第二篇　一般ノ河工

第一章　河工ノ定義分類及理想

第一節　河　工 (Flussbau, Travaux fluviers, River works)

晩近水理學者ガ一般ニ河工ト總稱スル名目ノ下ニハ運輸交通工業及農業ニ對シ興益又ハ除害ノ目的ヲ以テ天然河川ニ施工スル一切ノ工事ヲ包含スルモノニシテ今試ミニ具體的ニ其ノ目的トスル要點ヲ列記スレバ蓋シ左記ノ範圍ヲ出デザルヘシ

一　河中障礙物例セバ河中ニ停滯スル流木 (Snag or raft) ノ除却及ビ河床ノ浚渫

二　河岸崩壞ノ防止

三　河底ニ於ケル不規則ナル沈澱及洗掘作用ノ防止

四　河中所定ノ地點ニ於ケル天然的沈澱作用ノ誘致又ハ埋立工事

五　沿岸氾濫ノ防止

六　航行又ハ流送ノ目的ニ便ズルタメ一定ノ水深及澪筋ノ開設維持

七　流量及水位ノ加減調節

八　水力ノ利用

九　流氷又ハ流木ノ停滞ニ起因スル流路閉塞作用ノ防止

十　各種灌漑排水其ノ他土地改良ノ計畫

第二節　治水工ノ分類

以上列擧セル如ク河工ノ範圍ハ極メテ浩汎ナルモ該篇ノ謂ユル治水工事トシテハ上記八、十、ノ工事ヲ除外スルモノトス主トシテ獨逸派ノ主唱スル所ニ從ヘバ一般ニ河川ノ治水工事(Fluss regelung),(River improvement)ヲ大別シテ左記ノ三階級トスルヲ普通トス但シ水力利用又ハ水位流量調節ノタメニスル堰堤及障礙木除却又ハ土砂浚渫ノタメニスル臨時工事及水源涵養等ヲ含マズ

一　直流工事　(Rectifikationen.)

二　斷面矯正工事　(Korrectionen.)

三　河川改修工事　(Regulierungen.)

上記治水工事ノ區分及ビ之ガ分類ニ關スル定義ハ諸學者多少之ヲ異ニシ素ヨリ各分類ノ間ニ於テ截然タル分界ハ之ヲ認ムルコトヲ得ザルモ「エズドイチユ」(F.Deutsch)氏ガ其ノ自著ノ(Der Wasserbau) 中ニ所載ノ定義ハ稍〻簡ニシテ要ヲ得タリト認ムルガ故ニ幾分ノ補遺ヲ加ヘテ之ヲ引用セリ

「エズドイチユ」ノ定義

治水工事(Fluss regelung)トハ河川ノ横暴亂流ヲ防止シ若クハ少クトモ之ヲ抑制スルタメニ施行スル大小一切ノ工事ヲ謂フモノニシテ一、先以テ河川ヲ一定ノ河床内ニ拘束シ流路ノ分岐及ビ島洲ノ生ズルヲ防ギ二、之ニ次ギ或ル程度マデハ到底不可抗ナルベキ河底沈澱物ヲシテ隨所ニ不規則的ニ堆積スルコトナカラシムメ寧ロ一定ノ場所ニ單ニ一時的ニ沈澱堆積スルヲ許シ河流ノ自然力ニ依リ徐々ニ斯ル沈澱物ヲ漸次下流ニ輸送セシメ換言スレバ成ル可ク河流ヲシテ自治的ニ河底ヲ掃蕩セシメ航行ニ必要ナル程度ノ流路ヲ開設維持スルヲ以テ理想トセザル可ラズ斯ル目的ヲ達スルタメニハ河川ノ

斷面ニ相當ノ形狀及面積ヲ賦與セザル可ラズ卽チ定規斷面(Normal Profil.)ハ流量及沈澱物ノ流下航行等ニ必要ナル條件ヲ顧慮シテ之ヲ決定スルノ必要アルモノナリ

前記三種ノ分類ニ就テハ

一、直流工事(Rectifications)ハ單ニ中水ノ際ニ起ル沿岸ノ氾濫及ビ之ガタメニ生ズル濕潤ヲ或ル程度ニ輕減スルニ止マリ二、斷面矯正工事(Korrections)ハ高水防禦ノ目的ヲ達スルニ足ル斷面ヲ得ルタメ充分ナル河幅ヲ河川ニ賦與シ其ノ高サ相當ナル堤防ヲ築造シ又ハ適當ナル護岸工事ヲ施シ三、河川改修工事(Regulierungen)ハ低水ニ際シテモ猶能ク航行上有効ナル一定ノ澪筋及ビ斷面ヲ河川ニ賦與シテ遺憾ナカラシムルニアリ然シテ是等三種ノ分界ハ必シモ明瞭ナリト謂フヲ得ザルノ點ナキニシモアラズ一言以テ之ヲ掩ヘバ現今重要河川ノ河川改修工事(Regulirungen)ニ於テ期待スル所ハ單ニ直流ヲ圖リ又ハ護岸及堤防工事ヲ施シ唯ニ中水及高水ノ快流ニ對シ相當ナル斷面ヲ賦與スルニ止マラズ尙進ンデ根本的ニ河床ノ形狀ヲ改造シ低水時ノ航行ニ對シ一定ノ定規斷面(Normal profil)ヲ與ヘ遺憾ナカラシムルニアリ

第三節　治水工事ニ關スル理想方針

以上ノ如キ治水工事ハ從來水理學者ノ多數ガ唱道スル方針ノ下ニ施行スルモノニシテ其ノ理想トスル所ハ原則的ニ根本ヨリ天然河川ヲ矯正シテ寧ロ單純ナル學理上ノ要件ニ一致セシムルヲ圖ルニアリ卽チ多クハ或ル程度ニ河身ヲ狹窄シ凹岸ニ接近セル澪筋ヲ平行堤突堤ノ如キ縱橫工ノ作用ニ依リ對岸ニ退却セシメ河川ヲシテ理想的ニ人工ヲ以テ造レル運河ノ如キ狀態ニ近似セシムルヲ企ツルモノナリ

換言スレバ從來河川改修ノ方針トシテ水理學者及ビ實地家ノ多クガ主唱シ來リタル唯一ノ主義ハ河川ヲシテ理想的ニ成ル可ク一定ノ斷面ヲ有シ且ツ直流スル運河ノ如キ狀態ヲ呈セシムルニアリタリ從テ該法ハ從來屢〻實地ニ試ミラレタルモ多クハ充分ニ豫想通リノ結果ヲ得ルコト能ハザルガ故ニ結局理想通リニ河川ヲ改修スルコトハ頗ル至難ノ事ニ屬シ意ノ如クナラザルモノヽ一トシテ之ヲ認ムルニ至リタリ是レ畢竟最初ノ理想トナシタル

條件ガ誤リテ極端ニ走リタル結果ニ外ナラズ

抑モ天然ノ狀態ガ假ヘ蜿蜒迂曲セルモ流路單一ニシテ河底水深共ニ深ク且ツ其ノ河底ノ變動シ易キ河川ノ低水航路ヲ維持スルノ目的ニ對シテハ成ル可ク天然ノ迂曲セル流身ヲ保有セシムルヲ可ナリトス此點ニ就テハ曩ニ「デユピアー」「バウムガルデン」「グルブノー」等ノ諸氏ガ初メテ研究ノ基礎ヲ置キ引續キ「フアルグ」「デユボアー」「デラルトン」等ノ諸氏之ニ基キテ愼重ナル研究ヲ重ネ就中「バウムガルデン」氏ハ「ガロヌ」河ニ於テ「デラルドン」氏ハ「ローヌ」河ニ於テモ何レモ現態維持ノ方針ニ基キタル工法ヲ實地ニ施行シ其結果良好ナルヲ得タルコトハ漸次輓近水理家ノ注意ヲ惹カントスルニ至レリ斯カル問題ハ素ヨリ單純ナル學理ニノミ依リテ之レヲ解決ス可ラザルモノニ屬シ大ニ實地上ノ考査ヲ要スルモノナリ上記「ローヌ」河ニ於テ當初多年間繼續シテ施行セシ工法ニテハ或程度ニ河身ヲ狹窄シ凹岸ニ接近スル澪筋ヲ平行堤突堤等ノ作用ニ依リ對岸ニ向ヒ退却セシメ河川ヲシテ理想的ニ人工ヲ以テ造レル運河ノ如キ狀態ニ近似セシムルヲ企テタリシガ斯ノ如キハ全ク其方針ヲ

「ローヌ」河ノ實例

誤リシモノナルコトヲ中途ニ於テ發見シタルヲ以テ爾來根底ヨリ其ノ方法ヲ一變シ更ニ現態維持ノ方針ニ依リ絕對ニ凹岸ノ現狀ヲ維持シ澪筋ヲ凹岸ニ沿ヒテ誘導スルノ工法ヲ以テ新タニ施工シ以前ノ方針ニテ既設セシ工事ノ幾部ハ撤去シテ之レヲ改造シ「ローヌ」河ノ今日アルヲ致セリ斯クノ如ク自然ノ狀態維持ノ工法ガ好果ヲ奏スルコトハ實驗上疑ヲ挿ムノ餘地ナキニ至リ「ミシシッピー」河ニ於テモ成ル可ク天然ノ迂曲セル流路ヲ保存シテ之レヲ低水航路ニ充テ河身切リ換ハ絕對ニ之レヲ採用セズ洪水ノ流路ハ遠ク低水航路ヲ包擁スル堤防ニヨリテ之レヲ作ルガ故ニ迂曲ノ程度低水航路ニ比シテ稍〻少シ是レ卽チ後章ニ說クガ如ク輓近「デユボアー」氏ノ創設ニ係ル押轉力ノ理論ニ基クトキハ天然ノ灣曲ハ之レヲ存シテ凹所ニハ水深ニ富メル澪筋ヲ誘導シ其位置ヲ固定セシメ凸所ハ亦之レヲ存シテ流下物ノ沈澱場ニ充テシメ凸凹相俟チテ其用ヲナスコト車ノ兩輪ノ如クナラシムルヲ要シ近來大ニ現狀維持ノ工法ヲ採ルノ得策ナルコトヲ發見シタルト從來河川改修ノ唯一手段トシテ流路ヲ短縮シ勾配ヲ急峻ニナシタル結果往々河川ノ平衡狀

密士必ノ迂曲水路

凹凸ハ車ノ兩輪ノ如シ

態ヲ破壞シテ大ニ悔ヲ後日ニ遺シタル先轍ヲ踏マザランコトヲ圖リタル結果ニ外ナラズ

大體ニ於テ流路蜿蜒迂曲スト雖モ其河底及水深ノ深キ河川ハ洪水流過力必シモ劣等ナリト謂フベカラザルコト後章原始的河川ヲ說クニ當リ明瞭ナルヲ以テ上記ノ如キ現狀維持ノ工法ハ今後河川ノ改修ヲ計畫スルニ當リ其ノ目的ガ航行ノ便益ヲ圖ルニアルト洪水防禦ヲ企ツルニアルヲ問ハズ曷メテ之ヲ遵奉セザル可ラザルコト當然ナリト雖モ天然河川ガ既ニ荒廢ノ狀態ニ陷リ流路亂岐シテ河底水深共ニ極メテ淺ク到底天然ノ狀態ヲ維持スルノ價値ナキニ至レル場合ニハ大體ニ於テ從來多數ノ水理學者ガ唱道セル學理上ノ理想ニ從ヒ河川ヲ處理セザル可ラズ然リト雖モ此ノ場合成ル可ク天然ノ流路ノ幾部ヲ利用シ經濟ヲ慮リ極端ニ無益ノ理想ニノミ趨リ體裁ヲ重ンジ不經濟ニ流ルヽガ如キ事ヲ戒メザル可ラズ

斯ノ如ク單ニ學理的ノ理想ニ從フテ根本的ニ河川ヲ矯正スルト成ル可ク現狀維持ヲ主トスル工法ヲ採ルトノ間ニ於テハ多クノ場合總テノ點ニ於テ

大ナル懸隔アリ從テ議論ノ餘地ナシトセズ卽チ根本的ニ明瞭ニ之ヲ解決スルノ必要アルガ故ニ左ニ先以テ放任セラレタル原始的河川ノ特性ニ關スル研究ヲ遂ゲントス

第二章　原始的河川

第一節　原始的河川ノ意義

原始的河川トハ舟筏ノ航行ヲ容易ナラシメ若クハ洪水氾濫ヲ防禦スル等其目的ノ何タルヲ問ハズ未ダ曾テ護岸、水制、切開、堤防等ノ如キ水理工事ヲ加ヘズ天然ノ儘ニ放任セラレタル河川ヲ稱ス斯ル河川ハ主トシテ未開地ニ存在シ能ク開發セラレタル地方ニテハ之ヲ見ルコト稀レナリ蓋シ一般ニ殖民增加シ開拓進歩スルニ從ヒ沿岸住民ハ河岸ノ缺壞又ハ洪水ノ被害ヲ防止シ若クハ舟筏ノ航通又ハ沿岸排水ノ放瀉狀態ヲ良好ナラシムル等焦眉ノ急ニ應ジ已ムヲ得ズ河川ニ關スル若干ノ應急的水理工事ヲ實施スルヲ常トスレバナリ吾人ハ能ク開發セラレタル地方ニ於ケル多數ノ河川ニハ如斯事情ニ

因リ護岸及ビ堤防ノ築設其他水路ノ直通制限又ハ轉向ヲ圖ル等各種工事ノ施行セラレタルヲ見ルベシ此等ノ多クハ自然ニ違背スルノミナラズ組織的ニ計畫セラレタルモノニ非ズシテ單ニ地方若クハ假設的性質ヲ帶ヘル孤獨工事ノ歷史的產物ニ外ナラザルガ故ニ姑息ニ流レ其期待スル目的ヲ達スルニ不充分ナルノミナラズ往々却ツテ甚シキ害惡ヲ釀セリ

是レ畢竟自然ヲ敎師トスルコトヲ忘レ自然ノ法則ニ從フ重要ナル原理ヲ無視シ多クハ却テ自然ノ法則ニ逆行スルガ如キ工事ヲ施行シタルノ謬マレルニ基クモノニシテ斯ノ如キ不自然ニシテ姑息ナル手段ニ依ルノ愚策ヲ演ジタル結果遂ニ實地及科學上ノ知識ニ基キ自然ヲ模範トシ組織的ニ且ツ合理的ニ計畫セラレタル水理工事ヲ更ニ施サヾルベカラザルコトヲ自覺スルモ之レガ施行ニ要スル工費ニ加フルニ多クノ場合ニ於テハ舊來施行セル有害無益ノ諸構造物ヲ除却スルニ巨費ヲ投ゼザルベカラザルニ至ル此場合ニ及ンデハ勿論自然ノ法則ニ反シ施行セル舊來ノ工事ガ既ニ自然ノ良好ナル河川狀態ヲ破壞シ來リタルガ故ニ新計畫ニ係ル全工事ヲ實施スルニ要スル

ニ工事費ハ巨額ニ上リ其恵澤トシテ生ズル利益ヲ償フニ足ラザルコト往々アリ

吾人ノ理想トスル處ハ苟クモ良好ナル河川狀態ヲ破毀シ將來除却ヲ要スルガ如キ自然ノ法則ニ違背シタル工事ヲ施スコトナク當初ヨリ自然ノ模範ニ從ヒ合理的ニシテ且實際的ナル工法ヲ採用シ最モ經濟ヲ重ンジ原始的河川ヲ治ムルニアリ卽チ原始的河川ノ自然狀態ガ如何ニ良好ニシテ且自然ガ如何ナル學課ヲ吾人ニ敎フルカヲ下ニ記述スル如ク實地ノ觀測ト理論上ノ見地トヨリ深ク研究セザルベカラザル所以ナリ

第二節　原始的河川ノ特殊狀態

一　平面ノ形狀

自然ノ狀態ニ放任セラレタル河川ハ直線ナル流路ヲ採ラズシテ一般ニ蜿蜒迂曲スルヲ常トス斯ク蛇行スルコトハ各河川ノ實地ニ照シ河川水理ノ自然法則タルヲ發見シ得ルニ難カラズ而シテ其迂曲ノ傾向タルヤ山地ヨリハ平原ノ部分ニ於テ著シキヲ普通トス今河川流路ノ彎曲卽チ平面狀態ノ變化

スル主ナル原因ヲ擧グレバ

一、地質ノ差異

地質ノ異ナルニ從ヒ流水ニ對スル其抵抗力均シカラズ從ツテ流水ノ侵蝕作用ニヨリ土砂ヲ洗掘シテ自然的ニ形成セル河道形狀ノ不規則タルコトハ當然ノ結果ニシテ流路一度彎曲ヲ始ムルヤ漸次ニ其ノ曲度ヲ增加スル傾向ヲ有シ或程度ニ達セバ流水ハ更ニ轉向シテ對岸ヲ衝擊シ之ヲ自然ノ儘ニ放任スル時ハ漸次平面形狀ヲ變更スベク永久ニ進行スベシ

彎曲ノ漸進

河岸ガ河流ノ衝擊ヲ受クル部分ハ漸次ニ凹形ヲ呈シ河流ハ遂ニ該岸ヲ辭シテ對岸ニ就キ該處ニ凹形ヲ造リ更ニ同樣ノ順序ヲ反覆シ一岸ヨリ他岸ニ交互ニ河谷ヲ橫ギリ曲流ス斯ク流水ハ凹岸ニ依リ誘導轉向セラレ常ニ凹岸ニ沿ヘル河底ヲ洗掘シ水深充分ナル河道ヲ維持スルモノトス

二、河道內ノ障碍物

流木流氷轉石破船等ノ如キ苟クモ河流ニ抵抗ヲ與フベキ物體ガ河道內ニ停滯スルトキハ此等ノ物體ニ衝擊セル流水ハ之レガ爲メニ流向ヲ轉ジ河岸ヲ侵擊シ河道迂曲ヲ生ズル原因トナリ直線ナル部分ハ新タニ曲線狀ヲ形成シ彎曲部ニテハ益曲度ヲ增加スルモノトス

河中障害物ニ歸因スル變化

三、流量ノ增減

流量ノ增減及之ニ伴フ水位ノ高低ハ流水ノ河岸ニ衝擊スル狀態ヲ變ゼシメ從ツテ河道迂曲ノ形狀ニ變化ヲ與フルノ原因ヲナスコトハ何人ト雖モ單ニ河流ヲ目擊セルノミニテモ實際ニ之ヲ了知シ得ル如シ

流量ノ增減ニ基ク變化

四、河流水面ノ氷結

河流水面ガ結氷ノタメ被覆セラルヽ地方ノ河川ニ於テハ結氷ノ爲メ流水ノ自由流過ヲ妨ゲ從ツテ侵蝕作用ヲ變ゼシメ恰モ第三ノ原因卽チ流量ノ增減ニ均シキ作用ヲ呈スルモノトス

結氷ニ基ク變化

五、河道形狀ノ變更

澪筋ノ水深若クハ彎曲形狀等河川狀態ガ或原因ニ基キ變化セシトセバ斯ル變化ハ新ニ一ノ原因ヲナシ流水ノ河岸ニ衝擊スル狀態ヲ變更シ又更ニ河道變形ノ原因トナルモノナリ

結果ハ又原因トナル

古河ノ遺物

著者ガ曾ツテ主管シ開鑿セル運河ノ直線部ニ於テ流水ハ交互ニ一岸ヨリ他岸ニ深處ヲ造リ迂路ヲ形成スル傾向アルコトヲ實驗セリ直線緩流ノ運河ニ於テ猶且然リ自然ニ放任セラレ河岸河底ヲ保護スベキ構造物ヲ缺ケル天然河川ノ蜿蜒タル流路ニ於テハ日々其迂曲狀態ニ變化ヲ生ズルノ當然ナルコトヲ說明シテ餘リアリ流路ノ彎曲セルコト「ミシシッピー」及石狩川等ノ如ク沖積層ノ所々ニ舊河道ノ遺物タル半月形ノ沼池ノ存在スルヲ見ルハ毫モ怪ムニ足ラズ尙ホ河流迂曲ノ一般配置ヲ實見スルモノハ何人ト雖モ流路ガ多クノ場合ニ於テハ多少急劇的ニ接合セラレタル轉向曲線ヲ描クヲ常トスルコトヲ認ム可シ

二　原始的河川ノ河岸及河底

一、河岸地盤ノ高サノ增嵩

流水自身ノ侵蝕作用ニヨリ形成セル河道橫斷面ハ時々發現スル洪水流量ヲ疏通セシムルニ十分ナル大イサヲ有セザルガ故ニ河岸地表面以上ニ昻昂セル洪水ハ河道外ニ溢流シ後方原野ニ氾濫スル而シテ溢水ノ本流ヨリ散逸スルヤ流速卽チ輸送力ノ減少スルニ從ヒ含有物中其重量ノ大ナルモノハ直チニ之ヲ岸頭ニ沈澱セシメ其小ナルモノハ遙ニ之レヲ後方ニ輸送シテ沈澱スル作用ヲ呈スルニ當リ其中途ニ於テ河岸ニ密生繁茂セル叢林中ヲ流過スルトキハ爲メニ自然ノ濾過作用ヲ受クルガ故ニ河岸附近ニ於テ一層多量ノ沈澱物ヲ遺棄シ比較的淸淨トナリタル水ヲ兩岸後方ニ溢出ス卽チ沈澱物ハ當初本流ヨリ分岐シ地表ヲ通過セル距離ニ比例シ其數量ヲ減ジ且重量益輕微ノモノトナル斯ク兩岸ハ屢〻浸水ヲ受クル結果漸次地面ヲ高メラレ沈澱物中ニ含ム有機物及無機物ニテ益〻肥沃ノ度ヲ增進シ多種ノ天然植物ノ生長繁茂スルヲ常トス石狩川沿岸ニ自然ニ發育セル植物ノ主ナルモノヲ擧グレバ「ヤナギ」「ドロ」「ハンノキ」「ヤチタモ」「ニレ」「クルミ」「クハ」「キハダ」「サヽ」「トクサ」「ヨモギ」「アザミ」「イラクサ」「トリカブト」「スギナ」「イタドリ」「フキ」「ナヽツバ」「ボーナ」等ニシテ其生育極メテ良好ニシテ且ツ密生シ恰モ微細ナル網目ヲ有スル自然的ノ篩ニ類似セルガ故ニ溢流ヲ濾過シ著シク流速ヲ減殺スルモノトス而シテ地面ノ高サハ或ル程度マデハ河岸ヲ距ルニ從ヒ漸次低下シ沿岸廣大ナル原野ハ高キ

河岸ノ距離ニ比例ス

河岸ノ植物

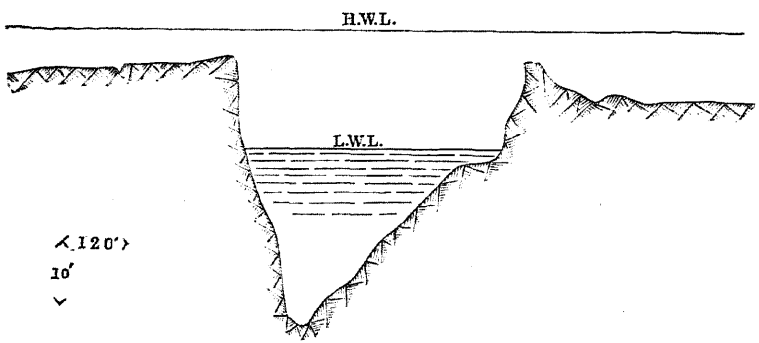
河岸及背後ノ丘陵ニテ包圍サレタル濕地ヲ成ス然レドモ其地面ハ附近本流ノ低水位ヨリ高キヲ普通トスルガ故ニ人爲的ニ排水溝ヲ開鑿シ該所ノ地下水ヲ低下シ土地改良ヲ圖ルコトヲ得ベシ石狩川附近ノ斯ル濕地ニ生育スル植物ハ「ヨシ」「キグサ」「スゲ」「イラクサ」「コケ」「ミヅバセウ」「ウバユリ」「ノハナセウブ」「アヤメ」「ガマ」「クサソテツ」等ニシテ間々「ヤナギ」「ポプラー」「ヤチタモ」「ハンノキ」「クルミ」等喬木ノ發生スルコトアリ

濕地ノ植物

泥炭濕地ノ利用

時トシテハ該濕地ノ廣大ナル面積ガ泥炭層ヨリ成リ其深サ數米突ヲ算シ直接農耕地トシテ利用ノ困難ナル場所アリ比較的多額ノ工費ヲ要セズ之レヲ牧草地又ハ放牧地ニ改良スルコトヲ得ベシ然レドモ少クモ中等ノ農耕地ニ化成セントセバ縱橫ニ排水溝ヲ開鑿シ客土法ヲ行フ等工費多クシテ往々收支償ザルコトアリ故ニ面積頗ル大ナル泥炭地ハ寧ロ之レヲ永久ニ氾濫區域ニ利用シテ貯水池ヲ造リ洪水ヲ受容セシメ流量ヲ調査シテ該區域下流ニ位スル地味肥沃ナル沿岸地方ノ浸水被害ヲ輕減スルノ優レルニ如カザル場合ナシトセズ

第二圖



河水屢〻氾濫シテ河岸ニ沈澱物ヲ加ヘ地表著シク增嵩シ時トシテハ數米突ニ及ブコトアリ實例トシテ著者ガ主管シ調査セル石狩川ニ於テ上述セル方法ニテ漸次施行セラレタル自然的土工ガ後方原野ノ一般地面ヨリ高キコト七呎ニ達シタルヲ見ル又先年著者北米合衆國ノ「ミシシッピー」河治水工事視察ノ際同川改修委員「ゼー、エー、オカーソン」氏ハ「ミシシッピー」河畔ニ接スル後方地面ハ少クモ一哩ニ付キ十呎以上ノ勾配ヲ有スルコトヲ說明セリ上圖ハ千九百年測量シタル石狩川七里三十丁ニ於ケル橫斷面圖ヲ示シタルモノニシテ其他同川下流ノ浸水區域ニ屬スル部分ノ各橫斷面ニ於テモ一般ニ附近平原ニ比シ河岸ノ昂昇セル形狀ノ存スルヲ認メ得ベシ

二、河底ノ高低異動

河底ノ低下

其一

流水中ニ含有スル沈澱物ヲ堆積シテ漸次ニ河岸地盤ノ高サヲ增嵩シ停止スルコト無クンバ遂ニハ最大洪水ト雖モ河岸ヲ漲溢スルコト能ハザル時機ニ到達スル場合アルベシ斯ハ單ニ河岸地盤ノ高サノ增嵩セラル、ノミナラズシテ同時ニ河底モ亦洗掘セラレ全體ニ河道ヲ深メラル、ニ原因スル而シテ斯ノ如ク流水ノ侵蝕作用ニヨリ漸次河道ヲ深ムル場合ニモ猶河流ハ一岸ヨリ他岸ニ反覆往來シ自己ニ適應セル河道ヲ開鑿シ間斷ナク河底ノ低下ト共ニ漸次水面ヲ低メ徐々ニ新流路ヲ形成ス換言セバ凹岸ハ次第ニ侵蝕セラレ凸岸ニハ以前ニ比シ稍〻低キ陸地ノ造成セラレ之ニ相對スル凹岸ノ退却ニ從ヒ漸次ニ擴張シ前進スルヲ見ルベシ現在大多數ノ河谷ハ斯ル經過ノ下ニ長期ニ亙リ徐々ニ造成セラレタルモノニシテ其特徴ハ兩岸ニ稍〻廣

