

## 論 說 報 告

第 28 卷 第 4 號 昭和 17 年 4 月

河相論 主として河相と河川工法との關聯性に就ての研究  
(其の四)

正會員 安 藝 皎 一\*

## 目 次

第五章 護岸, 水制	5. 水制工法
第一節 概 說	第三節 水制論
第二節 護岸水制の發展	1. 概 說
1. 概 說	2. 水制と其の構造
2. 牛 類	3. 水制と其の配置
3. 杵 類	4. 結 論
4. 出し類	

## 第五章 護 岸, 水 制

## 第一節 概 說

一般に流水を制御して河岸又は堤防を保護するために設けられる工作物を護岸, 水制と云ふ。普通護岸は直接河岸又は堤防に沿ふて設けられ, 河岸又は堤防の決潰を防ぎ, 更に之に依る流路の變轉を防止するものであり, 水制は河岸から或る角度を以て流水中に突出されたもので, 1 組或は數組からなり, 其の間に土砂を貯溜して間接に河岸の決潰を防止すると共に流路を固定せしめ, 或は又水向を變轉せしめて河岸又は堤防の弱點を保護するものである。

此の兩者は普通上述の様に區別せられるが, 其の限界は明瞭ではなく, 同一の工作物でも其の使用 방법에依つては其の何れにもなるのであつて, 著者は此の場合流水を制御して河成りを保持し, 或は河岸, 堤防の決潰を防ぐ目的で流水に直面して設けられる工作物を合せて護岸, 水制と稱し, 其の効果を論じやうとするものである。

一般に之等工作物の形態, 配置方法等は河狀に依つて異なるものであつて, 緩流河川では主として其の目的が常水路を固定して舟航に支障を來たさぬ様適當な水深の維持を計るものであるから横工(河岸から突出した工作物)を主として考へた方が經濟的であるが, 急流河川では其の第一目的が河岸, 堤防の決潰防止にあるから, 一般に縦工(河岸に沿ふて設けられた工作物)に依る方が維持が容易であり, 不測の結果を來す虞が尠ない。然し之とても唯河床勾配に支配されるのみではないから, よく其の河狀を照合して其の目的に沿ふ工法を考へねばならない。

河川の流水を制御する方法に就ては古來各國に於て多くの工法が考案, 實施せられて來てゐるが, 本邦に於ても又同様に各地に其の河狀に適する工法が獨自の發展を來たし, 相當な成果を示してゐる。此の各地に於て獨自の發展をして來たと云ふことに就て吾々は十分注意を向ける要がある。夫々の工法の特長が其の發達して來た所の河狀の特性に基礎づけられてゐるからである。

\* 工學士 内務技師 内務省國土局河川課

第二節 護岸水制の發展

1. 概 説

本邦に於ては既に上代に杭工、柵工等の施工せられた事は萬葉集或は古事記等に見られ、又奈良朝時代には灌漑用水引入等のために 3 本の木材を三叉に組んだ所謂牛類が使用せられてゐた様である。其の後暫くは新な發展は見受けられなかつたが、戰國時代に群雄各地に割據するに及んで領土保全のため河川水流を制御するの必要を痛感する様になり、急激に著しい進歩を來した。徳川時代となり、全國が統一される様になつてから、各地に特異な發達を來した工法は漸次全國的に普及し、享保年間に河川工事に幕費補助の制度が設けられてからは之等の設計基準も規定せられ、大いに體形を具ふる様になつたのである。

之等河岸決潰防止、缺所締切又は水剝のために設けられる工作物は其の構造上大體に於て牛類、柵類、出し類に分類することが出来る。牛類とは部材で三角錐或は方錐を組立て蛇籠又は大玉石で沈壓するものであり、柵類は直角柱或は三稜形の連續體を組立て、詰石を行つて沈壓するのが例である。出し類とは河岸から河身に向け突出して築造するもので、其の材料に依つて石出し、土出し、籠出し、杭出し等がある。

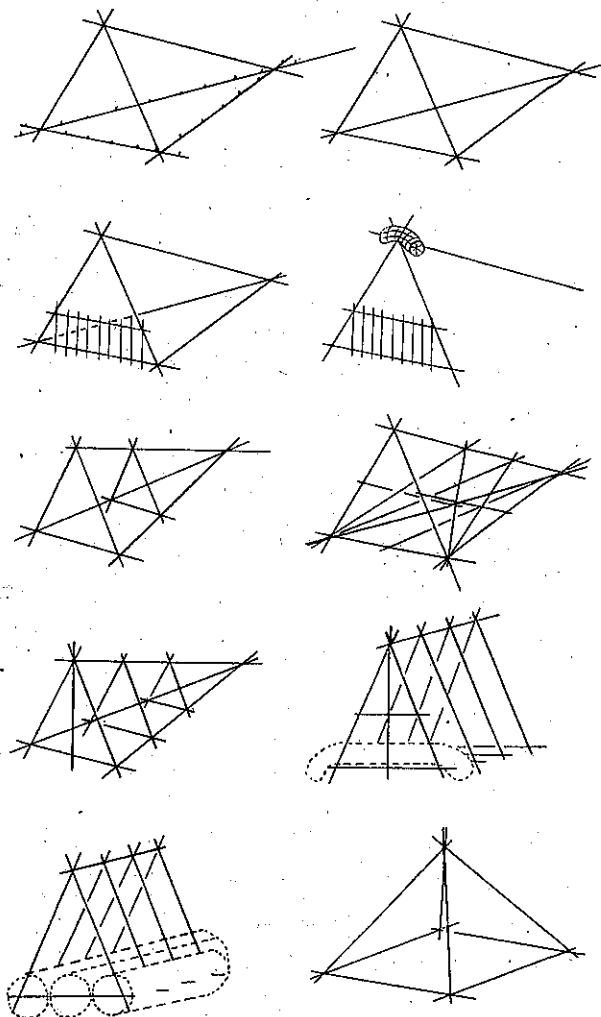
以下之等工作物の由來並びに如何にして用ひられたかを簡単に説明することとする。

2. 牛 類

牛類には牛柵、犬子、猪子、出雲結等の原始型から笈牛、川倉、聖牛、菱牛、尺木牛、棚牛、鳥脚等と云はれるものがある。牛柵、猪子、出雲結は共に奈良朝の初期 (710 年) 以來用水堰等に使せられたと推定することが出来るもので、最初は單に同大の 3 本の木材を三叉に組み、石俵又は玉石で沈壓した。猪子は美濃國で發達し、出雲結は出雲國で創案せられたと云はれる。犬子は鎌倉時代に越中國で創案せられたもので、俣木のみで組立て玉石を十分に用ひて沈壓する。出雲結は出雲國に多い砂川に適する構造を採つて居り、猪子、犬子と漸次急流砂礫河川に適する形をとつてゐる。爾餘のものは此の牛柵、猪子、犬子、出雲結の改良されたものに過ぎない。

笈牛は牛柵に前立木を加へたものである。享保、寛政年間に著述せられた「堤防溝洫誌」、「地方凡例録」に記載されて居り、釜無川、笛吹

圖-80. 牛 類 略 圖



川、大井川、天龍川等で用ひられてゐた。初めは等邊形であつたが、後には合掌木の後材 1 本に長大なものを用ひたものである。

川倉は古來各地に於て施工せられたもので、其の形狀は三角錐をなし、恰も馬背の如き形をしてゐるので「川鞍」と呼ばれ、轉じて「川倉」となつたものゝ様である。普通 2 對の合掌木を有するもので、牛杵と後述の聖牛との中間を行く構造である。

聖牛は實施せられた河川に依つて多少構材の大きを異にするが、三角錐をなし 3 對の合掌木を備へ、棟木の長さに依り「大聖牛」、「中聖牛」などの名がある。「地方凡例録」に依れば之は武田信玄の創案になるものと云はれ往時は専ら甲斐國の釜無川、笛吹川に施工せられたが、次で信玄の勢力範圍擴大に伴つて天龍川、大井川、安倍川、富士川に傳はり、享保年間以後は各地に流布するに至つた。聖牛は牛杵の改良せられたもので、其の構造は簡單であり、堅牢な三角錐型を採る故前面の洗掘を受けて前に傾斜しても、よく其の形を保ち、目的を達してゐる。一般に急流河川の砂礫の移動の甚しい所の水制、締切工事等に適してゐる工法である。

菱牛は頭部の一處に 4 本の合掌木を結束し、方錐形に組立てたものである。之も武田信玄の創始になるものと云はれ、初め甲斐國の御勅使川、荒川筋で用ひられた様である。方錐型であるから側面の洗掘せられた場合に三角錐型のものよりは顛倒の虞が少いから河床の變動の著しい所に適當してゐる。御勅使川、荒川の如き比較的水深は淺いが、砂礫の移動の甚しい個所に初めから目論まれたものであらう。之は徳川幕府の初期に聖牛、棚牛と共に駿河國、信濃國に傳はり、伊那平の天龍川筋に盛んに用ひられ、又遠江國天龍川筋に於ても聖牛の代りに用ひられた。

尺木牛は上述のものが獨立した 1 個のものであるのと異り、連續體をなしてゐるもので、3 列に蛇籠を置き、之を土臺として長 6 尺の合掌木を 2 尺毎に籠に組込んだものである。之も亦武田信玄の創案になるものと云はれ、笠牛、菱牛等の適する河川より稍緩流の個所を撰んで施工するのを常とした。

棚牛は主材三角形の連續體であつて、三角形の底邊に敷成木を並べて重籠を積載する棚としたものである。之も亦武田信玄の創案になるものと云はれ、初め釜無川、笛吹川等に用ひられたものが、其の後富士川、安倍川、天龍川、酒匂川、上利根川等に施行せられ、享保年間以後は廣く各河川に普及してゐる。棚牛は普通水制として河岸から水流に直角に据付けられたもので、洗掘せられるに従つて、河底に沈下して益々鞏固となり、下流部に沈澱を生じて、河成りを變化せしめるのである。

鳥脚は始め越中國で考案せられた工法で、其の後越前、越後、信濃の國に傳つた。越前、越後では之を『越中三叉』と云つてゐる。之は尙現在神通川小支百瀬川筋で實施せられてゐる「犬子」の發展したものと想定せられ、合掌木 2 本及び棟木 1 本で三角錐を組み、其の前面に砂拂木及び布木を取付け、底面、兩側及び中央に 1 本乃至 3 本の縦棚木を入れ、之に直角に横棚木を組んで棚面を稍々尻上りとし、之を支へるために棚釣木と方成木を取付けて、大玉石又は石俵で沈壓する。之は水制又は締切工事に用ひられるものであつて、常願寺川、神通川、手取川等の急流河川では其の周圍に堅牢な蛇籠を用ひ、之を巧に利用してゐるが、信濃國又は越前國の諸河川では工法は簡單となり、唯其の前面に砂拂籠を施すのみのものもある。棚面も急流河川では沈石の流失を防止するために尻上りに組むが、比較的緩流の場合には之を平らに据ゑて安定を計つてゐる。

尙此の他近年北海道で用ひられてゐる三基杵、群馬縣で實施せられてゐる方形杵又は静岡縣に多い鞍掛棚牛等があるが、之等は鳥脚、菱牛、棚牛などの部材の配置方法又は載荷方法を多少改良或は變更したものに過ぎない。

之等の構造物は總て木材から成り、以前は其の部材の結束に柄差、栓留を用ひ、又扮竹、藻蓐を使用した。

現今では鐵線又は鐵棒を用ひてゐる。沈壓に用ひる蛇籠も藻蓐、竹籠を使用した、今では急施工又は假工事以外には用ひられず、普通鐵線籠を用ひてゐる。又近年になつては之等構造物に耐久性を持たしめるために木材の代りに鐵筋コンクリート材を使用してゐる例がある。

### 3. 枿類

枿類の最も單純な形式は片枿、沈枿であつて、沈枿に蓋を取付けたものを楯枿と云ひ、兩側面に勾配を付したものを鳥居枿、四側面に勾配を持つものを辨慶枿、三稜形のを胴木牛、三角枿又は合掌枿と云ふ。之と全く系統は異なるが明治初年に和蘭人に依つて輸入された粗朶沈床も亦枿類の一種であり、骨材に連架を用ひたものである。又之の連架の代りに丸太を用ひた木工沈床も亦之に屬するものと見てよいであらう。

片枿は杭工から進化したものと考へられ、戰國時代以前からあつたものゝ様である。砂利河或は砂河の河岸決潰防止又は護岸根固に用ひられる。片側を河岸又は堤防に接して施工するもので、枿柱を建て、之に二段に貫木を貫き、主成木を立てて詰石を行ふもので、河床に杭打の出来る場合には親柱及立成木は打込むことがある。普通柱を打込まぬ場合には敷成木を入れて沈定する工法を採つてゐる。

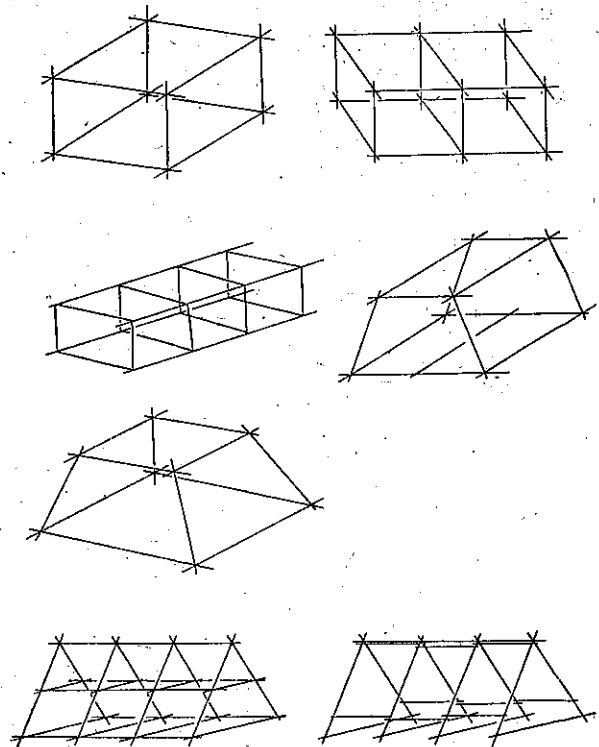
沈枿は聖牛其の他のものと共に武田信玄の創案になるものと云はれ、同様釜無川、笛吹川に施工せられたものが、天龍川、大井川に傳つたものと考へられる。之は近年伊奈平、大井川下流で發掘された古枿から想像せられる。沈枿は始め聖牛、菱牛等と組合はされて護岸或は水制の根固に用ひられたもので、擴く砂礫河川に適用されてゐる。沈枿を連続したものを續枿と云ふ。

楯枿、鳥居枿、辨慶枿は共に沈枿を改良したもので使用目的は同様であり、其の安定の増加を計つたものであつて、共に徳川末期に目論まれたものである。

胴木牛は三稜形の枿であつて、雜木丸太で三角形を組み、棟木及び土臺木を通じて連續せしめ、胴廻りに立成木を用ひ、敷成木はなく、内部に詰石を行ふものである。之も武田信玄の創案になるものと云はれる。

三角枿、合掌枿は殆んど同様なもので、共に胴木牛の進歩したものと見做され、主として護岸、水制に使用されてゐる。三角枿は既に寛文 2 年 (1662 年) に酒匂川筋に長さ 30 間の水制として用ひられて居り、其の後多摩川でも施工せられた。寶曆年間 (1760 年頃) に三角枿の棟木を多少變更し、側面に用ひた矢來木を立成仕立に改めたのが合掌枿である。合掌枿は胴木牛に敷成木を施したものと略同様である。合掌枿は其の後材の組方、沈壓方法に改變を行つて現に尙廣く用ひられてゐる。丸太材の代りに鐵筋コンクリート材を使用してゐる例もあるが、此の場合には沈下に依る部材の切損を虞れて餘り長い延長のものは用ひず、1 組 10 m 程度に縁を切つて

圖-81. 枿類略圖



置く。

之等桝類は以前は牛桝と同様に丸太材の組合せには各主材の交點は柄差或は桝留とし、立成木は扮竹、藤蓐、葉繩等で結束してゐたが、現在ではボルト、鐵線を用ひてゐる。

粗朶沈床は享保年間に始めて施工せられたと云はれてゐるが、現在各所で用ひられてゐるものは明治初年に和蘭人技師に依つて傳へられたもので、初め利根川、淀川で施工せられ、次で北上川、最上川、信濃川、天龍川、筑後川の低水工事に用ひられてから廣く各地に普及した。之は可撓性を有する桝と考へられるものであつて、徑4寸に粗朶を束ねた連柴を縦横共に3尺の碁盤目に組合せ、此の上に3層に束粗朶を敷並べ、其の上に更に前同様の連柴を組合せた格子を重ねて、下格子を結束した三子繩又は鐵線を引延ばして上格子の交點に緊結する。上格子の連柴上には周圍2行には全部、内部は縦横共1行を隔て、1尺5寸間に枕木を打ち、之に柵を搔き付けて、栗石或ひは割石で洗壓し、其の目潰に礫及び砂を填充するものである。之は河川の緩流部には良い工法であるが、急流部では屢々流失せられ良い結果は得られなかつた。夫れで流水の急な場合には連柴の代りに丸太を以てしたり、柵編を廢して、丸太で組合せた桝を沈床に取付けたものなどがある。

