によつて累年上昇の傾向がある。例へば佛蘭西のロアル河では平均低水位から起算した洪水位が 18 世紀には 5 m，19 世紀の初頭が 7 m，20 世紀の初頭には 9 m に達し，伊太利のポー河ではボンテ・ガスキュロの洪水位は 1705 年には 6.82 m，1799 年には 7.81 m，1857 年には 8.56 m となり，ミシシッピー河に就いてもメンフィスに於ける 1912 年以前の既往最大洪水位 12.21 m に對し 1912 年の洪水位は 13.60 m である外，各地の

洪水位が何れも既往の記錄を突破してゐる。我が國の例を見ても利根川筋栗橋町に於ける既往最大洪水位は明治43年8月，平均低水位上6.035 m であつたものが，昭和10年9月26日の洪水位は同7.385 m に達したのである。

溢水を防止するには堤防附近の土砂を取つて天端に嵩置をするのが普通であるが，新しい嵩置土は洪水の水勢によつて流される虞があるからその前面には土俵を用ひ，或は前後兩面に土俵を用ひ，又は土俵だけを積んで溢水防止を圖ることもあり，之を**積土俵**と言ふ。土俵3段積以上の時は縫竹を施す（第398圖）。場合によつては土俵の代りに土嚢を用ひる。



第398圖　積　土　俵

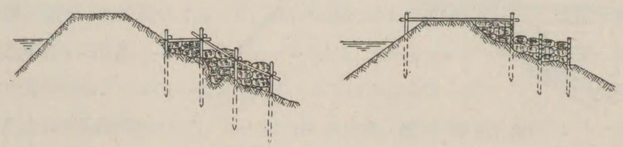
又場合によつては天端に杭を打ちその前面に古疊を當てた**疊立工**又は杭を2列に打ち，之に板を當てゝその間に粘土を塡めた**圍堰**を以て溢水を防止することもあるが，土俵又は土嚢の如く作業が敏速に行はれない。

2）**滲透**　築堤材料が不良であるか堤防斷面が不足する場合には滲透の爲に破堤を起す。滲透の爲に堤防が浸潤し裏法面の崩壊を起すことを**法崩**と至ひ，特に堤防中滲透性に富んだ土砂の部分，堤防と天然地盤との接合の不完全な部分又は土鼠の穿孔箇所等を經て水が裏法尻又は堤内地盤から噴出すのを**漏水**と言ひ，共に破堤の前徴である。

第399圖　五　　德

法崩を防ぐには法先に杭を打ち之に柵を掻いて砂利を塡充し，或は土俵を積んで法留工とする外，法面土砂の移動を防止する爲には目通周12～15 cm の青竹を深く挿込んで下部堤體に碇着する。場合によつては是等の竹3～4本を集めて上部を結束し，その上に重土俵を置くことがあり，之を**五德**と言ふ（第399圖）。

法崩の甚だしい場合には法面にも杭を打ち，場合によつては川表法面に控杭を打つて布木で繋ぎ，杭には柵を掻き土俵を詰めて法面の安定を圖ることがあり，之を**杭打土俵詰**と言ふ（第400圖）。



第400圖　杭　打　土　俵　詰

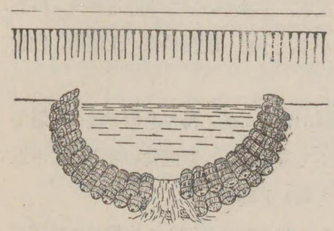
總べて法崩を防止抑制する爲には裏法面に滲出した水は速に之を排除して堤體の浸潤を輕減する工法を取ることが必要である。

滲透沈下等の爲に法面又は天端に龜裂を生じた場合の應急處置としては表裏兩法面又は法先に土俵を置き，留杭を打つて固定した上目通12～15 cm の青竹を挿し之を折曲げて相互に聯絡して締付け，以て龜裂の擴大を防ぐのを普通とし，之を**捻取**又は**折返**と言ふ（第401圖，第402圖）。

第401圖　控　　取

第402圖　折　　返

堤内に漏水が現れた場合に川表の吸込口が明かな場合又はその大體の位置を推定し得る場合には，その部分に筵を張つて青竹で留め，或は土俵を投入し，又は搗固を行つて吸込口の閉塞に努める一方，漏水箇所の周圍には圓形又は半圓形に土俵堤を造つて留杭を打ち此の中に水を溜め，その水頭によつて漏水を弱める工法を取る。之を**釜段**，釜止，釜築又は**月の輪**と言ふ。地方によつては圓形のものを釜段，半圓形のものを月の輪と言ふことがある（第403圖）。

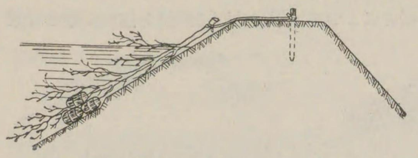


第403圖　釜　　段

漏水が少量であつて，且水が澄んでゐる場合には危險が少いが，漏水量が增し且水が濁つて來た場合には破堤の危險が切迫した證跡であるから充分の警戒を要する。

3）**洗掘**　洪水の場合に流水の爲及び風浪の爲に表法面が洗掘せられることも同樣に危險である。之を防止するには種々の方法が實施せられる。河川附近に生育してゐる松，杉，楢，柳などで枝葉の繁茂してゐる樹木を根元から伐採し，枝に重土俵を結付け，根元を繩，鐵線等で堤防上の留杭に緊結して第404圖の如く流し懸け，以て法面

を保護するのを**懸木**又は**木流**と言ひ，葉付竹數本を束ねたものに重土俵を結付けて懸け流すものを**竹流**と言ひ，筵を以て法面を覆ひ青竹又は重土俵を以て留める工法を**張筵工**と言ふ。地方によつて之を**屏風返**と言ひ，場合によつては筵の代りに古疊を使用する。



第 404 圖　懸　　木

洗掘缺潰甚だしき場合には杭打土俵詰，竹蛇籠，鐵線蛇籠等が使用せられ，特に急を要する場合の工法としては鐵線籠が便利である。或は又堤脚の深掘箇所に川倉等を沈め之を法留工として法面にかけて捨石を行ひ，石俵を投入し，或は蛇籠を並列して堤防の缺潰を防ぐ。

以上の如く洪水に際して堤防その他の危險を防止する一切の處置を名づけて**水防**と言ひ，河川法第 23 條に

> 洪水ノ危險切迫ナルトキハ地方行政廳又ハ其ノ委任ヲ受ケタル官吏ハ其ノ現場ニ於テ直ニ防禦ノ爲ニ必要ナル土地ヲ使用シ土砂，竹木其ノ他ノ材料，車馬其ノ他ノ運搬具及器具ヲ使用若ハ徴收シ又ハ其ノ現場ニ在ル者ヲ使役シ又ハ家屋其ノ他ノ障碍物ヲ破毀スルコトヲ得
>
> 前項ノ場合ニ於テ地方行政廳又ハ其ノ委任ヲ受ケタル官吏ハ其ノ管內ニ於テ夫役ヲ命シ又ハ下級公共團體ニ命シテ土地，材料，運搬具，器具及夫役ヲ供セシメ又ハ市町村長其ノ他ノ市町村吏員等ヲ指揮シテ必要ナル處分ヲナサシムルコトヲ得