第三圖



河岸ノ臺地

放任ノ結果

キ平坦ナル臺地ヲ階段狀ニ遺留シ各段ハ以前ノ洪水面ノ痕跡タルヲ表示シ場所ニヨリ現在河水面以上數百尺ノ高サニ如斯臺地ノ存在セルヲ見ルベシ

以上ハ河底ノ逐次下降セル場合ヲ示セルモノニシテ原始的河川ニ人工ヲ加ヘズ之ヲ自然ノ儘ニ放任スルコトニヨリ期待シ得可キ現象ナルベシ

其二

河川ガ下流部分ノ平低ナル原野ニ流入シタル時ハ其流速益微弱トナリ流水ノ含有セル沈澱物ヲ輸送スルノ力乏シク漸次河道内ニ沈澱堆積シテ河底ヲ高ムベシ殊ニ河幅廣ク且水深小ナル個處ニ著シトス之ト同時ニ沿岸附近ノ土地ハ屢〻氾濫ヲ受ケ且ツ後方地域ニ比シ沈澱物ガ地表ヲ增嵩セシムル程度特ニ大ナルガ故ニ兩々相俟ツテ河底及河岸ヲ高メ結局洪水面ノ上昇ヲ來タシ遂ニ河岸ヲ突破シテ直流ノ新河道ヲ開始シ全然舊河道ヲ廢棄スルニ至ルベシ斯ル實例ハ隨所ニ之レヲ認識スルニ難カラズ若シ河川兩岸ニ堤防ヲ築造シタル場合ニ於テハ河底及洪水面ノ上昇殊ニ顯著ナリ日本國内ノ或河川ハ河底ガ次第ニ增嵩スルト同時ニ人爲ニ兩岸ノ堤防ヲ高メ既ニ現在河

河底及水面ノ上昇

底ハ附近ノ平地以上四十尺ヲ算スルニ至リ「氾濫ヲ防止シ沿岸ヲ保護スベキ堤防ガ一朝洗掘又ハ越流等ノタメニ缺潰シタルトキハ生命及財産ニ悲慘ナル損害ヲ與ヘ舊河道ハ土砂ヲ以テ埋沒シ堤防外平地ニ全然新河道ヲ造成シタルコト往々アリ之等ハ前述シタル河底ノ漸次下降スルニ反シ却テ其上昻スル場合ナリトス

其三

河川ガ下流部分ノ平原ニ注出シテ其流速次第ニ緩漫トナリ流路殆ンド直線ナル時ハ漸次河底ヲ埋沒スル傾向アリト雖モ河流ノ蜿蜒迂曲スル特性ハ流水ヲシテ凹岸ニ沿ヘル部分ノ河底ヲ洗掘シ且ツ河岸ヲ崩壞シテ之レヲ凸岸ニ沈澱セシメ斯クテ可ナリノ水深ヲ有スル流路ハ常ニ凹岸ニ沿ヒテ存置セラルヽモノナリ故ニ自然ノ儘ニ放任セラレタル河川ハ至ル所其一岸ニ沿ヘル土地ヲ缺壞流亡セシムルト同時ニ他岸ニハ漸次陸地ヲ造ルノ經過ヲ永久ニ反覆シ相當水深ヲ維持スルモノトス此場合全河谷ハ上流ヨリ流出セル物料ニテ成立スル沖積層ナルヲ常トス

斯ノ如ク河道ノ迂曲セルハ因テ以テ長期間ヲ通ジ全體トシテ河道ノ水深ヲ著シク增進シ又ハ減少スルコトナク良ク平均水深ヲ維持スル所以ナリ一言以テ之ヲ蔽ヘバ實際上ノ平衡狀態ヲ保持スルモノナリ此平衡狀態ハ人爲的ニ河川流路ヲ短縮シ卽チ直流セシムルコトニヨリ全ク攪亂セラレテ最早凹岸ニ沿ヘル河流ノ洗掘及ビ之ニ伴ヒ凸岸ニ沈澱ヲ來タスベキ交互作用ニ依リ比較的規則正シキ流路ノ位置及相當水深ヲ保ツノ自然的妙法ヲ失フニ至ルベシ

千九百五年著者ハ石狩川二十四里ヨリ四十九里ニ至ル區間百二十二個處ノ橫斷面ヲ再測セシメテ之レヲ千九百一年測量シタル結果ト比較シ河道ノ變化ヲ研究スベキ目的ニ供シタリ水深ニ就テ調査セル結果ハ該期間內」ニ於テ最深線ニ沿フ平均水深ハ前測量ニ比シ三%增加シタルコトヲ示セリ勿論前後測量ノ間ニ於ケル年數短キガ故ニ一般ニ水深ガ增加スル傾向アルコトヲ斷言シ得ザレドモ少クモ該期間ニ水深ノ著シク減少セル事實ヲ顯ハサザリシハ明白ナリ卽チ該川ハ沿岸土地開墾ニ著手以來顯著ナル改修工ヲ施行

セズ殆ンド自然ノ狀態ニ放置シタルニ該期間溝筋ニ於ケル水深ハ著シキ異變ヲ起サザリシト認ムルヲ得可シ

前世紀ノ初期ニ於テハ上部「ライン」河ハ屈曲甚シク所々側流ヲ生ジ五千乃至六千米突ノ廣大ナル地域内ニ迂曲轉流シ沿岸著名ノ都會ハ屢〻劇甚ナル缺壞及浸水ノ爲メ全然破滅セラレタルコトアリ且河底漸次隆高シテ逐年水災ノ度ヲ高メ唯ニ農作物ヲ流亡セシムルノミナラズ時トシテ生命財產ニ悲慘ナル危害ヲ與ヘ又沿岸濕地ノ衞生狀態ヲ益〻不良化セシメ惡疫至ル所ニ流行スル等其慘害云フニ忍ビザリキ

是ニ於テカ「カーネルチユラ」ノ提案ニ係ル著名ナル改修工事ヲ起スニ至リ上部「ライン」河ノ「バーセル」「マンハイム」間ニ於テ河流屈曲部二十三箇處ヲ切開シ直流セシメ其結果在來流路二五二「キロメートル」ヲ百六十九「キロメートル」ニ短縮シ平均勾配ハ三十%ヲ增加セリ

該事業竣工後洪水疏通ノ點ニ關シテハ頗ル好成績ヲ示シタレドモ併カモ局部切割工法ヲ採用シタル結果著シク河流ノ浚掘力ヲ加ヘ上流ヨリ益〻沈澱物ヲ輸送シ且切割個所ノ下流ニ屬スル部分ハ上下流ヲ通ジ水面勾配ヲ平均セシメントスル自然的傾向ニヨリ該部分ノ河道埋沒ヲ免レズ爲メニ年々人工ヲ加ヘ河底ヲ浚渫シ新河道ノ維持ヲ努メザル可ラザルニ至レリ恰モ好シ本川以外砂礫ノ產出個所乏シキヲ以テ巨量ノ砂礫ヲ採集シテ沿岸ニ散在セル富裕ナル都會及村落ノ需要ニ供給セリ「デール」ノ調查ニヨレバ本川河道ヨリ採集セル砂礫ノ數量ハ「ストラスブルグ」市一箇所ノミニテ一年十五萬立米突ニ達スト云フ之等ハ下流河道ヲ埋沒スベク流入セル沈澱物ノ一小部分ニ過ギズ加之上部「ライン」河ノ水運ヲ增進セントスル河川改修工ハ今ヤ該區間内斯ク多數ノ切割工ヲ施行シタル爲メ水面勾配ヲ急ナラシメタル結果其實行甚ダシク困難ヲ感ゼシムルニ至レリ

「ホイラー」氏ハ同氏著書「タイダルリバーニ」「ストアー」河ノ切開工事ニ關シ左ノ如ク叙述セリ『西南海岸ニ位セル「ストアー」河ハ流路屈曲甚シク或個處ノ如キハ一哩ノ平原地ヲ通過スルニ長十一哩ノ水路ヲ以テセシガ排水ニ熱心ナル當局者ハ本川ニ對シ其疏通ノ便ヲ圖ルノ目的ニテ該屈曲部ヲ切割リ直

上部「ライン」實例

平衡破壞ノ害

「ストアー」河ノ失敗

流セシメタリ其結果以前ニ比シ急劇ナル速度ヲ以テ沈澱物ヲ河底ニ堆積シ且上流「サンドウイツチ」迄ノ航行ヲ阻害シ河道ハ絶ヘズ人工ヲ加ヘ浚渫セザルベカラザル狀態ニ一變セリ』

以上ハ切開工事が河道殊ニ其ノ下流部分ニ於ケル安定狀態ヲ破壞セシムル一例ヲ擧ゲタルノミ

三　流木

流木ハ原始的河川ノ良好ナル河道ニ障礙ヲ與フル主ナルモノニシテ其根源ハ河岸缺壞個所ニ生育セル樹木ニアリ此等立木ガ河岸地ノ缺壞ト共ニ河道内ニ轉倒シ其儘停留スルカ又ハ漂流シテ下流ノ河床ニ定著シ時トシテハ一旦定着セル流木ガ別ニ流下シ來レル他ノ流木ヲ抑留シテ堆積セシメ逐次增加シテ遂ニ河道全幅ヲ閉塞セシムルコトアリ如斯流木ハ航行ヲ阻害シ河道ヲ荒廢シ延イテ洪水面ヲ上昂セシムルモノナルガ故ニ良好ナル河道ヲ創始シ又ハ維持スルニ當リ原始的河川ニ對シ第一ニ著手スベキ事業ハ河底ヨリ流木ヲ除去スルニアリテ時ニ多額ノ工費ヲ要スルコトアルモ之レガ除却

ヲ辭シ難カルベシ流木ハ夫レ實ニ原始的河川ノ固有物ナリ今若シ全流路ヲ通ジ缺壞セル河岸ニ護岸工事ヲ施ストセンカ以テ流木ノ根原ヲ剿絶セシムルコトヲ得ルハ勿論ナリ

四　沈澱物

原始的河川ニ於テ凹岸ニ屬スル河床ガ河流ノ洗掘作用ニ抵抗シ得ル土質ニテ成レルニ非レバ常ニ侵蝕セラレ輕微ナル物量ハ直チニ流水中ニ漂流シテ遠ク輸送セラレ土砂石礫等ノ重大ナル物量ハ河底ニ沿ヒ徐々ニ移轉シテ比較的近距離ノ地點ニ一旦沈澱シ次回ノ洪水ニ於テ更ニ下流ニ輸送セラレタル後再ビ沈澱シ同樣ノ作用ヲ反覆シ極メテ重大ナル沈澱物ノ外多クハ遂ニ海洋ニ至ルヲ常トス而シテ原始的河川ニ流下シ來ル沈澱物ノ大部分ハ特別ノ場合ヲ除ク外河岸ノ缺壞シタル物料ニ基クモノナリ

上記ノ如ク輸送シ來ル沈澱物ノ多少ハ一面ニハ河床土質ノ抵抗力如何ニヨリ一面ニハ數年前佛國「デュボアー」氏ノ理論上研究シタル如ク總テノ他ノ條件均シケレバ流量ノ多少及水面勾配ノ緩急如何ニ比例ス

沈澱物ノ根源地タル河岸缺壞個處ノ岸腹及河底ニ人工ヲ加ヘ保護スルニ於テハ沈澱物ノ發生ハ殆ンド全部之レヲ防止スルコトヲ得ベシ

五　氾濫

原始的河川ノ下流平原部ヲ流過スルヤ水面ノ勾配緩漫ニシテ其流路蜿蜒迂曲シ洪水時ニ於ケル多量ノ流水ヲ一時ニ疏通セシムルノ能力足ラズ洪水ハ兩岸ヲ超越シ附近原野ニ氾濫スルヲ常トス何トナレバ元來河道ハ流水自身ノ働作ニテ造成セラレ且ツ維持セラルヽモノナルガ故ニ單ニ河道滿水面ヲ限度トスル平時流量ヲ疏通セシムルニ足ル河道ヲ保有スルニ止マリ數年若クハ十數年毎ニ偶發シ且ツ其期間一般ニ短キ洪水ハ之レニ相應スル程度ニ自ラ河道ヲ擴張スルニ遑アラザレバナリ

此場合兩岸廣濶ナル平原ハ河道外ニ氾濫シタル流量ヲ收容シ自然ニ貯水池ノ作用ヲナシ下流ニ位セル肥沃ナル土地ニ對シ最大流量ヲ調整スル機能ヲ呈シ得ベキガ故ニ該原野ニ於ケル移民猶稀薄ナルカ若クハ土地不良ナルタメ之ヲ改良スルモ收支相償フノ見込ナクシテ放棄セラレタル場合ニハ上記貯水池ノ目的ニ利用セラルヽヲ妨ゲザルコト勿論ナルモ既ニ移民增加シ開墾ノ增進シタル場合ニ於テハ最早斯ル自然ノ節制方法ハ歡迎セラレザルベシ玆ニ於テカ氾濫防禦ノ手段トシテハ合理ニシテ且實際ニ適切ナル設計ノ下ニ立案セラレタル放水路ヲ開鑿シテ以テ之レガ被害ヲ除却セザルベカラズ彼ノ切開工事ニ依リ自然的特性タル蜿蜒彎曲セル流路ヲ廢シ之レヲ直流セシメタルガタメ惡結果ヲ來シタルコト既往數多ノ實例ニ就テ之レヲ知リ得ベシ直流ハ元來彎曲セル水路ガ沿岸各地點ニ接觸シ爲メニ此等ノ土地ガ享有セシ水運ノ利便ヲ奪ヒ悔ヲ後日ニ貽スノミナラズ其經費多大ナル場合多シ而シテ放水路ハ在來ノ本流ノミニテハ疏通シ得ザル洪水時ノ餘水ヲ流過スルニ止メ水位低キ平時流量ハ之ヲ分割セシム可カラズ何トナレバ多クノ場合平時流量ヲ二河道以上ニ分流スルトキハ本流及新流路共ニ河道ノ荒廢ヲ招キ少クモ水運ヲ阻止スルニ至ルベケレバナリ

堤防築設ハ洪水量多大ナラズ從ヒテ懸案ノ堤防盛立ノ高甚大ナラザル範圍ニ止マル場合ニ限リ著シキ危險ヲ感ズルコトナクシテ氾濫ヲ防止スベキ

好手段タルヲ失ハズ

第三節　自然主義論

適切ニ言ヘバ原始的ノ狀態ニアル各河川ハ夫レ自身ガ自然ノ法則ヲ示シ各自固有ノ特性ヲ保有スト雖モ兩岸及河底ガ粘土、壚土、砂礫等ノ如ク流水ニテ容易ニ弛脫セラル、物質ヨリ成リテ常ニ異動シ易キ部類ニ屬スル河川ニ就キテハ吾人ハ一般的ニ左記ノ事實ノ存在スルヲ認識ス

一　平面形狀ニ就テ　吾人ハ原始的河川ノ大部分ハ流路常ニ一岸ヨリ他岸ニ往來シ四圍ノ狀況ニ相應セル曲度ヲ有スル轉向曲線形ノ連續セルモノナルコトヲ認ムコハ大體ニ於ル自然的狀態ニシテ偶〻自然ニ顯出セル直線ノ一小區域ノ存在ヲ認ムルコトナキニシモアラズ斯ル直線部及轉向曲線ノ接觸點卽チ曲線ノ方向轉換スル位置ニ於ケル澪筋(河道最深線ニシテ谿線トモ云フ)ハ河道ノ中流ニ存スルヲ常トス河流ノ速力ハ河岸ヨリノ距離ニ比例シ又押轉力ハ水深ニ比例シ增加スルガ故ニ懸案ノ個處ニ於テハ中央部ニ至ルニ從ヒ河底洗掘ノ傾向多ク水面勾配水深及河底ヲ組織セル物料ノ三者互ニ平衡ヲ保ツニ至ル迄ハ不斷河底ヲ變更スル而シテ懸案ノ個所ノ橫斷面形ハ殆ンド對稱形ヲ呈スルヲ普通トス又河幅廣大ニ過グレバ河道內ニ沈澱物ヲ堆積セントシ之ニ反シ狹小ニ過グレバ河底ヲ洗掘スベキ傾向アルヲ認ム

尙精細ニ觀察ヲ下ストキハ曲線部ニ於ケル河流ノ澪筋ハ直線部ニ於ケル場合ニ反シテ凹岸ニ近接シ對岸卽チ凸岸ニ至ルニ從ヒ流勢次第ニ微弱トナリ從テ流水中ニ含有セル物料ハ多ク凸岸ニ沿ヒ沈澱セラル而シテ該部分ニ於ケル河底ノ形狀ハ最早對稱的ナラズ寧ロ不等邊三角形ニ類似シ其頂點ハ凹岸ノ底部ニ近ク存在スルヲ認ム

凹岸ニ近接セシ澪筋ハ次第ニ曲線轉向點ニ近ヅクニ從ヒ該岸ヨリ退去シ轉向點附近ニテ河道中央ヲ通過シ下流彎曲部ノ凹岸ニ移リ今ヤ該岸ニ近接シタル澪筋ハ再ビ退却シテ之ニ隣接スル下流ノ轉向點ヲ通過シ更ニ對岸ニ移動シ斯ク同一方法ヲ始終繰返ヘシ進行スルモノトス凹岸ニ沿ヘル澪筋ノ水深ハ他ノ條件同一ナレバ河岸彎形ノ曲率半徑長ニ反比例シ一般ニ直線部若クハ轉向點ノ中央部ニ於ケル水深ヨリ甚ダ大ナリ亦澪筋ノ最大水深ハ曲

河底ノ對稱形

河床ノ不等邊三角形

第四圖

面斷橫ノA.A

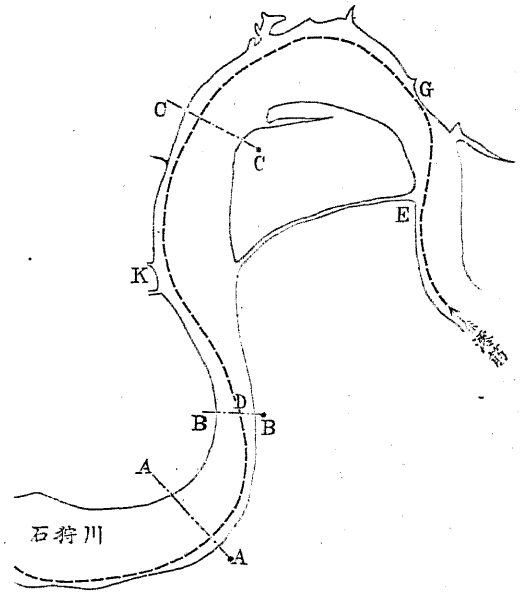
0R　5C



面斷橫ノB.B

0R 17C 49K





線ノ頂點附近ニ存在スルヲ常トス或原因ニヨリ河流一ト度彎曲ヲ始ムルヤ益〻曲度ヲ加ヘ澪筋ハ又曲度ニ比例シテ次第ニ凹岸ニ近接スルモノトス一般ニ半徑小ナル曲線ハ澪筋ヲ招致シテ之レヲ凹岸ニ近接セシメ同時ニ水深ノ增加ニ伴ヒ深水部ノ幅員ヲ減小スルモノ、如ク從テ其曲度中等ナル河道ニ於テハ深水部ハ相當幅員ヲ有シ水深亦裕ナル良好ノ流路ヲ呈スルヲ見ル尙精査セバ吾人ハ良好ナル狀態ヲ保有セル自然ノ彎曲部ニ於テハ凹岸ノ頂部ニ位セルAAナル橫斷面積ハ轉向點ニ於ケルBBナル斷面積ヨリ大ナルコトヲ發見スベシ前圖ニ示スAAハ石狩川〇里五丁ノ橫斷面圖ニシテ低水位以下斷面積一萬七千六百八十平尺BBハ同上〇里十七丁四十九間其面積一萬三千九百六十平尺ヲ算シ前者ハ後者ニ比シ二十七パーセント大ナリ以上ハ只一例ヲ示セルノミナレドモ良好ナル狀態ヲ有セル彎曲部ニ於テハ常ニ同樣ノ關係ヲ有スルコトヲ斷言シ得ベシ斯ル現象ヲ呈セル以上ハ蓋シ彎曲部ニ於ケル流水ハ直角橫斷面ニ對シ一般ニ斜向シ上下左右ニ旋回シテ流ル、ノ傾向アルガ故ニ之レガ流過ニ當リ直線部ニ於ケルヨリモ餘裕アル斷面積ヲ要

スルニ基クモノナルベシ而シテ該餘裕ハ自然的ニ凸岸ニ沿ヒ沈澱物ノ停留場ヲ供給スルモノト知ルベク之レニ反シ轉向點ニ於ケル橫斷面積ノ寡小ナルハ其個處ノ澪筋ニ適當ナル水深ヲ維持スル必要ニ應ズルモノト知ルベシ又良好ナル狀態ヲ保テル區域ノ河道ニ於テハ同圖ニ示ス凸岸ニ沿ヘルD.E.ノ長サハ凹岸ニ沿フK.G.ノ長サヨリ大ニシテ沈澱物ノ停留及新陳代謝ニ應ズル爲メ十分ノ餘裕ヲ有スルヲ認ム

橫斷面ノ餘裕

最良ノ航路及徒跣點

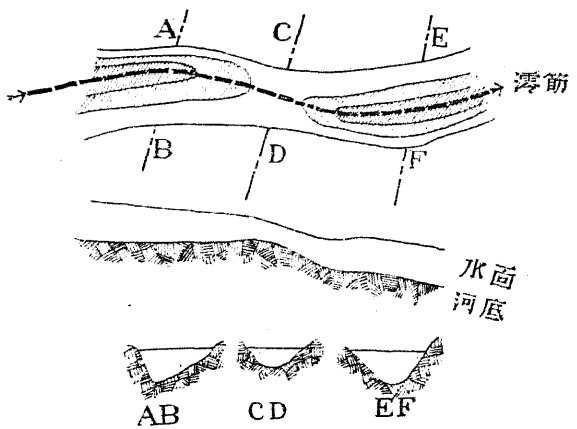
上記ノ要件ヲ滿セル場合ニ於テハ澪筋ハ常ニ良好ノ狀態ヲ具ヘ其一岸ヨリ他岸ニ移ルニ當リ河道ノ一般方向ニ對シ著シク銳角ヲナシ徐々ニ河道ヲ橫斷シテ充分長ク展張スルヲ例トス此ハ佛人「ヂラルドン」氏ガ叙述シタル澪筋橫斷ノ二式中ノ第一ニシテ上圖ノ如ク最良ナル航路ヲ示ス該所ニ於ケル橫斷面CD中ノ水深ハ殆ンド均一的ニ淺ク卽チ局部ノ深淵ヲ存セザルガ故ニ軍隊等ノ徒跣點ヲ撰定スルニ當リ爰ニ著眼スルヲ要スルモノト知ルベシ

上記ハ自然流路ニ於ケル最良ノ狀態ニシテ自然ガ終始一貫シテ作成シ來リタルモノニ係リ該狀態ヲ成ルベク維持スルコトヲ圖ルハ最良ノ處理方法タルヲ疑ハザルノミナラズ自然ハ該模範ヲ示シテ偶〻存在スル河川ノ自然的不良個處ヲ改善スルノ最良方法ヲ吾人ニ指示スルモノト知ルベシ

最良ノ模範

斯ノ如キハ凹岸ニ沿イ澪筋ヲ誘導シ以テ河道ヲ維持シ兼テ航行狀態ヲ保持セシムルタメニ最モ適當セル形狀ナルガ故ニ曩メテ自然ノ示セル此ノ最良狀態ヲ維持スルノ必要ナルハ勿論ナリ卽チ最合理的且ツ實際的ナル水理工事ヲ施行シ單ニ天然ヲ補助加勢シテ良好ナル天然狀態ヲ失フ事ナカラシムルヲ努ムルヲ以テ足レリトス偶〻自然ニ存スル不良個處ヲ改善スルニ際シテハ該個處附近ニ於テ自然的ニ現存セル河道ノ良好ナル部分ニ就テ自然ノ指示スル最良模範ニ則リ之ヲ應用スベシ約言セバ自然ノ法則ニ倣フベシ

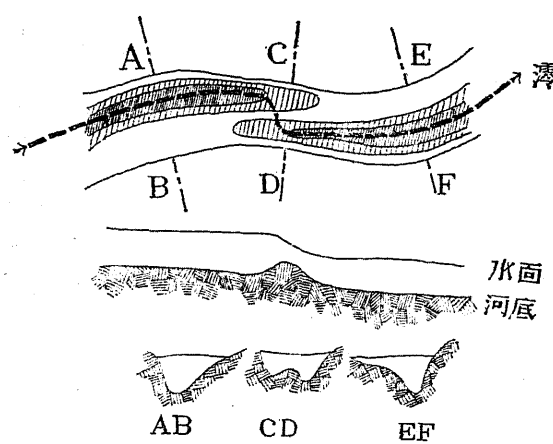
第五圖



不良横断形

時トシテハ澪筋ガ此岸ヨリ彼岸ニ移轉スルニ際シ其横斷ノ方法甚シク急劇ニ過ギ不良ノ狀態ヲ現出スルコトアリ上流凹岸ガ對岸ナル直下流ノ凹岸ニ對シ稍〻重複スル時ハ澪筋ハ河道ノ一般方向ニ對シ殆ンド直角ニ之ヲ横斷スルモノトス斯ル現象ハ多クハ河道幅員ガ彎曲部分ニ於テ狹小ニ過ギ轉向點ニテハ廣大ニ失スル場合ニ起ルモノニシテ良好ナル卽チ前記第一式ノ場合ニ比シ沈澱ノ形成及位置ヲ異ニシ上圖ニ示ス如ク兩岸脚下ニ深處ヲ存シ其中間ニ淺瀨ヲ造リ卽チ澪筋ハ一岸ヨリ他岸ニ移ルニ當リ水深小ナル幅廣キ淺瀨ヲ横斷ス

第六圖



斯カル場所ハ水深小ナルト流速强キト且ツ方向ノ轉換急劇ナルトノ三者相伴フガ故ニ舟筏ノ航行頗ル困難ニシテ且ツ危險ナリトス此ハ「デラルトン」氏ガ叙述シタル澪筋横斷ノ二式中ノ第二ニシテ最モ不良ナル場合ヲ示ス

鋭角交叉

如此不良ナル流路ヲ改修スベキ最良唯一ナル方法ハ自然ヲ敎師トシ自然ガ吾人ニ示セル實例ニ倣ヒ彎曲部ニ於ケル横斷面ヲ擴大シ而シテ轉向點ニテハ之レヲ縮小シ同時ニ一岸ヨリ他岸ニ移ル澪筋ノ通路ヲシテ出來得ル限リ河道ニ對シ鋭角ヲナサシムルニアリ

自然ニ蜿蜒迂回セル形狀及彎曲部ニ於ケル廣大ナル横斷面ハ河道ノ良好狀態ヲ保持スルニ極メテ緊要ナル事項ナリト雖彎曲ノ程度ハ適當ノ範圍ニ制限シ且ツ彎曲部ノ河道幅員ヲ擴張スルニ當リテハ相當程度ニ止メザルベカラズ然ラズシテ河幅增大ニ失スレバ派流ヲ生ジ中洲ヲ造成スルノ虞アレバナリ

二　原始的河川ニ於テハ澪筋ノ河底縱斷面形ハ水深小ナル淺瀨ニテ區別セル深淵ノ順次連續セルモノナルコトヲ認メ得ベク而シテ深淵ノ部分ハ凹岸ニ沿ヘル澪筋ニ又淺瀨ノ個所ハ轉向點ニ相當セルヲ見ル深淵ナル部分ノ

