

## 石狩川治水計畫に屬する四十二年式導水護 岸工事混凝土鐵棒單床に就て

工學士 岡崎 文吉 誌

本編に於て述へんとする四十二年式導水護岸工事を説明する前に於て左に石狩川治水計畫及び實施の梗概を掲げ一般の參考に供す可し其の細目に至りては他日に譲り今茲に之れを省略す

### 石狩川治水の必要

石狩川は水源を石狩岳に發し流路延長九拾餘里其大半は緩流にして河底水深共に深し其流域九百五拾餘方里石狩膽振の兩國に跨り農林鑛の產物に富み將來人口九拾四万内外一ヶ年の生産額約八千四百餘万圓に達することを得可く最近拾ヶ年間に於て

人口は拾九万九千より四拾五万三千に

既墾耕地は六万七千町歩より拾六万九千町歩に

生産年額は八百四拾壹万圓より二千八百六拾六万圓に

達し我國最大河の一ありと雖も現今に於ては舊式の舟筏及小數の小蒸汽船のために利用せらるゝの外水運利用の程度未だ頻繁からず之れに反し其廣袤肥沃の程度共に本道中無比の殖民地を貫流せるが故に一朝洪水に際せば其氾濫區域廣大にして人畜家財田畑作物を害すること激甚かるを常とす殊に明治三十一年九月の洪水に於ては其損害の額八百餘万圓に達し難民餓に泣く輿論救濟の議に賛し國庫の救恤費四拾餘万圓を累すに至れり政府此に於てか本河治水の忽にす可らざるを認め一面には適當の施設を加へて洪水のために生ずる損害を輕減する方法を講じ一面には河川の荒廢を防ぎ益々之れを利用して富源の開發を圖るために翌三十二年より國費を以て治水調査に著

石狩川治水計畫に屬する四十二年式導水護岸工事混凝土鐵棒單床に就て

二二〇

手することとなり爾來今日に至るまで尙其の調査を繼續し調査費八万餘圓を支出し設計の基礎と爲るべき重要事項は今や概ね之を査了したるか故に之に基き興益除害の計畫を立てんか左記の工事を必要とす

一、高水工事

二、低水工事

三、河口改修工事

以上各種の工事中河口改修工事は専ら水利の便を開くに止まり治水上に何等の關係を有せざるか故に之れを將來に譲り本計畫案には治水に密接の高水工事及低水工事のみを採用することとされり其概要左の如し

高水工事

一、高水工事必要の理由

本河は古來天然の儘に放任せられ未だ姑息的に人工を加へたることなきが故に其大部分に於て比較的良好的の状態を存し河底水深共に深く且つ流路概ね單一なるも河身蜿蜒迂曲し洪水の快流に便からざるが故に降雨融雪に際しては兩岸に氾濫を逞し被害慘狀の程度言ふに忍びざるものあり故に下流より順次に上流に向ひ別に一條の放水路を開鑿し在來水路と相待て洪水を疏通せしめ附近沿岸の氾濫を防がんとす即先づ調査設計濟に係る篠津生振間の放水路を開鑿し別に旭川深川瀧川の三市街地に對しては堤防を築き洪水を防禦し放水路及堤防工事に依り約二万町歩の氾濫を防ぎ毎年の被害額約三十五万餘圓を免除せんとする所以あり

二、高水工事の設計

(一)放水路 放水路は生振に於て本流右岸一里一町三十間を基點とし篠津九里十一町に至る延長四

万二千四百三十八尺を開鑿し河床は上下共本流の常水面に止め其勾配は二万六千五百分の一とし敷幅は

篠津に於て 五百三十尺

當別太に於て 八百十尺

ビドイに於て 千二百一尺

生振に於て 千八百八十尺

とし兩岸二割の勾配に切り均し柳枝工蛇籠を一体に施し堤趾に單床を施し取入口及排出口には各巾三十間の沈床を敷設す放水路の能力は河岸に氾濫することなくして一秒時に六万立方尺を流過し得るものとす之に本流河道内の流量九万立方尺を合せ計十五万立方尺即ち三十七年の如き程度の洪水を甚しく兩岸に氾濫することなくして快流せしめ得るものなり

(二)堤防工事 堤防工事の延長は

旭川は 六百十間

深川は 千四百五十間

瀧川は 二千三百五十三間

とし其馬踏は九尺乃至十八尺とし法勾配は二割乃至二割五分とし法腹は柳枝工又は張芝を以て之れを包覆するものとす

### 低水工事

一、低水工事必要の理由

本河の流路は上記の如く猶ほ比較的良好の状態を有すと雖も未だ人工を加へざるが故に河岸の防禦を缺き流身斷へず變轉し灣曲の程度を加へ疏通を妨げ河岸益々缺壞し低水路の状態を亂し舟航