とあつて，洪水防禦の爲には法律によつて必要なる非常手段が認められてゐるのである。

溢水，漏水，洗掘の如きに對して機宜の水防手段を講ずれば破堤を免れ得る場合が極めて多いのであるから水防は之を勵行するを要する。

水防の爲には適當の間隔毎に堤防上又は堤防附近地に**水防小屋**を設け，此の中及びその附近に空俵，二子繩，筵，杭木，竹，杉丸太，鐵線，鐵線蛇籠，玉石，土砂等の如き水防用材料，掛矢杭打鎚，鉈，鎌，鉞，鋸，スコップ，畚，畚棒，足場板，小車，小舟，輕便軌條，土運車，點燈具等の如き水防用器具を貯藏するを要する。

又水防作業の敏速を期する爲には堤防天端又は小段を車馬の通行に供し得る準備を整へて置くこと，霞堤にあつては一番堤と二番堤とを橋梁を以て聯絡して置くこと，猶適當の間隔毎に附近の道路と堤防天端とを横に連絡する水防用道路を設けること等が必要である。

墺太利のドナウ河，タイス河，伊太利のレノー河，ポー河を始め歐米各國とも完備せる水防組織を有し，水位が**警戒水位**以上に達すれば看視員，警備員を出動せしめて河川の巡視及び危險防止に當らせ，電話によつて水位の變動を下流關係地方に通報せしめ，水防の萬全を期してゐる。

我が國に於ける水防は沿岸市町村の消防組合，水害豫防組合等が之に當り，全國に於て**水防組合**の結成せられた河川數 1 120，水防組合數 2 594，組合員數 817 832 人であつて，內 922 組合（組合員 114 342 人）は消防組合が水防設備を有するものである。水防組合に於ては毎年 1～2 回土俵搭，蛇籠組立その他の水防演習を行つてゐるが，水防組織の最も完備してゐるのは**淀川水害豫防組合**である。本組合は淀川左岸組合と同右岸組合とに分れ，水利組合法第 8 條に規定する組合區域內に土地及び家屋を所有するもの、外軌道を所有するものを組合員と定めてゐる。左岸組合は大正 8 年 11 月 8 日當時の大阪府北河內郡，中河內郡，東成郡，西成郡及び大阪市の各一部を區域とし，北河內郡長を管理者として創立せられたものであつて，現在は大阪市長を以て管理者とする。組合には管理者の任命した水防長があり，組合區域約 200 km² を樟葉，枚方，守口，毛馬，傳法等の 18 水防區に分ち，各水防區に水防部長 1 名，組頭及び小頭若干名，水防手 60～230 名を置く。各水防區には水防屯所の外に水防用具庫があつて，此の中に水防用材料及び器具を貯へ又適當なる箇所毎に豫備土を配置する。又沿川に量水標を設け水防用專用電話を架設して警備の萬全を期し，枚方量水標の水位 +2·7 m を超える時は水防長から警備命令が發せられ，水防部長から組頭以下の水防員の召集命令が發せられ，又非常警備の爲に水利組合法第 49 條第 2 項によつて組合員に夫役を賦課する場合には警鐘を打つて急を報ずる。此の場合には管理者の認可を得たもの、外年齡 18 歲以上 60 歲未滿の男子は總べて出役する義務がある。

本組合では毎年 7 月水防演習を行ひ，釜段，杭打積土俵，張筵，懸木，五德工などに就いて水防員の訓練をしてゐる。

162. 河川の管理

河川を保全すると同時に河川による公利を增進し又は公害を除却する爲に河川又は河川附近の土地に於て一定の行爲を命じ，或は一定の行爲を禁止する一切の處分を名づけて河川の**管理**と言ふ。河川法第 6 條によつて河川管理は地方行政廳の權限に屬するのが原則であるが，同條但書によつて特殊の場合に限つて主務大臣が代つて之を管理する。之を實例に徵するに利根川，荒川，信濃川，北上川，木曾川，淀川等に於て堰堤，洗堰，閘門等の特殊工作物及びその附近の河川の部分に限つて內務大臣が直接是が管理に當つてゐるのである。

河川管理に於て特に堤防保全又は水害防止の見地から必要とせられる注意事項は大體次の通りである。

1) **道路，鐵道に關する事項**

1. 汎濫區域內に築堤して道路，鐵道を築設する場合には充分の排水能力を有する**避溢橋**を設けること。
2. 河岸に沿ひ治水上必要な河道を埋立て、道路，鐵道を築設しないこと。
3. 河岸に近接する場所に切取又は盛土を行ふ場合には其の法面は特に注意して保護すること。

4. **溝橋**(暗渠)には充分な流水斷面積を有せしめ，且築堤との取合に注意すること。

2) 橋梁に關する事項

1. 河川狹窄部又は屈曲部の橋梁は成るべく橋脚數を少くすること。
2. 橋脚は洪水時の流水の方向を考慮して築造すること。
3. 橋脚は流水に對する障碍の出來るだけ少い構造とすること。
4. 流木の多い河川に於ける橋脚は成るべく其の數を減じ，且其の柱間に流木の懸らない構造とすること。
5. 幅員の狹い河川の河身には成るべく橋脚を設けないこと。
6. 橋脚は根入を充分にして洗掘に備へ，且妄に床留工に賴つて根入を減少しないこと。
8. 岩盤上の橋脚及び橋臺基礎は適當に岩盤に切込むこと。
9. 橋臺は有堤河川では**高水法線**から突出せしめず，無堤河川では治水上支障のない樣に其の位置を決定すること。
10. 徑間中央の**桁下高**は最大流量 100～300 m³/sec の河川では高水位上 1 m，最大流量 300～2 000 m³/sec の河川では同 1.2 m，最大流量 2 000 m³/sec 以上の河川では同 1.5 m を下らしめないこと。
11. 橋脚の天端は成るべく高水位上 30 cm を下らしめないこと。
12. 洗路の一定しない河川又は低水路の部分の徑間長は成るべく大きくすること。
13. 橋梁が上下流に隣接する場合には同一徑間割を採用して橋脚を亂立せしめないこと。

3) 鐵塔，電線路に關する事項

1. 鐵塔及び電柱は成るべく低水路に設けないこと。
2. 河川敷內に設ける鐵塔及び電柱は成るべく木柱を避け，流水に對する障碍の最少なる構造とし，且その根入を充分ならしめること。
3. 堤防上には鐵塔又は電柱を建設せず，堤內地に之を設ける場合には裏法尻から 5～20 m 距てること。

4) 建築物に關する事項

1. 堤防上は勿論，堤防又は河岸に接近して建築物を設けないこと。
2. 堤防又は河岸に接近して用排水路，溝渠等を設けず，又堤內地に井戶を掘る場合には狀況に應じて裏法尻から 20～40 m 距てること。

5) 用排水設備に關する事項

1. 設備箇所を統一して成るべく其數を減ずること。
2. 下流平地部に築造する取水堰堤は治水上の影響を充分に考慮し，且比較的高いものは成るべく可動堰とすること。
3. 堤防に設ける樋門，樋管類は破堤の原因とならない樣最も堅固な構造とし，特に縱斷の方向に對しては充分の耐力を與へること。
4. 樋門類の扉は成るべく引揚式とすること。