水面勾配ハ緩漫ニシテ其距離長ク淺瀬上ノ夫レハ急峻ニシテ短距離ナルヲ常トシ長平ナル部分ト短急ナル個所ト交互ニ恰モ階段狀ヲ呈ス石狩川四十九里附近ノ區域ニ於テ水深十七呎ヲ有スル深淵個所ノ水面勾配ハ九千七百九分ノ一ニシテ水深六尺ノ淺瀬上ニテハ千五百八十九分ノ一ノ急勾配ヲ呈セルヲ見ル斯ノ如ク水面勾配ハ低水時ニ於テハ其不規則ナルコト殊ニ顯著ナルモ洪水時ニハ稍〻平均シテ沿岸土地ノ一般勾配ニ接近セントスル傾向アルモノナリ上述セル河川ノ狀態ハ自然ガ終始一貫シテ作業シタル結果ニシテ假ヘ人工的ニ之ガ變更ヲ企ツルモ吾人ガ經驗上自覺スル如ク河底ガ異動シ難キ物質ニテ成レルニ非ズンバ其方法ノ如何ヲ問ハズ到底自然作業ニ打勝チ所企ノ目的ヲ達シ天然ニ遠ザカル新形ヲ造ルコト實際上殆ンド不可能ナリ換言セバ此點ニ關シ河川ノ自然形狀ヲ變更セントスル計畫ハ從來屢〻實試セラレタレドモ其目的ヲ達セズシテ失敗ニ了レル實例ノ多キハ畢竟不可能事ヲ企テタルニ因ラズンバアラズ

三　橫斷面ニ就キテハ澪筋ノ位置ハ凹岸ノ脚下ニ近ク存在シ凹岸ニ屬ス

橫斷面ノ形狀

曲率ト河岸ノ勾配

ル河底橫斷勾配ハ常ニ急峻ニシテ對岸卽チ凸岸方面ハ緩勾配ヲナシ遠淺ノ狀ヲ呈ス卽チ橫斷面ハ其形狀不等邊三角形ニ類似シ頂點ハ凹岸脚下ニ存セルヲ見ル他ノ條件相均シケレバ水深ハ河岸ノ曲率半徑ニ反比例ヲナシ且ツ澪筋ノ近接セル河岸勾配ノ急峻度ニ正比例スルコトヲ確認シ得ベシ轉向點ニ於テハ澪筋ハ河道ノ中流ニ存シ其水深ハ凹岸ニ沿ヘル部分ヨリ著シク小ニ且ツ河道斷面形ハ一般ニ殆ンド對稱形ニシテ二等邊三角形或ハ梯形ニ類似ス

曲度强ク且ツ河岸勾配急ナレバ水深大ナル澪筋ハ河岸ニ近ク招致セラルルノ傾向アリ然シテ澪筋ハ屈曲部ノ頂點ニ近ヅクニ從ヒ益〻河岸ニ接近シ頂點ヨリ下流ニ赴クニ從ヒ漸次河岸ヨリ退去シテ轉向點ニ於テハ河道ノ中流ニ至ルベキヲ以テ之ニ伴ヒ河岸曲率ハ頂點ニ於テ最モ著シク下流轉向點ニ赴クニ從ヒ益〻緩和ニ河岸勾配亦頂點ヲ距ルニ從ヒ益〻平坦トナルベキモノトス此理ヲ推シ河岸ヲ整理シ曲率及勾配ヲ適宜ニ調和セシムルトキハ意ノ如ク澪筋ヲ誘導セシムルコトヲ得ベシ之ニ對シ自然ハ最良ノ方法ヲ指

河岸ノ補強

示ス故ニ河道ノ改良ヲ企畫實施セントスルニ當リテハ宜シク自然ヲ教師トシ該個所附近ニ於ケル自然ノ模範ヲ觀察シテ其實地ニ示セル原理方法ヲ會得シ之レニ倣フヲ至當ナリトス

勿論河道ハ洪水毎ニ河底ヲ覆フ物料ヲ更新シ且ツ嚴格ナル意味ニ於テハ其形狀ヲ變遷スルモ洪水後ニハ一般ノ狀態卽チ河岸ノ彎曲及澪筋ノ斷面ニ就テハ大體洪水以前ニ類似シ只彎曲ノ曲率深淵ノ位置淺瀨ノ位置方向及高サ等ハ場合ニ因リ多少差違ヲ來スベシ然レドモ河岸ニ人工ヲ加ヘ之ヲ補強シタル時ハ普通ノ洪水ニテハ些少ノ範圍內ニ局部形狀ヲ變更スルニ止マリ減水後深淵ハ再ビ以前ノ狀態ニ復シ淺瀨ハ同一地點ニ再現シテ其高サ方向等著シキ差異ヲ示サヾルモノトス原始的河川ニ對シテ人工ヲ加ヘズ放任セラレタル時ハ自然ノ彎曲セル流路ハ凹岸ニ沿ヒ洗掘作用ヲ惹起シ沈澱物ノ堆積ヲ妨ゲ同時ニ相對セル凸岸ハ益〻擴張シテ陸地ヲ造成シ轉向點ニ於ケル水深ハ凹岸ニ沿ヘル部分ニ比シ大ナラザレドモ河川全體トシテ水深ハ殆ド一定シ或意味ニ於ケル河川ノ安定ノ狀態換言スレバ少クモ澪筋ノ一定セル水深ハ自然ノ行動ニヨリ可ナリ保持セラレ尙適切ナル方法ニテ護岸ヲ施シ天然ヲ補助スルノ手段ヲ加ヘンカ益〻安定ノ度ヲ增加シ河川ノ狀態一層良好トナリ其維持亦一層確實トナルベシ

天然ヲ補助スル必要

第四節　結論

以上敘述シタル自然ノ實例ニ據リ概括的ニ左記ノ事項ヲ斷言シ得

一　原始的河川ノ平面形狀ハ多少急劇的ニ結合シタル轉向曲線ニテ成リ左右ニ蜿蜒迂曲ス

二　同一橫斷面中ニ於ケル水深ノ分賦ハ不同ニシテ最大水深ハ常ニ押轉力ノ最大ニシテ且河床抵抗力ノ最微ナル個所ニ存シ急峻ニ突出セル障害物及凹岸ハ一般ニ深水ヲ招致シ且ツ之ヲ保留ス

三　澪筋ニ沿フ河底ハ淺瀨ニテ分離セラレタル深淵ノ連續セルモノニテ其縱斷面形ハ沿岸土地ノ一般勾配ニ並行セル一線ヲ中心トシ上下ニ出入シ交互ニ緩急勾配ヲ連續セルモノヨリ成ル

河流水面勾配ハ緩急交互ニ接續シ階段形ヲナシ一般ニ緩ナル勾配ハ長キ

深淵ニ急ナル勾配ハ短キ淺瀬ニ相當ス而シテ流量增加スルニ從ヒ斯ル不規則ナル水面勾配ハ漸次平均セラレテ沿岸土地ノ一般勾配ニ近接ス

四　凹岸及河道幅員小ナル個所ニハ沈澱ヲ生ゼズ反ツテ深水ヲ見ル故ニ凹形ノ賦與及河幅ノ狹窄ハ局部的洗掘作用ヲ惹起スル原因トナリ深淵ヲ生ズ

五　凸岸及河道幅員大ナル個所ニハ沈澱物ヲ堆積ス故ニ凸形ノ賦與及河幅ノ膨大ハ沈澱作用ヲ惹起スル原因トナリ河底ヲ局部的ニ隆起セシム

六　曲度著シキ區域ニ於テ河道幅員ヲ增加スルコトハ一般ノ法則ヲ破ラズシテ澪筋ハ凸岸ヨリ遙ニ離レ凹岸ニ近接シ該岸ニ沿ヒ洗堀作用ヲ起シ水深大ナル流路ヲ形成ス然レドモ河幅ヲ適當ノ範圍ニ制限セザレバ澪筋ノ分離ヲ來タシ派流ヲ生ジ中洲ヲ形成スルノ虞レアリ

七　自然ノ迂曲セル流路ヲ保存シ併カモ河岸ニ人工ヲ加ヘ之ヲ保護シタル河川ニ於テハ洪水ノ爲メ澪筋ヲ變化スル程度ハ殆ンド云フニ足ラザル範圍ニ止マリ深淵及淺瀨ハ洪水前ト同一地點ニ再現ス約言セバ今ヤ河川ハ實際的安定狀態ニ存セルモノナリ

飜ツテ航行上ヨリ論ズルニ澪筋ニシテ曲度甚シカラザル凹岸ニ近接シ其航行ニ堪ヘ得ベキ水深ヲ有スル幅員ガ相當ノ大サヲ有シ假ヘ轉向點ニ於テハ其水深ハ凹岸ニ沿ヘル水深ニ比シ小ナルヲ免レザルモ一岸ヨリ他岸ニ移ル橫斷狀態ガ一般河道ニ對シ極メテ銳用ナル方向ヲナシ能ク展張セル航路ヲ呈シタリトセバ實際上之ヲ以テ滿足セザルベカラズ如此狀態ニ於ケル澪筋ハ寧ロ永久的ニ凹岸ヲ固執シ一定セル航路ヲ呈スルモ之レニ反シ偶〻自然ニ存在セル直流ノ區域ニ於テハ澪筋ハ常ニ不規則ニ左右ニ異動シ一定ノ航路ヲ維持スルニ甚ダ困難ニシテ多額ノ經費ヲ要スベシ結局自然ニ隨處ニ存在セル迂曲流路ハ多クハ良好ニシテ吾人之ヲ寧ロ理想的航路ナリト云フニ憚カラズ

吾人ハ斯クノ如ク善良ニシテ且ツ大部分ヲ占ムル河川ノ自然狀態ヲ保護シ偶〻不良ナル一小部ニ向ツテハ自然ガ示セル模範ヲ應用シテ之ヲ修正スルニ止メ卽チ自然ガ創始以來終始一貫シテ進行セル事業ヲ保護シ且ツ應用

スルノ天職ヲ有スルモノナリ

自然ガ大部分ニ對シ理想的ニ成就シ來リタル河川ノ現狀ヲ維持シ偶〻存在スル不良ナル一小部分ニ對シテノミ自然ノ實例ニ鑑ミテ之ヲ改修スル主義ヲ吾人名ヅケテ自然主義ト云フ自然ニ反スル技術ハ到底自然ノ事業及法則ヲ超越シテ成功スルコト能ハザルベシ容易ニシテ且賢明ナル方法ハ能フ限リ自然ヲ保全シ之ニ對シ合理且實際的ナル工事ヲ施シ自然ヲ補助スルニアリ自然ヲ保護シ又ハ之レニ準據スルノ外自然ニ背反セル事業ハ決シテ之レヲ施行セザランコトヲ要ス吾人之レヲ自然方法ト名ヅク

自然主義

第三章　原始的河川ノ自然狀態ノ保存

第一節　原始的河川ノ自然狀態保存ノ最良方法

河川ノ良好ナル自然狀態ハ轉向曲線ヲ連接シタル場合ニ存シ凹岸ハ常ニ破壞作用ヲ受ケ凸岸ハ反之常ニ造成セラレ卽チ凹岸ハ之ニ近接シテ水深大ナル流路ヲ維持スルタメニ又凸岸ハ上流ヨリ流過シ來ル沈澱物ノ停留地トシテ共ニ必要ナルコト車ノ兩輪ノ如キヲ知ル蓋シ自然ノ妙法ニ基ク最良ノ狀態ナリ故ニ斯ノ如ク自然ニ現存スル自然ノ最良狀態ヲ維持センガ爲メニ最急ニシテ且最良ナル方法ハ之ニ加フルニ合理的ニシテ且實際的ナル水理工ヲ以テシ爾後ニ起ルベキ流路ノ變轉ヲ一定ノ範圍內ニ制限スルニアリ斯ノ如クンバ凹岸ニ沿フテ一定セル深キ澪筋ヲ保持シ沿岸ノ缺壞ヲ防止シ上流ヨリ流送シ來ル沈澱物ヲシテ單ニ凹岸ヲ通過セシメ凸岸前面ノ淺處ニ至リ初メテ沈澱堆積セシメ交代作用ニ依リ該沈澱物ヲ一旦掃蕩セシメ更ニ上流ヨリ來ルベキ沈澱物ニ對シ新タニ停留所ヲ準備スルコトヲ得爾後洪水毎ニ同樣ノ經過ヲ反覆シ沈澱物ノ新陳代謝ヲ行フニ止メ上記ノ自然的最良狀態ヲ永久ニ維持シ得ベシ然ルニ開拓進步シタル地方ニ於テハ沿岸住民及ビ土地所有者ハ沿岸低地ノ氾濫ヲ免除シ或ハ土地缺壞ヲ防止シ將又水運若クハ排水ノ放瀉狀態ノ改進ヲ圖ル等焦眉ノ急ニ逼マラレ止ムヲ得ズ局部的ニ堤防切開轉流制流等ノ工事ヲ施行スルニ至リ隨所ニ其遺物ノ存在スルヲ見ルベシ此等ノ工事ノ多クハ天然ニ背戾シ一貫シタル方針ノ下ニ組織的ニ實

沈澱物ノ更新

自然主義ノ無視

理想

行セラレタルニ非ズシテ姑息ナル方法ノ下ニ地方的若クハ假設的性質ヲ有シ多クハ其施行時期ヲ異ニシタル斷片的工事タルニ外ナラズ故ニ各自期待セル目的ヲ達スルニ不十分ナルノミナラズ之レガタメニ利益ヲ得ズシテ却テ甚シキ害惡ヲ釀シタルコトアリ蓋シ此等工事ノ大多數ハ重要ナル自然主義ヲ無視シ徒ラニ自然ニ逆行シ過度ノ矯正ヲ圖ルガ如キ設計ノ下ニ行レタルモノニシテ遂ニ其愚策ナルヲ自覺シ玆ニ初メテ天然ニ則リ一貫シタル大方針ノ下ニ秩序的ニ且合理ナル水理工ヲ大規模ニ實施セザルベカラザルニ至リテハ斯ル新計畫ニ屬スル事業ヲ遂行スルニ要スル工費ニ加フルニ時トシテハ舊來施工シタル有害無益ノ工事ヲ除却スルニ多額ノ費用ヲ要スベシ今ヤ河川ハ舊來自然ノ法則ヲ破リタル工事ヲ施行セラレタル結果既ニ良好ナル自然的ノ固有狀態ヲ破毀セラレタル爲メ最後ノ新計畫ノ治水工事ヲ施行スルニハ一層多額ノ工費ヲ要シ時トシテハ到底收支償ザル場合多シ吾人ガ理想トスル處ハ自然狀態ニ存セル河川ニ對シ當初ヨリ自然ノ法則ニ一致シタル合理的工法ヲ採用シ自然ノ良好狀態ヲ破壞シテ將來除却ヲ要スルガ如キ工事ノ施行ヲ避ケ專ラ國家經濟ヲ重ンジ事業ノ成功ヲ確實ニ期圖スルニアリ

上記ノ如ク天然ノ凸岸ハ常ニ流水ノ造成作用ヲ受クルガ故ニ一般ニ護岸ヲ要セザルハ疑ヲ容レザルモ之ニ反シ凹岸ノ保護ニハ完全ナル護岸工事ヲ必要トス而シテ該護岸タルヤ水理工中最モ困難ナルモノヽ一ニシテ凹岸ニ沿ヘル部分ハ水深大ニ河岸ノ傾斜急ニ洗掘力亦最モ強大ナルニ加ヘ屢〻流木流氷等ノ如キ外物ノ衝撃ヲ受クルノ虞アリ

斯カル多數ノ破壞作用ニ抵抗シ得ベキ堅牢ナル工事ハ法外ナラザル工費ヲ以テ成功セシムルコト至難ニシテ斯ル場合ニ對シ世界ヲ通ジ既往ニ於テ試ミラレタル多數ノ護岸工事ハ巨額ノ工費ト多大ノ勞力トヲ費シタルニ關ハラズ期待セル目的ヲ達セルモノ實ニ僅少ナリキ而シテ今其成功セザリシ所以ヲ案ズルニ主ナル原因ハ襲來スベキ破壞力ニ對シ充分ニ抵抗シ得ル强度ヲ有シ且ツ同時ニ屈撓性ニ富ミ急傾斜ニ堪ヘ得ル工法ヲ採用セザリシ事實ニ基ケルモノニシテ此等既往ニ於ケル工事ノ不成功ハ延イテ多數ノ技術

直通工事ノ濫用

者ヲシテ一般ニ河川ノ屈曲セル流路ヲ忌避シ直線ナル河道ヲ選マシムルニ至レリ蓋シ一面ニハ護岸工ノ容易ナルト一面ニハ河川ノ直流ハ安定ニシテ且ツ最良ナル形狀ナルベシト誤解セルニ由ル是ニ於テカ屢〻自然ノ環流ヲ切開シ之レニ代フルニ直路ヲ以テシ之レガ爲メ多大ノ金額ヲ消費スルコトヲ厭ハザラシメタリ

彼等ハ凹岸ニ沿ヒ流水ヲ導キ凸岸ハ沈澱物ノ堆積地ニ充テ兩岸交互ニ曲流セル一定ノ澪筋ヲ保有セシムベキ轉向曲線ノ連接形ヲ以テ確實ニ河川ノ良好狀態ヲ維持スベキ河川水理ノ根本法則ニ關シテハ識ル處ナク尙且低廉ナル水運ヲ增進センニハ迂曲セル水路ヲシテ出來得ル限リ沿岸多數ノ地點ニ接觸セシメ其利用ヲ圖ラザル可ラザル要件ヲ無視スルノ淺見ニ陷リタルモノナリ爲メニ舊來最モ有効ナリシ曲線ニ代フルニ短縮セル直路ヲ以テスルノ愚策ヲ演ジ實ニ莫大ノ金額ヲ費消シ悔ヲ貽セルハ遺憾ニ堪ヘザル次第ナリ

「フアルグ」氏ハ一般ニ河道幅員ハ河口ニ赴クニ從ヒ流量ノ增加スルニ伴ヒ漸次ニ遞加シ同時ニ水面勾配ハ益〻緩漫トナリ沈澱物ノ大サ亦次第ニ減少シ又河道幅員增加ノ割合ハ支流ノ大サ及配置ニ關係スルノ事實ヲ認メタリ而シテ河道幅員ニ關シテ同氏ノ適用セル一般法則トシテハ或ル彎曲部ニ於ケル適當ノ幅員ハ該彎曲部ニ屬セル上流轉向點ノ幅員ニ或比率ヲ以テ之ヲ增加シ同下流轉向點ノ幅員ハ上流轉向點ニ於ケルヨリ稍〻大ナラシメ懸案ノ彎曲部ニ接續スル下流彎曲部ノ幅員ハ該彎曲部ヨリ稍〻增加シテ左圖ニ示ス如ク下流ニ進ムニ從ヒ遞加セシムベク亦凸岸ノ長サハ凹岸ノ夫レヨリ大ナラシメ凸岸前面ニ沿ヒ沈澱物停留所ニ充ツル爲メ十分ノ餘地ヲ存スベシトナセリ

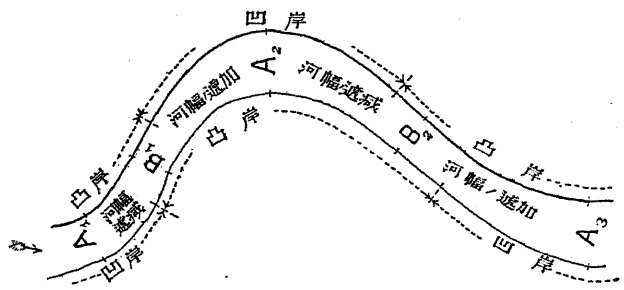
「ガロンヌ」河ノ實例

咸潮部ヨリ上流ニ位スル延長四十九「キロメートル」ノ區域ニ亙リ千八百四十五年ヨリ千八百五十二年ニ至ル迄施行セラレタル「ガロンヌ」河改修工事ノ河道法線ハ「コードドロー」上流區域ニ於テハ上流彎曲部ノ在來河道幅員二百「メートル」下流彎曲部ハ同二百五十「メートル」ノ個處ヲ百五十「メートル」及百八十「メートル」ニ著シク狹窄シタル外一般ニハ天然ノ狀態ヲ遵守シ曲度甚シカラ

過度ノ狹窄

ザル彎曲部ノ幅員ハ在來河道ヲ稍〻少シク狹メタルニ止メ兩岸殆ンド相平行シ轉向點ニ於テハ全ク天然河岸ヲ標準トシテ決定セラレタリ

第七圖



第一次最大河幅(曲線ノ頂點)	A_1
第一次最小河幅(轉向點)	B_1
第一次ヨリ大ナル第二次最大河幅	A_2
同 最小河幅	B_2
第二次ヨリ大ナル第三次最大河幅	A_3

該施工區域下流ハ水深僅ニ〇・九「メートル」ヲ有スル不良ナル航路一箇所ヲ除キ其餘ハ轉向點ニ於テモ水深四「メートル」ヲ算シ河川ノ自然狀態ガ實ニ良好ナルコトヲ示ス適例ナリシ而シテ著大ノ狹窄ヲ行ヒタル部分ニ於ケル「モンヂー」ノ不良航路ハ千八百六十五年ニ至リ水深〇・七五「メートル」ニ減ジ遂ニ該處ニ於ケル汽船ノ航行ヲ杜絕シ已ムヲ得ズ艀船ヲ以テ積替ヲ行ヒ辛ジテ上下流ノ連絡ヲ圖ルニ至レリ該個處ノ河道形狀ハ自然ノ法則ニ反シ上下屈曲部ノ幅員百

轉向點ノ河幅ノ過大

河底ノ低下

七十及百七十六「メートル」ナルニ轉向點ノ幅員ハ二百四「メートル」ヲ有シ過大ニ失スルタメ水深缺乏シ常ニ人工ヲ加ヘ浚渫シテ航路ヲ維持スルニ努メタリシガ千八百六十七年轉向點ノ左岸ヲ移シテ二百四「メートル」ノ河道幅員ヲ百六十五「メートル」ニ狹窄セシメ更ニ新設航路ヲ浚渫シタル以來ハ水深二「メートル」ニ洗掘シ流水自身ノ作用ノミニテ維持セラレ現在「モンヂー」航路ハ「カステー」「ボルドー」間ノ最モ安全ナル一トシテ知ラルヽニ至レリ

茲ニ注意スベキ點ハ河道幅員ノ縮少ハ天然ノ狀態ヲ標準トシ適當ノ範圍ニ制限セザルベカラズ然ラズシテ河道ヲ過度ニ狹窄センカ自然ノ結果トシテ河底ノ洗掘低下ヲ招キ延イテ平水面ヲ低下シ上流部ノ水面勾配ヲ急ナラシメ時トシテハ航行ニ支障ヲ來タスコトアルニアリ

「ガロンヌ」河改修工事ハ大部分ニ亙リ河幅ヲ縮少シ連續セル平行導水堤施工ノ結果部分的河底ノ洗掘ヲ惹起シ施工後十四年間ニ低下ノ程度一・八五「メートル」ニ及ビ感潮部上流ニ於ケル水面勾配ハ五千分ノ一ニ增加セラレ辛フジテ航行ヲ阻止スベキ程度以內ニ止マリ幸ニ危機一髮ノ間ニ航行ヲ維持シ

得タリ之等ハ河道幅員ヲ過度ニ縮少スルニ於テハ失敗ヲ招グベキコトヲ警告スルモノト覺ラザル可ラズ

石狩川河口ヨリ上流十二里間ノ區域ノ低水時ニ於ケル水深ハ轉向點ニテモ十呎以下ノ淺所ヲ有セズ曲線部ノ最少半徑ハ單ニ四百九十尺ノモノ一個所ヲ存セルノミニシテ他ハ皆七百五十尺以上ヲ有シ小蒸汽船ニテ容易ニ四艘ノ曳船ヲナスニ適シ曲線頂部ノ橫斷面積ハ轉向點ニ於ケルモノヨリ平均二三、五「パーセント」大ナリ而シテ該區域間ニ於テ八呎ヨリ大ナル水深ヲ有スル流路ハ幅員百十六呎以上ヲ有シ斯ク自然ノ良好ナル狀態ヲ保有スルガ故ニ最良ノ方法トシテハ直チニ河岸缺壞ニ基ク河道ノ荒廢ヲ防護スルニ止メ併カモ天然ノ航路ヲ維持スルノ目的ヲ達スルヤ論ヲ俟タズ換言スレバ吾人ハ自然ノ實例ヲ固守シ缺壞個處ニ對シテハ適切ナル護岸工ヲ施シ自然ヲ補助スルニ止メ依テ以テ交通運輸ニ適當ナル航路ヲ保存スルコトヲ得ベク又他事ヲ加フルヲ要セザルベシト雖モ從來施行セル護岸工事ハ河底ノ洗掘異動スルニ從ヒ容易ニ之ニ適應シ得ベキ屈撓性ニ富メルト同時ニ上述セル如キ外物ノ衝撃ニ抵抗シ得ル强度及ビ急傾斜ニ堪ヘ得ル構造ヲ具備セザルガ故ニ未ダ充分ノ成功ヲ見ザル所以ニシテ完全ニ且經濟的ニ天然ノ彎曲河狀ヲ維持スルノ目的ヲ達セントスルニ當リテハ先以テ凹岸ニ適用スベキ護岸ノ工法ニ關シ玆ニ革命ヲ必要トスルモノナリ

著者ハ此缺陷ヲ補塡セントシ其ノ設計ニナレル四十二年式鐵筋混凝土單床ヲ北海道廳ニ提案シ管內河川ニ適用スルニ至レリ卽チ千九百九年試驗工事トシテ之ヲ夕張川ニ實施シ以來其成績ヲ精査シ好果ヲ確認シタルヲ以テ次イデ石狩川改修工事ニ適用シ繼續シテ現今施行中ニ屬ス(千九百十二年五月發行エンジニアーリングニユース「鐵筋混凝土單床護岸工」及千九百十三年三月同上「水深大ナル河川ノ混凝土單床」及千九百十二年十二月發行「コンクリート」ヲ見ヨ)護岸工法トシテ該鐵筋混凝土單床工ニ關スル學理、構造、屈撓、强度、工費等ノ記述ハ後章ニ讓ル

後章詳述スル如ク該工法ハ吾人ノ知レル護岸工法中ニ於テ最モ經濟的ニシテ耐久性ニ富ミ屈撓シ易ク急傾斜ニ堪ヘ其厚サ亦極メテ薄ク結局全體ニ

四十二年式單床

外國雜誌ニ發表

於テ最有用ナルモノナルベク卽チ之ヲ以テ凹岸ノ缺壞ヲ防止スベキ適切ノ護岸工法ナリト言フヲ躊躇セズ

第二節　河岸ニ發育セル原生林ノ存置及保護ノ勵行

河岸ニ繁茂セル原生林ガ原始的河川ノ荒廢ヲ防グ所以ヲ擧グレバ

一　原生林地ニ密生セル樹草ノ根部ハ恰モ海綿狀ニ彌蔓シテ土壤ヲ纏縛シ能ク河流ノ洗掘作用ニ抵抗セシムルガ故ニ河岸ノ崩壞及ビ洪水時沿岸環流部ニ於ケル地頸ヲ溢流シテ自然捷路ヲ開鑿セントスル傾向ヲ輕減ス

二　河岸ニ密生セル樹草ハ幹莖枝葉等ニテ溢流ノ流速ヲ減ジ其破壞力ヲ弱ムルハ勿論濁水ニ對シ濾過作用ヲ呈シ其含有物ヲ沈澱セシム

三　河岸ニ密生セル樹草ハ恰モ墻壁ノ如キ作用ヲナシ流水ヲ誘導シ之レヲ河道內ニ集中セシメ河床ニ對シ洗掘力ヲ增進シ流路ノ自治能力ヲ發揮セシム

卽チ原生林ハ河川ノ現狀ヲ維持スルタメニ必要ナルモノニシテ之ガ荒廢ハ延テ河川ノ荒廢ヲ惹起スルモノナルガ故ニ沿岸既存ノ原生林ハ單ニ之ヲ維持スルニ止メズ充分保護ヲ加ヘザルベカラズ猥リニ之ヲ伐採シ又ハ侵墾スルガ如キ不法ノ行爲ハ之ヲ嚴禁セザル可ラズ