石狩川治水計畫に屬する四十二年式導水護岸工事混凝土鐵棒單床に就て

二二二

を阻碍し沿岸土地の流失を招き河川の荒廢は山林の伐採開墾の増進排水の開鑿と共に日を遂て益々甚しからんとす仍て導水護岸工事を施行し河川の荒廢を防がんとす即ち放水路と相待つて河口江別間の低水工事を施行し財政の都合により漸次下流より上流に及ぼさんとする所以あり蓋し高水工事を施行するも低水工事之に隨伴するに非れば河身變轉窮りなく高水工事に不測の危害を及ぼすを免れざる可きか故に低水工事の施設は之に固有なる目的を達するの外高水工事の保安上にも亦必要なるものあり

江別石狩間の低水工事施行の結果其の餘澤として沿岸土地の崩壞を防ぎ得ること毎年約一万五千坪に達し此損害を免除し得る利益は一町歩の地價五百圓と見做し毎年二千四百餘圓に相當す可し低水工事の爲めに生ずる水運の利益に至りては其莫大あること測り知るべからざるものあるべし

## 二、低水工事の設計

低水工事は大体に於て低水路の現状維持を以て方針とし本河の現在保持する大体の河身に倣ひ江別石狩間に於て缺壞の甚だしき箇所一万三千六百拾五間を撰み之に導水護岸工事を施行し一定の落筋を回岸に誘導し以て水深の缺乏するを防ぎ且つ沿岸缺壞するを防ぐものにして河岸を二割の法に切り均らし之れに柳枝工蛇籠を一体に施し土留工を設け水面以下の河底には適當なる幅員を有する沈床を敷設す

### 石狩川治水費豫算

金六百五拾三万三千二百八拾七圓

總額

### 内譯

金四拾一万九千八百三圓

事務費

金百四拾一万四千四百八拾八圓

器具機械費

金拾一万九千五拾一圓  
 工 場 費  
 金三百貳拾九万六千貳百四拾壹圓  
 高水工事費  
 金百貳拾八万三千八百四圓  
 低水工事費

事業の實施

明治四拾三年度に於ては低水工事を花畔市街地附近沿岸缺壞の最も甚だしき延長五百拾貳間に施行するにあり其工費總額は(河岸缺壞の狀況は第四圖參照)

金五万貳千四百七圓とす

本工事は専ら直營として明治四十三年五月九日起工し全年十一月二十五日竣功せり其の工程は次表の如し

四拾三年度石狩川治水工事成績表

工 種	出 來 高	摘 要
監督員詰所建築	一棟	
倉庫建築	一棟	
導水護岸根固混凝土鐵棒單床工	五二一〇間	此れ即ち本編に於て説明せんとする四十二年式導水護岸工事の主要部分なり (第一圖參照)
土留め工	五二一〇間	
法切り工	五二一〇間	
法腹柳蛇籠工	一〇二四面坪	
法腹場所詰め混凝土工	五〇八〃	
法腹搔欄工	四三〇〃	全上

石狩川治水計畫に屬する四十二年式導水護岸工事混凝土鐵棒單床に就て

二二四

法腹柳枝工

柳樹挿植

二一〇"

二八八〇"

第一圖參照

上記各種工事の中導水護岸の目的を有する工事を大別すること左の如し

(イ) 根固め工(混凝土鐵棒單床)

(ロ) 土留め工(杭打及び蛇籠工)

(ハ) 岸腹工 (小別して場所詰混凝土工、柳蛇籠工、柳枝工及び搔欄工とす)

(ニ) 柳樹挿植

以上各種の工事中根固め工として採用したるものは即ち、四十二年式にして本編説明の主要物なり左の如し

根固め工(四十二年式混凝土鐵棒單床)

本工事に採用せし混凝土鐵棒單床は曩きに北海道廳四十二年式として夕張川護岸工事に施行したるものと全様にして薄扁小形の鐵筋塊混凝土と鐵棒とを主要材料として任意の面積に構成するものとす而して其特色とする所は左記の諸點にあり

一、比較的廉價あること

二、半永久的の保存力を有すること

三、屈撓性に富み河底の異動に應じ容易に變形し易きこと

四、急傾斜の状態に陥るも實体の安定を失はざること

五、河流の斷面積を縮減すること少かく從て流勢に對し抵抗を與ふるの程度微少ある事

六、施工の容易あること

該單床の構造は圖面に示す如し(第一圖第三圖參照)