6) 林業，開墾に關する事項

1. 山林の濫伐を防止し，保安林の施業及び砂防指定地の立木伐採に就いては一層治水上の考慮を加へて監督すること。

2. 河岸，堤防には樹木を植ゑないこと，但し河岸又は堤防裏法尻から相當離れた箇所に水防用材料を提供する爲に**水防林**を造成することは却つて奬勵せられる。
3. 河川に直接土砂を流出せしめる虞のある傾斜地を開墾しないこと。
4. 傾斜の急な山腹を開墾する場合には適當な法留工を施して土砂の崩壞を防止すること。

7) 流木に關する事項

1. **管流**は護岸，水制に損傷を及す虞のある區間には之を行はしめないこと。
2. 洪水期には管流を禁止し，若し流木期間中に未終了のものがある時は之を河川又は溪流內に堆積せしめないこと。
3. 河岸崩壞の虞ある河川又は溪流の**鐵砲流**は適當な護岸設備を爲すに非ざれば之を行はしめないこと。

8) 漁獲設備に關する事項

1. 河川に定置する漁獲設備は流水に對する障碍を最少限度ならしめる構造とすること。
2. 平地部には流水に障碍を與へる虞のある簗の類を設けないこと。

9) 堰堤に關する事項

1. 築造位置の選定に當つては治水上の影響をも充分考慮すること。
2. 堰堤の下流兩岸が岩盤でない限り溢流堰堤の方向は成るべく河身に直角とすること。
3. 堰堤の高さは下流平地部では洪水の影響を考慮して之を必要の最小限度に止めること。
4. 土堰堤の最高水位から堤頂までの餘裕高は最小 1 m とし，堰堤の高さ，貯水池の形狀及び面積，餘水吐の構造等を考慮して相當之を增大すること。
5. 土堰堤に於ける取水又は排水用管，樋等は堤體外の地山に之を設け，已むを得ず堤體內に設けるものに在つては基礎地盤に相當切込み，充分堅牢に築造すること。
6. 溢流堰堤には適當なる水叩を設け，基礎地盤軟弱なる場合には特に堅牢な構造とすること。
7. 溢流堰堤の下流兩岸に岩盤なく又は岩盤があつても脆弱にして洗掘の虞がある場合には相當の延長に亙つて堅牢な構造の元付護岸を施すこと。
8. 石積堰堤は特殊の場合を除く外は必ず練積とすること。
9. 堰堤の兩袖及び底部は地盤中に充分に切込ましめること。
10. 流木の多い河川に於て平地部に設ける可動堰の堰柱は成るべくその數を減ずること。
11. 堰堤に附設する洪水吐用の門扉類を引揚げた場合に於て其の最下端は最大洪水位上相當の餘裕を保たしめること。

10) 鑛山，採石に關する事項

1. 採鑛，採石に伴ふ鑛滓，廢石は勿論，道路，鐵道，堰堤その他の築造から生ずる一切の不用土石類は河川又は河川に流出する虞ある場所に投棄しないこと。
2. 採鑛，採石に伴ふ鑛滓，廢石，その他土石類を堆積せしめることによつて河岸の安定を破りその崩壞を誘發する虞あるものは是が對策を講ずること。
3. 河川敷，堤防敷及び河川附近地に於ける坑內掘鑿跡及び不用坑道は陷沒防止及び水密に關して適當なる方法を講ずること。

4. 洗鑛から生ずる殘滓土石は治水上支障のない場合の外は河川又は溪流に流下せしめないこと。

5. 煙毒の爲に山林を荒廢せしめない樣に一層有效な施設を爲さしめること。

11) **其の他に關する事項**

1. 干拓，埋立に際しては治水上必要なる河積又は遊水面積を縮少せしめないこと。

2. 河口船溜構造物に就いては洪水の疏通を害しない樣に其の位置及び方向を決定すること。

3. 堤防內に之に平行して水道，瓦斯管其の他の管路を埋設しないこと，又堤防を橫斷して之を埋設する場合には計畫高水位以上の高さとすること。

——（完）——

治　水　工　學　終

邦　語　索　引（五十音順）

ア

亞鉛鍍鐵線（Galvanized wire）……131
淺　瀨（Shoal）……18, 223
足　木……210
壓力水頭（Pressure head）……75, 79
亞熱帶旋風（Extratropical cyclone）……32, 39
アネロイド氣壓計（Aneroid barometer）……29
洗　堰……230, 233
暗渠用瓮（Sluice valve）……269
安定勾配（Slope of compensation）……138

イ（ヰ）

圍　堰（Coffer dam）……302
石　出（Stone dyke）……194
石積工……185
石詰佐五右衞門枠……216
石詰法枠工……186
石羽口……178
石羽取……185
石張工（Stone pitching）……185
位　勢（Potential energy）……80
板柵工……191, 142
市松芝……173
1 氣壓（1 atmospheric pressure）……31
溢　水（Overtopping）……301
泉（Spring）……65
溢流堰（Overflow dam）……230
溢流堤（Deversoir）……129, 151, 163, 176
溢流堤の流量……151
移動砂丘（Traveling sand dune）……275, 279
一本土臺……189
犬走（Berm）……165, 190
坎　樋……271
岩　籠……184

ウ

植石工……187
上成木……213
右　岸（Right bank）……6
牛　木……210
牛　工（Skeleton work）……204
牛水制……217
羽狀流域（Pinnated basin）……13
打詰杭工……191
內　法（Inner slope）……165
裏　法（Back slope）……165
雨　量（Rainfall）……41
雨量觀測（Rainfall observation）……41
雨量觀測所……43
雨量曲線（Rainfall curve）……43
雨量計（Rain gauge）……42
雨量圖（Rain map）……46
雨量の分布（Distribution of rainfall）……44
雨量の變化……46
上置工……204
上向水制（Inclined dyke）……195
運河化（Canalization）……222, 229
運河化工事（Canalization work）……7
運河區（Canal reach）……255
運搬用機械……135

エ（ヱ）

越中三又……208, 218
沿岸潮流（Littoral current）……275
堰閘法（Canalization）……7, 222, 229
堰　柱（Intermediate pier）……233, 238
堰　堤（Dam, weir）……142, 222, 230
堰堤位置（Dam site）……145
堰堤の下流法（Downstream slope of dam）……144
堰堤の間隔……231
堰堤の基礎……249
堰堤の種別……230
堰堤の高さ……230, 243
堰堤の方向……231
堰堤の流量……252
遠方水位計（Distant water gauge）……69
遠方制御裝置（Distant control system）……248
堰　流（Nappe）……232

オ（ヲ）

押　木……216
鬼聖牛……207
笈　牛……205
表小段（Outer banquette）……165
表　法（Front slope）……165
重　籠……205
和蘭工法（Dutch method）……199
折　返……303
溫　泉（Hot spring）……65
溫度更正（Temperature correction）……30
扇　籠……184
橫桁式……261

横 工 (Cross dyke) ……194, 196
横斷測量……283
横斷面 (Cross section) ……23
横 堤 (Cross or wing levee) ……163, 164, 175
横 流 (Cross current)……251
横 力 (Lateral force)……259