而シテ缺壞個處ノ河岸ニ近ク生長セル喬木ハ河岸ノ崩壞ト共ニ河中ニ轉倒シテ流木トナリ先ニ叙述シタル如ク害惡ヲ釀ス根源ナルヲ以テ豫メ之ヲ伐採シテ除却スルヲ得策トス

上述ノ原生林ノ維持保護ハ適當ナル護岸工事ガ直チニ施行セラレザル場合ニ於テ原始的河川ノ維持方法トシテ殊ニ緊急ナル要件トス

第三節　河川ノ現狀維持卽自然主義ト洪水防禦策ノ一致

自然ノ彎曲セル深キ河道ハ世人ノ想像ニ反シ普通洪水ヲ流過セシムルニ對シ侮ル可ラザル能力ヲ有スルヲ常トス是レ蓋シ蜿蜒迂曲シ河道ノ水面勾配緩漫ナル缺點ハ水深卽チ動水半徑ノ大ナルコトニヨリ能ク補償セラルヽニ由ル卽チ洪水疏通ノ能力ニ關シテハ彎曲セル深キ流路ヲ維持スルコトニ因リ格別ノ不利益ヲ負フコトナシ今若シ人工ヲ加ヘ迂曲部ヲ切開シテ直流セシムル時ハ水面勾配著シク增加スルモ其効果ハ一時ニ止マリ直チニ河底

ノ上昇ヲ來シ水深ヲ減ズルコトアルベキガ故ニ在來流路ト相俟ツテ洪水ヲ疏通セシムルニ非レバ以前ノ屈曲セル流路ニ比シ其流過力ニ於テ著シキ徑庭ナキニ至ル場合ナシトセズ而シテ平時ニ於テ捷路ト在來流路ト相俟チ併用スルコトハ遂ニ兩者ヲシテ共ニ荒廢セシムルノ結果ヲ生ジ結局直路ヲ開通スルモ確實ニ其奏効ヲ期待シ難キ場合ナシトセズ氾濫防禦ノ方法トシテ堤防ノ築設ハ之ニヨリ大ナル危險ヲ感セズ稍〻確實ニ其目的ヲ達スルコトヲ得ベキモ多クノ場合ニ於テハ河岸地表面マデ洪水位ヲ低下セシムル目的ニテ單ニ放水路ヲ開鑿スルヲ得策トス該放水路ノ能力ハ其底ヲ平水位ヨリ高クシテ併カモ超過流量卽全流量ヨリ在來河道滿水面ニ於ケル流量ヲ減ジタル殘餘量ヲ疏通セシムルニ充分ナラシムルモノトス平水流量ヲ二個以上ノ河道ニ分派セシムルコトハ本派川ノ二者ヲ荒廢セシムル所以ナルコトヲ忘ル可ラズ

上記ノ如ク開鑿セラレタル放水路ト自然的ニ維持セラレ且相當ノ流過力ヲ有スル自然ノ彎曲流路ト相俟チ洪水氾濫ヲ防止セシムルコトハ最モ策ノ宜シキヲ得タルモノニシテ此ノ場合在來流路ハ通常短期間ナル周期的洪水ニテ場所ニヨリ河底埋沒ノ虞レナキニシモアラザルモ長時日ニ亙ル平時ノ流水ノ洗掘作用ニ因リ自然的ニ其水深ヲ復舊セラル、モノナリ而シテ放水路自身ニハ後章說ク所ノ押轉力ノ理論ニ基キ相當ノ水深及ビ勾配ヲ與ヘ一般ニ洪水時ニ於テハ河底埋沒ヲ來サズ之ニ反シ寧ロ洗掘セラル、ノ傾向ヲ有セシメ河岸及河底ニハ適當ナル被覆工事ヲ施シ之ヲ保護スルノ必要アルモノトス

茲ニ於テカ吾人ハ河川現狀維持卽自然主義ハ洪水防禦ノ最良方法卽自然流路ヨリ平時ノ流量ヲ分派セズシテ適當ニ設計セラレタル放水路ヲ開鑿スル計畫ト合致スルコトヲ結論シ得ベク且ツ實例ヲ以テ之ヲ證シ得ベシ約言セバ自然主義ハ洪水防禦策ト間然スル處ナク全ク合致スルモノナリ

自然主義ト洪水防禦ノ合致

第四章　河川ノ平衡狀態

第一節　河川ノ平衡狀態ノ定義及變化

河川ノ平衡狀態ハ一般的ニ流勢、河床ノ土質及地勢ノ三者間ニ存在スル關係ニ因リ定マルモノニシテ河流ノ方向流量等ニ變化ヲ生ズルトキハ從テ流勢ニ影響ヲ與ヘ河床ノ變化ヲ惹起スベシ又同樣ニ河床ノ變化ハ更ニ流勢ニ影響ヲ及ボシ卽チ原因ハ結果ヲ生ジ新ニ生ジタル結果ハ又原因ヲ成シテ更ニ他ノ結果ヲ生ズルガ故ニ斯ル徑路ヲ經テ後結局一定ノ流量ニ對スル河川ノ平衡狀態ニ達スルヲ得ベシ斯ノ如ク一定ノ流量ニ對シテ生ジタル河川ノ平衡狀態ニ相當スル流速ハ「デユビユアー」(Dubuat) 氏ニヨリ「レジーム」(Régime) ト名付ケラレタリ「ウオルトマン」(Woltman) 氏ハ獨逸語ニテ之ヲ平衡流速 (Normal gesch windigkeit) ト譯セリ

平衡流速「レジーム」

河川ノ平衡狀態ニ達スル徑路前述ノ如クナルガ故ニ假令一定ノ流量ニ對シ一旦平衡ヲ得タリトスルモ普通ニ天然ノ河川ニ於テ起ル融雪又ハ降雨ニ因リテ來ル流量ノ增加及ビ之ニ繼ギ來ルベキ減水ニ際シ猶能ク河床ノ狀態ヲ絕對ニ破ラザルガ如キ程度ニ理想的ニ完全ナル平衡狀態ハ河川ノ自然的作用ニ待チ又ハ人工ニ依リ之ヲ達スルコト蓋シ不可能ナルベシト雖モ若シ夫レ一旦天然的ニ又ハ人工ニ依リ得タル平衡狀態ニシテ或ル原因ニ因リ影響ヲ受ケタルトキ河流自身ノ作用ニ依リ假ヘ以前ト同一ナルコト能ハザルモ實際ノ効果ニ於テ同等ナル價値ヲ有スル狀態ニ恢復シ得タリトセバ其ハ實際上有効ナル理想的平衡狀態ヲ達シ得タルモノトシテ滿足セザル可ラズ卽チ第二篇第二章第二節第二項原始的河川ノ河岸及ビ河底ニ就テ說ク場合及ビ同上第三節第四節自然主義ニ就テ說ク場合及第三章第一節原始的河川ノ天然狀態保存ノ最良方法ニ就テ說明セル所ノ如シ

實用的平衡狀態

第二節　河底ノ成因及ビ變化

水下沈澱物

地上ニ來リタル降水量ノ一部分ハ天然ノ排水路タル河川ニ依リテ海ニ注グモノナルコトハ良ク人ノ知ル所ナルモ河川ハ單ニ上記ノ水量ヲ排出スルノミナラズ其流下ノ中途ニ於テ流勢ノ作用ニ依リ陸地ヨリ若干ノ他物料殊ニ固形物ヲ奪取シ河水ト合併シテ輸送スルモノナルコトヲ忘ル可ラズ換言スレバ河川ハ殆ンド常ニ流水ト合セテ沈澱物ヲ輸送スルノ天然排出路ナリ然シテ河川ノ水路亦河流ノ作用ニ依リ河川自ラ之ヲ造成スルモノナルコト

第一篇第一章第一節ニ說クガ如シ河流ガ其流下ノ際陸地ヨリ奪取スル固形物料ノ多少ハ沿岸土地ノ河流ノ作用ニ對スル抵抗力ノ强弱ニ因ルコト論ヲ俟タズ然シテ河流ノ流勢ハ流量、水面勾配、水深、流向、河底ノ性質形狀等ニ因リ異ナルモノナルガ故ニ其勢力充分ナル間ハ良ク固形物ヲ輸送スルニ適スト雖モ苟クモ一旦其勢力ヲ失ヒ又ハ減ズルコトアリトセンカ河流ハ直ニ其固形物ヲ放置シテ謂ユル沈澱ヲ生ジ河底ヲ埋沒スルニ至ルベシ是ニ於テカ一度造成セラレタル水路ノ橫斷面積ハ流勢ノ變化ニ伴ヒ增減スルヲ免レズト雖モ今回生ジタル沈澱ニシテ次回ニ洗掘セラレ又今回生ジタル洗掘ニシテ次回ニ埋沒セラレ換言セバ上流ヨリ新規ニ來リタル沈澱物ニ等シキ量ガ次回ニ流去ストセバ實際ニ於ケル河底ノ平衡狀態ニ達シタルモノナリト云フヲ得可キコトハ本章第一節ニ說ク如シ

流量ノ異ナルニ從ヒ平衡狀態ハ原則的ニ破壞セラルモノナルガ故ニ河底ノ異動ハ流量ノ變化スルト同時ニ到底免ルヽ能ハザル現象ナリ而シテ現實ノ河底ノ異動ヲ論ゼントセバ洗掘ト沈澱物トノ關係ヲ度外視シ得ザルモノトス

沈澱物ノ輸送

流下沈澱物トハ流水中ニ存在スル固形物ニシテ水中ニ浮游スルカ又ハ河底ニ支持セラレテ流勢ノ作用ニ依リ押轉輸送セラルヽモノヲ云フ然シテ化學的ニ溶解シテ水中ニ包含セラルヽ鑛物ハ上記沈澱物ニハ含マザルモノトス、今假リニ沈澱物ヲ其大サニ從ヒ區別シテ一、轉石、二、玉石、三、砂利、四、砂、五、泥トス就中轉石ハ大形ニシテ單ニ岩石ノ破片ノ圭角ヲ有スルモノヲ云フ轉石ガ河底ニ滑動シ又ハ轉輾スルノ結果トシテ其面平滑トナリ其圭角ノ圓滿トナリタルモノハ玉石ト云ヒ玉石更ニ一層摩滅セラレテ小形ニ且ツ圓滑トナリタルモノヲ砂利ト云ヒ微細ナル轉石ヲ砂ト稱シ極メテ微細ナル土性ノ物料ヲ泥ト名ク上記中泥ヲ除キタル他ノ四種ハ種々ノ異リタル大サニ於テ存在シ各種間ニ一定ノ大サヲ限定スルコト困難ナリ

沈澱物ノ種類

一般ニ沈澱物ノ大サハ流速ニ相應シ水源ヨリ河口ニ至ルニ從ヒ漸次減少シ卽チ主トシテ山間部ニ於テハ轉石又ハ玉石、丘陵部ニ於テハ砂利、平原部ニ於テハ砂及泥ヲ流下スト雖モ既ニ上流ニ於テ小粒ノ沈澱物ヲ存スルノミナ

ラズ河川ノ各區ニ於ケル沈澱物ノ大サハ其流速ノ最大及最小限度間ニ存在スル差異ニ應ジ其範圍極メテ廣キヲ怪マズ一般ニ勾配ノ緩徐ニシテ其上流水源地ノ能ク涵養セラレタル河川ニ在リテハ砂又ハ泥ノ外單ニ細小ナル沈澱物ヲ流下スルニ止マルモ山間部ニ於ケル岩石ガ一旦暴露其他ノ破壞作用ヲ受ケテ破片卽チ轉石トナリテ河流ニ入ルヤ流勢ノタメ時々又ハ繼續的ニ移動セラル、ノ結果トシテ最初ニ圭角ヲ備ヘタル轉石ハ漸次ニ其圭角ヲ失ヒ玉石トナリ其大サノ減少スルニ從ヒ益〻圓滑ノ度ヲ加ヘ其形狀亦之ニ伴フテ多種異樣ノ觀ヲ呈シ或ハ卵形ニ或ハ扁平ニシテ之ヲ概括スルコト能ハズ各種沈澱物ノ流下ニ際シテ生ズル摩擦、衝突、及破壞ノ作用ニ依リ漸次其ノ粒大ヲ減少スルノ傾向アルモ實際ニ於テハ粒大減少ノ程度ハ沈澱物ノ硬度及河流ノ速度ニ相應スル範圍內ニ止マルモノ、如シ

沈澱物中ニ於ケル砂ノ起因ニ就テハ從來幾分ノ疑點ヲ存スルモ轉石ガ河底ヲ流下スルニ從ヒ漸次其大サヲ減少シ終ニ砂トナルモノナリト考フルヲ得ズ何トナレバ砂ハ多ク圭角ヲ有シ且ツ旣ニ上流山間部ニ於テ多量ニ存在

スルノ事實明瞭ナレバナリ蓋シ脆弱ナル石質ヲ有スル沈澱物ガ暴露作用及破壞ノタメ河床ニ於テ幾分ノ砂ヲ造成スルコトハ素ヨリ事實ナルベシト雖モ大部分ノ砂ハ地上殊ニ河川ノ沿岸又ハ山腹ニ於テ暴露作用ノタメニ生ジタル各種岩石ノ細末片ガ太古ノ水ニ依リ沈澱セラレタルモノガ後日河岸崩壞ノタメ河流ニ達シタルモノナリト見ルヲ得可シ然シテ其破壞ニ因リ砂ヲ成ス可キ原石ハ主トシテ石英、石灰石、ドロマイト、フエルスパー、及ビポーフイリー、トス砂ガ流下スルニ當リ如何ナル程度マデ其形狀ヲ變ズルヤハ明カナラズ蓋シ砂粒ハ其容積小ニシテ其重量輕キガ故ニ假ヘ長距離ヲ滑動シ又ハ轉轢スルモ其摩滅ノ程度ハ極少ナルカ又ハ普通ニ砂ニ於テ見ル如キ程度ノ圭角ノ損耗ニ止マルベキカ

第三節　河底沈澱物流下ノ狀況

河中ニ於ケル沈澱物ノ移動スル狀況ハ主トシテ其粒徑、形狀、比重及流速ニ依リ異ナルモノ、如ク卽チ泥、ヒユーマス、粘土粉等ハ流水中ニ浮游シ水ト同ジ流速ヲ以テ漂流スルヲ常トシ砂亦大ナル流速ノ存スル場合ニ於テハ水流

ヨリ稍〻小ナル速度ヲ以テ浮游スルコトアルノミナラズ激流ニ於テハ水中ニ飛躍シテ流下スルコトアリ然シテ斯ル浮游又ハ飛躍運動ハ流勢ノ衰ヘテ終ニ砂ガ重力ノ法則ニ從ヒ河底ニ沈下スルニ至リ全ク停止スルモノトス假ヘ一旦河底ニ沈下シタル後ト雖モ河水ノ流勢ガ猶ホ相應ノ餘力ヲ存スルニ於テハ砂ハ能ク河底ニ沿ヒ滑動又ハ轉轢シテ其流下ヲ繼續シ之ニ反シ河流ノ流勢ガ不足ナルトキハ砂ノ流下運動ハ全ク停止スルモノトス、砂ノ浮游又ハ飛躍運動ニヨル流下ノ現象ハ洪水ニ際シ低水面以上ニ位スル河岸地上ニ漂砂ノ堆積ヲ實現スルヲ目撃シ得ルコトニ依リテ明カナリ今若シ砂ガ河底ニ沿ヒテ滑動シ又ハ轉轢スル狀況ヲ知ラント欲セバ漂砂ノ多量ナル小河川ニ就テ之ヲ目擊スルコトヲ得ベシ

漂砂ノ多キ小河川ノ河底ニハ河流ヲ直角ニ橫斷シテ波狀ヲ呈スル小砂丘ノ存在スルヲ見ルベシ殊ニ注目スベキハ此等上下流ニ無數ニ平行シテ配置セラルヽ各砂丘ノ上流ニ向ヘル丘腹ハ極メテ緩徐ナル斜面ヲ有シ反之下流ニ向ヘル丘腹ハ極メテ急峻ナル斜面ヲ呈シ又下流ニ位スル砂丘ノ緩徐ナル

卽チ上向丘腹ノ谷底ハ之ガ上流ニ隣接スル砂丘ノ急峻ナル卽チ下向丘腹ノ谷底ト連接スルコトナリ

尙詳細ニ觀察ヲ下スストキハ上記緩斜面ノ表面ニ於テ砂粒ノ上昇スルコトヲ認メ得ベシ該砂粒ノ運動ハ河流々速ノ小ナル部分卽チ砂丘ノ谷底附近ニ於テハ遲頓ナルモ丘頂又ハ其ノ附近ニ於テハ河流々速ノ大ナルト共ニ敏活ナリ砂粒ハ最初ニハ滑動シ緩斜面ヲ上昇シ漸次ニ速度ヲ加ヘテ轉動ヲ開始シ丘頂ヨリ下流ニ向ヒ急斜面ニ沿フテ谷底ニ向ヒ益〻其速度ヲ加ヘテ轉動ヲ繼續シ遂ニ谷底ニ轉落スルモノナリ斯ノ如ク一旦谷底ニ轉落シタル砂粒ハ上流急斜面ノ下流ニ沈滯シテ能ク其掩護ヲ蒙リ河流ノ作用ヲ受ケズシテ後方ヨリ續來スル砂粒ニ蔽ハレ圖ニ示ス如ク連續セル砂丘ヲ形成スル砂ノ多量卽チ圖中毛羽ニテ示セル部分ノ砂ガ上記ト同樣ノ方法ニ依リ流下前進シテ局所ニ堆積シ點線ニテ示ス如ク新規ニ稍〻前進シタル波狀

第八圖



砂丘ヲ造成スルニ至リ新丘ノ緩斜面上ニ位スル砂ハ更ニ河流ノ作用ヲ受ケ新規ノ活動ヲ開始シ新造ノ緩斜面ニ沿フテ徐々ニ前進ノ途ニ就キ前記ノ順序ヲ反覆スルモノトス換言スレバ圖上毛羽ヲ以テ示ス如ク緩斜面ノ表面ハ常ニ移動ノ狀態ニアリ反之急斜面上ニハ常ニ堆積沈澱ヲ生ジ斯クノ如クシテ波狀ヲ呈スル砂丘ノ全體ハ漸次ニ前進シテ新陳代謝シ結局斷ヘズ徐々ニ下流ニ向ツテ移動スルモノナルコト實際上明瞭ナリ

砂丘前進ノ速度

上記ノ如ク河底ニ起ル砂丘波狀的前進ノ速度ヲ知ランコトスルニ當リ先以テ必要ナル事項ハ砂粒ノ單獨ナル部分的速度ト砂丘全體ノ集合的移轉速度トヲ區別シテ了解シ置クベキコトナリ

砂ノ集合的移動ノ速度ヲ測定シタル實例トシテハ曾テ「デユビアー」氏ガ細砂及ビ粗砂ノ場合ヲ通ジ平均一ケ年ノ速度二、五キロメートルヲ實測シ後「パルチオー」氏ハ「ロワール」河ニ於テ四千五百回ノ觀測ヲ施行シ千八百五十八年ノ六月ヨリ十一月ニ至ル間ノ速度一晝夜ニツキ二、二四「メートル」又同年十一月ヨリ翌年六月ニ至ル間ノ速度一晝夜ニツキ九「メートル」ナルヲ知レリ又千八百六十二年「センジョン」氏ノ研究ニ基クトキハ流速一「メートル」ヲ超ユルトキハ砂ノ移動ハ不規則トナルヲ知ル該氏ノ得タル結果ハ左表ニ示ス如シ表ノ數字ハ一晝夜ニ於ケル速度ヲ「メートル」ニテ示スモノトス

水ノ流速	○・五九	○・七四	○・八四	一・○一五
砂ノ集合的前進速度	二・六二	五・○九	六・三一	一○・二八○

砂ノ沈澱ハ凸岸ニ於テ盛ニ行ハレ又河幅廣濶ニ過ギ若クハ水面勾配ノ缺乏ヲ告グル場合ニ起ルモノニシテ減水ニ際シテハ岸洲又ハ中洲トシテ水面ニ顯ハレ次回ノ出水アル迄ハ前進作用全ク停止スルモノナリ(本篇第二章參照)

以上ハ砂ノ移動ノタメ河底ノ變化スル狀況ヲ示スニ足ルベシ

河幅廣濶水深豐富ナル河川ニ在リテハ粗粒ナル沈澱物移動ノ狀況ヲ觀測スル困難ナリト雖モ河底沈澱物ノ滑動及轉轀ニ依リ生ズル音響及該沈澱物ヨリ成立スル岸洲ノ實地ニ於ケル前進ニ依リ河底ニ起ル粗粒沈澱物移動ノ存在スルコトヲ證明シ得可シ大ナル流速アル場合ニハ粗粒沈澱物ト雖モ恰モ砂ノ場合ノ如ク飛躍運動ヲ惹起スルコトアルモ多クハ砂ト同樣ニ河底ニ

存在スル波狀形ノ表面ニ滑動及轉動スルコト明カナリ

今試ミニ洪水經過後ニ於テ玉石及ビ砂利ヨリ成立スル岸洲及中洲ノ水面以上ニ露出スル沈澱狀況ヲ驗センカ恰モ砂ヨリ成立スル場合ノ如ク洲ノ上流ニハ緩斜面ヲ存シ下流ニハ急斜面ヲ呈シ尙且ツ洲ノ上流ニ於ケル部分ハ河流ノタメニ洗掘破壞セラレ下部ノ部分ハ反之益〻堆積保護セラレテ漸次延長スルヲ見ルベシ以テ沈澱物移動ノ狀況ヲ推知スルニ難カラズ

砂利玉石ノ場合

「グルブノー」氏ノ上部「ライン」河ニ於ケル觀測ニ基クトキハ粗粒ノ砂利ヨリ成立スル岸洲ハ其ノ年ノ水位ニ從ヒ平均一年ニツキ三百乃至六百「メートル」ヲ移動ストセリ該移動ハ出水頻繁ナル時季ニ最モ多クシテ之ニ反スル時季ニ少キコト勿論ナリ

以上ヲ綜合スルトキハ河底ノ沈澱物ハ其砂ナルト砂利ナルトニ論ナク流勢ノタメ漸次ニ若干ノ前進ヲナシ其速度ハ素ヨリ一定セザルモ何レノ場合ニ於テモ同一ノ方法ニ依リ河底形狀ノ變化ヲ免ル、能ハザルモノトス

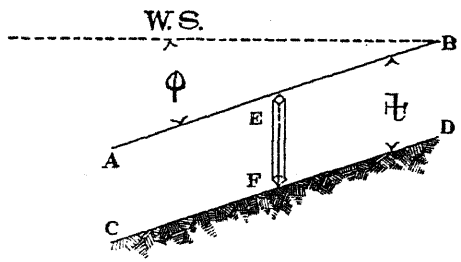
第四節　河底沈澱物流下ニ關スル理論

第一　押轉力（Schleppkraft, Force d'entrainement, Sweeping Force.）ノ大サ、押轉力ノ理論ニ關シテハ從來幾多ノ公式設立セラレタルモ複雜ニ流レテ却テ要領ヲ得ザルモノ多キヲ遺憾トス偶〻「ローヌ」河ニ於テ施行セシ實驗ニ基キ「デュボア」氏ハ河水ガ河底ニ於ケル沈澱物ヲ押轉スル力ニ關スル理論的研究ヲ遂ゲテ之ヲ公ニセリ而シテ該研究ハ最モ簡單ナル法則ニ準據シテ遂行セラレタルモ而カモ研究ノ結果ハ如何ニシテ河底ノ平衡狀態ヲ誘致シ又潛筋ヲ最モ良好ニ造成スルノ目的ニ向ツテ上記ノ押轉力ヲ能ク利用シ得可キカノ點ニ就キ有益ナル指導ヲ與ヘタリ

推論極メテ簡ニ失スルノ嫌ナキニアラザルモ要領ヲ失セズ別ニ之ヲ排斥スルノ理由ニ乏シキ故ニ此篇ニ引用スルコトヽセリ

今爰ニ規則正シキ河川ノ一部ニ於テ平衡ヲ保ツト假定シ其水面勾配ヲ ϕ トシ水深ヲ t トセンカ河

第九圖



底ノ一平方米突上ニ存在セル方柱形ノ水ニ就テ考慮センニ此ノ方柱水體ハφノ傾斜ヲ有スル斜面上ニ沿フテ下降セントスル傾向アルヤ論ヲ俟タザルガ故ニ他ニ牽束ヲ加ヘザル以上ハ漸次其ノ活勢ヲ增加スルコト當然ナリ故ニ今mヲ以テ上記水柱ノ物量（マッス）ヲ顯ハシUヲ以テ其速力ヲ示ストセバ最短時間dtニ於ケル水柱ノ活勢ノ增加ハ乃チ次ノ式ヲ以テ顯ハスコトヲ得ベシ

$$\frac{m}{2}\left\{(U+du)^2-u^2\right\}=mudu.$$

然レドモ前記ノ如ク平衡ノ狀態ヲ維持セルコトヲ假定セルガ故ニ該活勢ハ正ニ他ノ抵抗力ノタメニ相殺サル、モノト云ハザル可ラズ而シテ其抵抗力ハ正ニ$mg.\varphi$.ナラザル可ラズ其故ハ加速度ヲ$\frac{du}{dt}=g\varphi$トシdt時間ニ於テmノ經過セル距離ヲUdtトスレバ上記ノ活勢ノ增加ハ正ニ$mg.\varphi.Udt$ニ等シカラザル可ラザレバナリ

水ノ押轉力ハ卽チ該抵抗力$mg.\varphi$ニ等シキモノニシテ其河底一平方米突（メートル）上ニ於ケル大サハmニ全水柱ノ物量ヲ代用スレバ$m=\frac{1000t}{g}$トナルヲ以テ卽チ毎平方米突上ノ押轉力ハ$S=1000t\varphi$……(1)ナル式ヲ以テ顯ハスヲ得ベシ該

力ハ後段ニ說ク如ク河底ニ存在スル物料ヲ移動セシメントスル主力ナリ

斯ノ如クSハ單ニ水深及ビ勾配ニ依リテ決定セラル、者ナルガ故ニ他ノ公式ノ如ク最モ測定ニ困難ナル河底ノ流速等ニ關係セズシテ之ヲ求ムルコトヲ得ルノ利益アリ然シテ其實用上ノ價値尠カラズ例セバ或ル河川ノ一部ニ於テtヲ及ビφノ既ニ定マレル場合ニ對シテ實際安定ノ狀態ニ於テ存在スル河底ノ土質ヲ發見シ得タリト假定センカ之ト同一ノ河底土質ヲ有スル他ノ部分ニ於テ水深ノ異ナル毎ニ河底ノ安定ヲ害スルコトナキヲ期スルタメ理論上水面勾配ヲ變更シ此等ノ異リタル水深ニ相當セシムルヲ得可シ換言スレバ該公式ヲ使用シ河底ノ平衡狀態ヲ圖ルタメ必要ナル水深及勾配ノ調和ヲ學理上ヨリ決定シ得可キモノトス

第二　押轉力ト河底ノ平衡狀態

前段(1)式ニ示ス押轉力Sハ水面ニ接觸スル空氣ノ抵抗其他水分子中ニ起ルベキ多少ノ抵抗ヲ除キ大部分ハ河底ヲ構成スル物料ノ抵抗ニ訴ヘテ之ヲ消費セシムルノ外ナシ河幅廣潤水深豐富ナル大河ノ場合ニ於テSニ對スル