木工沈床は粗朶沈床が急流部では屢々流失する所から、明治年間の中葉に考案せられたもので、之は丸太を桁に組み重ね、底と蓋とに成木を用ひた桝であつて、内部に割石、玉石を填充して洗壓する。蓋成木の代りに鐵線網で被覆することがあり、又は蓋成木を用ひず、表面には張石を施し、又はコンクリート・ブロックを配置して詰石の脱落を防ぐことがある。格材の締付けには以前はボルトを用ひたが、屈撓性に缺けるため、現在では丸鋼を通し折曲げて緩く締付けてゐる。尙木工沈床は屈撓性が不十分であると云ふので、之を補ふために種々考案せられたものがある。

#### 4. 出し類

「出し」とは河岸から流水に向つて突出した工作物を云ふのであつて、上述の牛類、桝類も其の使用方に従つては「出し」と稱せられるべきであるが、此處では之を效用方面から見て、所謂「出し」、水刳として造られてゐるものに就て述べることにする。

出し類は使用材料に依つて區分すると「土出し」、「石出し」、「籠出し」、「杭出し」、「桝出し」等に分類せられる。之等は總て河狀に應じて考案せられて來たものである。

土出しとは土砂を以て築造するもので、普通本體のみを土砂で築立て、其の先端又は全面を萱、石、籠等で被覆する。土出しの法面を萱羽口で崩壊を防ぐものを萱出し、石を張つて崩壊を防ぐものを石出し等と云ふ。石出しには全部割石で築立てたものもある。籠出しは蛇籠で造つたもので、普通蛇籠を河身に直角に積疊し、數個所に帶籠を設ける。桝類を水制として用ひたものが桝出しである。

之等の出し類は水制本體内を水を通さず、直接水を刳ねて流向を反轉せしめる役をなすものであるから、此の安全を保つためには相當の苦心を要する。「堤堰秘書」(享保年間の定法を筆寫せるもの)に依れば水制は河身と直角或は稍下向きとなし、急流河川であればある程著しく下流に向ける必要があり、高水時にも決して溢流せしめてはならぬと云つてゐる。此の種の水制は先端を甚しく洗掘せられ、之に依つて流失せしめられることが屢々あるので、之を防ぐために蛇籠、沈桝を先端に布設するのが普通である。

杭出しの起原は極めて古く、既に古事記に「堰楸」として記述されてゐる。桝類、牛類は杭が打込めぬ所から杭の變形されたものである。杭出しは最も簡単な工法で而も其の効果は大きい。淀川では古來杭出しが最も有效であつたと云はれ、現に木津川筋ではよく作用してゐるのが見受けられる。砂河の移動の多い所によい工法であ

る。太田川(遠江國)、千曲川でも古くから用ひられて居り、太田川では短少なものを近距離に設置してゐるが、千曲川では其の長さ 20~30 間に達するものがあり、5 通り、7 通りに杭を打つてゐる。

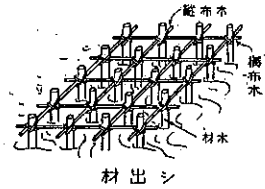
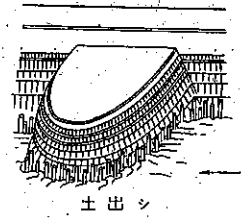
杭出しには亂杭を打つたもの、「屏風出し」として柵を挿付けたもの、「簀出し」と稱し亂杭の間に葉付竹を立てたもの、又は「流し出し」と稱する杭木を打込み之に竹又は松、柳の樹枝を結付けたものなどがある。「梁掛杭出し」は杭頭に縦横列に梁木を取付けたものであり、之には又杭木の根本に樹枝を投げ込み、土俵で沈壓したものがある。杭出しは現今廣く用ひられて居るもので、杭は打つたまゝのものもあれば、之に鐵線を張り又は竹或は粗朶で籠を造つて杭木に當てたものもあるし、洗堀に依る流失を防ぐために杭の周圍に蛇籠を用ひたり、沈床を穿たしめたものなどがある。

之等各種の杭出しは要するに杭の打込み得る河川で審洲の付き方の容易になる様に工夫されたものであつて、流勢の弱い所程簡単な工法を採り、又斯る場合程流水を遅延せしめる様立粗朶を施したり、籠を立て掛けてゐるのである。

杭出しの施工困難な所に杵出しが考へられた。嘗ては砂礫河川では杭の打込みが不可能なので、之に代つて牛類、杵類が使用せられたのであらう。聖牛を連続して河岸から突出せしめたものがあり、之等の連續體である胴木牛、合掌杵等は此の目的に添ふ様案出されたものであると考へる。著者は富士川で長さ 9 m 程の丸太を打込んで水制としたが、良い結果を興へてゐる。

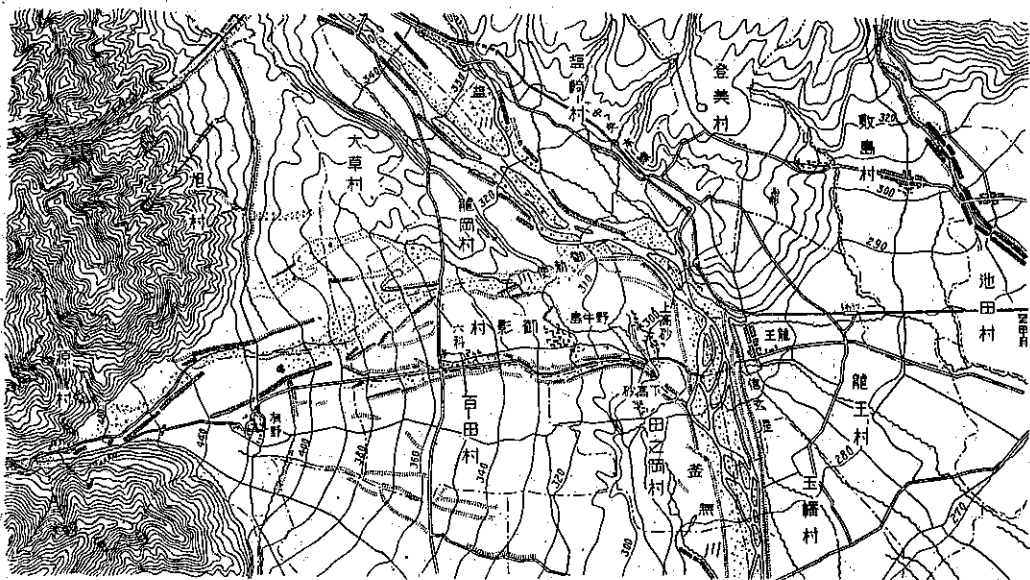
圖-82. 出し類略圖

出シ類



5. 水制工法

圖-83. 釜無川、鹽川、御勅使川合流點附近平面圖

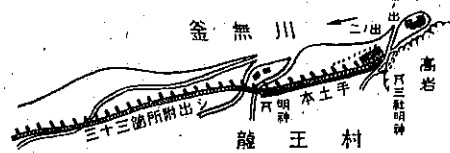


以上述べた様に其の所に應じて各種の工法が案出されて來たのであるが、之等の工作物を如何にして使用して來たかを次に考へる。

今之を最も廣く用ひられ、現在工法の基準をなしてゐる武田信玄の工法に就て見やう。

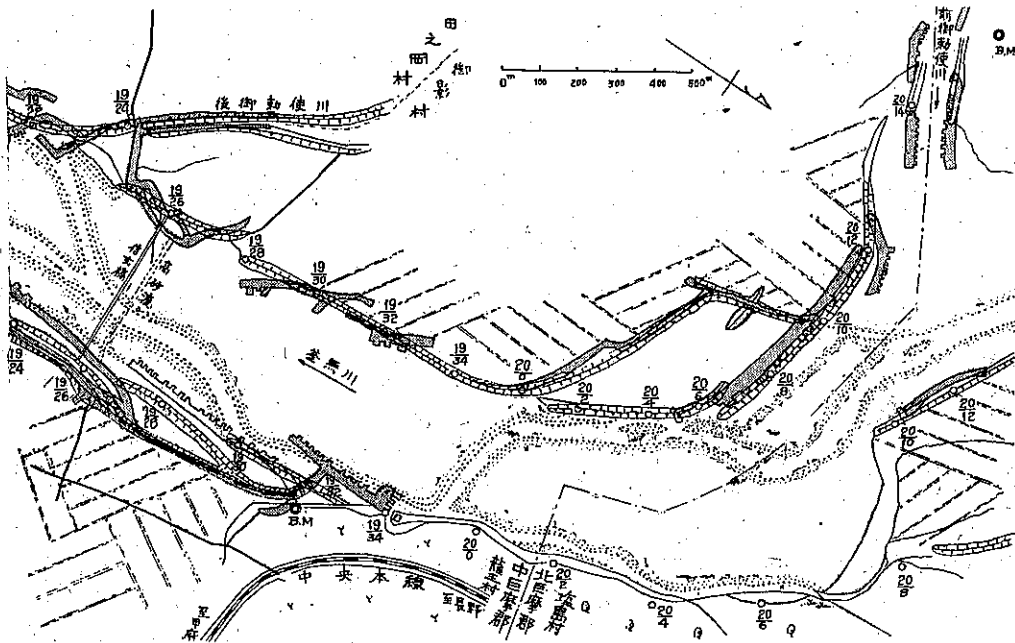
信玄の治水工事は天文 11 年 (1542 年) の釜無川の大洪水に始る。甲府盆地を水災より救ふために釜無川、鹽川、御勅使川の三川合流點の調整を試みたものであつて、先づ御勅使川を山間部を出た所、源村有野地先に石積出しを築立て、流水を反轉せしめ、御勅使川扇狀地の下流側耕地を防ぎ、御影村六料地先に至つて新河道を開鑿して洪水を分派し、其の一部を龍王續きの高岩に向はしめた。新合流點は鹽川の合流點の直後に當り此處には十六石と稱し、16 個の巨石を配置して之等 3 河川の流水を導いて高岩に向はしめ、此の反撥を舊御勅使川合流點にとつて、流水の勢力を相殺せしめたのである。更に龍王高岩に續いて堤防を設け、甲府盆地を防いだ。此の堤防が所謂信玄堤である。信玄は身を戦亂の中に置いて此の大工事を遂行したのである。

圖-84. 信玄堤 (貞享 5 年)



築造當時に於ける信玄堤の構造に關しては之を知る文獻のないのが遺憾である。併し乍ら貞享 5 年 (1688 年) に龍王村民から時の代官に捧呈した「御本丸書上」に依れば徳川家康も信玄の遺法を守るべき旨を命じて居り、之には信玄堤の其の時の状況を記述してゐるので、之に依つて其の當時の状態を想像することが出来る。之に據れば龍王高岩から本堤防 350 間、之は土堤であつて竹林となつてゐた様であり、其の川表には延長 1150 間、幅 6 間の石積出しが引添へてあつた。此の外は松、柳の林となつて居り、此の前面には 33 箇所に付出しが設けてあつたもので、此の他に「一の出し」と稱し長さ 22 間、横 20 間、高さ 1 丈、「二の出し」とて長さ 40 間、横 20 間、高さ 1

圖-85. 信玄堤 (元文年間)



丈の出しを施設してあつた様である。

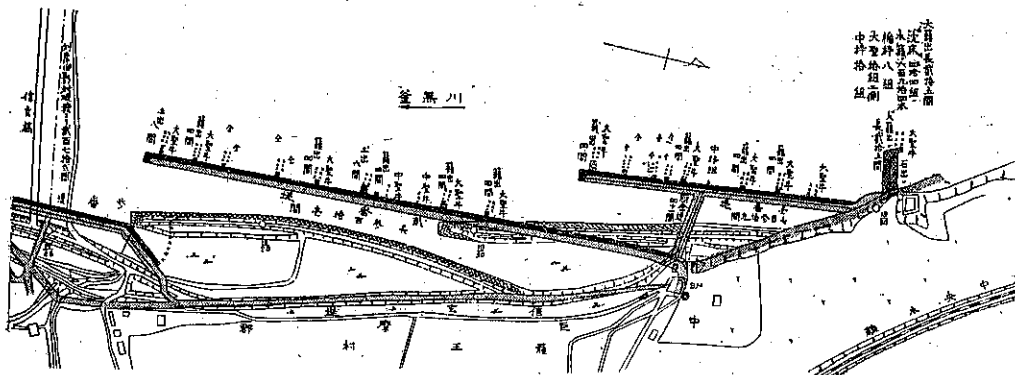
此の付出し、出しの構造に就ては知る事が出来ない。當時の状態から考へれば之等の堤防は河原の中に築立てたものであつたに違ひなく、本堤を築造すると共に之に引添へて石積を築立て、之を保護し、更に之を延長して河水を導流したものだと思はれ、當時の材料、技術として十分激流に抵抗し得るものを造れなかつたことから、之に短い付出しを設けたもので、此の構造は恐らく籠出し、或は石出しであり、之に洗柵を防ぐために聖牛又は柵類を使用したものと思はれる。尙之は加ふるに成るべく此の地點が河裏となる様に御勅使川の付替へ、其の他の手段を構じたものと考へる。其の後の洪水には石堤を屢々決潰してゐるが、本堤は一度も災害を受けたことがないと云はれてゐる。當時釜無川の流域は山地の崩壊甚しく、相當砂礫の流送を見て居つたものゝ如く、河床の移動も甚しかつたであらうことから考へれば、當時の技術、工事材料から考へて之は極めて無理のない又合理的な工法であると思はれる。

新御勅使川及び釜無川の合流點に設けられた十六石に就ては其の石の大きさ、配置方法は不明ではあるが、兩河川の激流を互に緩和して、常に下流に於ける流向を定め、高岩に導いたとのことから考へれば、大體に於て導水堤の如く配置せられたものと思惟せられ、斯くすれば之を不透過式にせず、透過式の形態をとつたことは、急流河川の砂礫の移動の甚しい場合には極めて効果のあるもので、賢明な策である。著者は此の場合龍王地先に於ける石堤も此の十六石と同一の目論見の下に實施せられたもので、唯前者は後者より流勢多少弱く、水深は大であるので、之に應じて計畫されたものと考へる。

其の後信玄堤は次第に下流に向つて延長されたものゝ如く、其の前圍も變化し、明治時代の初期に於ける状態は圖-85の如くなつてゐたが、之は元文年間(1740年頃)の施設に依るものと云はれてゐる。之は高岩の本堤取付箇所から約180間上流に高岩より長25間の大籠出しを設け之に續いて本堤の前圍として一番より五番の土出堤防を築立て、之を大聖牛、中聖牛、大柵、中柵、籠出し等で防いでゐる。大籠出は本體石出しを本籠694本で巻き立て、洗柵44組、楯柵8組、中柵10組を根固として用ひて居り、其の先端に2列に10組の大聖牛を配置して洗柵に備へた。圖-86には其の一部の詳細を示す。此の前圍堤は屢々の洪水に決潰、流失してゐるが本堤はよく之を防禦して些かの水害をも蒙らなかつたと云はれてゐる。

聖牛は其の構造上側方への轉倒に對しては多少弱點があるが、前方への傾斜に對しては安定であり、洗柵に従ひ前傾しつゝ、砂礫中に固定するもので、此の場合の如くに2列に3~5組を出し類の前方に配置するのは其の

圖-86. 信玄堤詳細圖(元文年間)

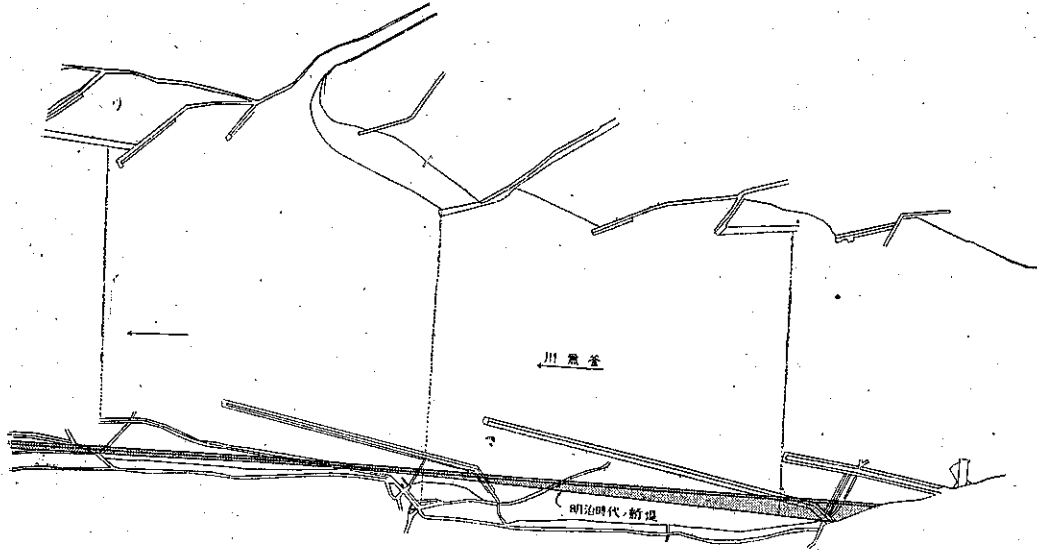




根固として充分に効果があるものと思はれる。

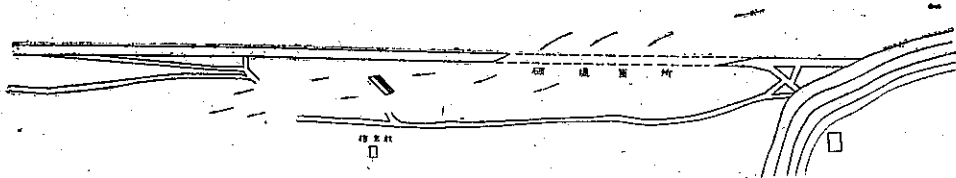
出し類の障害を受けるのは其の前面で遮斷された流水が出しに沿ふて流心に向ひ、之は特に河床に沿ふて著しいのであるが、之が出しの先端で直流する流線と衝突し、縦軸を持つ渦を發生して、此の部分に甚しい洗掘を來すのであつて、移動し易い河床の場合には特に著しい。此の場合透過式の自由に變位を許す水制を設置するのは之を防ぐに効果がある。然し之は又木材で組立てられてゐるから可撓性のあるのは宜敷しいが、或る程度以上の流勢に對しては抵抗することは困難で、流亡する危険がある。事實屢々前圍堤は流失してゐる。之は其の當時としては己むを得ない。記録に依れば毎年定期的に補修工事をやつてゐる。