(イ)根固め工(混凝土鐵棒單床工)

混凝土單床に使用する塊は巾五寸長さ一尺七寸乃至二尺厚さ四寸及び五寸とし其配合率はセメント一、砂三、砂利六より成り各個二十二番亞鉛引鐵線四本を四方に分布挿入して鐵筋となし二個所に徑四分内外の小孔を設けたるものあり而して是等の塊を河流の方向に並行する縦層に長手に並列し各塊の河流に直角ある接際は交互に斷絶(Break Joint)せしめつつ豫め單床の下端全長に亘り配置せる巾一寸厚さ三分の平鐵に壹尺毎に小穴を穿ちたるものを貫通せる徑二分の亞鉛引鐵棒を各塊に穿ちたる前記の小穴に貫通し以て平鐵及び各塊を該鐵棒に依り連鎖せしめ各平鐵の長さは六尺二寸とし相隣る平鐵は重ね掛け(Over-Lap)とし兩平鐵に共通の鐵棒を軸とし其廻轉を自在ならしめ丸太を以て組みたる足場上にて任意の面積を有する一体の單床を構成し漸次足場丸太上を滑落せしめて所定幅員を有する單床の上端を常水位基面上二尺五寸に留むるを限度とし俗稱カグラサンを以て丸太を抜き去り徐々に單床を河底に落着せしめ鐵棒の上端は隣接のものを相互に連結して堅く土留杭及び挾楨に纏着せしむるものとす(第一圖參照)

四十三年度に於て實施したる單床の幅員は三間乃至五間とす(第一圖及び第三圖參照)

單床の實費

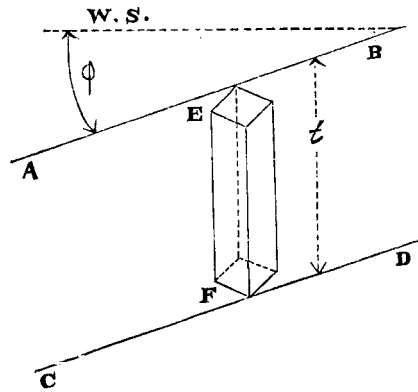
四十三年度に於て實施したる四十二年式混凝土鐵棒單床工事の價格は一面坪に付き七圓乃至九圓に相當すと雖も本川に施したる初回の經驗あるを以て設備の整頓を缺き價格及び精巧の程度理想に達せざるを遺憾とす若し夫れ漸次設備を完成し製作の熟練と各種の經驗を積むに於ては精巧を加へ且つ廉價あるに至る可きを信ず

護岸工事に對する學理上の考究

石狩川治水計畫に屬する四十二年式導水護岸工事混凝土鐵棒單床に就て

二二六

抑も河底の洗堀及び岸腹の崩壞を防止せんとするには(一)或る工事を施設して河流を抑制し其河底及び岸腹が有する天然の状態に適合する程度に達せしむるか(二)能く流水の河底物料に對する押轉力 (Force of entrainment) に抵抗し得るの外石狩川の如き河川に在りては流水及び流木等の破壊的作用に耐へ得可き物料を以て河底及び岸腹を被覆掩護するか又は(三)河流抑制工事と河底岸腹被覆工事とを併せ施すの外あかるべし



$\varphi$  がある可し ( $z$  は九奇零八メートルとす) 而して之に方柱の物量 (マツ) を乗したるものは方柱の有する力量なり即ち

$$S = mF = \frac{1,000 \times t \times l \times \varphi z}{g} = 1,000t\varphi \dots \dots \dots (1) \quad \text{を得可し}$$

式中 S は每平方メートル上に於ける押轉力をキログラムにて示したるものにして觀測に依り  $\varphi$  及び  $t$  を定めたる上は容易に之を計算し得可し

今方柱 EF は圖に示す EF の位置を占むる前に既に  $v$  がある速力を有し尙將來別に其速度を變せざるも



のごせば(1)式にて示す \$S\$ なる力は表面に接觸する空氣の抵抗其他水分水中に起る可き多少の抵抗を除き大部分は河底を構成する物料の抵抗に訴へて之を消費せしむるの外なし河幅廣淵水深豊富ある大河の場合に於て \$S\$ に對する抵抗は殆んど皆河底物料の働作に委せざる可らず  
即ち此の力デユボワー氏の謂ゆる Force d'entrainment) は河底に存在する物料を洗掘押轉せんとするの作用を呈し河底の物料は其自体の惰性に依りて此の押轉力に抵抗し其力 \$S\$ に勝つときは能く其位置を保持すと雖も然らざれば遂に轉輾移動せらるゝを免れず現實の場所に就て河底を構成する物料が有する固有の抵抗力を精細に計算することは頗る難事たるを免れずと雖も人爲的に護岸工事を施すか如き場合に於ては假りに均一ある材料を河底に平等に配置するものと見做すを得るか故に實際に現存する河底の如く各箇沈澱物の大小形状比重分布其表面の精粗混合物の状態等の不規則なる條件を顧慮せずして理論上の結論を得ること難からず  
今 \$e\$ を以て押轉力に對する抵抗上正に平衡状態の限度に於て河底全面を被覆する物料の平均の厚さを示すものと假定せんか應用力學の原理に依り