厚サ均一ノ工事

抵抗ハ實際殆ンド皆河底物料ノ動作ニ委セザル可ラズ

卽チ此力Sハ河底ニ存在スル物料ヲ洗掘押轉セントスルノ作用ヲ呈シ河底ノ物料ハ其自體ノ惰性ニ依リテ此ノ押轉力ニ抵抗シ其抵抗力Sニ優ルトキハ能ク其位置ヲ保持スト雖モ然ラザレバ遂ニ轉輾移動セラルヽヲ免レズ現實ノ河川ニ於テハ河底ニ存在スル無數ノ沈澱物ガ各其大サ、形狀、比重分布配置ノ方向、混合ノ狀態等ヲ異ニシ頗ル錯雜ナル現象ヲ呈スルガ故ニ斯ル不規則ナル條件ヲ斟酌シテ各個ノ沈澱物ニ對シ其抵抗力ヲ精細ニ計算スルコトハ頗ル困難ナルヲ免レズ然レトモ假ニ河底ノ沈澱物ガ各々均一ノ厚サeヲ有スルコト恰モ人爲的ニ加工シタル護岸工事ノ如キモノナリト假定センカ上記ノ如キ不規則ナル條件ヲ顧慮セスシテ學理上ノ結論ヲ得ルコト難カラズ

今eヲ以テ押轉力ニ對スル抵抗上正ニ平衡狀態ノ限度ニ於テ河底全面ヲ被覆スル物料ノ平均ノ厚サヲ示スモノト假定センカ應用力學ノ原理ニ依リ

$$e=\frac{1{,}000t\varphi}{1{,}000(r-1)\tan a}\cdots\cdots(2)$$

ヲ得可シ

(2)式中1,000tφハ卽チ押轉力(Force dentrainement)Sヲ示シrハ河底被覆物料ノ比重トシaハ上記被覆物料ト河底トノ間ニ於ケル止動角ヲ示スモノニシテ押轉力ハ前ニ述ベタル如ク水理上ノ實測ニ基キ之ヲ計算シrハ設計上決定セラレaハ實驗上及推定上ヨリ之ヲ決定シ得可シ上式ノ應用ハ後章護岸工事ノ部ニ於テ之ヲ詳說スベシ

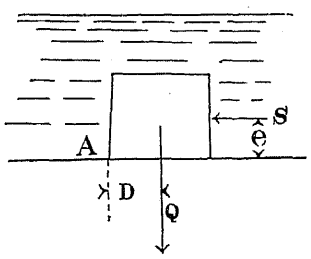
第五節　石質ガ河底沈澱物ノ移動ニ及ボス影響

「フランククロイター」氏ガ石質ト押轉力ノ關係ヲ論スルコト明瞭ニシテ適切ナルヲ以テ之ヲ左ニ引用ス

前節說ク所ノ押轉力ノ最小限Sノ値ハ沈澱物ヲ形成スル石ノ形狀、大小配置、混合ノ狀態及比重ニ依リ之ヲ異ニスルモノニシテ就中比重ハ押轉力ニ關スル論究ヲナスニ當リ最モ重要ナル關係ヲ有シ又主トシテ石ノ重量ニ依リテ天然力ニ抵抗シ其目的ヲ遂グルガ如キ工事ニ在リテハ特ニ比重ヲ重要視スルノ必要アルニ拘ハラズ一般ニ之ヲ等閑ニ付スルノ嫌ナキニシモアラズ今左ニ之ニ關シ學理的ノ說明ヲ與ヘ實用上ノ重要參考材料トナサントス

說明ノ便宜上河底ヲ水平トシ沈澱物ヲ正方形トシ其一面ガ河流ニ直角ヲナシテ水流ノ流勢ノタメSナル衝突力ヲ受クルト假定センカ該沈澱物ガ上記ノ力Sニ堪ヘテ位置ヲ固守シ得ルタメニハA邊ヲ中心トシ廻轉スルコトナキト同時ニ河底ニ沿ヒ滑動スルコトナキヲ要ス卽チ力學的ニ之ヲ說明スレバ

第十圖



$Se \leqq QD$, $\frac{Q}{S} \leqq \frac{e}{D} = f_3$, トナリ又 $S \leqq Q\mu$, $\frac{Q}{S} \leqq \frac{1}{\mu}$ ≡ f_2 ナルヲ要ス上式中 μ ハ摩擦系數ヲ示シ Q ハ水中ニ於ケル方形沈澱物ノ重量ヲ示スモノナリ卽チ懸案沈澱物ノ水中重量 Q ト衝突力 S トノ比ハ靜止狀態ノ迫害ガ其轉動ニアルト滑動ニアルトニヨリ少クモ S 及ビ Q ノ「アーム」ノ比又ハ上記摩擦系數ノ倒數タラザル可ラズト云フニ歸著ス今兩方ノ場合ヲ一般的ニ一式ヲ以テ顯ハセバ $Q = f_3 S$ ……(1)トナル若シ a ヲ正方形ノ一邊ノ長トシ c ヲ衝突力 S ヲ生ズル水流ノ速度トシ w ヲ水ノ單位重量トシ P ヲ沈澱物卽チ石ノ單位重量トシ g ヲ重力ノ加速度トシ ξ ヲ水ノ衝突ヲ受クベキ物體ノ形狀配置混合ノ方法等ニ關スル一切ノ條件ヲ網羅シタル係數トセバ應用力學ノ原理ニヨリ

$$S = \xi \frac{c^2}{2g} a^2 w,$$ ヲ得可シ

又上記正方形ノ水中重量ハ $Q = a^2(P - W)$　トナル因テ(1)ニヨリ

$$a = f_3 \xi \frac{w}{P - w} \cdot \frac{c^2}{2g}$$ ヲ得今若シ $r = \frac{P}{W}$ トスルトキハ

$$a = \frac{f_3 \xi}{r - 1} \cdot \frac{c^2}{2g} \quad \cdots\cdots(2)$$ トナル

茲ニ今比較セントスル二種ノ異ナリタル石ノ比重ヲ r_1 r_2 トシ ξ 及 μ ヲ兩者ノ場合ニ同値ナリト假定シ卽チ $\xi_1 = \xi_2$, $\mu_1 = \mu_2$ 又 $C_1 = C_2$ ナリト假定セバ $\frac{a_1}{a_2} = \frac{r_2 - 1}{r_1 - 1}$ ……(3)ヲ得ベシ又兩者ノ容積ハ邊長 a ノ三乘ニ比例スルガ故ニ

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} = \left(\frac{r_2 - 1}{r_1 - 1}\right)^3 \quad \cdots\cdots(4)$$ ヲ得ベシ

又兩者重量ノ比ハ $\frac{G_1}{G_2} = \frac{V_1 P_1}{V_2 P_2} = \left(\frac{r_2 - 1}{r_1 - 1}\right)^3 \frac{r_1}{r_2}$ ……(5)トナル

今若シ $r_1 > r_2$ ナレバ $\frac{r_2 - 1}{r_1 - 1} < 1$ トナリ其結果 $\left(\frac{r_2 - 1}{r_1 - 1}\right)^3 \frac{r_1}{r_2} < 1$ トナリ

卽チ $\frac{G_1}{G_2} < 1$ …… (6)ナル結論ヲ得可シ

(3)、(4)、(5)ノ式及ビ結論(6)ハ單ニ正方形ノ場合ニ合理ナルノミナラズ同一事情ノ下ニ應用セラレタル等似形ノ沈澱物ノ比較ニ對シ一般的ニ合理ナルモノナリ就中結論(6)ハ重要ナル法則ヲ顯ハスモノトス

(6)式ノ示ス法則ノ意義ヲ敷衍スルコト左ノ如シ

今玆ニ比重ノ優レル石材ヲ發見シタリトセンカ護岸工事ノ沈石又ハ捨石等ノ如キ主トシテ重量ヲ本位トスル場合ニ於テ他ノ比重ノ劣レル石材ヨリ其容積ニ於テ遙カニ小ナルノミナラズ又其重量ニ於テ遙カニ少量ヲ使用シテ充分同一ノ目的ヲ達シ得ルノ理トナル但シ此ノ立論ニハ兩者ノ比較ハ等似形ニ就テ之ヲ試ムルモノト知ルベシ圓形ト方形トヲ比較スルニ當リテハ個々ノ場合ニ對シ各別ニ論究ヲ要スルハ自然ノ理ナリ

容積重量共ニ小ナリ

例示、今花崗石ト石灰石トヲ比較センカ花崗石ノ比重r_1ヲ2.8トシ石灰石ノ比重r_1ヲ2,4トセバ$\frac{V_1}{V_2}=\left(\frac{1,4}{1,8}\right)^3=0,47:\frac{G_1}{G_2}=\left(\frac{1,4}{1,8}\right)^3\cdot\frac{2,8}{2,4}=0,55$トナルヲ以テ石灰石ノ代リニ花崗石ヲ使用ストセバ容積ニ於テ僅カニ其四十七パーセントヲ以テ同一ノ目的ヲ達シ重量ニ於テ亦五十五パーセントヲ使用シテ足ルノ結論ヲ得タリ容積重量共ニ少量ニテ充分其用ヲ達スルノ裏面ニ於テハ單ニ物料ノ經濟ノミナラズ積ミ卸シ運搬取扱等ノ點ニ於テ多大ノ利益アルコトヲ看過ス可ラズ

其形狀、大小、配合ノ程度等ニ於テ同一ナリト假定センカ河中ニ存在スル沈澱物ニ就テ亦同樣ノ比較ヲ試ムルニ於テ何等不合理ノ點アルコトナシ

人若シ廣ク天然河川ノ實地ヲ視察セバ上記ノ法則ニ從ヒ河中ニ於テ自然ニ沈澱物ノ分類的配布ノ行ハル、コトヲ發見スベシ他ナシ其粒粗大ナルモ其比重ノ劣レル石質ノ砂利カ靜止沈澱セル場所ヨリモ尙一層强キ押轉力ノ存在セル場所ニ於テ上記劣等石ト等似形ニシテ其粒大ハ小ナルモ其比重ノ優レル砂利ノ存在セルヲ見テ之ヲ玩味スルトキハ其理由ノ存スル所上記ノ法則ニ基クコトヲ解シ得可ケレバナリ

第六節　定規斷面ノ決定

定規斷面ノ決定ニ先チ最モ必要ナルコトハ懸案河川ノ流量ヲ熟知スルニアリ前ニ屢〻述ベタル如ク廣義ノ意味ニ於ケル河川ノ流量ハ單ニ流水ノミ

ナラズ多クノ場合ニ於テ沈澱物ヲモ包含セルモノニシテ其流水中ニ沈澱物ヲ含有スル割合ハ勿論水位ニヨリ異ナルヲ常トス然シテ河川ノ平衡狀態ヲ維持シ得ルニ適當ナル斷面ハ優ニ水及沈澱物ヲ包含シタル流量ヲ遲滯ナク流下セシムルニ足ルモノナラザル可ラズ卽チ學理上ヨリ斷面ヲ決定スルニハ單ニ水ノ流量ヲ計算ノ基礎トスルニ止マラズ合セテ沈澱物ノ流量ヲモ考慮セザル可ラス是卽チ人工ヲ以テ造レル運河ノ如ク單ニ一定量ノ水ヲ疏通セシムルヲ目的トスル場合ト河川改修ノ場合ト大ニ其趣ヲ異ニスル點ナリ

既ニ第二篇第二章第二節ニ於テ述ベタル如ク天然河川中能ク平衡狀態ニ達シタル區間ニ於テハ河川ノ勾配ト平均橫斷面ト平均潤邊トノ間ニ於テ河底ノ安定ヲ保持スルニ適當ナル關係ヲ存スルモノナルガ故ニ今懸案ノ區間ニ等シキ性質ヲ有スル土地ニ於テ必要上天然河川ノ一部ヲ付ケ換ヘ一定ノ形狀ヲ有スル人造斷面ヲ以テ之ニ代用スルコトアリトセンカ當然ナル着眼點ハ先以テ懸案區間ニ現存スル平衡狀態ヲ模範トシ採テ以テ新河川ノ平衡狀態ヲ保ツニ適當ナル斷面決定ノ參考トナスニアリ換言スレバ天然ノ模範斷面ヲ以テ新造河川ノ斷面ニ擬スルニアリ(第二篇第二章第三節參照)斯クノ如クシテ新規ニ決定シタル斷面ヲ該區間ノ定規斷面(Normal profil)ト云ヒ其標準水位ニ對スル水面幅ヲ定規幅(Normal Breit)ト稱ス

天然ノ模範

各種ノ水

一區間ノ定規斷面及定規幅決定ニ對シテハ同一流量ヲ假定スルモノナルガ支川等ノ關係ニヨリ水量ノ增加スル場合ハ定規斷面亦變化ヲ要スルコト勿論ナリ換言スレバ定規斷面ノ決定ニ際シテハ常ニ標準水位卽チ一定ノ目的ニ對シ最重要視ス可キ水位ヲ標的トスルモノアリ卽チ洪水及沈澱物ノ流下ヲ目的トスル場合ニハ最良好ナル洪水斷面ヲ造成スルヲ努メ專ラ舟航ノ目的ヲ尊重スル場合ニハ夏季ノ低水位ニ對シ適當ナル定規幅ヲ定メ又主トシテ護岸工事ヲ目的トスル場合ニハ中水位ヲ標準トスル等ノ如シト雖モ此等各種ノ異リタル要求ヲ結合シテ一擧ニ其目的ヲ滿足セシムルコト必ズシモ不可能ナラズ若シ夫レ適切ナル工事ノ施設ニヨリテ一旦正當ナル定規幅ヲ決定シタリトセンカ以後ニ於テハ河流自ラ其自治的機能ヲ發揮シ當初ニ豫定シタル理想的平衡狀態ヲ反覆現出シテ遺憾ナカラシムルコトヲ期待シ

得ベシ是レ卽チ定規斷面決定上ノ最高理想ナリ

定規斷面ヲシテ各種ノ水位ニ對シ其相當水量ヲ快流セシムルノ條件ヲ學理的ニ計算スルノ方法ハ既ニ水理ニ關スル一般ノ書籍ニ詳ナルヲ以テ復タ玆ニ之ヲ贅セズ沈澱物流下ニ關スル學理ニ就テハ本章第四節所載ノ「デユボアー」氏ノ押轉力ニ關スル公式ヲ用ヒ上記ノ如ク新河川ヲ開設シテ舊河川ニ代用スルガ如キ場合ニ於テハ少クモ學理的計算上新河川ノ押轉力ヲシテ懸案河川ノ模範區域內ニ於ケル押轉力ト同等ナラシムルヲ要ス卽チ押轉力S_1ヲS_2ニ等シカラシムルヲ要ス否尙一步ヲ進メテ兩者ノ場合ニ於ケル沈澱物流下ノ容積ヲ同一ナラシムルヲ現想トセザル可ラズ此點ニ就テハ「フランクロイター」氏ハ稍〻其研究ヲ進メタルモ猶多クノ實際ヲ遠ザカレル假定ヲ存シ未ダ一ノ公式ヲ以テ數學的ニ實際ノ河川ニ於ケル沈澱物ノ流過容積ヲ決定シ得ルノ程度ニ達セザルガ故ニ此ハ尙今後吾人水理學者ノ奮勵研磨ノ結果ニ待ツテ解決ヲ要スルノ事項ナリ

第五章　河川氾濫ニ關スル理論及其應用

第一節　氾濫流量ト氾濫貯水量トノ區別

氾濫流量ノ定義

氾濫流量トハ河道ノ一般方向ニ對シ直角ナル橫斷面內ニ於テ河道ノ部分ヲ除去シ河道外ノ平地上ヲ流過スル一秒時ノ流量ヲ稱シ卽チ洪水氾濫ノ時ニ於ケル浸水全幅ニ亘リ河道一般ノ方向ニ直角ナル全橫斷面積ヨリ河道ニ屬スル面積ヲ減ジタル殘部ヲ流過セルモノニシテ該流量ニ河道內ノ流量ヲ加ヘタルモノヲ以テ實際ノ洪水全流量トス洪水流量ヲ計算スルニ當リ往々氾濫流量ヲ除外スルノ弊ニ陷ルコトナキニシモアラズ蓋シ氾濫流量ハ之ヲ確定スルコトノ困難ナルニ因ルト河道外ノ氾濫水ハ單ニ停滯スルニ止マリ卽チ流速ヲ有セザルモノト見做スモ甚シキ差異ヲ與ヘザルベシトシテ之ヲ輕視スルニ因ル·ナルベシ然レドモ本章第三節ニ說ク如ク吾人ノ觀測及調査ニ依リ氾濫水ハ侮ル可ラザル流速及流量ヲ呈スルコトヲ確認セリ

洪水全流量

氾濫流量ハ侮ル可ラズ

氾濫貯水量トハ河道ヨリ流出シタル河水ニシテ兩岸後方平地上ニ漲溢シ

氾濫貯水量ノ定義

或瞬時ニ現存セル水量ヲ稱シ任意ノ二個横斷面間ニ介在スル浸水區域上ノ貯水量ハ之ヲ區間貯水量ト名ヅケ氾濫貯水全量ハ同瞬時ニ於ケル區間貯水量ヲ合計シタルモノニシテ卽チ全浸水區域内ニ現存セル貯水量トス氾濫貯水量ハ時々刻々遞加スルカ若クハ遞減シテ一定セズ是卽チ下流ノ横斷面ヲ通過スル全流量ヲ調整スル作用ヲ呈スル所以ニシテ特ニ原始的河川ニ於テハ注目スベキ價値ヲ有シ且調査上趣味アル問題ナリトス

石狩川ノ實例

石狩川氾濫區域ハ實ニ廣大ニシテ長二十五哩幅之ニ相應セル一大湖ヲ顯出シ湖ノ水面勾配及貯水量ハ時々刻々ニ變化スルモノニシテ其出沒ハ單ニ洪水氾濫ト其運命ヲ共ニス斯ル一大湖ノ水量ヲ定時毎ニ測定セントスルハ至難ノ事業ニシテ多大ノ勞力ヲ要スルコトハ言ヲ俟タズ然レドモ後段述ブルガ如ク石狩川洪水ニ關スル問題ヲ解決スルニ當リ調査ノ根本タルベキモノナルヲ以テ之ガ敢行ニ當リ努力ヲ惜マザリキ

現章第二節ニ添付セル氾濫貯水量圖表ハ後段詳述スルガ如ク石狩川沿岸平原ニ氾濫セル貯水ノ容量ニシテ最大二百四十餘億立尺ニ達セリ

第二節　氾濫貯水量

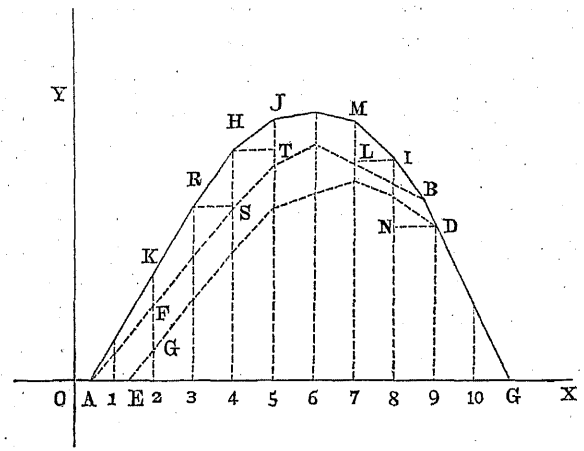
氾濫貯水全量ハ河道外ニ河水ノ氾濫シ始メタル時ヲ起點トシ次第ニ水位ノ上昇ニ伴ヒ其數量ヲ加ヘ若干時ヲ經過シ最大量ニ達シタル後次第ニ減ジテ沿岸氾濫ノ終期ニ至リテ止ムヲ普通トス卽チ一種ノ水波動ニシテ其高度及形狀ハ四圍ノ狀況ニ從テ變化ス

一種ノ水波

河水氾濫ノタメニ顯出スル一大湖水ノ容量ヲ算定スルニ必要ナル各處水位ノ高低ヲ知ランガ爲メ常設量水標以外ニ猶多數ノ假設量水標ヲ設置シテ洪水期間ヲ通ジ水位ノ觀測ヲ行ハシメ氾濫區域内相當間隔毎ニ一般河道ノ方向ニ直角ニ横斷面ヲ實測シテ前記觀測水位ヲ記入シ各斷面積ヲ計算スベシ而シテ水位ノ高低ニ伴イ各斷面積ハ刻々ニ增減ス今同時刻ニ於テ相隣レル兩端斷面積ヲ平均シ横斷區面ノ距離ヲ乘ジタルモノハ該區間ニ於ケル該時刻ノ氾濫貯水量ト見做スコトヲ得ベク又「シムソン」氏法則若クハ他ノ近似式ヲ用ヒ各横斷區間ノ貯水量ヲ合計シテ懸案時刻ノ氾濫貯水全量ヲ計算シ得ベシ次ニ時日ヲ横距ニ夫レニ相當セル氾濫貯水量ヲ縱距ニ適宜ノ縮尺ニ

テ圖上ニ記入シ全部ノ氾濫量圖表ヲ作製ス上圖ニ示ス 2GFIK ノ如キ縦線ハ KF. FG. G2 ノ如キ前記ノ各區間貯水量ヲ合計シタルモノニテ KF ハ氾濫區域ノ最上部ニ位セル第一區間ノ氾濫量 GF ハ第二區間ニ於ケルモノ等ノ如シ各縦線内ノ同一斷面ニ相當スル點跡例ヘバ AKBDC 線ハ全氾濫區域内ニ於テ氾濫期間ヲ通ジテ増減シタル氾濫貯水量ヲ示シ AFBDC 線ハ氾濫區域ノ最上部ニ位セル第一區間ヲ除キタル殘餘ノ部分ニ於ケル氾濫貯水量又 EGDC 線ハ第一及第二區間ヲ除去シタル部分ニ對スルモノヲ示ス等ノ如シ

第十一圖

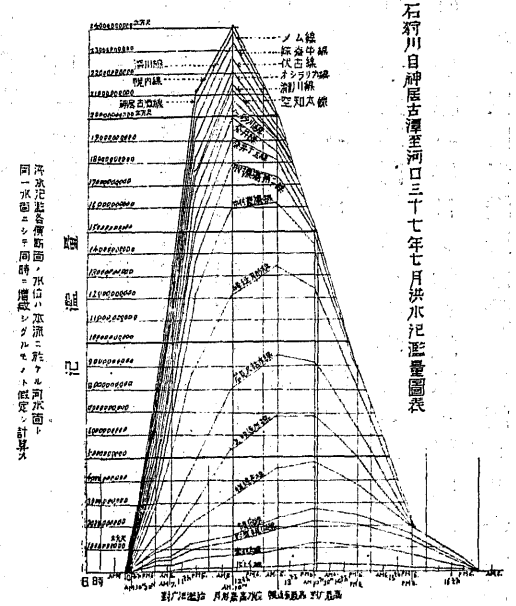


斯ノ如ク作製シタル氾濫量圖表ノ便宜ナル點ハ直チニ氾濫貯水全量ヲ知リ得ルノミナラズ尚隨時隨意ノ横斷面間ニ於ケル各區間氾濫貯水量ヲ知ルコトヲ得ルニアリ

圖中 3-4 4-5 等ノ如キ時間内ニ於ケル S.H JT. 等ノ如キ氾濫貯水量ノ増加ハ若シ氾濫ノ作用ナカリセバ懸案ノ氾濫區域ヨリ下流ニ流過スベカリシ全流量中ノ幾部ヲ收容シ調節セルモノニシテ假リニ流路ヲ直通セシメ若クハ堤防築設等人工ヲ加ヘ該區域ノ氾濫ヲ防止シタリトセバ洪水全流量ノ計算ニ當リ該時間内ニ區域ヲ流過セル現在全流量ニ加ヘザルベカラザル數量トス之ニ反シ 7-8 8-9 等ノ如キ時間内ニ於ケル M.L IN. 等ノ如キ氾濫量ノ減少ハ現在河川ノ狀態ニ於テ該時間内下流區域ノ流量ヲ補足シタルモノトス實例トシテ左ニ石狩川ノ氾濫圖表ヲ添付ス該圖ハ著者が主管ノ下ニ觀測シ計算セル結果ヲ圖式セルモノニシテ千九百四年七月大洪水時河口神居古潭五十二里間本流左右ノ平原ハ殆ンド一時ニ濫氾シ同月十日午前十時ヨリ十七日午後一時マデ百五十九時間繼續セル場合ニ屬ス

圖中横線ハ時日ヲ示シ縦線ハ氾濫貯水量ヲ示シ縦線内ノ各點ハ該時日ニ於ケル各區間氾濫貯水量ヲ下流ヨリ逐次記入シタルモノニシテ或ル時日ニ

第十二圖



於テ同一横斷面ニ相當スル點跡ガ水平トナス角ノ正切ハ該時日ノ毎秒時ニ於ケル氾濫ノ增加又ハ減少シタル度合ヲ示スベク又各縱線內ニ於ケル同一横斷面ニ相當スル點跡ハ區間ノ數ト同數ナルコト自明ノ理ナリ

圖表ハ左記ノ如ク二個ノ用途ヲ有ス

一　隨時ニ於ケル氾濫貯水全量ヲ知ルノ外水位觀測ノ結果ヲ基礎トシテ計算ヲ行ヘル各横斷面ニテ分割セル任意ノ一區域ニ於ケル氾濫貯水量ヲ知ルコトヲ得

二　隨時ニ氾濫全區域若クハ小區域ニ於テ其氾濫貯水ニ因リ流量ヲ調整

シタル每秒時ノ貯水ノ增加及減少率ヲ知ルコトヲ得

圖中最上部ニ位セル曲線ノ最高點ハ全氾濫區域ニ於ケル最大氾濫貯水量及其時日ヲ示シ該時日ニ於ケル貯水ノ增減率ハ全區域ニ對シテハ勿論零ナレドモ小區域ニ對シテハ必ズシモ然ラズ卽全區域ニ對スル氾濫貯水量增減ノ最大比率ヲ示ス時日ハ必ズシモ小區間ニ對スル其レト一致スルモノニアラズシテ一般ニ各區間ニ對スル最大氾濫量ヲ示シタル時日ハ其當該區間ニ對スル氾濫量ガ增加若クハ減少シタル最大比率ヲ示スベキ時日ト著シク懸隔スル場合多シ

第三節　氾濫流量

許容スベキ程度ノ氾濫流量曲線ヲ制定セントスルニ當リ吾人ハ左記事項ヲ假定ス

一　地上ヲ溢流セル流水ノ横斷面形ハ二次式拋物線ニ近似スルモノトシ其頂點ハ河岸ノ地面高ヨリ稍〻下方ニ位ス

二　實際ニ於テ認識スル如ク本川水位未ダ河道滿水面ニ達セザルニ河岸

平均地面高ヨリ低キ後方低地ハ既ニ若干ノ溢流水ガ下流ニ向ヒ流過スルモノトス

或ル横斷面ヲ通過スル氾濫流量ハ溢流斷面積ト平均流速トノ相乘積ナルガ故ニ前記假定ニ從ヒ左式ニ依リ之ヲ計算シ得ベシ

$$D=VA=\frac{2}{3}\times YC\sqrt{2/3YI}=\frac{2}{3}Y^{\frac{3}{2}}CY^{\frac{1}{2}}\sqrt{\frac{2}{3}I}=KY^{2}\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