圖-87. 信玄堤 (明治時代)



斯くして明治時代となり、明治 16 年 (1883 年) 高岩の大籠出を廢して、長 15 間の練積の石出しとし、明治 26 年 (1893 年) には前圍の堤防を取除いて、高岩から五番堤の末端に至る新堤を築造した。之は根固に犬走り、沈床を設けたもので、尙 60 間毎に水制を築造した。此の當時にあつては御勅使川合流點に設けられた十六石は既に埋没せられて其の效用を失ひ、御勅使川流末の扇狀地は擴大せられて流心は著しく左右に變動し、兩川出水の狀況に應じて、特に御勅使川の出水の大きい時には激流信玄堤を衝く様な状態になつてゐたのである。明治 29 年 (1896 年) 6 月の出水には練積石出は一部決潰した。之は根固の不十分に依るものと考へられるが、練積のため流失に至らず、半壞のまゝ残されてゐたのである。同年 9 月に又大出水があつた。半壞の石出は流失して流水は

圖-88. 信玄堤破堤狀況 (明治時代)



新堤に激衝し、遂に之を決潰せしめ、流入した水は新堤が其の途中で信玄堤本堤と連絡してゐたために其の流出口を失ひ、嵩んだ水は本堤を溢流して 300 年來未だ滲漶を見なかつた本堤を崩壊せしめたのである。

此の決潰の狀況に就ては目撃者の談に依れば新堤前面に配置せられた水制の附近で非常に水は激し、此の部分の犬走りの張石が脱落した模様であつて、法面石張先づ崩れ、水防の效なく新堤延長約 150 間決潰し、見て居る内に信玄堤を溢流したと云ふ。此の水制の構造に關しては知ることが出来ないが、其の後の狀況から推察すると多分聖牛を數組配列したものと思はれる。此の場合水制の附近に著しい渦流を生じ、砂礫の吹き上げられることは經驗に依つて知られる所であつて、現に著者は昭和 10 年 9 月の出水に際し、沈床上に相當の間隔を置いて數組當配列せられた聖牛群の激流を受けた部分では其の下流側で沈床張石脱落し、聖牛が其の間に陥没したのを經驗してゐる。

其の後改修せられたのが現況である。現在は高岩に設けられた石出しはなく、本堤の高岩取付個所から八幡境に至る間に 3 本の枝堤が設けられ、根固に沈床を用ひ、適宜聖牛が配置されてゐる。昭和 10 年 9 月には計畫高水に相當する出水があつたのであるが、御勅使川に比し、釜無川の方の出水が著しかつたために本地點は川裏となり、異状がなかつた。現在著者は何れの場合にも即ち釜無川、鹽川、御勅使川何れの河川に出水を見ても可及的に現在の水向を維持し得る様、御勅使川の合流點に適當な導流水制を設けることの必要を痛感してゐる。

以上信玄堤の變遷を述べて來たが、之に依つて古人が砂礫の移動、河狀の變化の甚しい個所に其の當時得られた材料で如何にして水害を防いで來たかを知ることが出来る。武田信玄の計畫の基幹をなす所のものは之を要約すれば次の如きものであらうことが推量せられる。

- (i) 特に防禦を要すべき地點は成るべく川裏とする。
- (ii) 長大な横工水制は維持困難であるので、流水に逆らはぬ様主として縦工水制を用ひる。
- (iii) 水制は成るべく河床の變化に順應し得る構造を必要とする。

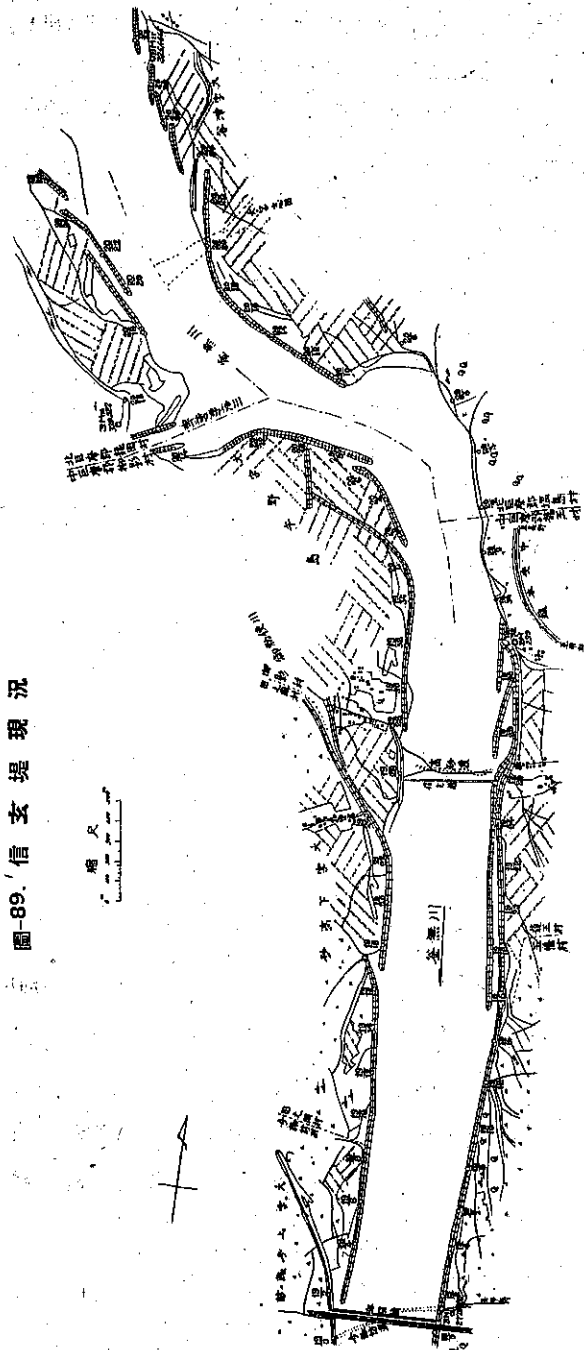


圖-89. 信玄堤現況

現在でも之以上は考へ様がない。斯の如く水制の形狀、配置方法に就ては其の河狀に應ずる様古くから考慮が拂はれて來たのである。

一般に河岸或は堤防から一直線に出した横工を「丁出し」と云ひ、此の先端に縦工を付したものを「鎌出し」、又其の先端に横工を付したものを「鍵出し」と云つてゐる。之等のものを巧に配置して河岸の決潰、流路の偏倚を防止して來た。「堤堰秘書」に依れば緩流河川では水制は上流に傾けるべきで、斯くすれば其の前面に土砂を洗滌せしめ、水制も亦安固になると云ひ、其の角度は河川に依つて異なるが、大體に於て水制長 10~15 間ものものは 2~2.5 割、水制長 35 間位になれば 1.5 割が適當であると云ふ。然し急流河川では必ず下流に偏せしめ洗掘を防止するために控工を施すべきだと云ふてゐる。

大井川筋静岡縣の五和村役場に殘つて居た古文書に依れば當時の水制の狀態を推量することが出来る。之は極めて効果のあつたものと云はれて居る。

圖-90. 水制形狀

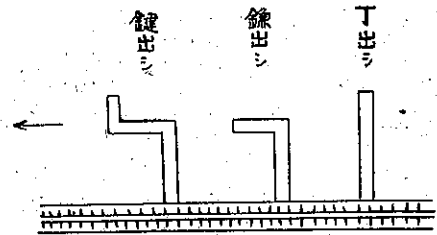


圖-91. 大井川水制 (文化 10 年牛尾村)

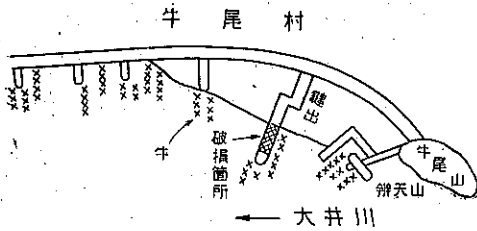
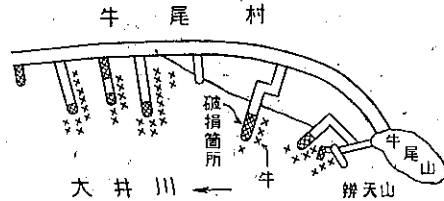


圖-92. 大井川水制 (文政 13 年牛尾村)



第三節 水 制 論

1. 概 説

護岸、水制の目的は急流河川では一般に河岸又は堤防の決潰を防ぐのを第一義とし、古來水制と稱せられたものは流水の激衝するのを反撥せしめて、其の位置を守るのにあつた。要は流水を速やかに安全に流下せしめるにある。この爲には水向の確保を考へねばならない。航行河川でも水向の確保は流路の安定となり、必要な水深を與へる手段となる。本邦には航行河川は比較的少く、大部分が急流であるためにこの決潰から引起される災害対策が先づ最初の問題であつたために緩流河川の水路維持に關する工作は比較的遅くれ、主として決潰防止工作の進展を見たのである。

此の兩者何れの場合に於ても水向の確保の必要なることは既に述べた通りである。水向の確保の第一は流路法線に關する問題で、之れが河狀に適應したものであれば、護岸、水制に關する問題は比較的容易となる。殊に緩流の場合には法線の如何に支配される方が著しく、工法の問題は二次的に考へて差支へない。本章で述べてゐる所は主として其の構造に關するものであるから勢ひ河岸又は堤防の決潰防止に重點を置くことになる。然し何れの場合でも法線即ち河成りは重要な問題であつて、之は常に念頭に置かなければならない。

2. 水勢と其の構造

本邦に於ける古來からの水制は其の形態、施行狀況から推して考へれば河岸、堤脚の洗掘を防いだものであつ

て、洗掘を防止すると共に 寄洲の着く様にと大きな努力を拂て來た。武田信玄は釜無川、笛吹川或は其の他の中小河川に應じて「聖牛」、「菱牛」、「棚牛」又は「尺木牛」を創案してゐるが、之等の水制は河川の規模は勿論であるが、河床砂礫の状態に關しても考慮が拂はれてゐる。言ひ換へれば河床の變化の著しい所又は變化の拙い所に對つて其の構造を考へてゐる。然しながらこの適當な形式を推定するといふことはなかなか困難な問題であつて、注意深い觀察と豊富な經驗を必要とする。

一般に載荷面の高い構造を持つ出雲結、猪子、棚牛等は相當に水深のある場合にも容易に施設せられるから假締切等に使用して便利である。この場合に水制の前面に簾等を張つて流水を遮斷するのが普通であるから、比較的細かい砂礫の移動する場合にはよく砂洲を着けるが、流勢の強い場合には用ひられない。牛柁、鳥脚、川倉、聖牛等の載荷面の低いものは比較的安定であり、粗い砂礫の移動する場合に流勢に應じて適當な形式を撰定すればよい。鳥脚は普通沈壓するのに大玉石を使用するから大玉石の不足する所では不便である。又詰石の都合上多少尻上りに組立てるから幾分不安定なのを免かれぬ。之を逆出しとして蛇籠で沈壓し、その上下流を蛇籠で巻くものは流水を河身に反撥せしめる効果はあるが、砂洲をつけることは拙く、頭部下手附近に深掘れを生ずる虞れがある。之等の構造を持つものは一般に水深の大きな場合には施設に困難を伴ふが、安定度高く、前面を洗掘されると適當に沈下して、砂洲を呼び、良く効果を表はしてゐる。菱牛は底面方形であるから一層安定であり、且つ高さが比較的低いので、水深の浅い急流部には好都合である。

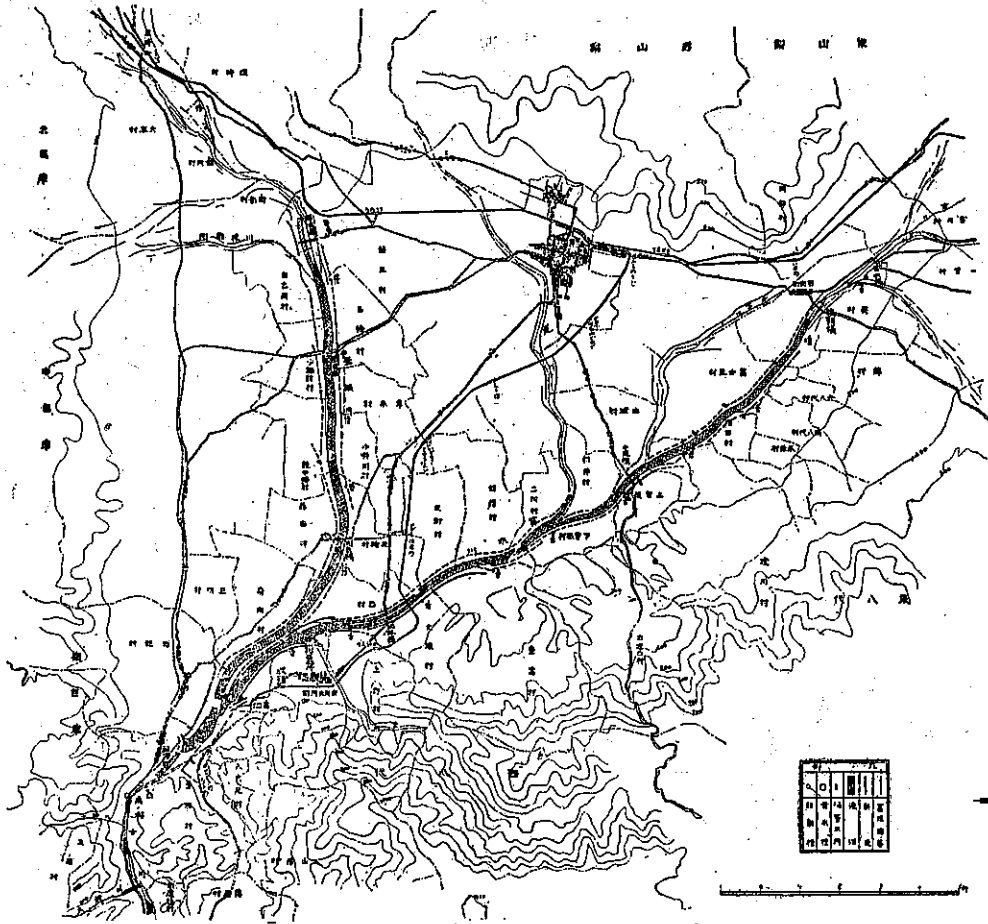
「牛類」は普通單獨に或は數組組合せて施設するが、基本となるものは獨立したものであり、其のために水衝りが一樣でなく、渦を生じ、異常な洗掘を生ずる虞があるが、連續體をなす棚牛、合掌柁等は此の點有利である。堤脚の洗掘を防止することから考へれば別に高さの高いものを要せず、繊細な合掌柁でも之を低く設置し、流水が強いからとの理由で堅牢なものとはせず、寧ろ立成木等は成るべく拙く、低く設置し、詰石も流水の支障とならぬ様に考へれば效果的である。流勢が強い時にはその列數を増せばよいのであつて、河床の移動の甚だしい所にも効果がある。

以上は在來の材料に依り、在來の形態を撰んだ場合に就て述べたものであるが、之等は木材と玉石からなるもので耐久性に乏しく、富士川筋等に見受けられるが良く効果を奏してゐる聖牛が惜しくも腐朽したり、流失せしめられてゐるのがある。事實大出水に遭遇しては之等の維持は困難である。然し急流河川では出水時間が短い。在來の牛類は此の短い時間を保ち得ればよいのであつて、假令施設上の欠陥はあつても修理補修の容易さに依つて補はれて來たものと考へられる。

明和 6 年 (1769 年) から弘化 5 年 (1848 年) に至る 79 年間に 御勅使川筋野牛島地先、前御勅使及び後御勅使兩川延長約 6 km の間に取扱つた河川工事に就て當時の“川除御普請仕様張”に依れば、堤切所 78 個所、堤缺所 43 個所の堤防補修を行ひ、笈牛 133 組 13 個所、棚牛 342 組 15 個所、菱牛 764 組 170 個所、中聖牛 39 組 5 個所、中柁 19 組 5 個所を施工して居る。少くとも之れ以上の施設を行つてゐるに違ひなく、又殆んど出水を見ない様な年もあるであらうから、之に依れば年々相當の補修工事を行つてゐる譯である。此の内菱牛を建込んでゐるのが 33 ケ年あつて、年平均 23 組 5 個所となり、堤防切所或は缺所を見たのが 23 ケ年、年平均 5.2 個所となつてゐる。之は特に多い所ではあらうが、斯の如く補修工事を實施して來てゐるのである。