カ

海岸砂防工事……279
改修計畫……284
回數曲線 (Frequency curve)……70
外扉室 (Outer head)……256
開閉裝置 (Operating apparatus)……264
階 壁 (Lift wall)……256
海陸風 (Land and sea breeze)……38
改良合掌枠……216
改良小口積枠……213
改良積楯枠……213
改良積枠……213
改良棚牛……210
改良木床……201
改良ホワイト堰 (Improved white weir)……244
化學濕度計 (Chemical hygrometer)……28
河 岸 (River bank)……16
鍵 出……194
下 區 (Lower reach)……255
角落堰 (Flash board weir)……233
各個運搬 (Partial transportation)……138
隔 壁 (Partition wall)……251, 255
懸 木……304
籠 工……180
籠水制……198
籠 出……194
河 口 (Estuary)……14
河口維持 (Maintenance of estuary)……276
河口改良 (Improvement of estuary)……223, 274
河口工事 (Estuary work)……8
河口水位……286
河口突堤 (Jetty)……279
河口突堤の構造……281
河口突堤の高さ……280
河口突堤の長さ……280
河口突堤の方向……279
河口埋塞……274
河口埋塞の原因……275
嵩 上 (Levee raising)……171
嵩 置……171
河 床 (River bed)……16
河狀係數 (Coefficient of regime)……125
河身改良 (River regulation)……222, 223
河身整正法 (Regularization)……223
河水涵養 (Feeding of river water)……108
霞 堤 (Open levee)……149, 162, 164
風 (Wind)……27, 35
風 上 (Wind side)……35
風 下 (Lee side)……35
風の種類……37
河 川 (River)……1
河川延長……282
河川改修 (River improvement)……282, 288
河川改修工事 (River improvement work)……293
河川改修工事費……291
河川調査……282
河川に關する工事……7
河川の維持 (Maintenance of river)……300
河川の管理 (Administration of river)……305
河川の區域……6
河川の種類……3
河川の水流……80
河川の附屬物……283
河川の密度 (Density of river)……12
河川の利害……1
河川附近の土地……7
河川法……1
河川法施行河川……4
河川法準用河川……5
河川流量の自然的增加……285
河川利用狀況……282
潟 (Lagoon)……59
片 牛……210
片合掌枠……216
片法枠……214
片梯子土臺……189
片 枠……211
合掌片法枠……216
合掌木……205
合掌構堰 (A-frame weir)……239
合掌兩法枠……216
合掌枠……215, 218
渴水位……68
渴水期 (Dry season)……73
渴水流量……93
渴水量……93
可動堰 (Movable weir)……230, 232
可動堰の設計……248
可動堰の選定……248
可動戸當……233
可動木工沈床……202
曲 出……194
釜 築 (Hooping)……303
鎌 出……194
釜 段 (Hooping)……303
蒲鉾籠……184
カメレー堰 (Camérée weir)……238
萱羽口……178

下流扉 (Lower gate)……243
下流水叩 (Fore apron)……251
カロ堰 (Caro weir)……245
川 裏 (Land-side)……6
側 木……202
川 倉……206
河 積 (Sectional area of river)……14
川 表 (Water-side)……6
函 渠 (Box culvert)……271
カンギレー及びクッターの公式 (Ganguillet and Kutter's formula)……76
關係濕度 (Relative humidity)……28
鹹 湖 (Salt lake)……59
緩衝杭 (Fender pile)……259
岩漿水 (Magmatic water)……63
鹹水湖 (Salt water lake)……59
幹 川 (Main river)……3
完全溢流 (Complete overflow)……252
寒暖計 (Thermometer)……28
感潮區域 (Tidal compartment)……14
門 洲 (Bar)……14
幹 部 (Groin body)……194

キ

氣 壓 (Atmospheric pressure)……27, 29
氣壓計 (Barometer)……29
氣壓傾斜 (Barometric gradient)……31
氣壓の更正……30
氣壓の變化……31
氣 溫 (Atmospheric temperature)……27
機械編蛇籠……182
木 籠……182
機關車 (Locomotive)……135
氣 候 (Climate)……27
器 差 (Index error)……30
氣 濕 (Atmospheric moisture)……27
基準面 (Datum)……69
軌 條 (Rail)……136
氣 象 (Atmospheric phenomena)……27, 282
氣象學 (Meteology)……27
季節風 (Monsoon)……38
基 礎 (Foundation)……144
木 流……304
基 面 (Datum)……67
逆 出……218
逆流堤 (Back levee)……164, 287
舊堤擴築 (Enlargement of old levee)……171
給排水時間 (Time of filling and emptying)……269
給排水設備……268
橋 堰 (Bridge weir)……239
矩 隅 (Square quoin)……259
曲 流 (Bent flow)……164
凝 縮 (Condensation)……28, 41
魚 梯 (Fish ladder)……255
魚 道 (Fish pass)……255, 231
胸 壁 (Brest wall)……174, 273
距離標 (Distance mark)……283
氣 流 (Air current)……35
氣流性豪雨……41, 100

ク

管 流……307
靴 籠……184
屈撓性木工沈床……202
掘 鑿 (Excavation)……130
掘鑿用機械 (Excavator)……132
杭打片枠工……192
杭打土俵詰……303
杭構工……140, 141, 191
杭 出 (Pile dyke)……194
杭出水制 (Pile dyke)……197
雲 (Cloud)……27
鞍掛籠……198
鞍掛棚牛……210
グラブ式浚渫船 (Grab dredger)……133
栗石粗朶工……179
グレーフェ堰 (Greve weir)……240
空氣の單位重量 (Unit weight of air)……28
空 隙 (Voids)……64

ケ

警戒水位 (Warning water level)……106, 304
計畫高水位 (Estimated high water level)……285
計畫高水流量 (Estimated high water discharge)……93, 119, 284
計畫高水量……116
計畫斷面……287
溪谷部 (Gorge)……136
傾卸車 (Tip car)……135
徑 深 (Hydraulic mean depth)……75
繼續曲線 (Duration curve)……71
溪 流 (Torrent)……3, 136
溪流工事……7, 129, 142
桁 木……205
桁下高 (Clear headway)……306
月雨量 (Monthly rainfall)……49
決潟板 (Flash board)……233
結露點 (Dew point)……28
ケレップ水制……194, 204
限界流速 (Limiting velocity)……62

コ

護 岸 (Revetment, bank protection) ……16, 130, 145, 176, 224, 227
護岸工法……177
護岸水制……194
護岸，水制の持継……301
護岸の高さ……177
護岸の根入……177
護岸の法……177
護岸の捲込……177
小 枕……131
國費支辨河川……5
湖 沼……58
湖沼學 (Limnology)……58
湖 水 (Lake)……59
小 段 (Banquette)……166
固定堰 (Fixed weir)……230, 232
五 德……303
瘤 籠……184
コンクリート堤 (Concrete levee)……174
コンクリート張工……186
コンクリート・ブロック單床……187
コンクリート・ブロック張工……187
混合セメント (Mixed cement)……131
降 雨 (Rainfall)……41, 100
豪 雨 (Heavy rainfall)……140
降雨遮斷量 (Rainfall interception)……56
降雨の繼續時間……50
降雨の原因……41
降雨の强さ (Intensity of rainfall)……50
鋼及び鐵 (Steel and iron)……131
降下水位曲線 (Drop down curve)……83
高氣壓 (High atmospheric pressure)……31
閘 渠 (Lock sluiceway)……268
拱 渠 (Arch culvert)……271
工作物 (Structure)……282
工作物の維持……301
工事材料……130
閘 室 (Lock chamber)……255, 259
降 水 (Precipitation)……1, 27, 29, 41
高水位 (High water level)……67
洪水曲線 (Flood curve)……70, 101
高水護岸 (High water revetment)……130
高水工事 (High water river work)……7, 128, 289
洪水痕跡 (Flood mark)……116
高水敷 (High water channel, major bed)……6
洪水調節 (Flood control)……59, 92, 145
洪水調節池 (Retension or detension reservoir)……129, 145
洪水の原因……100
洪水の利害……108
洪水波 (Flood wave)……103
洪水波傳播速度……70, 104
洪水波の傳播 (Propagation of flood wave)……104
高水法線……163, 306
洪水豫報 (Flood prediction)……106
洪水豫報の沿革……106
洪水豫報の方法……106
高水流量 (High water discharge)……92, 93, 116
洪水量 (Flood discharge)……93
洪水量曲線 (Flood discharge curve)……102
洪水量の調節……128
恆西風 (Prevailing westery)……38
洪積帶水層……63
鑛 泉 (Mineral water spring)……65
閘 程 (Lockage)……251
高度水頭 (Elevation head)……79
勾 配 (Slope)……61
恆 風 (Prevailing wind)……37, 275
後扉室 (Lower head)……255
閘 門 (Lock)……222, 255
閘門閾 (Lock sill)……256, 257
閘門扉 (Lock gate)……256, 260
閘門の構造……258
閘門の種類……256
閘門の寸法……256
合流點 (Confluence)……3