$$e = \frac{1,000d\rho}{1,000(\gamma-1)\gamma w} = \frac{t\rho}{(\gamma-1)\gamma w} \dots\dots\dots (2) \quad \text{を得可し}$$

(2) 式中 1,000 \$d\rho\$ は即ち押轉力 (Force d'entrainment) \$S\$ を示し \$r\$ は河底被覆物料の比重とし \$a\$ は上記被覆物料と河底との間に於ける止動角を示すを以て押轉力は水理上の査測に基き之を計算し \$r\$ は設計上決定せられ \$a\$ は實驗上及び推定上より之れを決定し得可し

今單に前記(二)の場合に於ける如く河底岸腹に被覆を施すの方法のみに依りて流水の洗掘作用を防止するの目的を以て上式に對し石狩川花畔附近に於ける既知最大洪水の場合に適合する水理上の係數を挿入(第二圖參照せんか計算の結果 \$e\$ は一ミリ内外ある値を顯出し事体甚た輕易なる關係を

石狩川治水計畫に屬する四十二年式導水護岸工事混凝土鐵棒單床に就て  
指示するものあり

二二八

然るに上式に於ては、は平均の厚さを示し其河底を被覆する物料各個の單獨に配列せられて各別の働きを爲す場合と其相互に連結せられて一体の働きを爲す場合との間に何等の區別あきか如きも實際に於ては假令平均の厚さに於て全一あるも上記の如く其配置連結の状態を異にする場合は其抵抗力に於て格段の差異ある可きは當然なるが故に該關係を無視して單に上式にのみ信頼するを好まず仍て本設計を爲すに當り鐵筋混凝土單床の厚さを四寸乃至五寸とし其下端には一貫したる鐵材を結着せしめ單床の長さ一尺毎に亞鉛引き鐵線徑二分のものを貫通して屈撓性に富み且つ連綿せる一体の構造として敷設し堅く河岸に繫留し其連續する一連の長さを千尺以上と定めて實施したり是れ即ち單に河床に於ける流水の押轉力に對するのみならず流水及び流木に對抗するために亦必要なる事項ある可ればあり

設計の厚さ及び連結の狀態が果して實際上至當なりや否やは之を今後の實驗に徹して判斷するの外なし

本編に於ては蛇籠、搔柵、柳枝工等に關する説明を省略せり

#### 圖 解

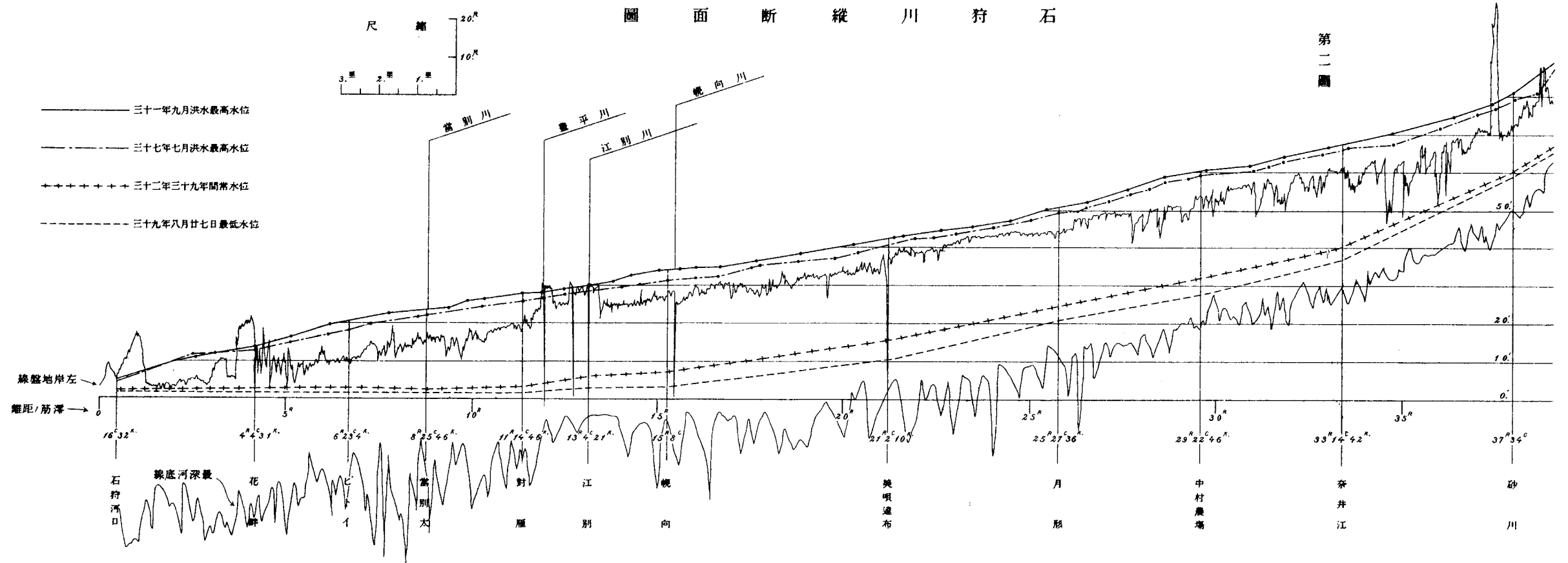
天然の儘に放任せられたる花畔附近河岸缺壞の狀況は第四圖に於て其大體を見るを得可し四十二年式混凝土鐵棒單床敷設後に於ける河岸の狀況は第三圖に就て之れを見るを得可し該圖中示す所の法腹は一体の場所詰混凝土を以て之を被覆せるものなり