其の當時にあつては材料の關係上水制の構造は以上に限られてゐたものであり、又努力其の他からして之等の工事は比較的容易に行ふことが出來たのであるが、然し現在に於ては吾人は限られた工費と期間内に十分効果的な工事を施工しなければならない。材料の撰擇が自由になつたのであるから其れに相應する構造を考へること

圖-93. 富士川上流改修工事平面圖

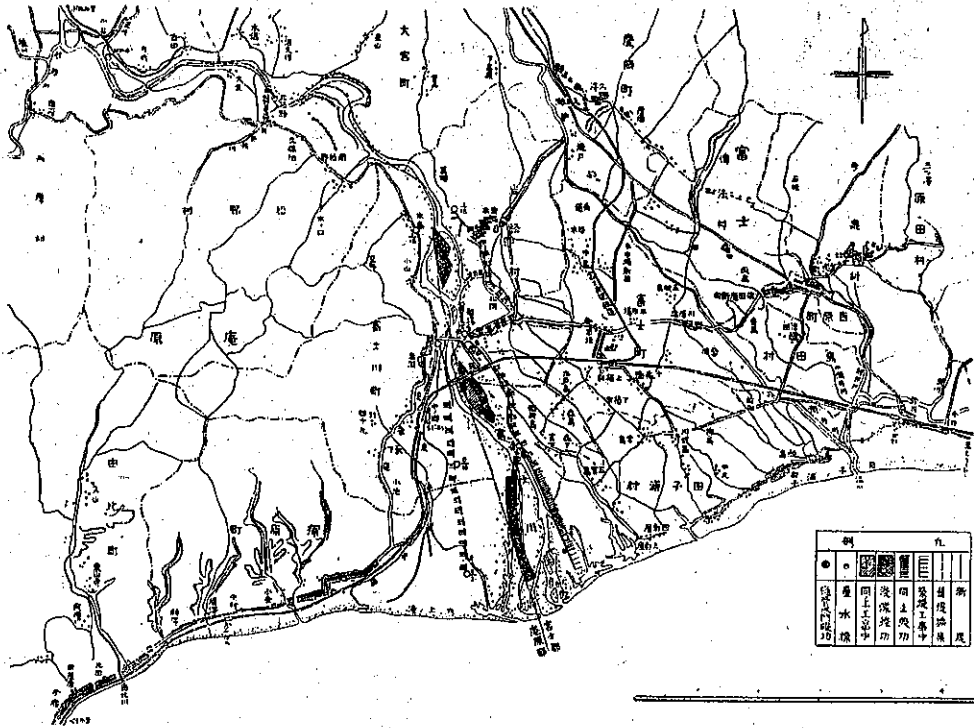


が必要である。コンクリートが自由に使へるからと云つて無關に堅牢なものを造れば却つて將來に支障を残す様なことがあるし、又軽度のもので之を善用すれば相當期間は保持せられ、其の内には腐朽したとしても自然に固められて構造物の必要がなくなつて了ふ様な場合もある。普通流勢が強ければ強い程、僅かな障害も流水に及ぼす影響は大きく、弱ければ夫れ丈水衝面積を増さなければ効果は少い。

著者は富士川の改修工事に従事するに當つて次の様な方法を考へたのである。現在容易に現場で得られる材料に依つて之に相應する新しい構造を持たしめた。新しい構造を採用した結果之に適應する所の配置方法を考へたのである。次に代表的なものを發展の順序に従つて説明しやう。

例一. 圖-95 は鐵筋コンクリート大聖牛を堤脚木工洗床上に 45 組並列せしめたもので、延長  $10^3\text{m}^2$  に聖牛 1 組とする。昭和 9 年度の施工にかゝり、工費は延長 1m 當り 41 圓を要した。之には根固費は含まれてゐない。鐵筋コンクリート聖牛は在來の聖牛の部材を鐵筋コンクリートとしたものであるが、其の組方に就ては其の後漸次改變せられ、力の上から無駄のない様にせられて來て居る。砂礫の移動の多い場合には聖牛を數組宛或る間隔を置いて突き出すものは其の維持が困難であるばかりでなく、渦に依る洗掘を恐れて、堤脚前面に成るべく

圖-94. 富士川下流改修工事平面圖



之に寄せて根固の上に縦列に並べ、護岸の要を果たさしめるつもりであつた。昭和 10 年 9 月の大出水には此の事實が實證せられた。鐵筋コンクリート聖牛は沈下、變形を受けた場合には著しく損傷を受け、流出するものもあり、水制として突き出されたものの中には流水の衝撃を受け、深掘を生じて危く堤防根固の流失を見やうとするものすらあつたのである。

例-2. 圖-96 はコンクリート函を主體とした水制で特に水當りの激しく、水向を變轉せしめたい所に設けたもので、場所は富士川支川大柳川筋、河床勾配 1/100 程度の所で、コンクリート函は 12 個を 2 列に約 45° 下流向に設置した。水制としての延長は 25.2 m で、1/40 の縦断勾配を附し周圍に 4 層建の木工沈床を布設した。函

圖-95. 上高砂水制



圖-96. 梅久保水制

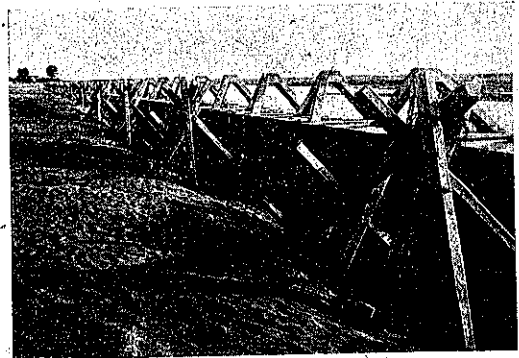


の大きさは敷で長 4.20 m, 幅 3.50 m 側面 2 分法とし, 高さは 3~2.4 m である。昭和 11 年の施工にかゝり, 工費は 1 m 當り, 根固工を含んで 140 圓を要した。

之は大柳川の土砂止堰堤の上流に位し, 堰堤の水通しの關係上水向を變轉せしめる必要を生じたので流水中に突き出して築造したものであるが, 十分所期の目的を達することが出来た。之は石張りの高水制を改變したものであるが, 斯る形式の水制は昭和 10 年の洪水の結果から見ると, 水制の上下流に甚しい水位差を生じ, 其の先端で大きな洗掘を生ずるのみならず, 渦のために水位の嵩上を來すと共に水向の反轉も此のために一樣でなく, 水位に依つて異なることがあるので透過式に改め, 出来るだけ水位差を減じ先端の洗掘を防いだ。此の水制では特に先端に長, 幅共に小さいコンクリート函を設置したのである。水向の變轉に就ても程度は不透過高水制程著しくはないが, 均一化されてゐる様に見受けられてゐる。

例-3. 圖-97 は富士川筋静岡縣富士郡富士町地先に設けられたもので, 之は霞堤先端に川成りに延長 160 m に亘つて設置せられ, 流水を適當に導流する様目論まれたものである。本體は川表側に三叉付コンクリート函 30 個, 川裏側には鐵筋コンクリート大聖牛 16 組を 2 列に配置したもので, 前者は長 4 m, 幅 3 m, 高 2 m の中空コンクリート函に 6 kg 軌條 4 本を主鐵筋とする 30 cm 角の鐵筋コンクリート柱 3 本を, 上流側に 1 本, 下流側に 2 本とし, 直高 1.5 m となる様組合せたもので, コンクリートは總て場所打とした。之に川表側幅 8 m, 川裏側幅 6 m の全長に亘つて 5 層建の改良木床(木工沈床の上部 2 層を鐵筋コンクリート材とせるもの)を布設した。昭和 10 年の大出水に派流を生じ, 此の霞堤の先端を通り, 下流側本堤に激衝して危険を感じたので, 之を是正するため此の水制を計畫したのであつて, 流路を横斷して設置した。此の場合下流側本堤前面には聖牛 6 組を 1 群として 4 個に水制として突出してあつたが, 激衝を受けた水制は著しく其の附近を洗掘せられたので之は同時に解体して, 上高砂水制の如く堤防前面に 1 列に配列し直したのである。本水制は昭和 11 年度に竣工, 工費は延長 1 m 當り 203 圓を要した。

圖-97. 森島水制



此の水制で川表側に堅牢な本體を置き, 川裏側に聖牛の如き構造物を配置した理由は出水の際, 浮游物の激衝に依つて構造物の折損を來すのを避けると共にコンクリート函の間及び函を溢流して噴出する流水を遮斷して土砂を沈澱定着せしめる目的で配置したものであるが, 之は其の後の出水に實證され, 一度は流失橋梁の激衝を受けたが少しも損傷を見なかつた。若し聖牛を前面に置いたならば多大の損傷を見たであらう。水制の裏側には豫期の寄洲を付けてゐる。

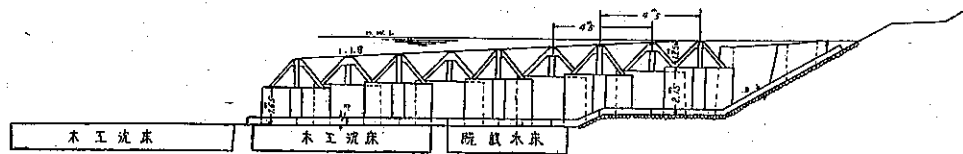
例-4. 圖-98 に示すものは釜無川筋御影村地先に設けたものである。此の附近河床勾配は約 1/170 であつて水制は河岸から直角に突出し, 1/18 の縦斷勾配を付した。水制本體の構造はコンクリート函の上に鐵筋コンクリート材の三叉を固定せしめたもので, 函は 2 邊長 3.80 m, 1 邊長 3.00 m の二等邊三角形をなし, 中空として之には玉石を填充した。函の高さは堤脚寄りて 2.15 m とし, 先端で 1.65 m とした。三叉は豫め鐵筋を函に建込み, 場所打としたもので, 短材は長 1.69 m, 0.2 m 角とし, 長材は長 2.66 m, 0.25 m 角とした。何れの函に於ても三叉は同一寸法を用ひた。此のコンクリート函 9 個を 2 列建とし, 堤脚から直角に配置したもので, 上流

側の函 5 個は二等邊三角形の頂點を上流側に向け、下流側の 4 個は頂點を下流側に向けて上流側函の間隙部に置いた。函の間隔は 1.20 m とし、前後列の中心間隔は 5.00 m とした。堤防との取付部分に於ては三叉を廢し、計畫高水位迄のコンクリート函を置き、尙水制の周圍には 4 層建の木工沈床を上流側で幅 8 m、下流側で 6 m、先端で 12 m のものを布設した。此の形式を撰定するに當つて著者は現場に幅員 6.5 m、延長 40 m の試験水路を設け、簡単な豫備試験を行つて、此の結果から流水に對して無理のゆかぬ、而も効果的な形態を求めたのである。根固木工沈床の幅員も之に依つて定めた。之は昭和 12 年の施工にかゝり、水制延長 26.5 m で、工費は根固工を含んで延長 1 m 當り 180 圓を要した。

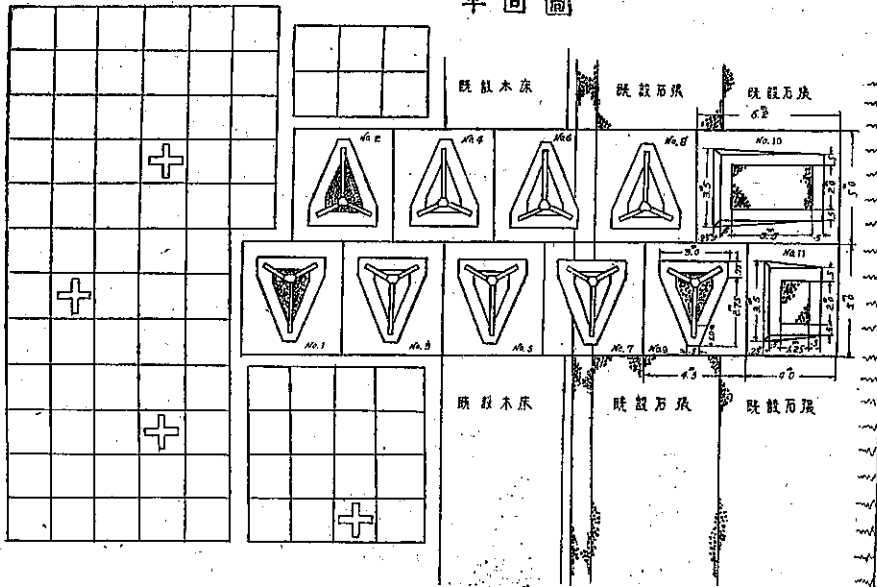
此の地點は釜無川が龍王高岩に衝つて反撥したものを受ける位置に當り、舊御勅使川合流點の直上にあるもので、特に流水を反轉せしめ様との目論見に依るものである。近年迄は大出水の場合には舊御勅使川に流水が分派されてゐたが、現在は上流で締切られ、流水を見なくなつたので、其の合流點に於ける流水の勢力の平衡が保たれなくなつたため、其の一助にと考へたのである。然し之は未だ築造後十分機能を示す様な出水には過つてゐないので、其の効果を實證する段には至つてゐない。

例-5. 之は笛吹川筋石和町地先に設けられたもので圖-99 に示す様な構造を持つて居り、堤防脚に沿つて延長 320 m に亘つて施設せられたものである。之は例-1 に示した方針に従ひ、唯聖牛を改造して、長さ 5.25 m、

圖-98 (1). 下高砂第二水制  
立面圖



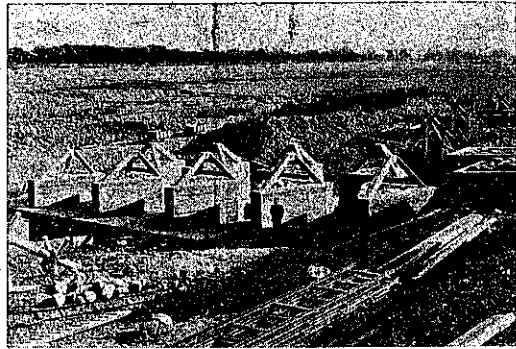
平面圖





幅 3.0 m, 長さ 0.5 m のコンクリート版の上に長さ 3.0 m, 22 cm 角の鐵筋コンクリート柱を 3 本宛 2 組建て込んだものを造り, 堤脚に並列したものである。之は在來の根固沈床の上に設置したものであるが, 沈床は相當期間を経て多少腐朽して居り, 不十分と思はれたので之を補修すると共に其の前面に低く長さ 2.2 m, 末口 15 cm の松丸太を三叉に組み, 長さ 2.5 m, 幅 2.0~0.5 m, 厚さ 40 cm のコンクリート版中に建込んだものを設置した。此の高さは基礎版下面から 1.5 m であつて, 大體に於て其の頂點が沈床上面と同高になる様になつてゐる。此の附近の河床勾配は約 1/250 である。昭和 13 年度の施工にかゝるもので, 工費は延長 1 m 當り 38 圓を要してゐる。

圖-98 (2). 下高砂第二水制



本地域は笛吹川改修區域の上流端に近く, 流水は斜に堤脚を洗ひ, 所によつては根固沈床の下端も露出する程洗掘されて居つた。沈床の厚さは 5 層建て約 1.50 m, 4 層建て 1.20 m あるのであるが, 流水の衝撃を受けると其の先端で横軸を持つ渦を生じて洗掘せられるのであつて, 砂礫中に堅牢な壁を持つ様な場合には益々此の洗掘を助長する。沈床は此の點から考へると出来るだけ薄い方がよい。此の事實は Mississippi 河でも云はれてゐるのであつて, Mississippi 河の幅数十米に達するマツト護岸の厚さに就て極力薄くする様主張されて居り, 厚いものは洗掘を受け變形しやすいと云はれてゐる。著者は實體としての厚さを出来るだけ低くし, 此の洗掘を可及的に減少せしめ様と試みたのであるが, 現在に於ては大體所期の効果を納めてゐる。

此の水制の本體は既成鐵筋コンクリート柱をコンクリート版に建込んだものであるが, 之は比較的に流勢が弱いので輕度のものを採用したものであつて, 同工法の水制で釜無川筋に設けたもの(昭和 13 年度施工)では此の代りに等邊三角樺の上に三脚を組立てた鐵筋コンクリート構造を用ひ, 根固としては既設木工沈床の前面に木材三基樺を 2 列に配置した。此の三角樺の構造は 30~40 cm の角の鐵筋コンクリート柱を直高 3~3.5 m に三角錐に組立てたもので, 場所打にしたのであるが, 最初は(此の種の構造は初めは昭和 11 年度に施工してゐる)施工に相當困難を感じ, 工費も高くついたが, 其の後は熟練して來て容易になつた。之等に用ひたコンクリートは出来るだけセメントを節約すると共に水の衝撃を受けるので, 可及的に緻密なコンクリートを造るために, 大部分締固めに振動搦を採用した。此の結果に就ては時々供試體を本體から切抜き試験したのであるが, 之も熟練して來ると共に豫期に近い効果を得ることが出來た。