サ

柴 格……199
最强風向 (Direction of strongest wind)……37
最高水位 (Highest water level)……67
最高及び最低寒暖計 (Maximum and minimum thermometer)……28
最大流速 (Maximum velocity)……86
最多雨地……45, 48
最多時雨量 (Maximum hourly rainfall)……51
最多日雨量 (Maximum daily rainfall)……50
最多水位 (Most frequent water level)……67
最多年雨量 (Maximum annual rainfall)……49
最多風向 (Direction of most frequent wind)……37
最低水位 (Lowest water level)……67
左 岸 (Left bank)……6
佐五右衞門枠……216
插柳工……182
さゞなみ籠……183, 198
三角洲 (Delta)……15
三角洲河口 (Delta estuary)……15
三角枠……215
三基枠……210
3 重斷面 (Triple section)……287
山脊線 (Ridge line)……8
山腹工事……7, 129, 139
3 方法枠……214, 215

シ

時雨量 (Hourly rainfall)……50
シェジイの公式 (Chezy's formula)……75
支 架 (Horse support)……242
柵 (Hurdle)……199
柵 工 (Hurdle work)……179
柵水制 (Hurdle dyke)……198
柵粗朶……131
柵止東粗朶工……141
時間流量曲線 (Time-discharge curve)……94
閾 深 (Depth of sill)……257
自記雨量計 (Recording rain gauge)……42
自記寒暖計 (Recording thermometer)……28
自記氣壓計 (Recording barometer)……30
自記檢潮器 (Recording tide gauge)……69
自記水位計 (Recording water gauge)……69
敷粗朶……191, 199
敷成木……201
敷 幅 (Bace width)……228
自記風信器 (Recording wind vane)……35
自記風速計 (Recording anemometer)……36
敷藁工……279
軸受鐵物……263, 264
沈 枠……212
支 川 (Tributary)……3, 164, 287
下向水制 (Declined dyke)……195
支 柱 (Prop)……240
市町村費支辨河川……5
濕 氣 (Moisture)……28
濕 度 (Humidity)……28
濕度計 (Hygrometer)……28
自動盾堰 (Automatic shutter weir)……240
芝 付 (Sodding)……173, 178
締切堤 (Closing levee)……163, 166
蛇 籠……180
砂 丘 (Sand dune)……63
遮水壁 (Cut-off wall)……249
斜接柱 (Mitre post)……261
斜接扉 (Mitre gate)……256, 260, 261
シャター (Shutter)……240
シャノアン堰 (Chanoine weir)……241
砂防工事……7, 129, 136, 288
縮 流 (Contraction)……224
樹 種……142
出水期 (Flood season)……100
縱 工 (Longitudinal dyke)……194
集合運搬 (Transportion in mass)……139
縱桁式……261
集水區域 (Catchment area)……8
集水部 (Collecting basin)……136
縱斷勾配 (Longitudinal slope)……20
縱斷測量……283
縱斷面 (Longitudinal section)……19
縱流速線 (Vertical velocity curve)……84
重 力 (Gravity)……61
重力更正 (Gravity correction)……30
浚 渫 (Dredging)……130, 224
浚渫用機械 (Dredger)……133
ショヴェル式掘鑿機 (Shovel excavator)……132
植 林……140
除石工……145
障碍物の除却……128
上 區 (Upper reach)……255
消失係數 (Coefficient of loss)……111
消失高 (Height of loss)……111
消失率 (Ratio of loss)……111
捷水路 (Short cut)……17, 152, 129, 224
上層工……204
沼 澤 (Swamp)……59
蒸 發 (Evaporation)……51
蒸發計 (Evaporimeter)……51
蒸發量 (Amount of evaporation)……51
蒸發量の比率……57
小菱牛……208
上覆工……194, 204
小流域 (Minor basin)……13
上流扉 (Upper gate)……243
上流水叩 (Rear apron)……250
小 枠……212
ジラール堰 (Girard weir)……241
尻押籠……205
人工涵養 (Artificial feeding)……109
浸潤線 (Line of saturation)……166
浸水限界 (Limit of submersion)……164
深淺測量 (Sounding)……283
新川の維持……161
深 潭 (Pool)……18
新堤築設……171
滲 透 (Percolation, filtration)……55, 302
滲透計……56
滲透係數 (Coefficient of percolation)……64, 249
滲透徑路 (Path of Percolation)……249
滲透水 (Percolated water)……63
滲透性 (Permeability)……63, 64
滲透性地層 (Permeable stratum)……63
滲透性流域 (Permeable basin)……56
滲透速度 (Velocity of percolation)……57, 64
滲透量 (Amount of percolation)……56
森林の與へる利益……110
森林の影響 (Influence of forest)……56
森林の效果 (Effect of forest)……109

ス

水 位 (Water level)……66, 67
水位の觀測 (Water level observation)……68, 283
水位曲線 (Hydrograph)……70

水位繼續曲線 (Water level duration curve)‥115
水位の變動‥72
水位標 (Water gauge)‥68
水位流量曲線 (Water level-discharge curve)‥94
水害狀況‥282
水害損失價額‥2
水銀氣壓計 (Mercury barometer)‥29
水　系‥8
水源涵養 (Feeding of water source)‥109
水準基面 (Datum)‥69
水　褥 (Water cushion)‥221, 251
水　深 (Water depth)‥18
水　制 (Spur dyke, groin)‥130, 145, 193, 227
水制域 (Groin field)‥193, 196
水制工法‥195
水制の角度‥194
水制の間隔‥194
水制の形狀‥194
水制の材料‥194
水制の種類‥196
水制の高さ‥195
水制の幅‥195
水制の方向‥194
水制法線‥196
水中浮子 (Submerged float)‥88
水　防 (Flood protection)‥201, 304
水防組合‥304
水防小屋‥304
水防林‥307
水　年 (Water year)‥111
水密裝置 (Water-tightness)‥234, 245, 246, 274, 267
水　面 (Water surface)‥66
水面浮子 (Surface float)‥88
水面曲線 (Surface curve)‥81
水面勾配 (Surface slope)‥286
水面蒸發 (Evaporation from water surface)‥52
水　門 (Sluice)‥230, 270
水文學 (Hydrology)‥27, 41
水門扉 (Sluice gate)‥268
水門の流量‥254
水文年 (Water year)‥111
水理學 (Hydraulics)‥27, 75
水　流 (Flow)‥75
水流の種類‥78
水　路 (Water channel or course)‥1
水路附替 (Shifting of channel)‥129, 158
水路の維持‥301
樞　軸 (Spindle, pintle)‥263
簾　堰 (Curtain weir)‥238
筋　芝‥173
捨石籠‥184
ストーニー式扉堰 (Stoney gate weir)‥235
砂拂籠‥218
砂拂木‥205
隅　回 (Hollow quoin)‥259
隅　柱 (Quoin post)‥259, 261