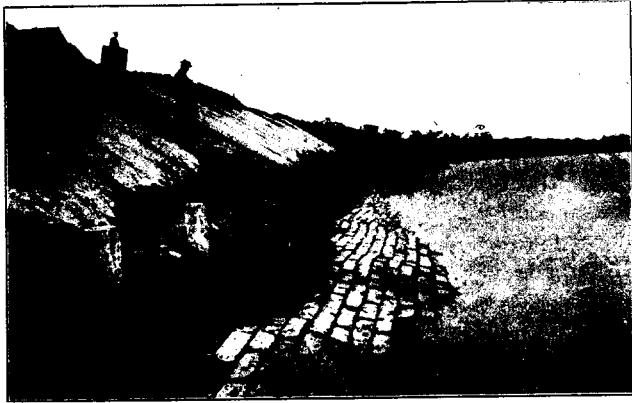
四十二年式單床に使用する鐵筋混凝土製造工場の一般は第五圖に於て之を見るを得可し



石狩川縦断面圖

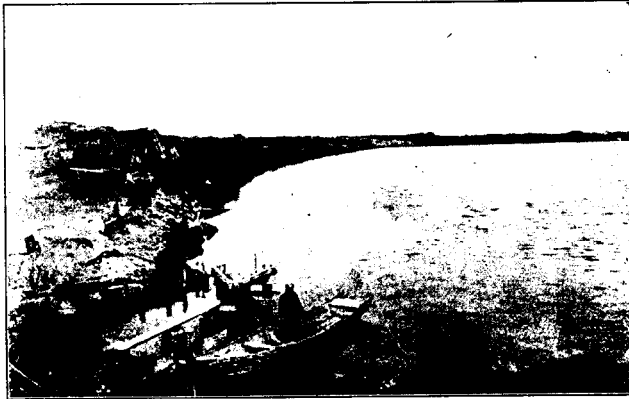
第二圖





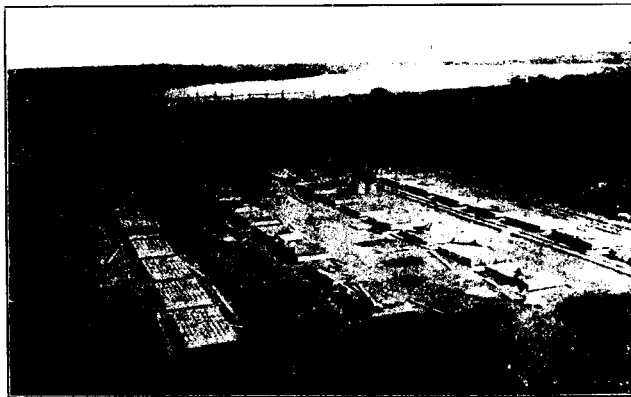
第三圖

(式年二十四) 寧工岸護川狩石近附畔花



第四圖

況狀壞欠岸左川狩石近附畔花



第五圖

(景ノ造製土凝混筋鐵用床單) 場工水治川狩石