例-6. 之は富士川筋静岡縣富士郡富士町地先の霞堤の先端に川成りに設けたもので, 其の延長 195 m で, 水制本體としては三叉付コンクリート函, 長さ 5.0 m, 幅 3.5 m, 高さ 1.5 m のもの 30 個を主體とし, 其の背後に鐵筋コンクリートの三角樺, 脚の長さ 3.7 m のもの 16 個を配置し, 水制前面には幅 6 m に 5 層建の木工沈床を布設し, 更に其の前面に低く木材三叉をコンクリート中に礎着した木材三基樺と稱するものを 3 組, 幅 6 m に並べたものである。昭和 13 年度の施工によるもので, 工費は根固工を含み延長 1 m 當り 224 圓を要した。圖-102 は之を示す。

本地點は富士川の下流にあつて, 幅員 1000 m 程あり, 河床勾配 1/200 程度であつて, 昭和 10 年の洪水には毎秒 7000 m<sup>3</sup> を超える流量を見た。流勢激甚で富士川としては最高程度の施設を考慮せねばならない所である。昭和 19 年には 6 回の洪水を受けた。毎秒 3000~4000 m<sup>3</sup> 程度の出水であつたが, 偏流して本地點に集中し

圖-99 (2) 石和水制

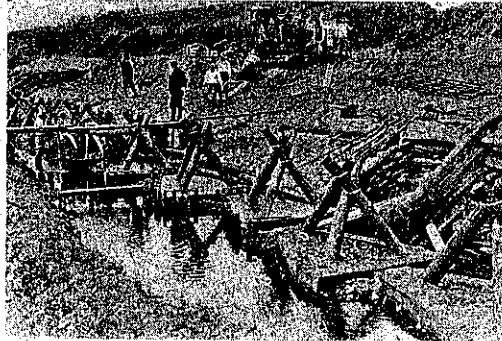


圖-100. 淺原第二護岸 (1)

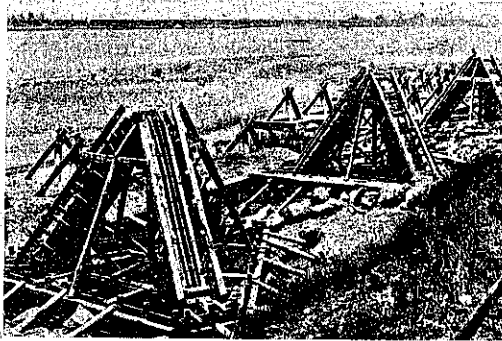


圖-101. 淺原第二護岸 (2)

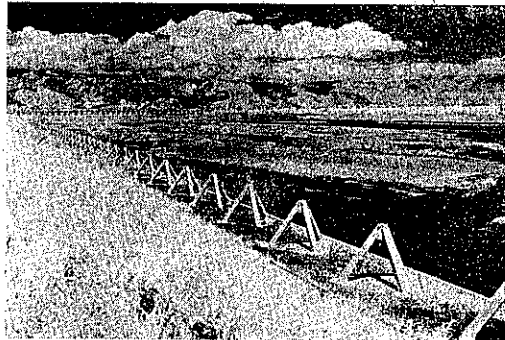
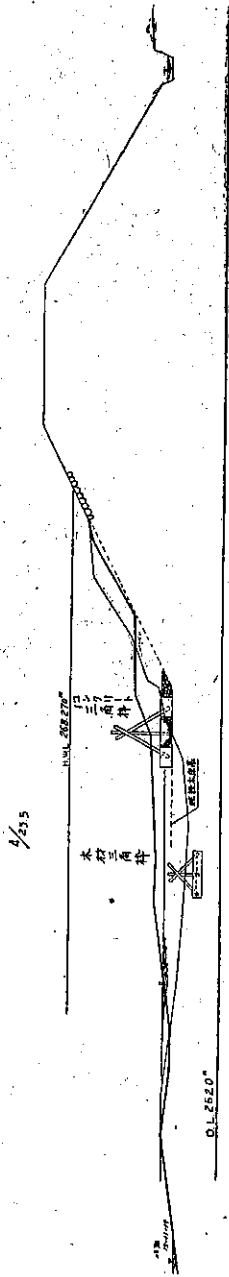


圖-99 (1) 石和水制断面圖



既設の鐵筋コンクリート大聖牛は非常な損傷を受けたので、上述の施設に改めたのであつて、之と共に其の上流端に設けてあつた石張高水制の先端に六脚四面體の水制を増設した。其の後は未だ大きな出水を見てゐないので、判然とした効果は見ることは出来ないが、大體に於て川成りは豫期に近く、例-3 に示

した結果から類推すれば好結果が認められ、構造、配置としてはより適切であると考へることが出来る。

例-7. 圖-103 に示すもので、之は釜無川筋御影村地先に護堤に沿ふて配置したものである。其の上流側に鐵筋コンクリート聖牛 4 組が堤防前面に 1 列に設置せられてゐたが、之が流衝を受けて傾斜し、其の下流側が浸蝕せられたので、此の聖牛に引續き三角構水制を既設木工沈床上に置いたもので、堤防先端より更に延長し、

圖-102 (1). 五貫島水制災害復舊

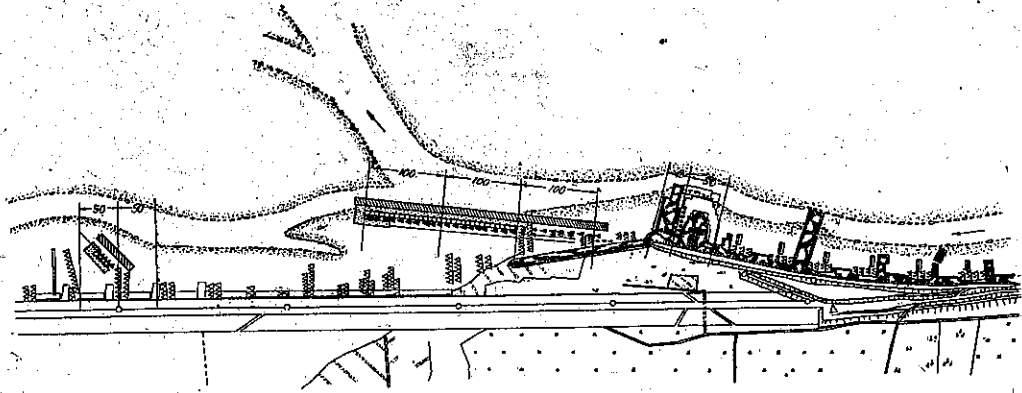
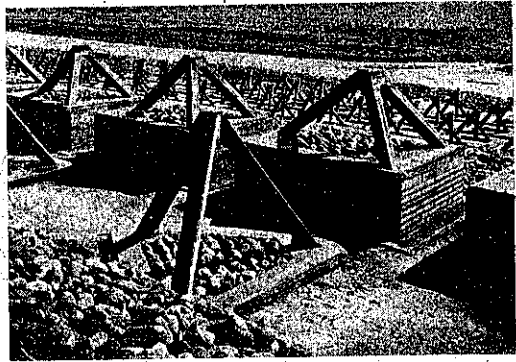


圖-102 (2). 五貫島水制災害復舊



導水堤の役目を與へたものである。三面構の構造は厚さ 0.4 m, 1 邊の長さ 3.5 m の正三角形のコンクリート床版の三隅に, 30 cm 角, 長さ 3.2 m の竹筋コンクリート柱を三角錐に組立てたものであるが, 此の場合には鐵筋を節約する意味で竹筋コンクリートを用いた。之は施工に當つて不安であつたので各種の供試體を造り, 試験して見たが, 大體に於て差支へない見通しがついたので實施した。竹には 3~5 年生の眞竹を大きさにより 4~5 つ割とし, 防水劑としてペイントを塗布して用ひた。根固としては松丸太長 2.3 m, 末口 15 cm のもの 4 本を頂點で緊結し, 長 2.5 m, 幅 2.0 m, 厚 0.5 m のコンクリート床版中に礎着したものを 4 組並行せしめ水制本體の前面に布設したもので, 幅は計 8 m となつてゐる。水制先端では特に其の數を増加し, 裏側に迄及ぼした。施工に當つてはドラッグ・ラインに依つて根固の床掘を行ひ, 木材四基柱は陸上で製作し, 床掘の施工後ドラッグ・ラインに依つて吊り上げ, 所定の位置に布設したのであつて, 勞力不足の折柄極めて容易に施工することが出来たのである。此の水制は昭和 14 年度に竣成した。

例-8. 富士川筋静岡縣富士郡田子浦村地先に設けた水制で, 長 6.5~8.2 m, 末口 20 cm の松丸太を 3 本打込み, 頂點でボルトで緊結したものを 2 列建として下流に約 40° 傾けて配置したものである。圖-104 に之を示す。之は 1 組水制長 20 m のものを間隔約 60 m に 5 本設けたもので, 最初は昭和 13 年に施工したのであるが, 昭和 13 年夏期の數度の洪水に遭遇して約半數の流亡を見たので, 同年冬に更に 2 本追加して補修した。現在に於ては大體に於て豫期通りとなつてゐる。

此種の水制に普通根固として粗朶沈床或は木工沈床を設け又は相當量の捨石を行ふものであるが, 著者は杭が十分に打込める限りに於ては若し河床の變轉の特に著しくない場合には寧ろ根固を用ひる必要はなく, 相當厚の根固は却つて渦を起す基となり, 洗掘を來し却つて流亡を助長する虞のあることを認め, 此の場合には大體 3~4 m 杭を打込み, 根固を用ひなかつたのである。此の杭出水制は護岸根固の前面に聖牛水制があり, 此の一部が流亡したので, 其の位置に設けたのであるが, 昭和 13 年の出水に流亡した部分は其の聖牛水制の前面に更に

圖-103 (1). 下 高 砂 第 三 水 制

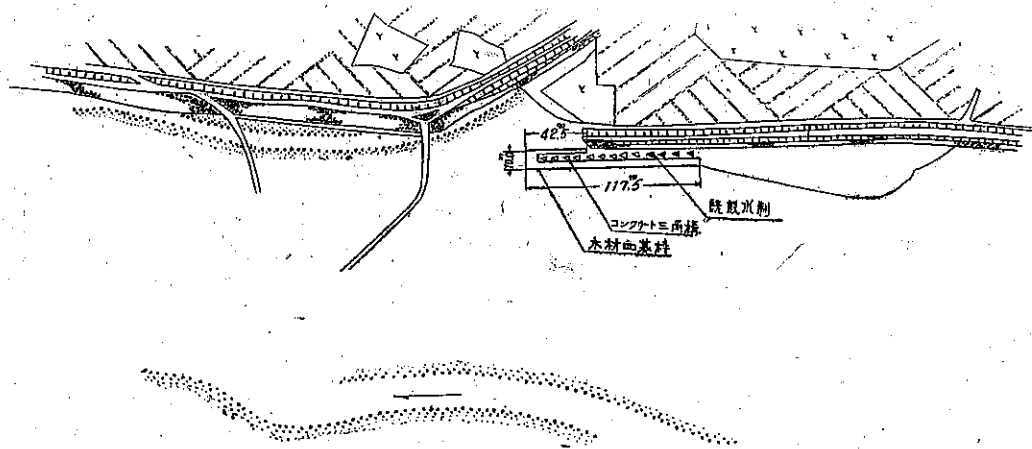
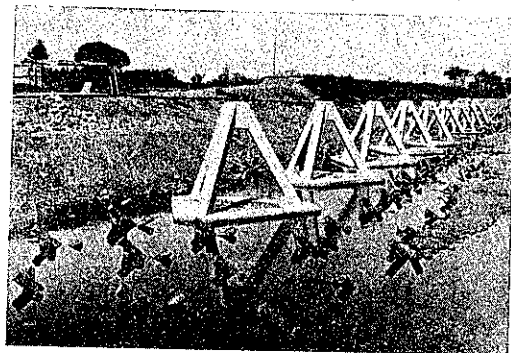


圖-103 (2). 下高砂第三水制



根固として木工沈床の布設せられたのがあつたが、之は幅員 6m に對し長さ 8m 程度のものであつて、之は以前の出水で非常に傾斜してゐたが、之に激衝した流水が渦を生じ、一層洗掘を助長したものと如く、此の種の施設のあつた部分に於てのみ杭出の流亡を見たのであつて、何も障害物のなかつた地點のものには異状を見なかつた。杭が非常に長く、而も流水中に打込むので、最初は施工に相當困難したが、慣れて來ると比較的容易となつた。工費は水制延長 1m 當り 59 圓となつてゐる。

此の種の水制を笛吹川筋にも設けた。笛吹川筋に於けるものは流水の偏倚して河岸の決潰を來すので、之を防ぐため 2 列建の合掌杵水制を突出した所であるが、依然として水制は損傷せられ、彎入する傾向があるので、水制 4 個所に互り、合掌杵水制頭部から大略河成りに並行して設けたのである。

著者は鬼怒川筋にも此の工法を採用した。何れの場合にも根固工を用ひてゐないが、現在では先づ豫期通りとなつてゐる。

例-9. 之は笛吹川筋豊富村地先に設けた杭出水制である。圖-105 に示す如くに笛吹川の彎曲部にあつて小支の合流點に當り、導水堤として石堤が設けてあつたのであるが、昭和 10 年の出水に導水堤は流亡し、流水は偏倚して深い滯筋を形作つて、下流水向に著しい影響を與へたのである。其處で此の場合杭出を計畫したのであるが、流向を確保する意味から其の法線に留意し、杭出としては 3 切に並杭を堤脚に打込んだ。夫れと共に導水堤法面を 1:3 の緩とし、法面には柳枝工を施工したのである。工法は極めて簡單なのであるが、護岸根固としての並杭は効果的であつた。昭和 11 年施工以來屢々の洪水を受けてゐるが、滯筋の深掘は防止することが出來、杭も流失せられたものがない。此の場合も根固にも根工には沈床類を用ひてゐない。工費は護岸法覆工を含んで延長 1m 當り 11 圓となつてゐる。

圖-104 (1). 五貫島第五水制

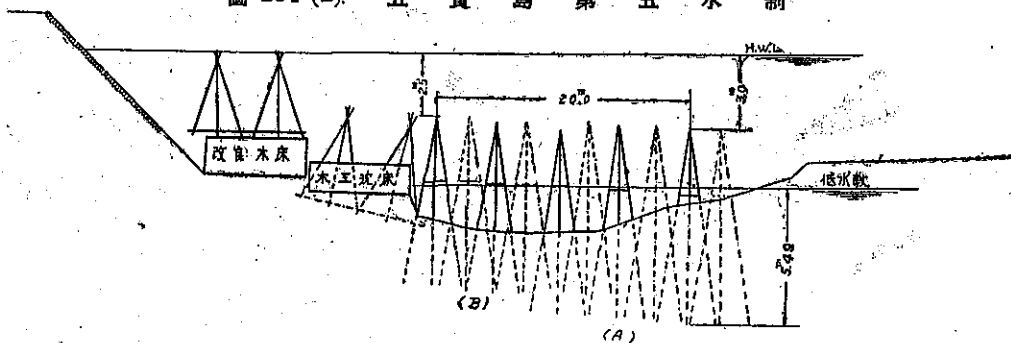


圖-104 (2). 五貫島第五水制

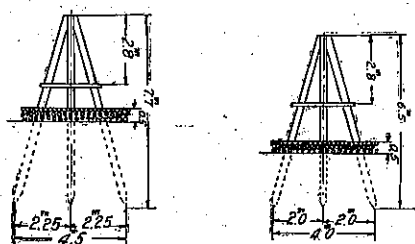
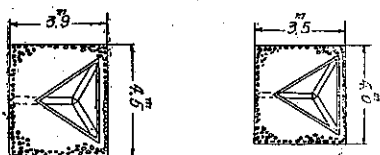
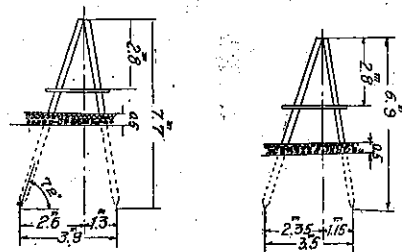