セ

瀕 (Shoal)‥18
晴雨計 (Barometer)‥29
正規横過 (Normal crossing)‥18
聖　牛‥206
靜　水 (Still water)‥58
堰 (Dam, weir)‥230
堰　閾 (Weir sill)‥237, 244
石　材‥130
積　雪‥100
積雪計 (Snow gauge)‥42
積雪深 (Snow depth)‥42
積雪の密度 (Density of snow)‥42
石　堤 (Stone levee)‥173
石礫の移動‥137
絕對濕度 (Absolute humidity)‥28
セメント (Cement)‥131
瀕割堤 (Separation levee)‥130, 160, 163, 176
旋開扉 (Swing gate)‥260, 268
扇形扉 (Segmental gate)‥246
洗　掘 (Scouring)‥19, 61, 249, 303
扇狀工‥204
前扉室 (Upper head)‥255
旋　風 (Cyclone)‥32, 39
潛　流 (Undermining)‥249

ソ

阻　堰 (Baffle dam)‥251
側設運河 (Side or lateral canal)‥294
側設貯水池 (Side reservoir)‥270
束粗朶工‥141
側　壁 (Side wall)‥256
底開船 (Hopper)‥136
粗　朶 (Fascine)‥131
粗朶柵工 (Fascine hurdle)‥190
粗朶柵水制‥198
粗朶蛇籠 (Fascine cylinder)‥182
粗朶單床‥200
粗朶沈床 (Fascine mattress)‥199
粗朶沈床工‥198
粗朶付牛枠‥205, 219
粗朶羽口‥178
粗朶伏工‥141
阻　柱 (Baffle pier)‥252
粗　度 (Roughness)‥75
外　法 (Outer slope)‥165

損失水頭 (Loss of head)‥79
早强セメント (High early strength cement)‥131
双　閘 (Twin lock)‥256
双浮子 (Twin float)‥88

タ

第1期河川‥6, 289
第1次治水計畫‥289
大笈牛‥205
對應水位 (Corresponding water level)‥71
大合掌枠‥215
大川倉‥206
大　氣 (Atmosphere)‥27
臺　車 (Platform car)‥135
對　重 (Counter weight)‥234, 235
帶　梢‥131
臺狀横過 (Plateau crossing)‥19
堆　積 (Deposit)‥19
大聖牛‥206
帶水層 (Aquiferous stratum)‥63
大々聖牛‥207
大々枠‥212
第2期河川‥6, 289
第2次治水計畫‥289
大菱牛‥209
颱　風 (Typhoon)‥32, 38
颱風眼 (Central eye of typhoon)‥38
颱風則‥39
颱風の原因‥38, 40
大陸颱風 (Continental cyclone)‥32
大　枠‥212
高　潮 (High tide)‥34
卓越風 (Prevailing wind)‥37
竹柵工 (Bamboo hurdle)‥190
竹柵水制‥198
竹　流‥304
竹蛇籠 (Bamboo cylinder)‥181
多湖地方 (Lake district)‥59
蛇　行 (Meandering)‥16
疊立工‥302
立　籠‥181
盾　堰 (Shutter or wicket weir)‥240
立粗朶‥190
縱成木‥191, 202, 208
楯　枠‥213
棚　牛‥209
谷　留‥144
田原式轉動扉‥245
玉石粗朶工‥179
玉石羽取‥185
ダルシー管 (Darcy tube)‥88
達磨籠‥181, 184, 198
垂　れ‥181, 198
俵　籠‥184
段　切 (Stepping)‥140
段柵工‥180
淡水湖 (Sweet water lake)‥58
單斷面 (Single section)‥24, 287
單　扉 (Single gate)‥260
斷　面 (Section)‥19
斷面形狀係數 (Coefficient of sectional form)‥23
斷面積 (Sectional area)‥24
斷面積曲線 (Sectional area curve)‥25

チ

地下水 (Ground water)‥27, 29, 58, 63
地下水位 (Ground water level)‥63
地下水の運動‥64
地下川 (Underground stream)‥64
地下流域‥109
築　堤 (Banking)‥130, 164
築堤工事‥170
築堤材料 (Levee soil)‥171
築堤準備工‥171
築堤の種類‥171
地質及び地貌‥282
治　水‥128
治水工法‥129
治水と利水‥128
治水の原理‥128
地辷及び山崩 (Land- and mountainslip)‥139
地　勢‥9
チッテンデン堰 (Chittenden weir)‥248
地表水 (Surface water)‥27, 28, 58
地表流域‥109
地方費支辨河川‥5
地面蒸發 (Evaporation from ground)‥54
中間扉 (Intermediate gate)‥244
中小河川改良工事‥292
中水敷 (Intermediate water bed)‥287
中聖牛‥206
沖積帶水層‥63
沖積部 (Alluvial cone)‥136, 145
中菱牛‥209
中　枠‥212
聽音流速計 (Acoustic currentmeter)‥89
直角水制 (Normal dyke)‥195
直轄河川‥5, 289
直轄河川改修工事‥290
直轄河川修築工事‥288
直　流 (Straight flow)‥164
直流路 (Cut-off, straight cut)‥152, 224
直流路の結果‥225
潮　差 (Tidal range)‥14

貯水池 (Reservoir)……128, 129, 145
貯水池の兼用……145
貯水池の效用……149
貯水池の操作……141
貯水池の配置……146
貯水池の埋沒……150
調節曲線 (Mass curve)……111
調節池 (Retension or detention reservoir)…299
丁 出……194
杭 柴……204
沈床工……198
沈床水制……203
沈 石……199
沈 澱 (Sedimentation)……61

ツ

築 籠……205, 218
搗 固 (Tamping)……172
築 立……173
月の輪……303
附流堤……163
土 出 (Earth dyke)……194
繩 枠……212
積芝工……142
津 浪 (Tidal wave)……34
積土俵……302
通 閘 (Locking)……256
通船路 (Navigable pass)……231