K＝定數

Y＝拋物線ノ頂點以上ニ於ケル水位ノ高サニシテ常ニ昇降スルモノ

D＝氾濫流量。　C＝流速系數。　×＝溢流ノ幅員。

I＝水面勾配

約言セバ氾濫流量ハ本流ノ場合ニ於ケルト均シク溢流シタル水深ノ自乘ニ比例スルモノトス

氾濫流量曲線ヲ製定スベキ箇所ノ水位觀測表ヲ用ヒ其水位高ハ拋物線ノ假定シタル頂點ト同一水平ヲ基點トシタルモノニ換算シ之ヲG_1 G_2 G_3等トス

又別ニ前記氾濫圖表ヲ適用シ氾濫量ノ增減及上流本支川ヨリ流注セル流量ヲ知ルモノト假定セバT_1時ヨリT_2時ニ至ル時間內ニ於テ該個處ノ橫斷面ヲ流過セル全流出量(Q)ハ該時間ニ相當セル氾濫量ノ增加若クハ減少量(D_1)ト上流本支川ヨリ該氾濫區域ニ流注セル流量(D_2)ノ代數的和ニシテ卽チ$Q=D_2\pm D_1$（＋印號ハ氾濫量減少ノ場合　－印號ハ氾濫量增加ノ場合トス

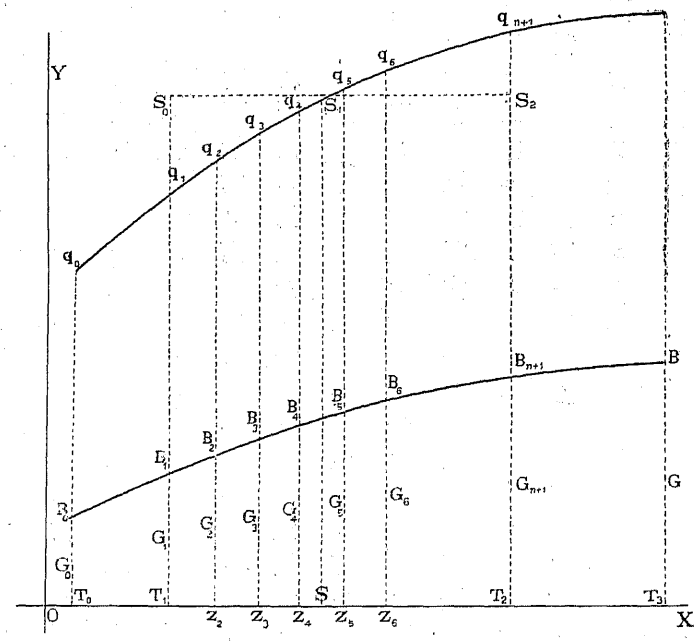
該橫斷面個處ノ河道內流量曲線ハ既ニ製定セルモノトシテT_1時ヨリT_2時ニ至ル時間內ニ河道內ヲ流過シタル流出量ヲ(Q_1)トセバ之ヲ全流出量(Q)ヨリ減ジタル殘數(Q_2)ハ同時間內ニ河道外ヲ流過セルモノナルコトヲ推定シ得ベシ斯ク算出シタルQ_2ナル流出量ヲT_1時ヨリT_2時ニ至ルT時間ヲ以テ除シタルq_1ナル數ハ該時間內ニ於ケル河道外氾濫流量ノ平均數ニシテ同一方法ヲ以テ他ノ時間ニ於ケルq_2 q_3等ヲ算出シ得ベシト雖モ猶此等ノ平均氾濫流量ニ該當スベキ水位高ハ未知數ナルガ故ニ之ヲ算出決定セン爲メ吾人ハ下記ノ圖式方法ヲ用ヒントス

同量面積方法

T_1時ヨリT_2時ニ至ルT時間內ニ於テT_1 Z_2 Z_3等ノ如キ時間ニ相當セルG_1 G_2

G_3等(水位ノ零點ハ拋物線ノ假定頂點ト同一水平面ニアルモノト想定ス)ノ如キ多數ノ水位ヲ觀測シタルモノトセバ適宜ノ縮尺ニテ時日ヲ横線ニ水位ヲ縦線ニ各時間毎ニ觀測シタル水位高 B_0 B_1 B_2……B_{n+1} ヲ記入シ水位圖ヲ作製スベシ第一式ニテ示セル如ク G_0 G_1 G_2等ノ水位高ニ相應スル流量ハ各水位ノ自乘ニ比例スルモノナルガ故ニ更ニ G_1 G_2 G_3等ノ水位高ヲ自乘シタル各數ヲ適宜ノ縮尺ニテ q_0 q_1 q_2等ノ如ク記入スベシ而シテ此等ヲ連

第十三圖



結シタル曲線ハ或ル期間ニ於ケル氾濫流量ヲ代表シ卽チ $T_1q_1\cdots\cdots q_{n+1}T_2T_1$ ナル面積ハ T_1 時ヨリ T_2 時ニ至ルT時間ノ流出量ヲ代表スルモノトス

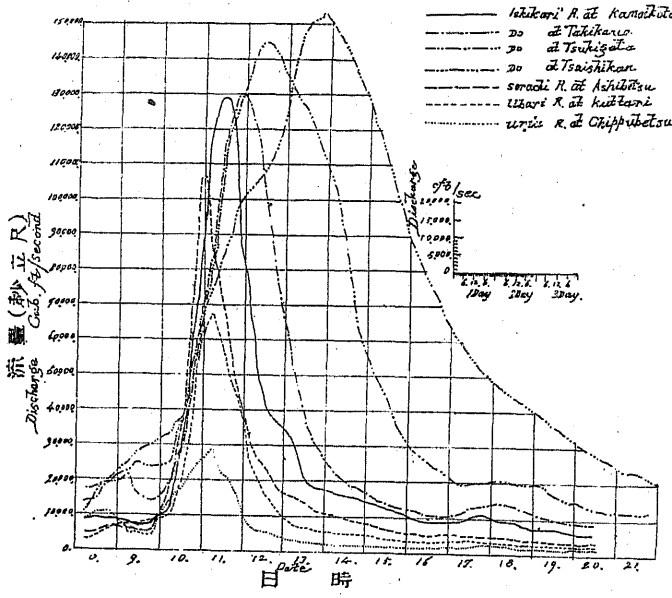
猶進ンデ $S_0S_1q_1$ ノ面積ヲ $q_{n+1}S_1S_2$ ノ面積ニ均シカラシムル目的ニテ○×線ニ平行セル試線ヲ數回引キ終ニ $S_0S_1S_2$ ノ線ヲ得タルモノトセバ該水平線ト $q_0q_1\cdots\cdots q_{n+1}$ 曲線ト交叉スル S_1 點ヨリ縦線 S_1S_1 ヲ引キ $q_0q_1\cdots\cdots q_{n+1}$ ヲ記入シタル同縮尺ニテ其長ヲ測リ之ヲ平方ニ開キ得タル數値ハ先ニ算出シタル T_1 ヨリ T_2 時ニ至ルT時間ノ平均氾濫流量 q_1 ニ相當スル水位高ヲ示セルモノナリ茲ニ於テ初メテ氾濫流量ニ對スル水位對流量ヲ得タリ之ト同一方法ニヨリ他ノ時間内ニ於ケル平均氾濫流量 q_2 q_3 ニ對スル各水位高ヲ算出シ斯クシテ多數ノ水位對流量ヲ得タレバ時間ニ關スルコトナク水位及相對流量ヲ表ニ記入シ河道内流量曲線ヲ製定スルト同一方法ニヨリ河道外流量曲線ヲ作製スルコトヲ得卽チ流量ハ水位高ノ自乘ニ比例シ拋物線ニテ表ハスモノトセバ其公式ハ

$$(Y-B)^2=Ax \text{ 或ハ } Y=\sqrt{Ax}+B \quad\cdots\cdots\cdots(II)$$

上記ノ表ニ依リ水位ヲ縦線ニ之ニ相當スル流量ヲ横線ニ圖上ニ記入セバ此等ノ各點ハ外見整ハズシテ各所ニ散在シ抛物線形ヨリ甚シク遠ザカルモノアルヲ常トス斯ノ如ク甚シク離散セルモノヲ除外シ殆ンド集合セルモノノミヲ選ビ誤差ヲ最少トナシ成ル可ク正シキ曲線ヲ製定スベキ方法數種アルモ最小自乘法ハ學理上ノ見地ニ基キ最モ適當セルモノヽ一ナルヲ以テ之ヲ適用スルコトヽセンカ

第十四圖

流量圖(水洪糸川狩石月七年四百九千)
Discharge Diagram in Case of flood July 1904.



前記ノ如ク計算ノ結果水位對流量 $Y\ldots X_1, Y_1\ldots X_2, Y_2\ldots X_3, Y_3\ldots$ X_p ノ數値ヲ知リ得タル時ハ $y=a+b\sqrt{x}$ 中ノ a 及 b ノ定數ヲ最小自乘法ニヨリ算定センニ左式ヲ用ユ

$$a=\frac{\Sigma(x)\Sigma(y)-\Sigma(\sqrt{x})\Sigma(\sqrt{x}y)}{m\Sigma x\times-\Sigma(\sqrt{x})^2}$$

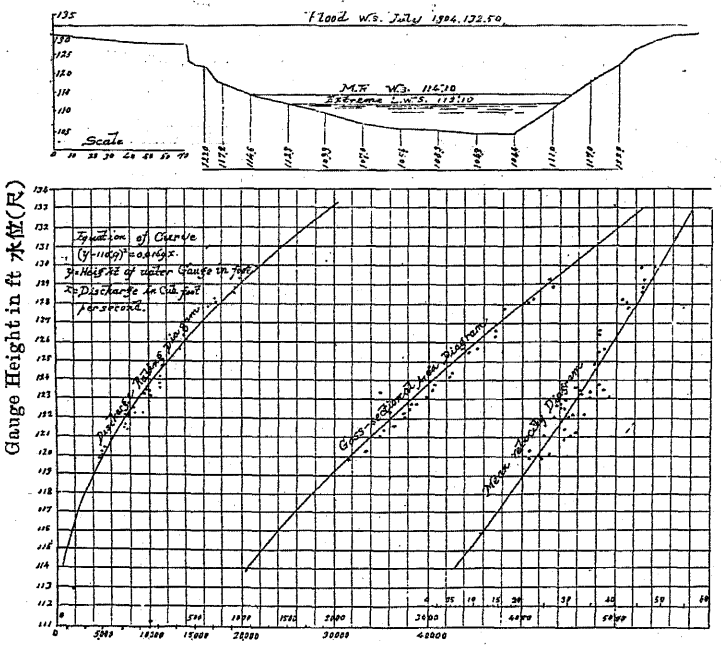
$$b=\frac{m\Sigma(\sqrt{x}y)-\Sigma(\sqrt{x})\Sigma(y)}{m\Sigma(x)-\Sigma(\sqrt{x})^2}$$

式中 m ハ水位對流量ノ組數

Σ ハ累計ヲ示セル記號

第十五圖

雨龍川水位對流量圖表(小蘇)
Discbargc rating Diagram cf Uriu Rioer



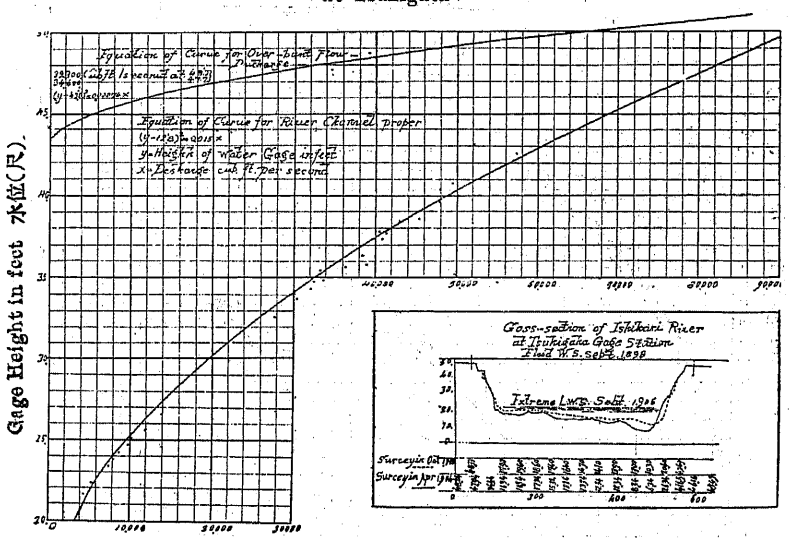
月洪水時石狩川本流中主要ナル水位觀測箇所及重ナル支川ノ流量圖表ニシテ時日ヲ横線ニ各測箇所ノ流量ヲ縦線ニ記入シ一目シテ本支川同時流量ヲ知ルニ便ナラシメ各曲線ハ符號ニヨリ箇所ヲ識別ス

下ノ第十五及第十六圖ハ石狩川本流重要箇所及重大ナル支川ノ水位對流量曲線圖表ニシテ「ブライス」流速器ニ依ル數多ノ觀測ノ結果及最小自乘法ヲ用イ計算シ幾多ノ努力ヲ重ネ十ケ年以上ニ亘リ繼續施行

第十六圖

石狩川水位對流量圖表(目形)

Discharge-rating Diagram for Ishikari Biver at Tsukigata



セル結果ノ一ニシテ流量曲線ヲ定ムルニ當リ水位ニ對スル流量ノ關係ヲ示ス曲線方程式ハ頂點ヲ縦軸中ニ存スル二次式拋物線ト假定セリ之ヲ石狩川本支流々量觀測ノ結果ニ對照スルニ可ナリ適合セルヲ見ル但シ水位高ハ本支川全部ヲ通ジ平均海水面ヲ基面トス

第四節　平均流量。氾濫流量。洪水全流量ノ算定及將來ニ於ケル洪水量ノ想定

吾人ハ既ニ前記氾濫圖表及本支川ノ流量圖表等必要ナル調査材料ヲ得タルニヨリ間接方法ニテ以下述ブルガ如ク平均流量、氾濫流量及或横斷面ニ於ケル洪水全流量ヲ決定シ尚將來ノ洪水量ヲ豫想シ得ベシ

平均流量。　或横斷面ヲ選ビ適宜ノ時間内ニ於テ上流本支川ヨリ注入セル流量ヲ合計シ之ニ該時間内ニ該横斷面上流ニ於ケル氾濫貯水量ノ增減ニ從ヒ其減少ノ數量ヲ加ヘタル和又ハ其增加ノ數量ヲ減ジタル餘數ヲ經過セル時間ニテ除スレバ該時間内ニ該横斷面ヲ通過セル平均流量ヲ得ベシ

氾濫流量。　該横斷面河道内ノ流量曲線若クハ流量表ニヨリ該

道内ヲ流過セル流量ヲ算出シ之ヲ前記上流本支川流量ニ氾濫量ヲ加減シタルモノヨリ減ジテ得タル數ヲ經過時間ヲ以テ除シタルモノハ河道外ノ地上ヲ流過セル流量ニシテ卽チ全横斷面積ヨリ河道内面積ヲ減ジタル浸水區域ヲ通過セルモノナリ而シテ之ニ相當スベキ水位ハ先ニ敍述スル同量面積方法ニヨリ算出シ以テ水位對流量ヲ得斯ク同方法ヲ繰リ返ヘシ適宜ノ水位對流量ヲ算出セバ之ニ基キ河道外流量曲線ヲ作製スベシ

洪水全流量。河道内流量曲線及河道外ノ氾濫流量曲線トハ之ヲ混合シテ新ニ一ノ曲線ヲ作リ之ニ依リ直チニ任意ノ水位ニ對シ河道内外ノ流量卽チ洪水全流量ヲ知リ得ベシ

實例ヲ擧グレバ石狩川對雁横斷面ニ於テ河道内流量曲線ハ既ニ作製シタルガ故ニ更ニ河道外流量曲線ヲ算定スルコト次ノ如シ卽チ千九百四年七日十三日午前六時ヨリ同日午後十時迄ノ間ニ於テ同處上流ヨリ流下セル本支川ノ流量ニ氾濫貯水量ノ減少量ヲ加ヘタル平均流量ハ一秒時十五萬八百立尺ニシテ内河道内ヲ流過セル平均流量十一萬二千立尺ヲ減ジタル數三萬八千立尺ヲ以テ同所ニ於ケル氾濫流量トス次ノ時間等ニ於ケル氾濫流量ハ左表ノ如シ

	十三日午前六時ヨリ同　午後十時三十分マデ	十三日午後十時三十分ヨリ十四日午後六時マデ	十四日午後六時ヨリ十五日午後六時マデ
本支川ノ流出量ニ氾濫減少量ヲ加ヘタル一秒時ノ流量	150,800 立尺	135,800 立尺	105,600 立尺
河道内ノ流量	112,000″	110,300″	101,000″
河道外ノ流量	38,800″	25,500″	4,600″

上記ノ如キ間接方法ニヨリ河道外流量ヲ算定セル三箇ノ結果以外ニ同斷面ニ於テ技熟セル坂本技手ノ實測ニ係ルモノ卽チ水位二十四尺〇五ニ對スル河道外流量一萬二千八百立尺ヲ信用シ合計四箇ノ結果ヲ採擇セリ

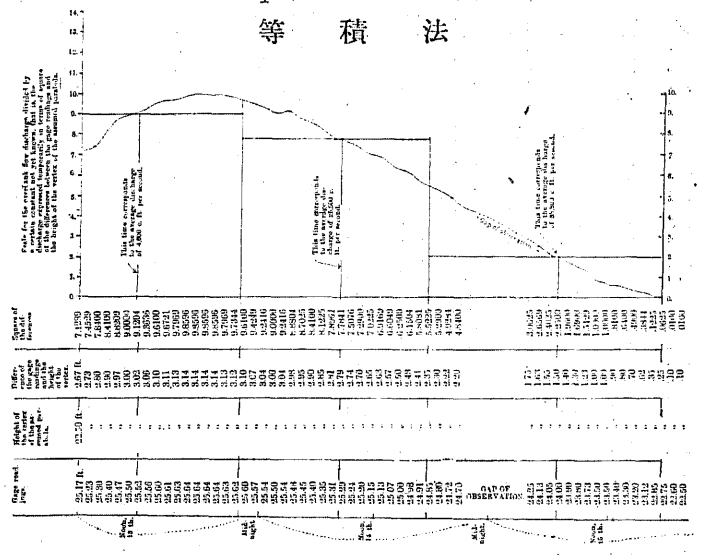
水位對流量ノ關係ヲ示ス二次式拋物線ノ頂點ハ最初ニ河岸地盤高其他土地ノ狀況ヲ參酌シ同所量水標ニテ二十二尺五寸ニ位スルモノト假定シ同量面積方法ニ示セル如ク時日ヲ横線ニ又水位ノ觀測時毎ニ既測ノ水位高ヨリ上記ノ假定頂點高二十二尺五ヲ減シタル餘數ヲ自乘シタルモノヲ適宜ノ縮尺ニテ縦距ニ記入シ各點ヲ連結シテ前記氾濫流量ヲ算定シタル各時間内ノ

平均高九、一二°　七、七八°　一二、二五ヲ測リ之ヲ開平シテ「三、〇二」「二、七九」及「一、五

第十七圖

The Equivalent Area Method

等積法



〇ヲ得ベシ此等ニ上記ノ頂點高二十二尺五寸ヲ加ヘタル二十五尺五二°　二十五尺二九及二十四尺ハ流量三萬八千立尺、二萬五千五百立尺及四千六百立尺ニ相當スル量水標水位トス

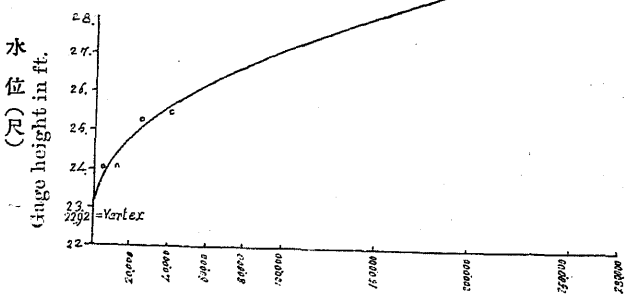
斯ク計算シ得タル水位對流量三組ノ外ニ坂本氏ノ實測シタル一組ヲ加ヘ

水位	流量
25,52	38,800
25,29	25,500
24,05	12,200
21,00	4,600

第十八圖

石狩川水位對氾濫流量圖表（對雁）

The Overbank Flw Discharge Rating Diagram
Tsuishikari Station



之ヲ基トシ $y=a+b\sqrt{x}$ ノ拋物線方程式中ノ a 及 b ノ系數ヲ最小自乘法ニヨリ算出セバ $a=22,92$　$b=.0134$　卽チ $y-22.92=.0134\sqrt{x}$ 或ハ $(y-22,92)^2=.00017956x$ トナル

斯ノ如ク計算シ得タル頂點高二十二尺九二ハ假定シタル頂點高二十二尺五ト比較スルニ稍一致セザルモ其差ハ事業ノ性質上ヨリ考察シテ之ヲ看過スルコトトセリ

圖ハ上記方程式ヲ用ヒ對雁河道外流量曲線ヲ作製セルモノナリ

將來ニ於ケル洪水流量

堤防若クハ直流等ノ如キ改修工事ヲ施行シ全然氾濫ヲ防止シタルモノトセバ將來ニ於ケル洪水流量ニ就テ

ハ懸案個處上流氾濫貯水量ノ最大增加率ニ之ト同時ニ該個處橫斷面ヲ流過シタル全流量ヲ加ヘタルモノヲ改修後ニ於ケル最大洪水量ト見做シ得ルヲ普通トス然レドモ或場合ニ於テハ最大ニ達セザル氾濫增加率ガ之ト同時ニ該橫斷面ヲ流過セル流量ト合計シテ最大數ヲ示スコトナシトセズ要スルニ氾濫增加率ト懸案橫斷面ノ實際ノ流過量トノ和ガ最大トナル場合ヲ發見シテ將來ノ最大洪水量トスルニアリ

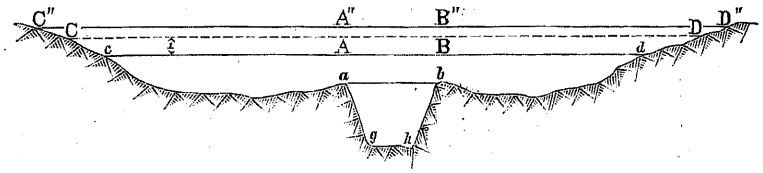
千九百四年七月洪水時石狩川ノ實例ヲ徵スルニ該洪水ヲ惹起セル流域內ノ降雨量ハ二百八乃至百三十「ミリメートル」ニシテ其結果神居古潭(左岸五十二里二十五丁五十二間)水測所ニ於ケル最大洪水量每秒時十二萬九千立尺ニ達シ該所下流ノ河道滿水面ノ流過力ハ三萬立尺ニ過ギザルガ故ニ其大部分ハ左右河岸ヲ橫溢シ之ニ雨龍川ノ流量ヲ加ヘ下流瀧川水測所(左岸三十七里八丁十五間)附近河道流過力八萬七千立尺ニ過ザルニ同所ニ於テ空知川ノ洪水ヲ受ケテ著シク兩岸原野ニ氾濫セシメ月形水測所(右岸二十三里二十四丁五十間)以下ノ河道流過力八萬九千立尺ニ對シ更ニ夕張川洪水ヲ加フ如斯氾濫量ハ時々刻々ニ增加シテ本支川ノ流量ハ大部分之ヲ廣大ナル原野ニ氾濫シ長約二十五里巾十里ノ間ニ一時的一大湖ヲ現出セシム

而シテ神居古潭河口間氾濫增加ノ最大率ハ一秒時二十二萬九千立尺ヲ算シ氾濫圖表ニ示スガ如ク本流ニ沿ヒ全浸水區域上ニ於ケル最大氾濫貯水量二百四十二億五尺ニ達スルガ水量ヲ收容シ流量ヲ抑制シタル影響トシテ下流對雁水測所(左岸九里三十三丁三十三間)ニ於テハ最大流量僅ニ十五萬立尺ニ止マリ降雨ノ歇ミタル後六十六時間ヲ經過シテ最高水位ヲ示シ水位ノ上昇極メテ緩徐タリ

今對雁神居古潭間同區域ニ亘リ改修工事ヲ施行シタルモノトスレバ將來流過スベキ最大洪水量ハ滲透蒸發ヲ論外トシ同所間最大氾濫率二十二萬七立千尺及之ニ相當スル時日ニ對雁ヲ流過シタル流量七萬千立尺ヲ加ヘタル二十九萬八千約三十萬立尺ニ達スベキヲ想定シ得ベシ

以上計算ハ千九百四年七月洪水ヲ標準トナシタルモノナレドモ降雨ノ分布及土地ノ狀態等ヲ異ニシタル時ハ前記計算數ニ差異ヲ生ズベキコトハ素

第九十圖



ヨリ言ヲ俟タズ

第五節　氾濫貯水ニ對スル河岸ノ收容力

河川ノ或橫斷面ニ於テabhgノ如キ河道ノ流過力ガ上流ヨリ流下セル全洪水量ヲ疏通セシムルニ十分ナラザル時ハ洪水ノ一部ハ河岸ヲ超ヘ溢流シabナル水面ハC″A″B″D″迄上昇スベシ斯ク水面上昇セバ一面ニ於テハ河道內ノ水深卽動水半徑ヲ加ヘ尙且斷面積ヲ擴大シテ河道內ノ流過力ヲ增加シ一面ニハ河道外氾濫量ヲ增加シテ該橫斷面下流ノ洪水流量ヲ緩和ス

河岸ノ一般方向ニ沿イ測リタル沿岸單位距離ニ於ケル氾濫貯水量ハ自然ノ地勢ニヨル浸水面ノ高ニヨリ增減シ洪水位上昇ノ比卽チ速度ハ浸水斷面ノ形狀大小及洪水烈度ニ關係ス

吾人ハ左記二方法ニヨリ洪水氾濫貯水量ニ對スル河岸

ノ收容力ヲ算定セリ

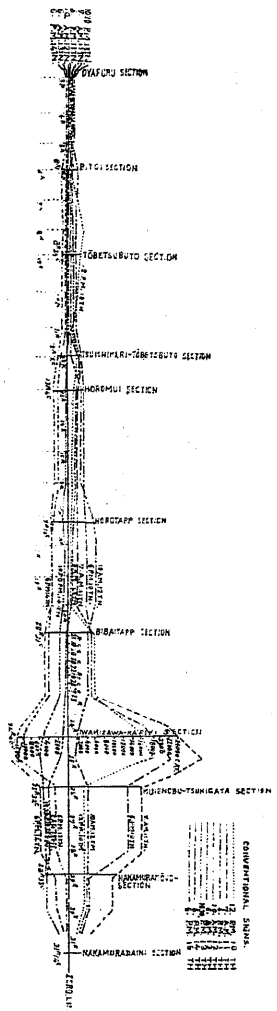
一、時間對容積法　河道ノ一般方向ニ沿イ測リタル單位距離ニ於テ單位時間ニ氾濫セル貯水量ヲ算定スルコト左ノ如シ

$$V=CABDD'B''A''C''C\times 1.$$

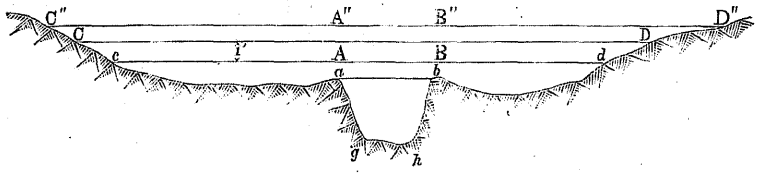
但シAA″或ハBB″ハ單位時間ニ於ケル水位ノ上昇トスVノ數値ハ河岸單位距離ニ於ケル單位時ノ氾濫貯水量ニシテ以下單ニ氾濫率ト名クベシ

河岸氾濫貯水量收容力圖表寧ロ氾濫率圖表ハ里程ヲ橫距トシ毎秒時當該

第十一圖



第二十一圖



一里上ニ於ケル氾濫貯水量ヲ適宜ノ縮尺ニテ縦距ニ貯水量増加ノ場合ハ横軸以上ニ又其減少ノ場合ハ同以下ニ入記ス例ヘバ上ノ第二十圖ノ如シ

圖ハ石狩川三里ヨリ三十一里間千九百四年七月洪水時ノ氾濫率圖表ヲ示シタルモノニシテ各横斷面ニ觀測シタル水位ノ昇降ヲ記シ圖中ニ示ス時間ニ於ケル氾濫貯水量ヲ計算シタル等努力ヲ重ネタル結果調製セルモノナリ