圖-104 (3). 五貫島第五水制



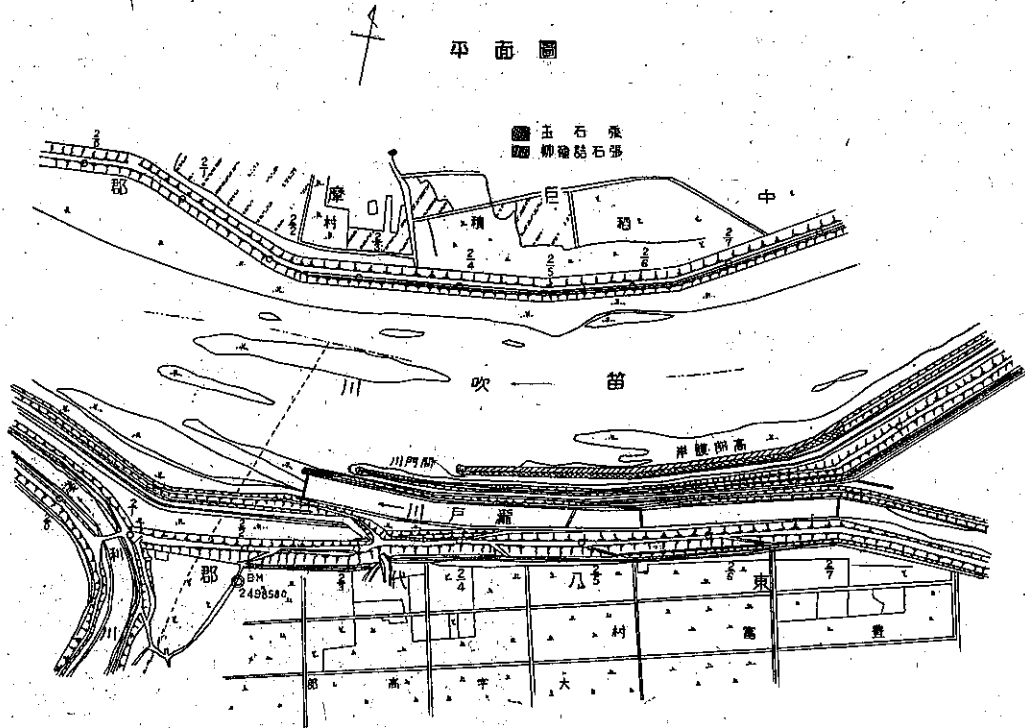
法勾配を緩にすれば法覆工は簡單で差支へなく、斯くすれば又根固も簡單となる。著者は笛吹川の各所に此の工法を試みた。

以上 9 個の例を擧げて著者の試みた護岸、水制に就て述べたのであるが、之は要するに河川工事を實施するに當つて得易い材料、例へば砂利、砂、木材、玉石等を使用して出来るだけ合理的な形をとつたのであつて、在來の構造物の形態は其の當時に於て最も得られ易い材料を効果的に使用したものであるから、現在吾々が自由に得られる所の材料で古い形態をそのまま採用することは其處に無理がある。工費の點から云つても不經濟なのであつて、鐵筋コン

クリート大聖牛は長さが 8.5 m あるから、之を堤防の前面に配置するとすれば、10 m に 1 組置くとして延長 1 m 當り約 20 圓となるが、釜無川に設けた六脚四面體の杵は 1 組約 160 圓であつて、之を間隔 10 m に配置するとすれば、延長 1 m 當りは 16 圓となり、而も之等の目的に使用する構造物は夫れ程複雑な構造をとる必要はないのであつて、在來のものは木材なればこそとつた形態であると思へることが出来る。

著者の試みた水制は其の構造上移動を許さぬ形態をとつたので、其の配置方法並に其の移動に對する防止方法

圖-105. 高部護岸



を考慮した。護岸、水制は河自身の状況に關聯するところが大きい。水制は寧ろ水制本體の構造の如何よりは河狀に應ずる處置方法の方が河道調整の上から云つても重大であると考へたのである。

### 3. 水制と其の配置

既に述べた様に河道の改良工事は可及的に速かに所定の洪水量を快疏せしめるにある。之がためには出来るだけ法線に留意して流水の勢力を成るべく多く平滑な流下に消費せしむべきであり、又河床の移動に依つて生ずる流線の混亂を避けなければならない。河床、流線の變動を制限することが出来れば、河岸、堤防の保護は比較的容易となる。然し之は極めて困難なことであつて、普通吾々は現在與へられた状態で之に應じて行かねばならない場合が多いのである。吾々は常に曩に述べた所を助長する様に努めることに依つて河川の安定を計つて行く必要がある。護岸、水制は單に堤防を保護するのみでなく、河川の安定に對する 1 個の手段として計畫されねばならない。

水制には縦工と横工とがある。縦工とは河成りに配置せられた水制を云ひ、横工とは河に突き出したものを云ふ。以下著者が富士川で試みた水制のなかから其の結果を例示しやう。

例一. 笛吹川筋に設けた並木杭式の水制である。之は前節に述べた高部護岸に設けた水制に相當するもので、其の他荒川導水堤、二川、稻積、下曾根地先に施工した。荒川導水堤の平面圖(第四章 河川合流點、第二節、2 參照)に見られる様に施工後の水流は豫期通りの流向をとつて居り、其の横斷形狀は圖-106 に見られる様に導水堤に沿ふて滞筋を保持することが出来たが、並木杭水制はよく之に對抗することが出来て、極めて簡易な工法にかゝらず、十分目的を達してゐる。之は二川、下曾根に於ても同様な結果を示してゐる。

圖-106. 荒川導水堤横断面

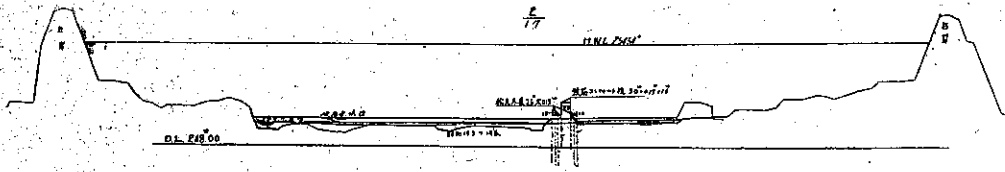


圖-107. 二川護岸横断面

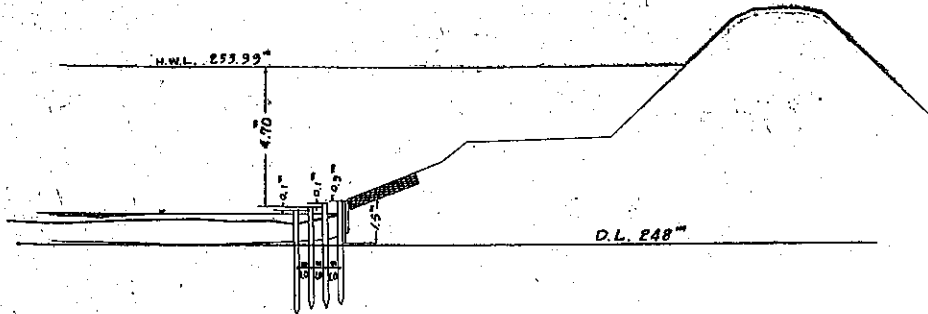
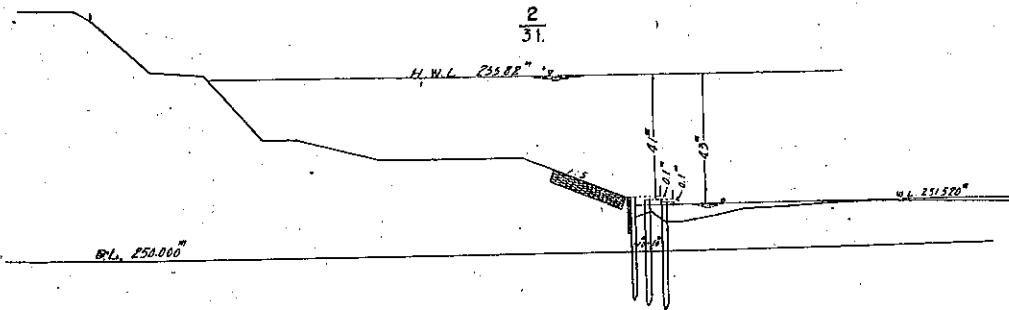


圖-108. 下曾根護岸横断面



例-2. 笛吹川、釜無川筋に設けた合掌杵水制に就て見るに圖-109 及び圖-110 に示す如く、之が先端は著しく沈下して居り、深淺測量の結果に依れば、笛吹川の一例では圖-111 の如く、浮筋ば水制の先端附近を走つて居り、水制に依り多少は偏倚して居るが、直ちに元に還り、概して河岸に平行して居る。此の合掌杵水制は在來の合掌杵とは異つて出来る限り部材の數を減じ、重籠も可及的に低く最少限度にして居る。水制は初めから沈下を豫想して延長 20m とすれば、之を 8m, 8m, 4m と云ふ様に絶縁して置いたので、沈下に際しても比較的の自由であり、多くの場合先端の 4m は著しく傾斜し、押流され之が障害となつて深掘を來しては居るが、水制としての作用には別に著しい支障とはなつて居らず、大體に於て目的を達して居る。之は流水又は河床砂礫の移動に對する水制の抵抗が之等の運動を著しく攪亂するに至つて居ないことを示すものであつて、斯るものこそ十分水制の役割を爲して居るものと云ふことが出来る。釜無川での例に依ると沈下よりも押し流されるか又は流出するものが多かつた。又斜流を受けた場合に水制の根部迄洗はれた所がある。流送砂礫で水制先端部から前方を埋没せられ、減水後は水制の中間部のみを水が流れると云ふ様な状態の所もあり、概して斯る亂流河川で移動砂礫量の著しい所では笛吹川に於けるもの程適切であるとは云へないのである。

圖-109. 笛吹川筋合掌水制變形

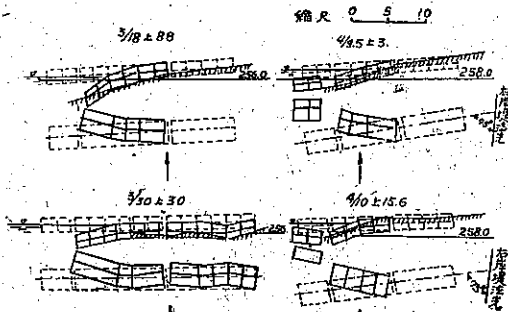


圖-110. 釜無川筋合掌水制變形

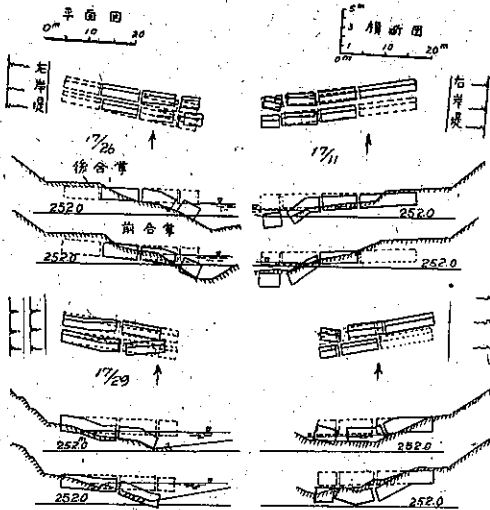
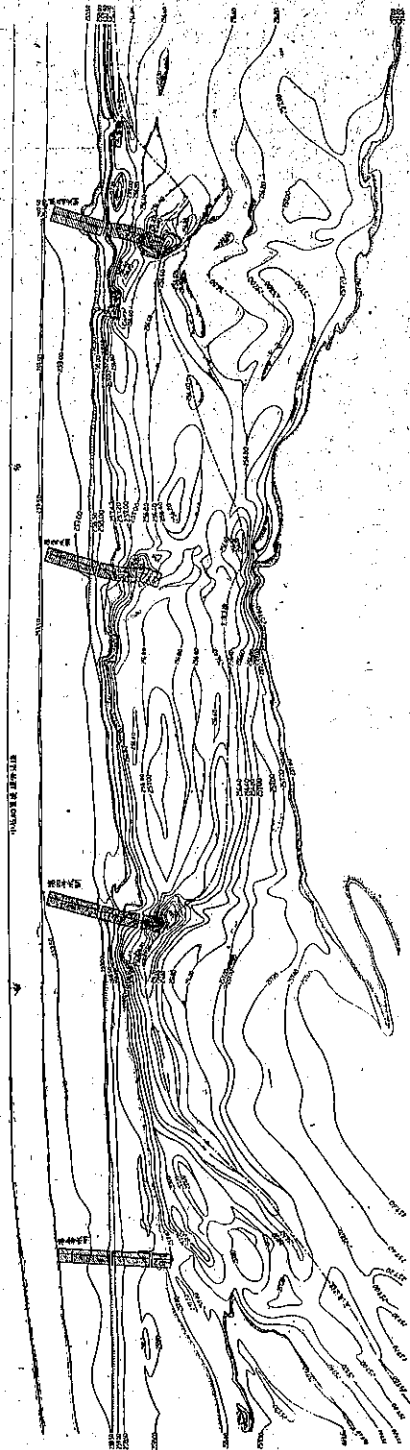


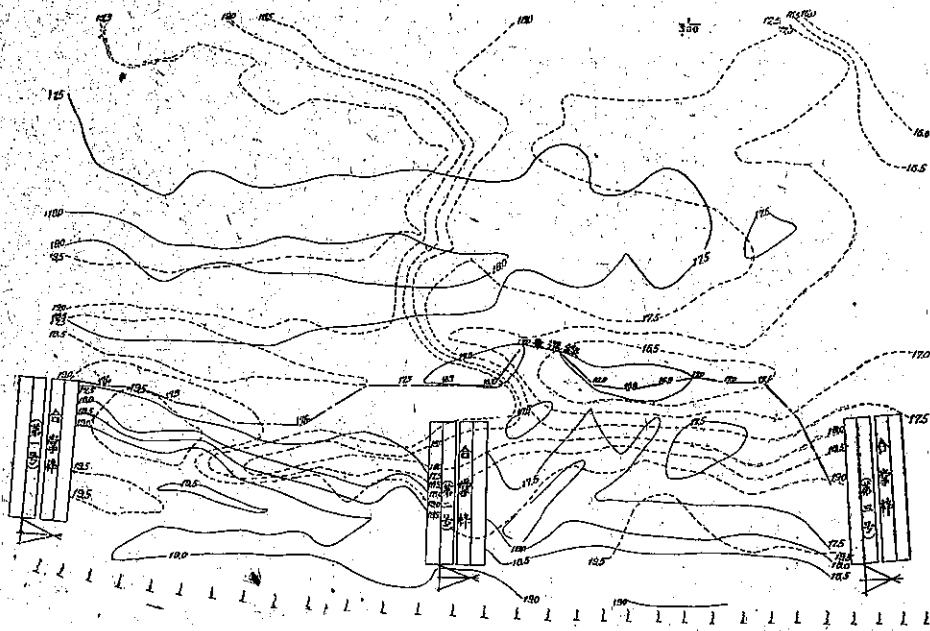
圖-111. 笛吹川合掌水制水面圖



例-3. 富士川下流静岡縣下に於ける合掌水制，聖牛並びに石造水制の昭和 10 年 9 月の出水前の狀況を示すと圖-112，圖-113，圖-114 の通りである。合掌水制は流水が比較的河岸に平行して流れてゐる部分に設けられたものであるが，出水の前後に甚しい變化を示してはゐない。水流は依然河岸に並行して居り，河床の狀況は寧ろ整然として來て居る。圖-113 の上流側にあるものはコンクリート塊水制で，下流側にあるものは大聖牛を突出したものであるが，之は出水後の河床の狀況は全體として非常によくなつてゐる。尤も上流側の水制の背後には大きな深みを生じてゐるが，之は水制の構造に依るものである。此の箇所は以前には上流側水制に流水が斜に嚙り，下流側を不整ならしめて居たのであるが，此の斜流が上流に上り結果はよくなつた。その後上流側で此の水向を維持す