テ

手編蛇籠……182
堤外地 (Fore land)……6
低氣壓 (Low atmospheric pressure)……31, 32
低氣壓の移動速度……32
低水位 (Low water level)……67
低水護岸 (Low water revetment)……130
低水工事 (Low water river work)…7, 222, 288
低水流量 (Low wtaer discharge)……93, 122
低水量……93
低水路 (Low water channel, minor bed)……6
低水路斷面……228
ディツパー式浚渫船 (Dipper dredger)……134
堤内地 (Protected low land)……6
低熱セメント (Low heat cement)……131
堤 防 (Levee, dyke)……162
堤防敷 (Base of levee)……165
堤防斷面 (Section of levee)……165, 170
堤防の維持 (Maintenance of levee)……300
堤防の實例……167
堤防の種類……162
堤防の施工……170
堤防の特殊構造……173
堤防法線 (Levee normal)……168, 287
底面流速 (Bottom velocity)……86
定 流 (Steady flow)……78
テインター式昇堰 (Taintor gate weir)……246
鐵牛枠……205
鐵筋コンクリート合掌枠……215
鐵筋コンクリート聖牛……207
鐵筋コンクリート繩枠……212
鐵筋コンクリート大聖牛……218
鐵筋コンクリート版柵工……193
鐵聖牛……207
鐵線猪子……206
鐵線柵工……193
鐵線蛇籠 (Wire cyclinder)……182, 198
鐵線蛇籠の編方……182
鐵砲流……307
鐵網柵工 (Wire mesh hurdle)……193
鐵網張繩枠……212
テナール堰 (Thénard weir)……240
デュボア堰 (Du Bois weir)……245
轉開堰 (Rolling dam)……245
天 氣 (Weather)……27
電氣流速計 (Electric currentmeter)……89
天 候 (Weather)……27
轆 子 (Roller)……234
轆子床 (Roller bed)……234
轆子扉堰 (Roller gate weir)……234
轆子列 (Roller train)……236
天床川……136
轉動扉 (Rolling gate)……245
天然河岸 (Natural bank)……16
天然涵養 (Natural feeding)……109
天 端 (Levee crown)……165
天端幅 (Crown width)……165
轉 流 (Rolling)……61

ト

戸 當……233
戸當の摩擦……236
土運車……135
土運船……136
特許粗朶沈床……200
特種工事……270
特殊通路 (Special pass)……231, 254
床 籠……184
床 固 (Ground sill)……120, 161, 219, 224
床 留 (Ground sill)……130, 161, 219
床留水制……194
土石流 (Avalanche of sand and stones)…136, 139
突 堤 (Jetty)……163, 174, 279
土羽付 (Slope tamping)……173

土羽付衣土……173
土俵羽口……178
戸 袋 (Gate recess)……256, 259
戸 溝 (Gate groove)……233, 256
ドラッグライン掘鑿機 (Drag line excavator)…133
ドラム堰 (Drum weir)……247
鳥 脚……208
取付護岸……145
取付鐵物……263
働 (Work done)……79
等壓線 (Isobaric line)……31
等壓圖 (Isobaric chart)……31
等雨線 (Isohyetal line)……46
等雨線圖 (Isohyetal chart)……46
等溫線 (Isothermal line)……28
等溫圖 (Isothermal chart)……28
透過上置工……204
透過工 (Permeable work)……196
東京灣中等潮位……70
同時水位 (Simultaneous water level)……69
動水勾配 (Hydraulic gradient)……64, 166, 250
導水堤 (Training levee or dyke)…163, 174, 176
動水力學 (Hydrodynamics)……79
動 勢 (Kinetic energy)……61, 79
等速線 (Line of equal velocity)……84
頭 部 (Groin head)……194
トーマス堰 (Thomas weir)……239
等 流 (Uniform flow)……79
導流堤 (Training dyke)……163, 278
導流法 (Training)……223
導流路 (Driving channel)……225

ナ

内水幹線 (Main line of inner drainage)……274
内扉室 (Inner head)……256
苗木植付……142
中立木……207
中 縫……178
投掛工……180
雪 崩 (Avalanche)……139
雪崩導工 (Training work of avalanche)……140
夏の渴水期……109
なみがた籠……183
並杭工……191
並 木……216
成木柵工……191

ニ

日雨量 (Daily rainfall)……50
日蒸發量 (Daily evaporation)……52
ニードル堰 (Needle weir)……237
ニードル堰の漏水量 (Leakage of needle weir)…238
ニードルの寸法……237

ヌ

縫 竹……178
布 木……197, 208

ネ

根固工 (Foot protection)……176
根 切 (Muck ditch)……171
熱帶旋風 (Tropical cyclone)……32, 38
根 堀 (Muck ditch)……171
年雨量 (Annual rainfall)……46
年蒸發量 (Annual evaporation)……52
年水面蒸發量……53
年地面蒸發量……55
年葉面蒸發量……55

ノ

法 肩 (Top of slope)……165
法 崩 (Slouphing)……302
法勾配 (Side slope)……165
法柵工……179
法 尻 (Toe of slope)……165
法留工……176, 189
法 枠……214

ハ

背 水 (Backwater)……231
背水曲線 (Backwater curve)……81, 231
廢 川……153
羽口工……178
バケット式掘鑿機 (Bucket excavator)……132
バケット式浚渫船 (Bucket dredger)……133
羽衣堤……163
挾 貫……191
バザンの舊公式 (Bazin's old formula)……76
バザンの新公式 (Bazin's new formula)……76
齒 閾 (Dentated sill)……251
梯子土臺……189
パスコー堰 (Pasqueau weir)……242
派 川 (Branch river)……3
破 堤 (Levee crevasse)……162, 301
破堤の原因……301
發電水力調査……67, 68
杁 (Spur)……194
杁 出 (Spur dyke)……194
幅 杭……283
腹 起……191

腹 籠……180
腹 付 (Levee widening) ……171
梁 木……205
ハリケーン (Hurricane)……32
張 芝……142, 173
張筵工……304
派流締切……224, 225
派流の水理……226
反曲點 (Point of contraflexure)……18
反向曲線 (Ogee curve)……232
反旋風 (Anticyclone)……32, 40
汎濫區域 (Flood periphery)……282
汎濫の防止……129
反 流 (Counter current) ……40
坂 路 (Levee ramp)……274
ハーラッヘルの圖式計算法 ……94
パーカー堰 (Parker weir)……244

ヒ

非溢堰 (Non-overflow dam)……230
避溢橋……305
控 堤 (Secondary levee)……162
控 取……203
樋 管 (Sluiceway)……271
引揚扉 (Lift gate) ……234, 256, 260, 266
引込扉 (Sliding gate)……256, 260, 268
引 堤 (Setting back of levee)……171
曳船道 (Towing path) ……259
跛行突堤……280
菱 牛……208
菱形木工沈床……202
挽木……205
比 深 (Specific depth) ……42
比 長 (Specific development)……17
ピトオ管 (Pitot tube)……88
皮 鈑 (Skin plate) ……235, 262
樋 門 (Sluiceway)……271
樋門の基礎……272
樋門の通水斷面積……271
漂 砂 (Drift sand)……278
標準氣壓……31
標準氣溫……28
屏風返……304
表面係數 (Surface coefficient)……137
表面流速 (Surface velocity)……86
表流水 (Surface water)……65
比流量 (Specific discharge or run-off)……116, 124