各線ハ當該時ニ對應シ横軸ニ記入セル各里程ヨリ之ニ接續スル上流一里間ニ於ケル一秒時立尺ノ氾濫貯水量ノ増減ヲ示スモノニシテ横軸以上ノ縦距ハ氾濫率ノ増加同線以下ノ夫レハ減少ヲ示ス又各横斷面ニ於ケル氾濫面積計算ハ本流水位ト均シク平等ニ横溢シタルモノトセリ

二、水深對容積法　河道ノ一般方向ニ沿ヒ測リタル單位距離ニ於テ水面ノ上昇單位深ニ相當シタル氾濫貯水量V″ヲ計算シテ河岸ノ氾濫貯水量收容力ヲ測定スルコト左ノ如シ

$$V''=cCDdc\times 1$$

ナリ但シcCハ單位水深ナリ而シテ其値ハ時間ニ關係ナキモノニシテ之ヲ單位距離ニ於ケル單位深ノ氾濫貯水量ハ又ハ單ニ單位深ノ氾濫貯水量ト名ヅクベシ

單位深ノ氾濫貯水量ハcCC″又ハdDD″ノ兩端垂直ニシテ假ヘ氾濫ノ水深ヲ異ニスルモ上下ノ幅員同ジキ場合ニアラザル限リハ同一ナル値ヲ保ツコトナシ如斯場合ハ實際稀ニシテ卽チ各横斷面ノ洪水面ノ上昇スルニ從ヒ單位深ノ收容力ニハ差違アルヲ普通ナリトス

石狩川洪水時沿岸數哩ニ亘リ左右氾濫シタル場合ノ如キ沿岸距離一里ニ於テ水位一尺ノ上昇ハ著シキ收容力ヲ示セリ

第六節　河川改修ニ當リ沿岸氾濫量ノ影響

沿岸氾濫量ハ洪水流量ニ關スル問題ヲ明瞭且正確ニ解決セントスルリ頗ル煩雜ト疑惑ヲ來スモノナリ或種ノ改修工事ヲ施行シ洪水時ニ於

水位ヲ低降シテ最早沿岸ニ溢流セザルモノトセバ河岸溢水收容力卽チ貯水作用ヲ消滅シ先ニ述ベタル(一)ノV量(二)ノV″量ハ何レモ零トナリ在來堤塘ヲ、超越シテ後方平原ニ擴布シ游水セル分量ニ均シキ洪水量ノ一部ハ從來ノ全流量ト相合シテ改修區域以下ニ屬スル各橫斷面ヲ流過セザルベカラザルノ理ナリ卽チ改修工事施行ノ結果トシテ水位ノ低降ハ貯水作用ヲ消滅セシメ該區域下流ノ洪水量ハ改修前ニ比シ增加スルガ故ニ河道內ノ流過力ヲ增加シ之ヲ補塡スルノ必要アリ再言セバ改修區域中ニ於テ懸案橫斷面ノ上流河岸相當距離ニ於ケル溢水收容力ヲ消亡シタル補償トシテ該橫斷面ニ對シテハ前ニ該橫斷面ヲ流過セル全流量以上ニ上記收容力消亡量ニ等シキ流過力ヲ附與セザルベカラザルモノナリ

改修工事ニヨリ沿岸氾濫ヲ全部防止シタルモノト假定セバ氾濫區域ノ最下流ニ位スル橫斷面ヨリ下流ノ部分ニ於テ舊洪水流量ニ增加スベキ數量ハ區間氾濫收容力ヲ合計シタルモノニシテ先ニ敍述シタル該區域ノ河道ニ沿ヘル氾濫率ヲ累計シタルモノナルコトヲ知ル而シテ增加流量ノ全量ハ

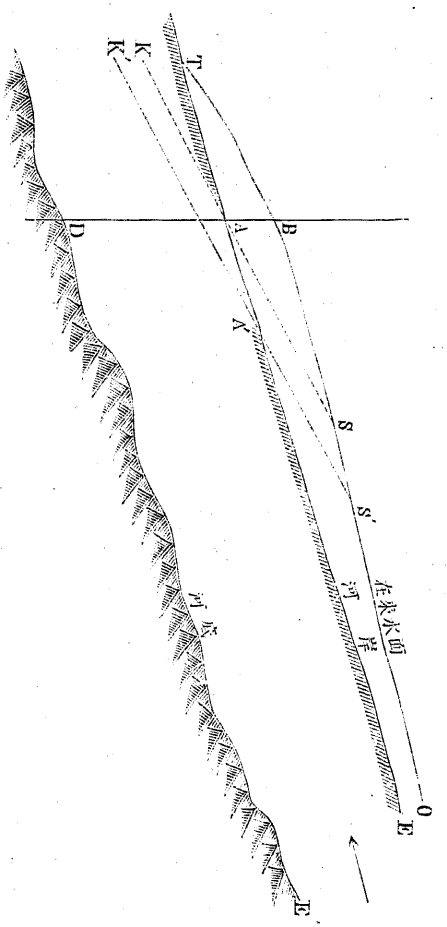
$$D''=\int_0^x v\,dx$$

式中Vハ橫斷面每ニ變化スル氾濫率

dx　河岸區分的延長

D″　增加流量

第　圖

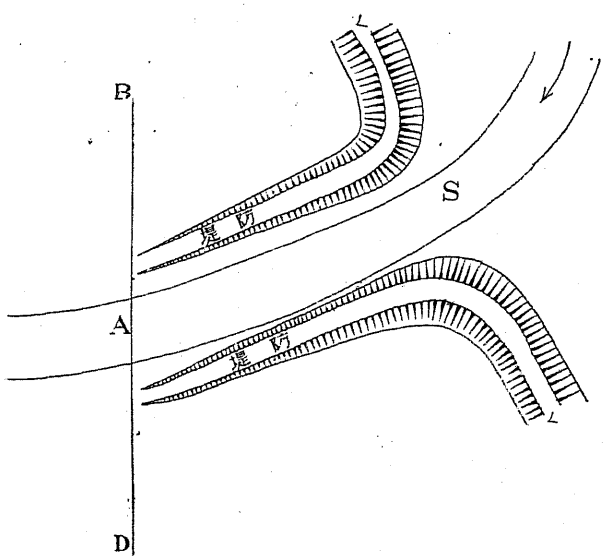


改修工事施行後水面低下ノ影響スル範圍

或横斷面ノ下流ニ於テ捷路若クハ放水路ノ如キ改修工事ヲ施行セバ竣工後河流水面ニ如何ナル影響ヲ生ズベキカヲ想定スルニ二個ノ方法アリ今第二十二圖中BADナル河川横斷面ニ於テ施行前ノ水面ヲBトシ該横斷面下流ニ於テ改修工事施行ノ結果A點卽チ河岸地盤ノ高サ迄水面低下シタリト假定セバ必ズ上流或限度迄其影響ヲ及ボシ新水面ハ舊水面トS點ニテ交叉シ該個處上流ニハ何等ノ變化ヲ及サズ卽チS點ハ改修工事ノ影響スル限度ヲ示スベシ圖中改修前ノ舊水面ハTBSS'Oニシテ今ヤ舊水面TハKニ低下セルモノナリ

A點下流ノ部分ニ於テハ改修工事施行ニ依リ岸頭面以下ニ水位下降シタルガ故ニ洪水全流量ノ一部ハ政修工事施行以前ト異リ最早本流ヨリ兩岸ニ横溢スルコトナシ卽チ氾濫貯水量ニ對スル兩岸ノ收容力ヲ減亡シテ河道外ニ於ケル氾濫貯水ヲ生ゼシメズ其結果トシテ從來此部分ニ行ハレタル氾濫貯水量ニ相當セル水量ハ先ニ氾濫收容力ニ就キ說明シタル如ク改修工事施行後今ヤ本川河道內ノ流量ニ增加セザルベカラズ然レドモA點ヨリ上流ノ部分ニ於ケル新水面ハS點ニ近接スルニ從イ岸頭面上次第ニ高サヲ增加シ遂ニS點ニ於テ舊水面ニ結合スル而シテA點以上S點ニ至ル區間ニ於テハ以前ト其氾濫ノ正負狀態ヲ同クスベキモ其量ガ果シテ幾何ニ達スルヤハ卽時之ヲ確ムルコト難シトス茲ニ於テカ工事施行後ニテ該區間ニ於ケル氾濫ハ如何ナル程度ニ起ルヤ且ツ其水位ニ及ボス影響幾何ナルカハ別ニ假定ヲ設ケ之ヲ考究セザルベカラズ

第二十三圖



其一

今若シ河道沿岸ニ堤防ヲ築設(第二十三圖)シテ下流改修工事ノ爲メ水位ニ影響ヲ及ボスベキ區

間卽チA點ヨリS點ニ至ル迄全部河道外ノ氾濫ヲ防止シタリト假定セバS點下流ニ於ケル改修後ノ新流量ハS點ニ於ケル改修前ノ流量ニ既述セルA點下流ノ氾濫率ヲ補償スベキ水量ヲ加ヘタルモノニ尙且ASノ部分ニ於ケル氾濫率ニ相當スル水量ヲ加フベキモノトス第二十二圖中KAS'ナル新水面ハ上記ノ假定ノ下ニ短距離ニ實測セル橫斷面毎ニ逐次水面勾配ヲ算出シ得タル數ニ基キ記入セルモノナリ

其二

改修工事施行後ASナル部分ニ於ケル河道外氾濫率ハ施行前ト均シク何等ノ變化ナキモノト假定ス該假定ニヨリ改修區域ニ於ケル新流量ハ改修前ノ流量ニA'K'ナル部分ノ氾濫率ニ相當セル水量ヲ加ヘタルモノニ止マリ換言スレハ前記其一ニ於テ假定セル如ク氾濫ヲ絕對ニ防止シタル場合ニ比シ流量稍少キガ故ニ新水面ハ圖中KASノ代リニKA'S'ノ如キ形狀ヲ示スベキコトヲ推定シ得ラルベシ卽チ改修工事ノ影響ハ更ニ上流ニ及ボシ新水面ト河岸高ト一致スル點ハAヨリ上流A'ニ移動ス(第二十二圖參照)

S及S'ノ兩點ハ極端ノ場合ヲ假定シ算出シタルモノナルガ故ニ改修工事ノ水位ニ影響スル實際ノ限界ハ常ニS及S'ノ中間ニ存在スベキモノナルコトヲ知ルベシ

總テ該種ノ假定計算ヲ行フニ當リテハ氾濫ノ理論ノ章ニ於テ述ベタル如ク多クノ場合ニ於テ氾濫率ニ基キ單位時ニ水面ノ上昇スル割合ハ以前ト異ナルコトヲ忘ルベカラズ何トナレバ氾濫水深ノ異ナルニ從ヒ氾濫水量ニ對スル河岸ノ水深對容積能力ガ以前ト相均シカラザル可キガ故ナリ

第七節　流域內ニ於ケル降雨ノ强度及時間ニ基ク流出量ノ計算

既往ニ於ケル流出量ヲ基礎トシ將來ノ流量ヲ想定スルニハ第五章第一節乃至第六節ニ記述セル方法ヲ以テ最モ實際的ナリトスト雖モ半バ之ヲ比較試算スルノ意味ニ於テ既往ノ降雨觀測ノ結果ニ依リ河川ノ流域內ニ於ケル降雨ノ强度及時間ヲ與ヘラレタル基礎トシテ之ヨリ生ズベキ最大流量ヲ考究セントセバ恰モ或ル聚水面積ニ對スル下水ノ流出量ト同樣ノ方法ニ依ツ

テ得可キガ故ニ今「ビカリ」式ヲ基礎トシテ「ヒユツテ」ニ記載セル說明ヲ襲踏スルトキハ左ノ如シ

「ビカリ」式流出量計算方法

今若シ q_r ヲ以テ面積一「ヘクトル」上ニ於ケル一秒時ノ降雨量ヲ「リートル」ニテ示スモノトシ

Eヲ以テ懸案ノ面積ヲ「ヘクトル」ニテ顯ハスモノトスレバ

毎秒時ノ全流出量 Q_r「リートル」ハ q_rE ニアラズシテ $Q_r=\varphi q_rE$ ナルベシ但シ φ ハ蒸發又ハ吸收セラレズシテ流出スル雨量ノ全降雨量ニ對スル比率ヲ示スモノニシテ謂ユル流出率ナリ

下水ノ場合ニ於テ各種ノ表面ニ對スル φ ノ値ハ普通左ノ如キ範圍ニ在リ

屋根面	○、八—○、九
水密ナル鋪料路面	○、七—○、九
普通鋪料路面	○、四—○、七
マカダム路面	○、四—○、六
公園路	○、二—○、四
鋪料ナキ路面	○、一—○、二
公園及庭園	○、○—○、一

聚水面積ハ一般ニ各種ノ流出率ヲ有スル區分面積ノ集合セルモノナルヲ以テ懸案ノ全聚水面積ニ對スル流出率ハ

$\varphi=\varphi_1p_1+\varphi_2p_2+\varphi_3p_3+\cdots\cdots$ ナルベシ式中 p_1 p_2 p_3 等ハ異リタル流出率ヲ有スル區分的面積ノ百分率ト知ル可シ

吐口ニ達スル水量

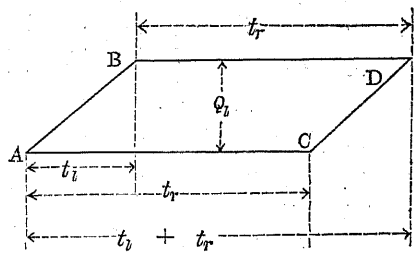
一降雨ノ初期ニ於テハ懸案ノ吐口ニ近キ地帶ニ於ケル降雨ノミガ同時ニ吐口ヲ流過スルニ過ギズト雖モ降雨繼續ノ時間ガ漸次延長スルニ從ヒ逐次遠隔ノ地帶ヲ網羅シ竟ニ全流域ノ雨量ガ吐口ヲ同時ニ流過スルニ至ルベキガ故ニ降雨ノ强度及ビ期間ガ流出量ヲ左右スルハ自明ノ理ナリ今若シ最遠ノ地帶ニ於ケル雨量ガ吐口ニ到達スル前ニ降雨ガ遏ミタリトセバ全流出量 $Q_r=\varphi q_rE$ ノ一部ガ遲刻スルヲ以テ實際ニ於テハ全流出量ノ一部ガ同時ニ吐

口ヲ流過スルニ止マルベキハ又當然ノ理ナリ該ノ實際ノ流出量ノ全流出量ニ對スル比率ヲ遲滯率ト云フ

實際流出量ノ計算方法

吐口ニ於ケル實際流出量ヲシテ全流出量ヨリ減少セシムル謂ユル遲滯流量ハ流出量圖表ヲ調製シテ之ヲ決定スルヲ得可シ該圖表ハ降雨ノ時間ヲ直角座標ノ横距トシ之ニ相當スル流出量ヲ縱距トシテ調製スルモノナリ

第二十四圖



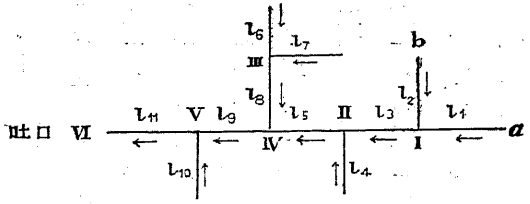
流出量圖表

今吐口ヨリ最遠地帶ニ至ル距離ヲ1トシ流出ノ速度ヲvトスレバ最遠地帶ノ降雨が流出シテ吐口ニ達スル時間ハ$t_r = 1/v$ニシテ該時間ノ終リニ於テハ降雨ガ猶繼續スルモノト假定スレバ全面積E_lハ毎秒時全流量$Q_l = q_r E_l$ヲ流出スベシ

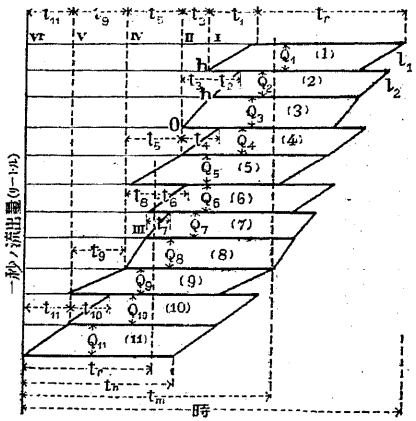
圖中B點ハt_lヲ横距トシQ_lヲ縱距トシテ之ヲ定ムベキモノトス而シテQ_lヲ得ル爲メニハ最初毎秒時一「ヘクトル」上ニ降ル雨量q_rヲ求メ之ニE_l「ヘクトル」ヲ乘シ尙之ニ流出率φヲ乘ズベキモノトス

今若シ各地帶ヨリノ流出狀態ニ於テ格別ノ差異ナキモノト假定シt_rガ降雨ノ期間ヲ示ストセバ任意ノ時tニ於ケル流出量Q_tハABDCノ線ニ對スル縱距ニヨリ之ヲ顯ハスヲ得ベシtニシテt_1ヨリ小ナリトセンカ懸案ノ流出量ハt_1時ノ終リニ於ケルヨリ小ナルヘシ而シテ其比ハ卽チ$\frac{Q_t}{Q_l}$トナル若シtがt_1ヨリ大ニ且ツt_rヨリ小ナルトキハQ_tハQ_lニ等シク又tガt_rヨリ大ニシテt_r+t_1ヨリ小ナルトキハ

第二十五圖A



第二十五圖B



$Q_t = \frac{t_1+t_r-t}{t_1} Q_r$ トナリ又

t ガ t_r+t_1 ヨリ大ナルトキハ Q_t ハ0トナルベシ(第二十四圖參照)

降雨ノ始リニ於テ最遠地帶ニ降リタル雨ガ懸案ノ吐口ニ達スル時間ハ降雨ノ終リニ於テ之ニ降リタル雨ガ該吐口ニ達スル時間ニ同ジカルベク降雨ノ期間ハ一定數ニシテ t_1 ハ降雨ノ始終ニ於ケル流出量ニ對シ同一ノ影響ヲ與フルガ故ニABハCDニ平行ナルベキノ理ナリ

摘要

上記ノ考究ニ用ヒタル記號及ビ結果ヲ再ビ綜合スレバ左ノ如シ

q_r ハ一「ヘクトル」上ニ於ケル降雨量ヲ「リートル」ニテ示スモノ

Eハ懸案面積ノ「ヘクトル」數

φ ハ流出率

Q_r ハE「ヘクトル」ヨリノ流出量ヲ「リートル」ニテ示スモノ

l ハ懸案地帶ノ全部ノ長

v ハ流下速

$t_1 = l/v$ ハ最遠地帶ノ降雨ガ懸案ノ吐口ニ達スルニ要スル時間

t_r ハ降雨ノ時間ナリ

數個ノ流出圖表ヲ連合スル法

前記ノ方法ニヨリ支溝ニ屬スル一地帶ノ流出量ヲ決定シ得ベキガ故ニ左ニ各支溝ニ屬スル流出量ヲ合計シテ全地帶ノ流出量ヲ計算スルノ方法ヲ說明スベシ

(1)同一合流點ニ屬スル各地帶ノ流出量圖表ハ總テ橫距ニ對シ同一起點ヲ有ス

(2)或ル二個ノ合流點間ニ介在スル地帶ノ流出圖表ニ於ケル橫距ノ起點ハ該地帶ノ上流ニ於ケル地帶ノ橫距ノ起點ヨリ左方ニ位スルコト正ニ $t_r = l/v$ ナリ但シ l ハ該合流點間ノ地帶ノ長サニシテ v ハ每秒ノ流過速度ナリ

(3)連合圖表ヲ調製スルニ當リテハ上流最遠ノ地帶ヨリ始メ漸次ニ下向スベシ

一般ノ場合

一般ノ場合ヲ例示スレバ上記ハ一層明瞭トナルベシ第二十五圖Aニ示ス支溝系統ニ對スル連合圖表ハ同圖Bニ示ス如クニシテ左記ニ從ヒ之ヲ得ベシB圖ニ於テ(1)ハA圖ノl_1ニ依リテ排水スベキ地帶ノ流出圖表ヲ示シt_1ハA圖ノaニ降リタル雨ガIニ達スルニ要スル時間トシQ_1ハl_1ニ依リ排水スベキ地帶ヨリ毎秒時ニ流出スル全量ニシテt_1時ノ終リマデハ其全量ニ達セザルモノトスl_1ナル支溝ノ大サハQ_1ナル流出量ヲ排出スルノ能力ヲ與フル樣設計セザル可ラズ(2)ハA圖ノl_2ニ對スル流出圖表ヲ示シl_1トl_2トハ同一合流點Iニ注ク故ニ横距ニ對シ同一起點ヲ有スベク又t_2ハ第二圖ノbニ降リタル雨ガIニ達スルニ要スル時間ニシテQ_2ハl_2ニ依リ排水スベキ地帶ヨリ毎秒時ニ流出スル全流出量ニシテt_2時ノ終リニ至リ初メテIニ達スルモノナリ

任意ノ時tノ終リニ於テIニ達スル毎秒時ノ流出量ハhヨリ右方ニ測リタルtノ終リニ於ケル(1)及(2)ノ縦距ノ和ト知ル可シB圖中t_3ハ(1)及(2)ノ起點ノ左方ニ測ルモノトス是レl_3ニ依リ排水スル地帶ガIトIIトノ間ニ介在スルガ故ナリt_3ハIニ降リタル雨ガIIニ達スルタメ必要ナル時間ニシテ$t_3=l_3/v_3$ナリ而シテl_1及l_2ヨリ來ル水ガIヨリIIニ達スルハ正ニ此ノt_3ノ終リナリト知ルベシQ_3ハl_3ニ依リ排出スル地帶ヨリ來ル全流出量トス今若シ任意ノ時tニIIヲ流過スベキ毎秒時ノ全水量ヲ知ラントセバ起點Oヲ有スル横距tニ對スル前記ノ總テノ圖表ニ於ケル縦距ヲ合計スベシ卽チ懸案ノ場合ニ於テハl_3ノ最大流量ハ$Q_1+Q_2+Q_3$ナリ懸案ノ水系ニ屬スル下流殘餘ノ部分ニ對シテハ上記ト同樣ノ方法ヲ反覆スルニ過ギズ

横距ノ合計$t_1+t_2+t_3+t_4+t_5$ハaニ降リタル雨ガVIニ達スルニ要スル時間ニシテ此等ノ區分的時間ハ、A圖ノ幹線ノ區分l_1、l_3、l_5、l_9、l_{11}ニ相當ス支溝l_2、l_4、l_6、l_7、l_8ハ幹線ニ給水スト雖モ圖表ノ縦距ガ示ス如ク單ニ其流量ニ加入スルノミニテ別ニ上記ノ合計時間ヲ左右スルコトナシト知ルベシ此等縦距ノ和ハ任意ノ時ニ相當スル幹線流出量ヲ示スコト例セバt_6時ニ於テVIヲ流過スル水量ハBノ圖ニ於テ示ス如クVIニ先立ツ總テノ圖表中ニ於テ該時ニ當スル總テノ縦距ノ和ヲ以テスルガ如シ卽チQ_{11}、Q_{10}、Q_9、Q_8ニ加フルニQ_7、Q_6、

Q_5ノ一部ヲ以テシタルモノト知ルベシ又(1)(2)(3)及ビ(4)ハ此時ニハ猶VIニ給水セザルモノト知ルベシ

t_m時ニ於テハl_{11}・l_{10}・l_9ヨリノ流出量ハ既ニ全部VIヲ通過シ盡シタル後ナルヲ以テ單ニl_8ヨリl_1ニ至ル支溝ガVIニ給水スルニ止マルベシ

最大流量

VIヲ流過スル最大流量ハ第三圖即チ連合圖表中ノ最大縱距ヲ以テ之ヲ示スモノニシテ該最大縱距ハ又同時ニ故大流量ノ起ル時ヲ示スモノナリ換言スレバl_{11}ノ流過能力ヲ決定スル基礎トスベキVIノ最大流量ハ(11)乃至(1)ノ各圖表ノ縱距ノ和ガ最大ヲ示ス時ニ起ルモノナリ

結論

(一)上記ノ考究ニヨレバ其例示シタル如クハl_{11}ハl_9ヨリ以上ノ流量ヲ受クルコトナカルベシ何トナレバl_{11}トl_9トノ間ニハl_{10}トl_{11}ニ屬スル地帶ヲ加入スルニ拘ハラズ全地帶ヲ通ジテ考ヘタル最大流量ガ吐口VIニ達スル以前ニl_{10}及l_{11}ノ地帶ニ於ケル流出量ハ卽ニVIヲ流過シ盡シタルベキガ故ナリ換言スレバ吐口vlノ上流ニ於ケル地帶ノ全面積ハ必シモ吐口ノ最大流量ニ貢獻セザルモノナリト雖モ常ニ例示ノ如キ結果ヲ得ルコトヲ必スベカラズ何ントナレバt_rヨリ稍長キ時間トq_rヨリ稍小ナル强度ニ對シ全流域ヨリ合併シテ流下スル流出量ガ最大ナル場合アルベケレバナリ卽チ知ル從來多ク行ハル、如ク上流ニ於ケル流域ノ全面積ヲ基礎トシ之ニ或ル孫數ヲ加味シテ隨所ノ最大流量ヲ決定スルヲ以テ下流ニ赴クニ從ヒ其上流々域面積ノ增加スルニ比例シテ漸次其流量ヲ遞加スルノ結果ニ陷ルハ必ズシモ常ニ合理ニシテ實際的ナリト云フヲ得ザルヲ

(二)「ビカリ」式ノ方法ニヨレバ降雨ノ期間t_rヲ通ジテ終始q_rナル降雨ノ强度ヲ一定シタルモノトセリ而シテ實際ニ於テハt_rヨリ短キ時間ニ對シテq_rヨリ大ナル强度ヲ豫期セザル可カラザルガ故ニ此等ニ對シテハ別ニ圖表ヲ調製シテ新圖表ニ基キ更ニ其最大流量ヲ求メザル可ラズ卽チ各種ノ降雨狀態ノ下ニ別々ニ調製セラレタル圖表ニ基ク數多ノ最大流量中ヨリ更ニ絕對最大ヲ採用セザル可ラズ此場合ニ於テハ最遠地帶ニ降リタル雨ガ懸案ノ吐口

ニ達スル前ニ既ニ最大流出量ニ達スルコトアルベキハ當然ノ理ナリ

(三)上記v即チ降雨ガ流量トナリテ流下スル速度ハ實地ノ問題トシテ別ニ各地方ニ固有ナル値ヲ求メザル可ラザルコト勿論ナリ

(四)上記φ即チ流出率亦各地方ニ固有ナル値ヲ求メザル可ラザルコト恰モvト同様ナリ

降雨ノ期間ト其强度

流域内ニ於ケル降雨ノ强度ト其期間トノ關係ハ其流出量ヲ算定スルノ基礎タルベキコト論ヲ俟タズ之ガ考究ヲ等閑ニ付スベカラズ今一降雨ノ繼續期間中ニ於ケル任意ノ時間t分時(tハ必シモ降雨ノ始メ又ハ終リト一致スルヲ要セズ)ヲ取リテ之ヲ考フルトキ該時中ニ懸案ノ場所ニ於ケル雨量計ガ集メ得タル雨量ハ$R=\frac{tI}{60}$吋ナリトス但シIハ即チt分中ニ於ケル降雨强度ヲ一時間ノ割合ニテ示セル吋數ニシテRハ即チt分間ノ總雨量ヲ吋ニテ示セルモノナリト知ルベシ