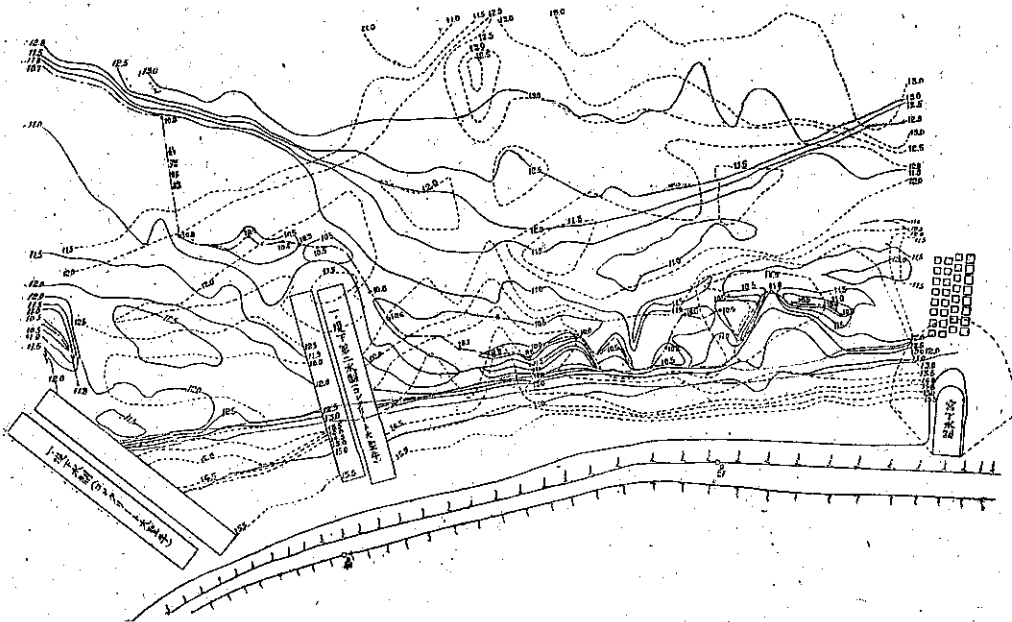


圖-112. 富士川下流合掌、榨水制



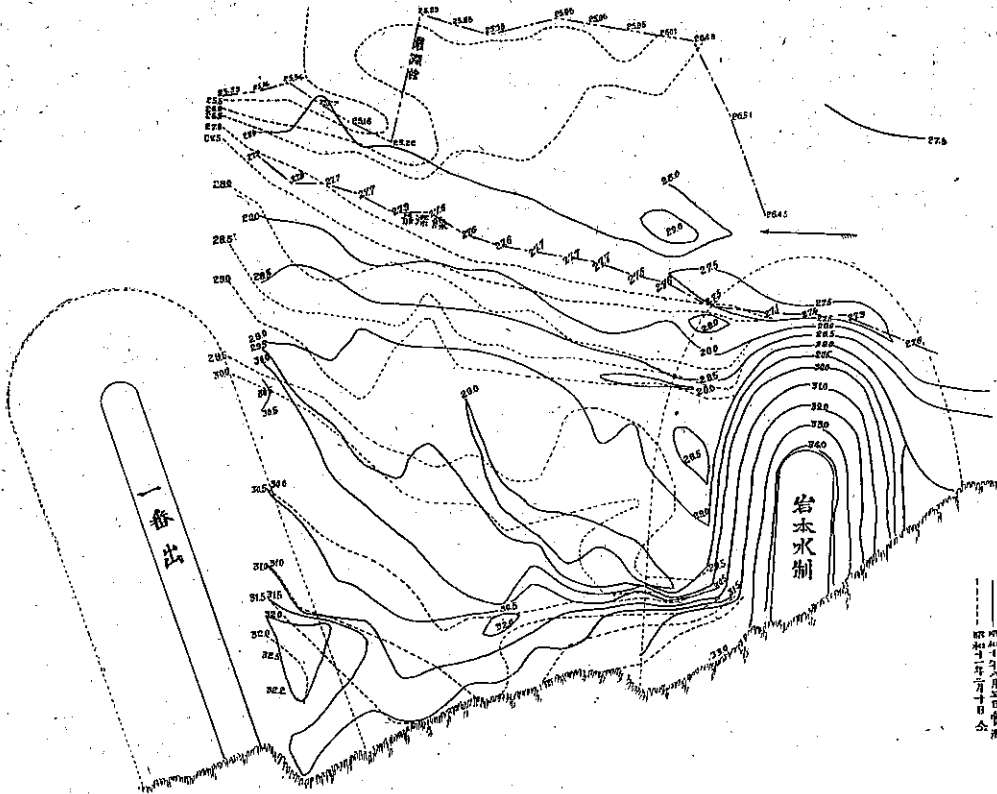
昭和十年八月五日  
 大正十三年  
 合掌

圖-113. 富士川下流聖牛水制



る様工作した結果は(圖-97 参照)引續き良好な結果が得られてゐる。圖-114 は石張りの高水制であるが、深みの有様は以前とは相當異つてゐる。此れは水位の如何に依つて水制上下流の水の嵩が異ると共に、先端に於ける渦の發生は水流を反轉せしめるのに、その方向が不安定であるものゝ様に考へられる。此處でも一般に水流が河岸に並行してゐる場合に水流の運動を餘りに阻害しない時には相當に河岸の安定に役立つてゐる。

圖-114. 富士川下流石造水制



例-4. 笛吹川の上流に設けた縦工杭出水制の一例である。此れは前述の日の出町第三水制であるが、初めに合掌杵水制を設けたところ、合掌杵は著しく折損をうけ、又或る部分では却つてその根付まで洗掘され、元通り水流は彎入する傾向を示したので、合掌杵の先端から河岸に並行に三角放出を設けたのである。

施工前後の状況は平面圖に示す通りで、未だ大出水には遭遇してはゐないが、屢々の出水の結果は杭出の前面に溜を生じ、杭出と河岸との間には一様に砂礫の堆積を見て居る。

例-5. 此れは富士川下流東海道線鐵道橋の下流左岸霞堤の先端に河成りに並行に設けた森島水制である。

此れは主滞筋を横斷して設けたものであるが、逐次の出水の結果は圖-117 に示す如く、河裏側に著しく堆砂を見、豫想通りに導水の役目を果してゐる。唯滞筋が水制の前面を通るため相當洗掘を受け、出来るだけ低く設置した根固も多少沈下し、特にその先端では著しく、後に此れが補強を餘儀なくされたが、本來の目的には何等支障を來してゐない。此の場合施工以前の横斷面が僅かしかないのが遺憾であるが、大體に於て是れが状況を類推する事は出来る。

富士川上流に設けた之と同形の白井河原、八幡の諸水制は未だ大出水には出會つてゐないが之が現状からは略々上述の森島水制と同様な結果を將來してゐることが認められて居る。

4. 結 論

以上述べた所を結論として要約すれば、

(1) 本邦に於て發達して來た所の護岸、水利工法は夫々の河川に於て、夫れに相應する形態を採つて來た。而して之れに對しては相當の計畫的の維持、修繕が行はれて來たのである。各種構造物の適正な配置方法が同時に考慮されてゐた。

(2) 在來の工法はその當時の得易い材料を以て巧みに組當てられて來たのである。新しい材料に對しては新しい形態が必要である。富士川の例によると、鐵筋コンクリート材組合せ構造を有する水制は激流に直面しては維持困難であつた。之れは構造上より大きな断面を有する部材使用困難であると共に、鉋碇用として鐵線蛇籠を使用しなければならぬからである。之が被害の状況を見ると自體の沈下並に衝擊による部材と重籠の破損によるものが大部分である。部材組合せの場合、普通鐵線で結束するが、之が切斷されたのは使用 10 ヶ年餘り殆んどその例を見ない。

(3) 一般に流速が速ければ速い程、水制の水流に對する障害は大きいので、構造は流亡しない程度に簡単な方がよい。特殊な場合を除いては可及的に透過度は大きくすべきである。著者は新しい計畫を認むる場合に現場に簡単な模型を作つて豫備的試験を行つたのであるが、水

制は不透過となる程その先端の洗掘は大となり 下流水制裏側の堆砂は大きくなつた。此れは水制間に土砂を誘致する最も大きな原因は水制の不透過の部分による捲き込みに起因するものである。水制に直射した水流は此れに沿ふて横斷方向に走り、水制頭部では直流する水と衝突し、表面では縦斷方向に流下するが、河床近くでは横斷方向を取り、縦軸を持つ大きな渦を卷く。完全に水流を遮斷する場合には大體に於て水制頭部上流部を中心とし、水制の幅を半徑とする 3/4 圓内に洗掘を見るのであつて、**圖-98** 上高砂第二水制の根固は之を標準としてゐる。此の洗

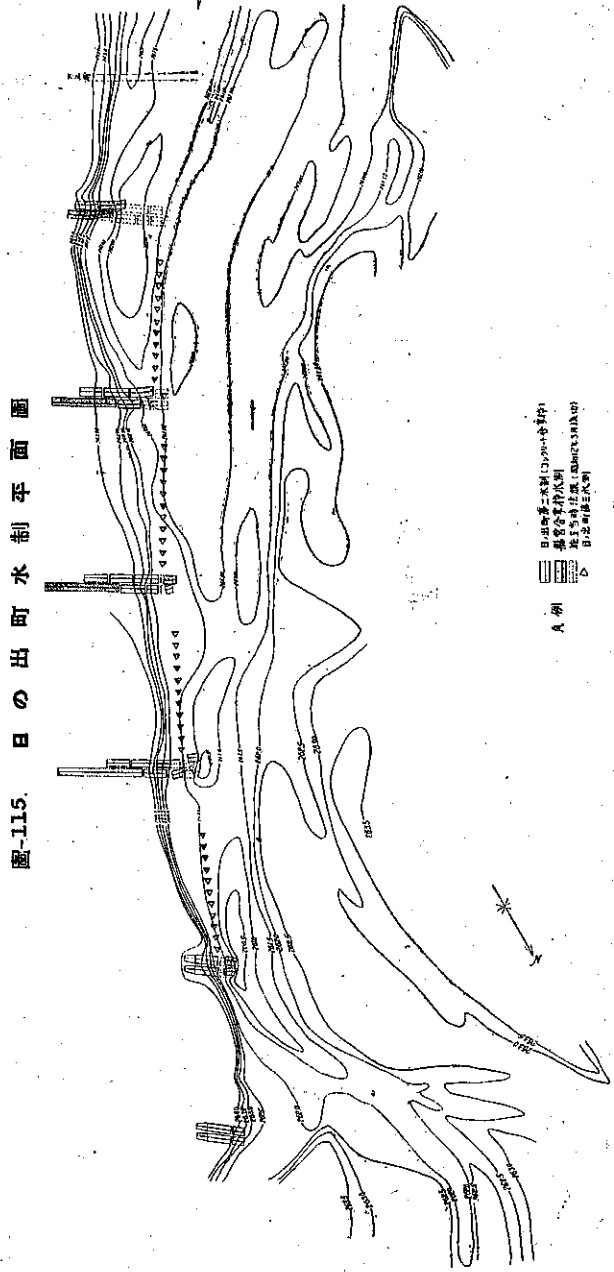


圖-115

日 本 水 制 平 面 圖

圖-116. 森島水制平面圖

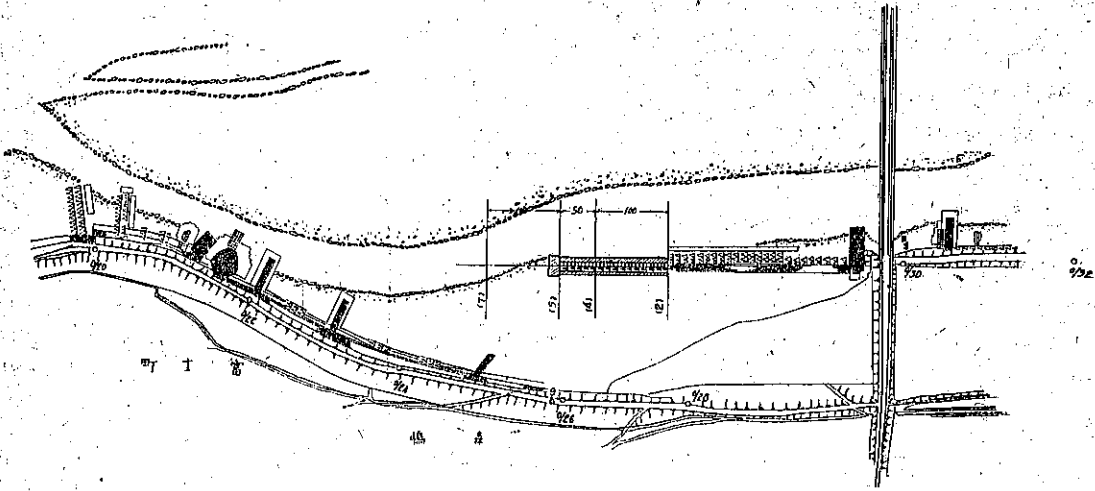
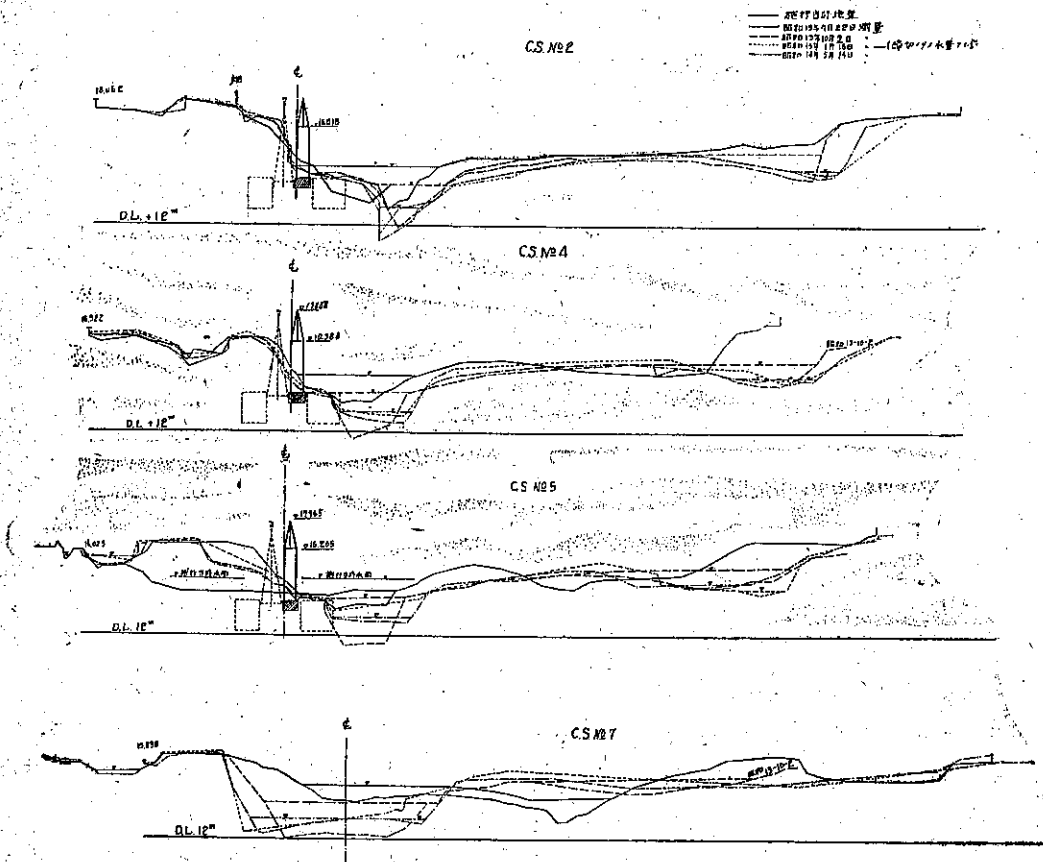


圖-117. 森島水制横斷圖



掘が大きければ大きい程水制の裏側に巻込まれる土砂の量は多くなる。

然し乍ら此の場合、吾々に必要なことは堤脚の洗掘されるのを防ぎ河床の不整となるのを避けるのにあるのであるから、水制の構造は此の目的に従ふ様組立てられなければならない。

(4) 一般に急流で河幅廣く、砂礫の移動の甚だしい場合には斜流を生ずることが多く、斯る場合には水制長さとその間隔を適當に定めることは極めて困難である。水制の方向、間隔の問題は水流が河岸に常に平行して洗れる場合にのみ考へられる問題である。斯かる場合は縦工とするか或は少くとも縦工と横工との組合せたものに依るべきで、經濟的に成立つ組合せを考へなければならない。

此の事は欠込み又は流路を變更せしめるが如き場合にも適用される。此の場合圖-120 の如く考へる事が出来るであらう。之は鬼怒川で著者の試みた一方法である。鬼怒川では十分杭を打込むことが出来なかつたので根固に粗梁沈床を用ひ、之に3本の丸太を打込んで頭部で結束した。笛吹川筋の日の出第三水制と同様なもので、此の場合も豫期の結果を納めてゐる。

派流締切の處置に就ては北米合衆國 California 州の Santa Clara 河に於ても同様な工法が用ひられてゐる。之は相當の急流であるが、河岸に欠込み道路が危険となつたので、此の派流を締切るために施行せられたもので、河成りに鐵筋コンクリートの六脚四面體、1脚の長さ16呎、12吋角のものを並列し互ひに鋼線で連結した。前面を掘られて多少前傾したものはあるが、よく裏側に洲をつけ、柳を差した結果もよく、十分目的を達したと云

圖-118. 水制頭部洗掘狀況

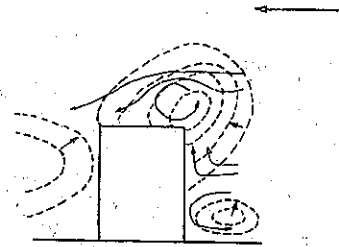
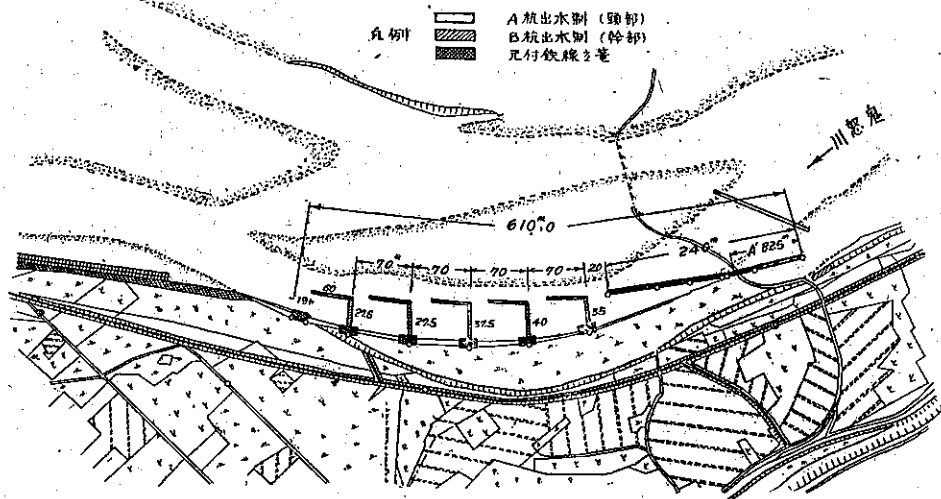