フ

不完全溢流 (Incomplete overflow) ……252
不感潮區域 (Non-tidal compartment)……14
副堰堤 (Secondary dam)……144
複式河口 (Compound estuary) ……15
複式閘門 (Compound lock) ……256
複式流域 (Compound basin) ……14
複斷面 (Double section)……24, 287
副 堤 (Secondary levee)……162
副低氣壓……32
伏 樋 (Siphon culvert) ……273
複 扉 (Double gate) ……260
副防砂堤……278
伏流水……65
復流堤 (Reversoir)……151
府縣費支辨河川……5
浮子投下器……284
不滲透性地層 (Impermeable stratum)……63
不滲透性流域 (Impermeable basin)……56
伏 越 (Siphon culvert)……273
附帶工事……271
蓋成木……201
淵 (Pool)……18, 223
普通河川……5
不定流 (Unsteady flow) ……78
不透過工 (Impermeable work)……196
不等流 (Non-uniform flow)……79
蒲團籠……184
冬の渇水期……109
プライス流速計 (Price currentmeter) ……89
プラジル堰 (Prasil weir)……247
プリストマン式浚渫船 (Priestman dredger) ……134
浮 流 (Suspension)……61
浮流土砂量……62
不連續線 (Discontinuous line)……31
不連續堤 (Discontinuous levee)……162
分水路 (Diversion channel)……120, 155
分派點……3
分 流 (Separation) ……120, 150, 159
ブウレー堰 (Boulé weir) ……234
風 級 (Wind scale)……35
風 向 (Wind direction)……35
風向轉換則……39
風向圖 (Wind direction diagram)……36
風信器 (Wind vane) ……35
風生滯水層……63
風 速 (Wind velocity)……35
風速計 (Anemometer) ……36
風速圖 (Wind velocity diagram) ……37
風速の單位……36
風 圖 (Wind diagram)……36
風力計……36
風力圖 (Wind pressure diagram)……37

ヘ

平均水位 (Mean water level)……67
平均低水位 (Mean low water level) ……68
平均風向 (Mean wind direction)……37
平均年雨量 (Mean annual rainfall)……46
平均年最高水位 (Normal high water level) ……67
平均年最低水位 (Normal low water level)……67
平均流速 (Mean velocity) ……86
平均流速曲線 (Mean velocity curve)……90
平均流量 (Mean discharge) ……92, 115
平行工 (Parallel dyke or work) ……141, 194, 196
平衡勾配 (Slope of equilibrium)……139
平行突堤 (Parallel jetty) ……279
並行流域 (Parallel basin)……13
平水位 (Ordinary water level) ……67
平水量……93
平面測量……283
扮 竹……181, 207
ベヤトラップ堰 (Bear trap weir) ……243
ベルヌウイの定理 (Theorem of Bernouilli)……79
偏 倚 (Deviation)……37
變位橫過……19
辨慶枠……214
偏心距離 (Eccentricity)……260
偏流勾配 (Slope of divagation) ……139

ホ

ポアレー堰 (Poirée weir) ……238
補助扉 (Auxiliary gate) ……244
保留作用 (Retension)……149
ホワイト堰 (White weir) ……244
本 出……218
本 堤 (Main levee)……162
喞筒式浚渫船 (Pump dredger)……134
貿易風 (Trade wind)……38
方塊堤 (Block levee)……174
放下車 (Dump car) ……135
方格床……201
方格材……201
方格付粗朶沈床……200
方格枠……177
方形牛……209
包柴工……184
防砂堤……278
放射流域 (Radial basin)……13
補助河川……6, 292
放水路 (Flood way)……155
防雪石垣……140
防雪壁……140
防波堤 (Breakwater)……174
法覆工……176
棒浮子 (Rod float) ……88
飽 和 (Saturation) ……28, 137
飽和水位 (Saturation level) ……107

マ

前立木……205
捲揚力 (Lifting power) ……245
捲込堤……164, 287
摩擦水頭 (Friction head)……80
間詰工……177
馬 踏 (Levee crown)……165
豆板工……187
丸太柵……191
萬年籠……181

ミ

箕猪子……205
水締法 (Water binding)……172
水 叩 (Apron)……144, 250, 256, 272
水 通 (Notch, opening) ……143, 233
水拔孔 (Weep hole) ……185
水の循環 (Circulation of water)……29
水の節約 (Water economy)……270
水 刎 (Spur dyke)……194
耳 芝……173
脈 動 (Pulsation)……36

ム

無潮河川 (Tideless river) ……14
棟 木……205
棟挾竹……207

メ

目 串……173

モ

木 材 (Timber)……131
木工沈床……199, 200
元付工……196
室戸颱風……32
門 扉 (Sluice gate) ……273
網狀工 (Net work) ……141

ヤ

矢板工 (Sheet piling)……193
矢板堤……174
躍 流 (Jumping) ……61
野 溪 (Torrent) ……136
柳枝工……179

柳蛇籠……181
矢來木……215

ユ

雪　代（Flood of melted snow）……100
雪割突角……140
有效雨量（Available rainfall）……111
有效長（Effective length）……257
遊水地（Retarding basin）……128, 129, 148
有潮河川（Tidal river）……14

ヨ

翼　鈑（Wing or shield）……245
翼　壁（Wing wall）……256, 272
横成木……191, 202
餘　盛（Extra banking）……165, 172
餘裕高（Free board of levee）……165
揚壓力（Uplift）……249, 250
揚扉堰（Lift gate weir）……234
葉面蒸發（Evaporation from leaves）……55
用毛濕度計（Hair hygrometer）……28

ラ

落　差（Head）……61, 75
落差工……219
ラング堰（Lang weir）……244

リ

利益計算……282
陸　閘（Levee opening）……274
陸地測量部基準面……70
流　域（Basin, catchment or drainage area）……8
流域形狀……13
流域圖……282
流域平均幅（Mean width of basin）……11
流域面積（Area of basin）……8
流出曲線……115
流出係數（Coefficient of run-off）……111
流出高（Height of run-off）……111
流出率（Ratio of run-off）……111, 112
流出量（Run-off）……110
流出量曲線（Run-off curve）……110
流　心（Line of maximum depth）……16, 18
流心橫過點……18
流　水（Running water）……1, 58, 61
流　線（Stream line）……78
流　速（Velocity）……61, 84
流速計（Currentmeter）……88, 89
流速係數（Coefficient of velocity）……75
流速曲線（Velocity curve）……105
流速水頭（Velocity head）……79
流速測定箇所……88
流速の測定（Velocity observation）……88
流速の分布（Distribution of velocity）……84
流送土砂……275, 276
流筏路（Raft path）……231, 254
流木路（Timber path）……231, 254
流　量（Discharge）……8, 91
流量繼續曲線（Discharge duration curve）……115
流量曲線（Discharge curve）……94
流量曲線式……96
流量曲線式の常數……98
流量圖（Discharge hydrograph）……115
流量の測定（Discharge observation）……93, 284
流量の性質……91
流　路（Water cource）……14
流路延長……10, 12
流路の彎曲……16
量水標（Water gauge, staff gauge）……68
量水標の設置箇所……69
兩法枠……214
林地雨量……57

レ

礫掛工……180
連　柴（Fascine bundle）……199
連柴搦……190
連石床……188, 203
連續降雨量（Continued rainfall）……50
連束藁工……141
連續堤（Continuous levee）……162

ロ

露　點（Dew point）……23
漏　水（Leakage）……302
漏斗形河口（Funnel-shaped estuary）……15

ワ

枠　工（Cribwork）……211
枠水制（Crib dyke）……217
輪中堤（Ring or polder levee）……162

——（索引完）——

昭和十一年七月廿五日印刷
昭和十一年七月廿九日發行

不許　複製

治水工學　　定價金三圓九拾錢

著作者　宮本武之輔
發行者　東京市神田區錦町二丁目九番地　杉山孝太郎
印刷者　東京市小石川區久堅町百八番地　君島潔
印刷所　東京市小石川區久堅町百八番地　共同印刷株式會社

發行所
東京市神田區錦町二丁目九番地
修教社書院
電話神田㉓四四二八番
振替東京三二〇六七番

發賣所　興學館　東京市神田區錦町二ノ九　振替東京三九一六九番

658-169
1200501571983
58
69