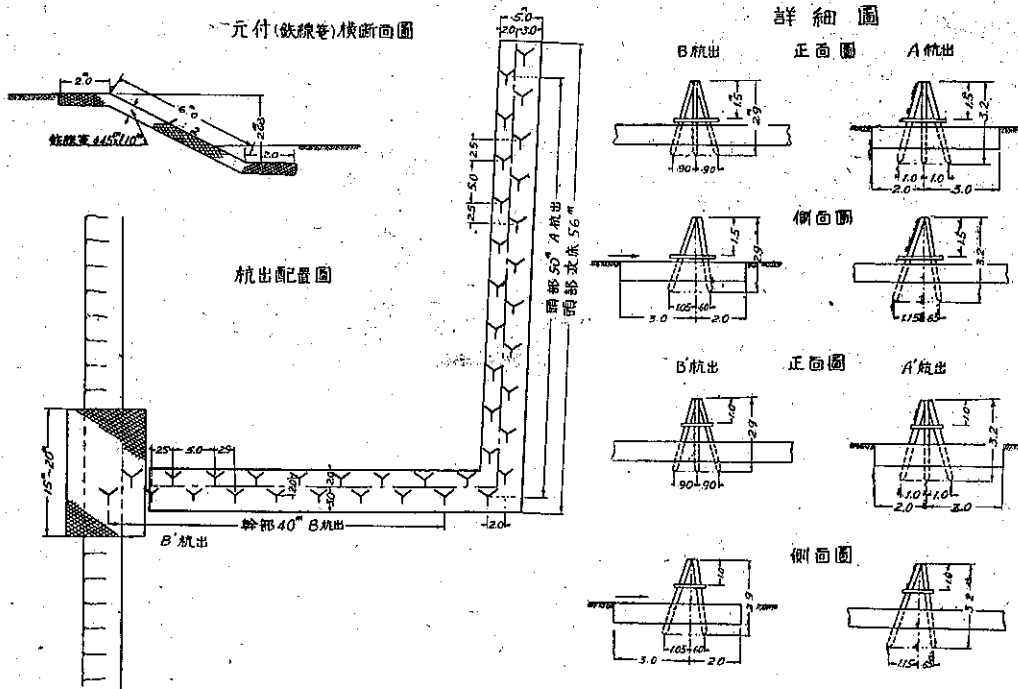
圖-119 (1). 欠込み防止工法



はれてゐる。著者の三角構は之と殆んど同形であるが別途に考察せられたもので、之は六脚共同形をとり自由に轉動しても差支へない様になつてゐる。

(5) 水制は水流を阻害する目的で造られるものであるから必ず之に伴ひ渦を生じ、水制設置個所では洗掘作用が行はれる。特別に堆砂を見なくとも、堤脚の洗掘を防げばよいといふ主旨から透過水制の用ひられるのも之に依るのである。水制設置個所で著しい洗掘を見るのは富士川下流で聖牛を數組づつ或る間隔を置いて設置したも

圖-119 (2). 缺込み防止工法



のが、其の上流側の一群で渦のために基礎の平石張が剥がれ、4組の内1組は流亡し、1組は其の地點で沈下埋没せしめられ、他の2組はその場所で全く破壊せしめられた實例がある。又聖牛の一群を堤防の前面に並列せしめ、之を掘鑿土砂で埋戻して置いた所が、出水に際し、聖牛の互に頭尾密接してゐるところでは別に異状はなかつたが、其の前後の空いてゐる部分で聖牛のある部分の土砂のみがえぐり取られて居たのである。

以前の木造水制なれば斯る段階に至らぬ内に流亡したに違ひない。水制を設置する場合には此の觀點からも考へねばならない。Mississippi 河の報告書に依れば Mississippi 河では河道を整正ならしめるのに水制に依るよりも寧ろ出来る限り護岸に依るべきであることを述べてゐる。水制の構造と其の目的に於いて十分考へねばならない。

(6) 不透過高水制は激流を受けた場合に水制の上下流側に著しい水位差を生じ、先端附近に縦軸の渦を起し、流水を不安定にする。此の上流側の水位の嵩上は著しいもので、斯る場所の築堤高、護岸高に就ては十分な注意が肝要である。不透過高水制は水を刳ることは顯著であるが、水位に依り、方向に差異のあるのに注意すべきである。斯る水制を設けるのは特殊な個所に限られるであらう。

黄河下流には石出しの高水制が多いが、之が河床に及ぼす影響は圖-122 の通りである。黄河では非常に多く捨石を行つて之を護つて居る。

(7) 之を要するに護岸、水制の起原は杭出し又は杭柵に始り、杭木の打込めぬ場所で枡が考案されたのである。其の枡が流勢又は河狀の如何に依つて各種の型式を生じて來た。新しい材料に對しては新しい型式が必ず考へらるべきである。其の型式は又河狀に相應したものでなければならない。河川の規模に従ひ、河成りを整正し、流水の疏通を十分ならしめる様に護岸、水制は目論まるべきものである。

圖-120. 六脚四面體水制

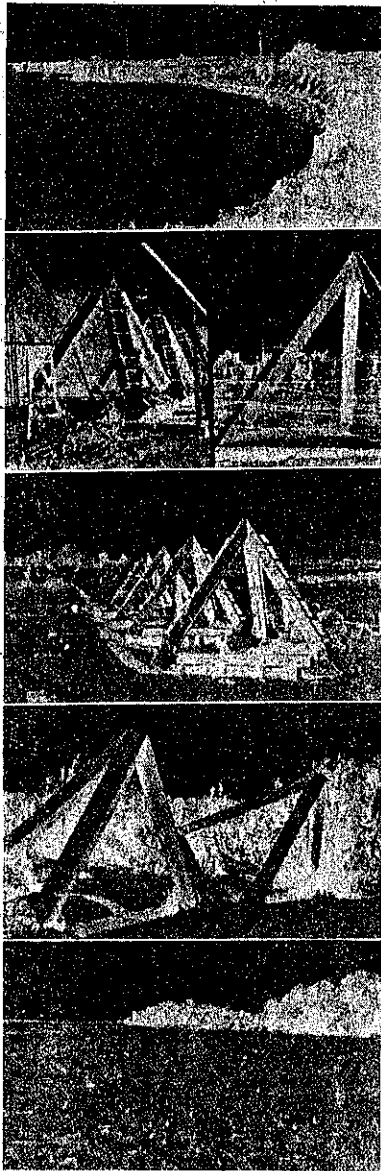


圖-121. 聖牛水制の破損

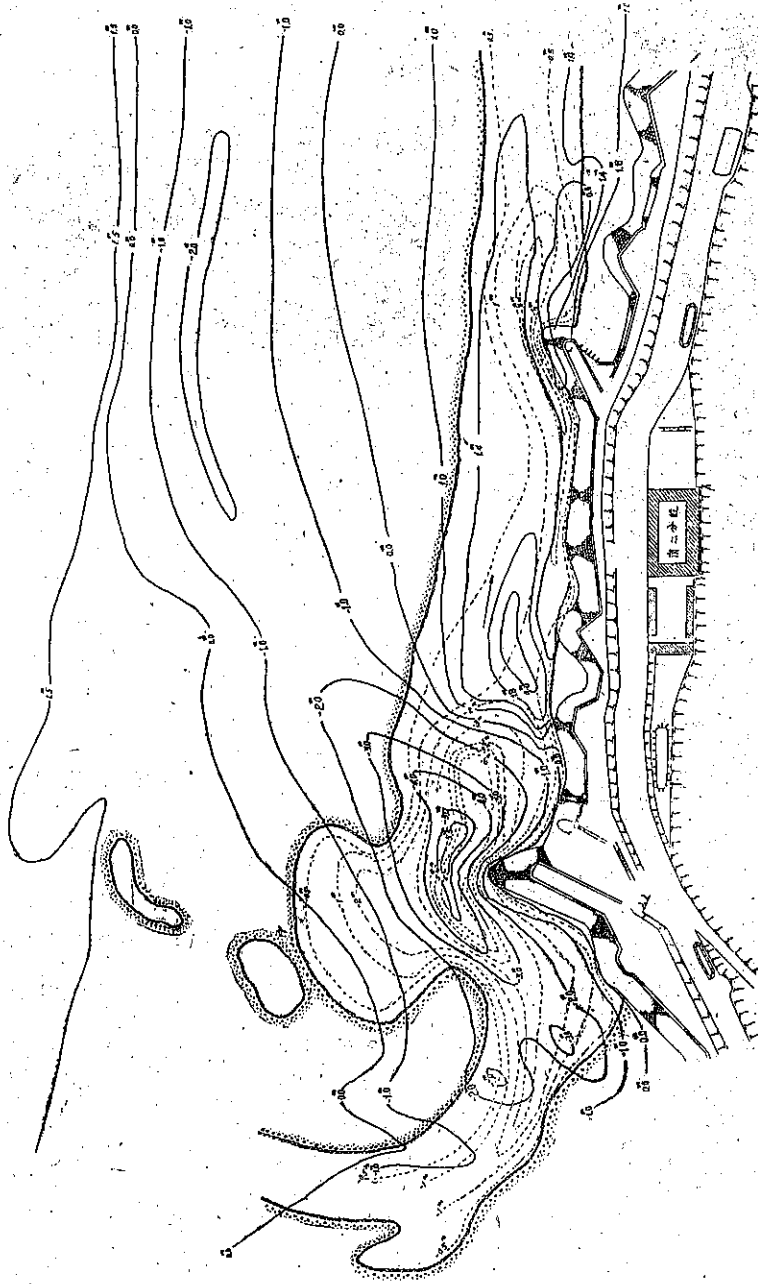


河岸の法勾配は成るべく緩とする。緩とすれば法覆工は極めて軽度のもので足りる。著者は釜無川、笛吹川では 1:3~1:5 の勾配を用ひたが、5 割より緩な場合には其の儘で草が茂れば相當のところまで持ちこたへ得る。3 割法として粗朶柵を挿くか又はコンクリートの柵を設け、砂利を其の間に捨てたものは大體に於て十分な結果を與へて居る。普通の場合石張は 2 割法より緩であると張るのに困難である。一般に練石張の場合石の大きさにより平均コンクリート厚さ 15~20cm を用ひてゐるが其の必要はないと思はれる。寧ろ注意深く床拵を行ひ、石を張り、後から其の間隙にコンクリートを填充する方が好ましい。斯くすればコンクリート厚さは 15cm 以下で十分である。著者は工事中屢々水害を受けたことがあるが大體に於て之で同様な目的を達することが出来るのを經驗した。著者は法覆工を出来るだけ簡略とし、必要な場合には其の前面に柵を並列せしめて直接法面に激流を受けるのを避けた(圖-101 参照)。

法面が流水により剝脱されることは極めて稀である。普通は根方を洗掘され、崩落するのである。根方さへ十分なれば夫れだけで目的を達し得ることが多い。河床の餘りに移動しない場合、特に小河川等では根方に並杭を 2~3 列、法線に留意して打込むだけで目的を達することが出来る。著者は同様な目的で長 6.5~8.5m の杭を用ひたことがある。

更に必要な場合には根固工を設置する。根固工は可撓性に富むと共に、可及的に薄いものがよい。一般に斯る根固工の要求せられるところは流勢強く、河添の變動の著しい場合が多く、斯るときには彼上の要求に添ふには相當困難がある。粗朶沈床は薄くてよいが輕いので流勢が強いと流亡し易い。粗朶沈床は緩流河川に廣く用ひられて居る。急流になると木工沈床を用ひる。然し之等のものは相當厚さを有するため、河床の動き易い場合には其の先端に横軸を有する渦を生じ先端から沈下する。此のためには厚さを薄くして幅を廣くする要がある。嘗つて富士川で聖牛水制の先固めをして其の先端に設けた長さ 10m、幅 6m の 5 層建の木工沈床は殆んど垂直に立

圖-122. 黄 河 水 制



つて了つたことがある。鬼怒川の下流で粗架洗床を布設し、之に杭を打ち通した水制を設けたことがあるが、出水後には洗床は不規則に洗下し、其の位置に在りながら杭木は殆んど抜けてしまつた。之は洗床があふられて震動し、杭木は之がためゆるんで流亡したものと考へられる。河床に於ける渦の發生は成るべく避けなければならぬ。Mississippi 河の護岸では次の様なことが云はれてゐる。



Mississippi 河に於ける護岸としては平均低水位線以上は石張又はコンクリート張とし、水中は下流地區では一般に粗梁沈床を用ひ、上流では木材沈床を用ひてゐる。之等の沈床は幅 200~250 呎で、河岸に碇着せられ、下流に向つて延長 500~3000 呎の長さに造られる。普通は舢の上で沈床を製作し、先端を河岸に碇着してから舢を漸次流心に向つて後退せしめながら、水中に下して行く。沈床の先端は河岸法尻を超え流心部の先端達せしめる。其の後之等の沈床護岸は高價で更に壽命が短いので 1930 年頃からコンクリート塊を連結したものを使用した。之には大體 2 種類あつて、コンクリート塊の大きさ 6 呎×11 呎×4 呎のものゝ 1 呎×4 呎×3 呎のものが使用されたが、連結用の鋼線が腐蝕するために割合に耐久性がない。夫れで近年はアスファルト・マットが New Orleans 附近で試みられ、好結果を示してゐると云はれる。アスファルト・マットは舢の上で造られ、そのまま沈下せしめられるのであるが、一度に造る大いさは他のものと大體同様であり、現在の設備では幅 217.5 呎、長さ 575 呎迄の補修アスファルト・マットを作り得る様になつてゐる。マットの厚さは 2 呎で、補強材として 5/16 呎の吊下げ鋼索を 3 呎間隔に並べ、12 番線を溶接して 2×4 呎の鐵網を造つて挿入してゐる。之は單體であるため、連結材の腐蝕することもないし、又コンクリート塊の様に繼目から砂を吸ひ上げ、破損の原因となる様なこともない。此の薄く、可撓性に富んで居ることは護岸材料として理想的のものであると云はれてゐる。

河川の何れを問はず根固工は護岸、水制の根幹をなすものである。而も之は最も河狀に支配される。故人の工法は極めてよく之に相應して案出されてゐた。木工沈床に代るにコンクリート塊を以てしたものがある。厚さの 1~1.5 m に及ぶものは之があるがために更に沈下するものがあるであらう。著者は例へば幅 10 m の木工沈床に代るものとして、河岸から 4 m は在來の沈床を用ひ、其の先端に松丸太を三角又は四角に組み、之が錘として厚さ 30~40 cm のコンクリート版に之を碇着せしめ、1 個の幅 2 m として 3 個配列せしめたことがある (圖-102 参照)。或る場所では出來るだけ深く之を設置するため、ドラッグ・ライン掘鑿機に依つて床掘りを行ひ、之は陸上で製作してドラッグ・ラインを利用して吊り下げ設置した。此の根固を深く設置することは非常に好ましいことである。富士川では矢張り又ドラッグ・ラインを利用して深く床掘りを行ひ、護岸石張の土臺を低く布設し、根固としては適當の間隔にコンクリートの隔壁を設け、捨石を行つたことがある。新しい材料に對しては又新しい施工法も同時に考へねばならない。

著者の試みた工法は附近で得られる材料を主とし、河狀に應ずる様目論まれたもので、工費も特に高價とはなつてゐない。此の點では特に留意したもので、上述の如く最初に當つては相當高くついたものもあるが、護岸、水制の全體としては寧ろ在來のものよりは廉價になつてゐる。既設根固の上に大聖牛を配置した釜無川の上高砂水制は延長 1 m 當り 41 圓を要してゐるが、鐵筋コンクリート三角構を用ひた同じく釜無川の常永水制は延長 1 m 當り 35 圓になつてゐる。笛吹川に設けた並杭の護岸は法覆工から根固を含めて延長 1 m 當り 12 圓程度である。更に施工法を機械化することに依り工費を低下せしめることが出來た。コンクリートは混合から締固迄機械化して品質を向上せしめると共に工費も低廉となり、床掘り、布設の機械化は不安なく工事を進捗せしめることが出來た。

(8) (1) 項にも述べた様に護岸、水制即ち河川に對し、嘗つては相當計畫的な維持修繕が行はれてゐたと云ふことは十分注意すべきことである。常に變移を見てゐる河川に對しては假令如何様な材料を用ひるとしても之が處置に就ては常時其の變化に注意してゐなければならない。計畫的な河川維持に就ての怠らざる準備を要求したい。

(9) 護岸、水制と河相との關係は極めて密接である。既往の實例から此の關聯性は十分見出すことが出來る。河狀の安定、不安定に對し無理を強ひぬ様計畫されなければならない。Manuals of Engineering Practice, No

12-A. S. C. E. に河岸固定法として次の様なことが記述されてゐる。「河岸の固定せしめるには凹岸は護岸、凸岸は水制に依る方法がよい。尙此の他河岸缺所に於ける砂礫の性質、水路の断面、形状又は工事施行河川の型式に依つて適當な工法を撰定すべきである」之は此の事實を指してゐるものと解すべきである。

補 遺 富士川に於ける水制は其の後昭和 16 年の出水に依り多少被害を受けたものゝ如く、殊に下流部の杭出水制には更に流亡せるものなりと云ふも、大體に於て豫期の結果を得たとのことである。著者は現場を去つて既に 3 年に近く、切に其の後の報告を俟つものである。