今若シR及ビIヲtノ函數トシテ研究セントセバ自記雨量計ノ長期ニ亙ル記錄ニ依ルノ外ナシR及ビIハ勿論千變萬化ヲ免レズト雖モ長期ニ亙ル觀測ノ結果ニ基クトキハ例セバ十年ニ一回若クハ二回等ヨリ漸次下ツテ一年ニ一回若クハ二回ヲ超過セザル程度ノR又ハIノ値ヲ定ムルコト難カラズ即チ此ノ意味ニ於テR及ビIヲtノ函數トシ研究スルニ外ナラズ

斯ル研究ニ基キ「ド、ブラキン、コツプ」氏ハ其年雨量約五十吋ナル「サバンナ」ニ於ケル十七年間ノ觀測ヨリ左ノ結果ヲ發見セリ

十七年間ニ於ケル最大記錄ハ……$I=\frac{191}{t+30}$ (一時間 1吋)

二年間ニ一回起ルモノ……$I=\frac{163}{t+27}$ 〃

一年間ニ一回起ルモノ……$I=\frac{141}{t+27}$ 〃

一年間ニ二回起ルモノ……$I=\frac{104}{t+22}$ 〃

一年間ニ三回起ルモノ……$I=\frac{86}{t+19}$ 〃

一年間ニ四回起ルモノ……$I=\frac{73}{t+17}$ 〃

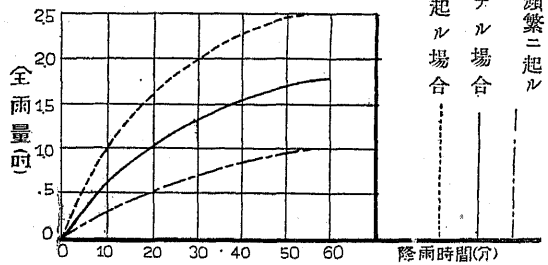
一年間ニ五回起ルモノ……$I=\frac{63}{t+16}$ 〃

此ノ結果ヲ綜合スルトキハ時間tノ減ズルニ從ヒIハ益〻增加スルノ事實ヲ發見スベシ

「ミル」氏ハ英國ニ於ケル四十九年間ノ觀測ニ基キ次ノ如キ結果ヲ示セリ(Iハ一時間ノ降雨量ヲ吋ニテ示ス)

第二十六圖

ミル氏ノ降雨圖表



分チ以テ示セル	甚シク頻繁ニ起ル場合		顯著ナル場合		甚ダ稀ニ起ル場合	
	I 吋/時	R 吋	I 吋/時	R 吋	I 吋/時	R 吋
一〇、	二〇、	〇、三〇	〇、六五	三、九〇	一、〇〇	六、〇〇
三〇、	四〇、	〇、五三	一、〇六	三、一八	一、五八	四、七四
五〇、	六〇、	〇、七〇	一、三五	二、七〇	二、〇〇	四、〇〇
一、〇〇	一、二〇	〇、八二	一、五四	二、三一	二、一六	三、三九
一、〇〇	一、二〇	〇、九二	一、六七	二、〇〇	二、四二	二、九〇
一、〇〇	一、二〇	一、〇〇	一、七五	一、七五	二、五〇	二、五〇

圖ニ示セル甚稀ニ起ル場合ノ曲線以外ニ「ミル」氏ノ調査ニ係ル三十三箇ノ降雨アリ就中絶對最大ハ短時間ニ對シテハ左ノ如シ

t	分	五	一五	三〇	四五	六〇
I	時，吋	一、二五	一、四六	二、九〇	三、四二(?)	三、六三

長時間ニ對シテハ

t	時	一、二五	二、〇	三、〇	五、〇	九、〇
I	時，吋	三、七五	四、八〇	六、七〇	六、五〇	四、九〇

但シIハ一時間ノ降雨量ヲ吋ニテ示ス

圖中甚稀ニ起ル場合ノ曲線ハ一時間ノ吋ヲ…$I=\frac{24}{t+30}$ニテ示ハシ

同上顯著ナル場合ノ曲線ハ　同上……$I=\frac{168}{t+30}$ニテ示ハシ

同上甚稀ニ起ル場合ノ曲線ハ同上……$I=\frac{84}{t+30}$ニテ示ハス

又「ベルリン」ニテ一年ニ一回起ル降雨ハ……$I=\frac{36}{t+10}$ニテ示スト云フ「パーカー」氏ノ云フ所ニ依レバ熱帶ニ於テハ精確ナル材料ヲ得ルコト能ハザルモ四年間ニ亘ル「マニラ」ノ觀測ニ基キ

普通降雨ニ於テハ……$I=\frac{22}{t+30}$

最大降雨ニ於テハ……$I=\frac{290}{t+30}$ナリシトセリ

又同氏ノ説ニ從ヘバ溫帶ニ於テ其氣候關係ノ甚シク不同ナラザル流域ニテ三四年間ノ觀測ヲ基礎トシテ得タル普通ノ場合ノ曲線ガ$I=\frac{A}{t+30}$ニテ示サレ得ルトキハ長期ニ域ル觀測ノ結果ヨリ生ズル最大降雨ノ曲線ニ對シテハ$I=\frac{3A}{t+30}$ヨリ$\frac{2.5A}{t+30}$ノ間ニ在ルベシトス

今或ル流域ニ對シ既ニ適當ナルIノ値ヲ知リ且該流域ノ面積ヲA「エーカー」トシI即チ一時間ニ對スル降雨ノ强度ヲ吋ニテ示ストセンカ一時間ニ一「エーカー」上ニ一吋ノ深サニ降ル雨ハ毎秒「エーカー」ニツキ一、〇一即チ約一立方尺ト見做シ得ルガ故ニ流出率ヲφトスレバ懸案ノ面積ニ對スル流出量ハ毎秒時$Q=\varphi IA$立方尺トナル若シ面積ヲ平方哩Mニテ顯ハストキハ流出量ハ即チ$Q=\varphi IM\times640$立尺トナル

流域面積ノ大ナル河川ノ流出量

大ナル流域面積ヲ有スル河川ノ流出量ヲ算定スルニ當リ「パーカー」氏ノ主唱スル所ヲ斟酌スレバ

(一)一流域ニ屬スル最遠地帶ニ降リタル雨ガ流出シテ河筋ニ於ケル下流懸案ノ地點ニ到達スルニ要スベキ時間ヲ(Critical period.)該地點ノ遲延時間ト名ヅク此ノ時間ハ土地ノ傾斜地表ノ細粗流出量ノ多寡流路ノ狀態等ニ依リテ異ナルモノナリ懸案ノ地點ニ對シ先以テ水路ニヨリ想定最大流量ノ約半ヲ流過スル時ノ平均速度ヲ見出シ之ヲ雨水ノ流出速度ト見做シテ最遠地帶ノ距離ニ應ジ遲延時間ヲ豫定スベシ該流出速度ハ通例三乃至五呎ノ間ニアリ

(二)洪水流量$Q_t=\varphi I_t M\times640$ニ於テφハ土質及地盤ノ傾斜ニ應ジ左ノ値ヲ有スベシ

平地、砂地、耕地	牧場及緩傾斜地	有林ノ丘陵及密實ナル又ハ石礫多キ土地
〇、二五—〇、三一五	〇、三五—〇、四五	〇、四五—〇、五五
		山嶽、岩盤及ビ水密(氷結セル)ノ土地
		〇、五五—〇、六五

(三)「ビカリ」式ニ依リ最大流出量ヲ算定スルタメ圖表ヲ製作スルニ當リ遲延時間ノ豫定ニ際シテハ大ニ斟酌ヲ要スベシ例ヘバ弧立狀態ニアル遠隔ノ地帶ヲ無視スルコトニヨリtノ値ヲ著シク減ズルモ之ニ反シテ降雨ノ强度Iノ値遙カニ增加スルタメ一部地帶ノ流出量ヲ無視スルニ關ハラズ却テ最大

ノ流出量ヲ得ル場合ナシトセザレバナリ

(四)暴雨ノ襲來スル方向ハ流出量ニ對シ多大ノ影響ヲ與フ例セバ暴雨ガ河流ノ一般方向ニ反對シテ通過スルトキハ其ノ然ラザル場合ニ於ケルヨリモ洪水流出量ノ少キヲ常トス蓋シ兩者ノ場合ニ於ケル降雨ノ强度及期間同一ナルニ拘ハラズ前段ノ場合ニ於テハ下流ノ地帶ニ於ケル降雨ガ既ニ流過シ盡シタル後ニ上流地帶ヨリノ流出量ヲ受クベキモ後段ノ場合ニハ降雨ガ上流地帶ノ流出量ト共ニ下流地帶ノ流出量ト合併シテ洪水流出量ヲ增大スルガ故ナルベシ特ニ短期間ノ雷雨ニ於テ其ノ然ルヲ見ルベシ(三)ノ場合ト同樣ニ斟酌考慮ヲ要スル所以ナリ

(五)短時間ニ止マル降雨ノ最大强度ハ多クハ小區域ノ雷雨ニ際シ起ルモノニシテ十二時間乃至二十四時間ノ如キ長時間ニ亘ル最大强度ノ降雨ハ通例大面積ニ亘ルモノナルガ故ニ廣キ面積ヲ有スル懸案流域ニ對シテハ其內ニ設ケアル五拾箇所內外ノ氣象觀測所ニ於ケル二十年以上ノ觀測ノ結果ヨリ一日ニ於ケル最大降雨量ヲ吋ニテ示ス式 $R_t=\frac{t}{60}I_t$ 中ノ t ヲ六百分乃至千二百分トシ又ハ連續二日ニ於ケル最大降雨量ニ對シテハ t ヲ千二百分乃至二千四百分トシテ一時間ノ降雨强度及洪水最大流出量ヲ假定スルヲ得ベシ

(六)同一流域內ノ小區域ニ對シテハ短時間ノ最大强雨ヲ基礎トシテ流出量ヲ計算シ又大區域ニ對シテハ長時間ノ最大强雨ヲ基礎トシテ流出量ヲ計算シ換言スレバ概シテ大面積ノ流域內ニ於ケル幹川中ノ上流ニ近キ部分ニ對シテハ比較的ニ大ナル流出量ヲ見込ミ又其下流ニ近キ部分ニ對シテハ比較的ニ小ナル流出量ヲ採用スルノ方針ヲ取リ幹川中ノ各地點ニ於ケル洪水流量ニ對スル各般ノ設計ヲ立ツルヲ以テ實際ニ近シトス

結論

斯ル考究ノ下ニ想定セラレタル洪水量ハ前數節ニ述ベル方法ニ依リ得タル洪水量ト對照シテ參考トスルノ價値ナシトセズ大ニ興味アル作業ナリ

第七節　河道外流量ニ適用シ得ベキ粗率Nノ算定

河川流量ヲ算定スベキ有名ナル「ガンギレー」及「クッター」兩氏ノ公式ハ斷面平等ニシテ流路正シキ場所ニ能ク適合シ雜草笹類等繁茂シ且ツ凹凸ナル地上

ヲ流過スル溢水ノ如キ不規則ナル流水算定ニハ無論適用シ難シ然レドモ廣漠ナル面積ヲ浸水シ一時的湖水ヲ形成セル溢水ハ平坦廣濶ナル原野ヲ緩流シ河流ノ一般方向ニ直角ナル各横斷面ハ寧ロ比較的均等ナルガ故ニ著者ハ河道外流量ニ關シ或係數ヲ定メ少クモ石狩川ニ適用シ得ベキ此種ノ問題上ニ曙光ヲ與ヘンコトニ努力セリ

著者ハ三哩毎ニ河道ノ一般方向ニ對シ直角ニ浸水區域ヲ通ジ横斷面ヲ實測シ且氾濫量計算ノ目的ニテ數多ノ假設的量水標ヲ設置セシメタリ而シテ河道外流量ニ關スル問題ヲ調査セン爲メ該横斷線中河岸ヨリ山麓マデ左右約三哩ヲ存セル對雁線(澤筋十一里十四丁四十二間)ヲ撰ビ同斷面上ヲ流過セル流量及水位ハ實測及算定ニヨリ水面勾配ハ一般方向ニ沿ヒ觀測シタル落差ヲ知ルガ故ニ之等ノ材料ヲ基トシ $V=C\sqrt{RI}$ 中流速系數C及「ガンギレー」「クッター」氏公式中粗率Nヲ算定シ左表ニ上グ

流量	41,203立尺	37,647立尺	31,281立尺	7,111立尺
斷面積	114,855平尺	112,656平尺	108,461平尺	86,857平尺
流量/斷面積＝平均流速	0,36尺	0,33尺	0,29尺	0,08尺
水位	23,64尺	25,52尺	25,29尺	24,05尺
横斷面ノ幅	16,357尺	16,309尺	16,201尺	16,869尺
平均水深	6,257尺	6,153尺	5,959尺	5,149尺
水面勾配	1：4,925.	1：4,853.	1：5,348.	1：5,670.
Cナル流速系數	10,1	9,28	8,75	2,72
Nナル粗率	.234	.256	.268	.825

上表ヲ精査スルニ水位最モ低ク流量亦微少ナルモノヲ除キNナル粗率ハ平均〇'11五三ニシテ斷面平等ナル河道内ノ流路正シキ個處ニ於ケル粗率Nノ數値ニ比シ十倍大ナルコトヲ見出セリ

該値ハ必シモ一般ニ他ノ場合ニ適合シ得ルモノニ非ザルベシ

第六章　治水工事

第一節　直流工事

直流ノ目的

直流工事ハ河川ノ亂流狀態ヲ修正シ諸側流ヲ遮斷シ有害無益ノ堤防ヲ除却シ河流ヲ成ル可ク直線ニ近カラシメ由テ以テ勾配ヲ增加シ流勢ヲ單一流路ニ集注シ河道ノ流過及ビ洗掘力ヲ助長シ河底及ビ水面ヲ低下セシメ主トシテ中水ニ對シ沿岸ノ氾濫及ビ濕潤狀態ヲ防止シ少クモ之レヲ輕減スルヲ目的トシテ施行スルモノナルモ通例中水以上ニ對シテ企及セザルガ故ニ完全ナル洪水防禦ニ對シテハ別ニ直流工事以外ニ屬スル施設ノ追加ニ俟タザルベカラズ

亂流荒廢ノ狀態ニ陷レル河川ニ在テハ流路多岐ニ分レ其ノ本流タルト各側流タルトニ論ナク何レモ皆蜿蜒迂曲シ且ツ河底水深共ニ淺キヲ常トス斯ル狀態ニ於テハ洪水ハ勿論中水ト雖モ之レヲ流過セシムルノ能力ニ乏シキガ故ニ沿岸ノ土地ニ對シ氾濫及ビ濕潤ノ被害ヲ與フルコト多シ是ニ於テカ之レガ救濟策トシテハ完全ナル堤防工事其他根本的河川改修ヲ行ハザル限リ沿岸ニ於ケル土地ヲ或ル程度ニ高ムルカ又ハ河底及ビ水面ノ低下ヲ圖リテ姑息的ニ焦眉ノ急ヲ救フノ外ナシ沿岸ノ土地ヲ全般ニ高ムルノ工事ハ長年月ヲ要シ失費ト不便多クシテ容易ニ行ハレザルモ彎曲セル水流ヲ比較的輕易ナル工事ニ依リ直線式ニ矯正シ又ハ諸側流ヲ遮斷シテ良好ナル單一流路ヲ造成シ若シクハ切開工事ヲ行ヒテ直流路ヲ開設スル等ノ工事ハ從來屢〻實施セラレ其ノ奏效亦速カナリ

直流工事中ニ包含セラルヽ工事ノ種類ハ普通ニハ切開工事、水制工事及ビ側流ノ締切工事トス

深キ切開

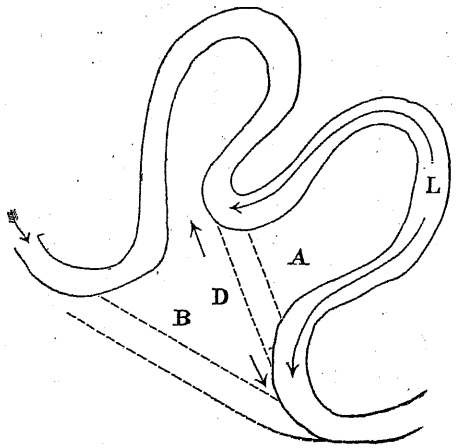
一　切開工事(Short cut, Durch Stich)

上配ノ工種中就中切開工事ハ新規ニ一條ノ水路ヲ堀割リ卽チ直流工事ノ直接ノ主眼トスル水路ノ短縮換言スレバ水面ノ低下及ビ勾配ノ增加ヲ圖ルモノニシテ單ニ中水ヲ標準トスル直流工事ニ在リテハ多クハ亂流區域內ニ存在スル岸洲又ハ中洲ヲ通ジテ一條ノ直線的水路ヲ開設スルニ止マリ其ノ堀割土功ノ深サハ淺キヲ普通トスレドモ尙ホ進ンデ洪水ノ疏通及ビ河身ノ根本的附換ヘヲ行フ場合ニハ其ノ直流新水路ハ單ニ河川亂流區域內ノ寄リ洲上ヲ通過スルニ止ラズ沿岸ノ高地ヲ經過セシムル場合多キガ故ニ掘割土

切ノ深サ甚大ナルヲ常トス切開工事ニ要スル掘割ノ深淺ニ拘ラズ水路ノ短縮及ビ水面勾配ノ變化ニ關スル水理學上ノ理論ハ共通ナルヲ以テ今茲ニ本節ノ直流工事ヲ述ブルニ當リテハ便宜上廣義ノ意味ニ於ケル切開工事ヲ說カントス

切開工事トハ其ノ名ノ示ス如ク河川ノ迂曲セル部分ヲ切開シテ短距離ニ直流セシムル工事ヲ指スモノニシテ圖中點線ヲ以テ示ス如クAハ殆ンド一箇ノ迂曲ヲ省キBハ四個以上ノ迂曲ヲ省キタル場合ヲ示スモノナリ今Aノ場合ニ於テ在來河身ノ長サヲL、トシ切開工事ノ長サヲDトシ在來ノ水面勾配ヲφト假定セバ在來流路ノL間ニ於ケル水面ノ落差ハ$H=\varphi L$ナル式ヲ以テ顯スヲ得可シ今若シAナル切開工事ヲナスニ當リ其ノ河幅水深等ノ割合ヲ成ル可ク在來河身ノ夫レト類似セシメテ同一水面勾配φヲ維持セシメ得ルト假定センカAノ取リレ口ニ於テ切開工事施行後ニ於テハ其ノ水面ハ工事施行前ノ水面ニ比シ幾分ノ低下ヲ來スベシ該低下ノ量ハ大約$x=\varphi(L-D)$トナルベシ

第二十七圖



以上ハ單純ニ理想的ニ水面ノ落差ノ關係ノミヲ說明シタルノミナレドモ直通工事後ニ河川ノ受クル影響ハ斯ク單純ナルモノニアラズ單ニ斯ル學理ノミ據リテ決定ス可キモノニ非ザルコト勿論ナリ

抑モ直通工事ハ在來河川ニ著大ノ變形ヲ與フルノミナラズ延テ重大ナル變化ヲ河川ノ平衡狀態ニ誘致スルモノナルガ故ニ容易ニ下手ス可キ工事ニアラズ最モ愼重ニ之レガ計畫ヲ立テザルベカラズ

元來天然ニ放任セラレタル河川ハ殊ニ平原部ニアリテハ蜿蜒迂曲セルヲ普通トシ上記xノ値ハ極メテ概數ヲ示スモノニシテ水理學上ニ於テ許容スヘキ限リニアラズト雖モ今Aノ取入口ニ於ケル水位ガ假リニ上記Xノ値ニ相當シテ低下スルモノトセバAノ直チニ上流ニ位スル地點ノ河流橫斷面積

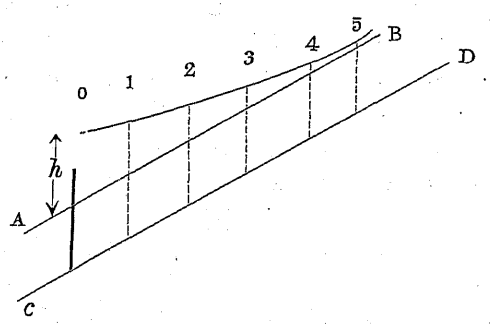
水面低下ノ影響

ハ懸案ノ水位ノ低下ニ伴フ自然ノ結果トシテ若干ヲ縮少セラレザル可ラズ既ニ斷面積ノ縮少セラレタル上尚ホ從前ト同一ノ水量ヲ流下スルニハ勢ヒ水面勾配ノ變化ニ訴ヘテ之ヲ處理セザル可ラズ卽チ在來ノφナル勾配ハ到底實際ニ於テハ切開工事實施後ニ於テ存續スルヲ得ズシテA以上ノ水面ハ從來ヨリ急峻トナリ相當距離ノ上流ニ於テ在來水面ニ一致スベシ而シテAニ於テ縮少セラレタル斷面ノ上流ニ進ムニ從ヒ河流ハ漸次其ノ斷面積ヲ增加シテ在來水面ト新水面トノ一致點ニ於テ在來ノ斷面積ニ一致スルガ故ニAト該ノ一致點トノ間ニ對シテハ不均一斷面ノ場合ニ於ケル計算法ニ基キ其ノ水面勾配ヲ算出セザル可ラズ

切開工事ノ結果トシテAノ水面ガXダケ低下スル場合ハ堰上ゲ工事ノタメXダケ水面ヲ高メタル場合ト正反對ナルモ何レノ場合ニ於テモ水面ノ上下スルタメ不均一斷面ノ計算法ニ基キ新水面ヲ算出スルノ理ハ共通ナルヲ以テ今玆ニハ堰堤ノ場合ニ於ケル計算方法ヲ說明スベシ

堰堤ノタメニ生ズル水位ノ上昇及ビ其ノ影響範圍

第二十八圖



上圖ニ於テC.Dヲ河底トシABヲ以前ノ天然河水面トス若シ0ノ箇所ニ於テ堰堤ヲ築キ同所ニ於ケル水位ノ上昇スル程度ヲhトセンカ堰堤築造後ノ水面ハA.Bニアラズシテ0123ノ如キ形狀ヲ呈シ1ノ箇所ニ於ケル斷面積ハ以前ヨリ增大シ其ノ影響ハ順次ニ2 3 4等ニ波及シ理論上遂ニ無限ノ上流ニ達スル可シ

或ル點ニ於ケル斷面積ガ增大スル時ハ一定ノ流量ニ對シテハ流速及ビ水面勾配ヲ減少ス可キガ故ニ新水面ノ各區分0112233445等ハ之ニ相對スル舊水面ノ各區分ノ上方ニ位シ且ツ之ト幾干ノ傾斜角度ヲ造リ上方ニ赴クニ從ヒ其ノ相互ニ造ル角度ヲ漸次遞減シ然モ特別ノ場合ノ外無限ノ距離ニ達スルマデ相互交叉スル事ナカル可シ卽チABハ新水面ニ「アシムトート」タル可シ

水位ノ上昇ニ伴フ水深ノ增加ニ從ヒ斷面積ノ增大スルノミナラズ其ノ面積ト濕潤邊トノ比亦異ル可キヲ以テ新水面勾配ノ計算ニ使用ス可キ係數亦變化ヲ受ケザル可ラザルガ故ニ堰堤箇所ノ上流ニ於ケル河底ノ狀態ガ頗ル規則正クシテ其ノ斷面ノ大サ及ビ實檢的係數ガ水深ノ函數トシテ顯シ得ラル如キ場合タルニ非レバ新水面ノ形狀ヲ顯ハスニ足ル可キ方程式ヲ得ル事能ハザル可シ是レ蓋シ稀ニ起ル可キ偶然ノ場合ニ外ナラザル可キガ故ニ近似方ニ依リ各箇ノ場合ニ適應ス可キ水面曲線ヲ臨機ニ決定シテ之レニ滿足スルノ外ナカル可シ嵩水ノ影響スル範圍ハ嚴格ニ之ヲ論ズレバ無限大ナリト云ハザル可ラズト雖モ實際ニ於テハ既ニ近距離ニ於テ舊水面勾配ニ急變ノ存在スル箇所アリ計算上ヨリ生ズル新水面ト舊水面トノ間ニ於ケル差異ヲ消滅セシムルガ如キ場合多シ又河水ノ流速極メテ大ニシテ然モ水深極メテ小ナル場合ニ於テハ堰堤ノ箇所ニ於テ急劇ニ落差ヲ破リ水面ニ隆狀突起ヲ生ジ近距離ニ於テ舊水面ニ一致ス可シ正確ナル方程式ニ依リテ精密ニ新水面ヲ知ル事能ハザル場合ニ於テハ流速均シカラザル場合(不定流)ノ公式ヲ用ヒ最初ニ0ノ箇所ニ於ケル新水面ノ高サヲ基礎トシテ01距離ヲ1トシ1ニ對スル水面ノ落差ヲ Δ トシ計算上ヨリ1ノ箇所ニ於ケル新水面ノ高サヲ假定シ數回改算訂正ヲ行ヒ信憑ス可キ結果ニ達シタル時ハ Δ ヲ確定數トシ即チ1ノ新水面ヲ決定シ之ニ基キテ更ニ2ノ新水面ヲ決定スルノ準備ニ取リ掛ル可シ

今 Δ ハ0ト1トノ間ニ於ケル落差ヲ示シ

1ハ0ト1トノ間隔ヲ示シ

v_0 ハ0ニ於ケル平均流速ヲ示シ

v_1 ハ1ニ於ケル平均流速ヲ示シ

p_0 ハ0ニ於ケル潤邊ヲ示シ

p_1 ハ1ニ於ケル潤邊ヲ示シ

F_0 ハ0ニ於ケル濕潤斷面積ヲ示シ

F_1 ハ1ニ於ケル濕潤斷面積ヲ示シ

ζ ハ實驗係數ヲ示シ

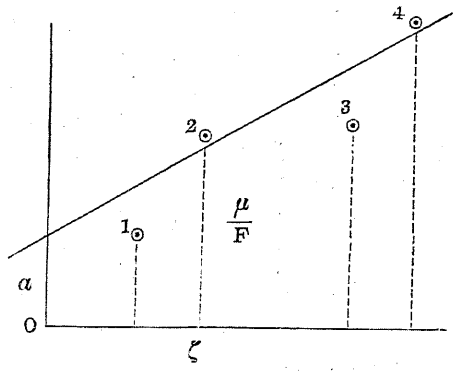
$2g = 19{,}62$ mトセンカ

既ニ能ク知ラレタル公式 $H = \frac{u_0^2}{2g} - \frac{u_1^2}{2g} + \zeta u_0 u_1 \frac{1}{2}\left(\frac{p_0}{F_0} + \frac{p_1}{F_1}\right) l$……(1)ヲ用ヒテ上記ノ計算ヲ試ムルヲ至當トスト雖モ不規則ナル、河底ヲ有スルガ為ハ横斷面ノ變化スルニ當リ甚シキ抵抗力ニ遭遇シ之ヲ打チ勝ツタメニ $\frac{u_0^2}{2g} - \frac{u_1^2}{2g}$ ヨリ遙カニ大ナル落差ヲ要スルガ故ニ斯ル場合ニハ(1)式ハ不適當ナルモノトス若シ强テ(1)式ノ形狀ヲ固守セントセバ之ニ修正ヲ加ヘ $H = \alpha\left(\frac{u_0^2}{2g} - \frac{u_1^2}{2g}\right) + \zeta u_0 u_1 \frac{1}{2}\left(\frac{p_0}{F_0} + \frac{p_1}{F_1}\right) l$……(2)ノ如キ方程式ヲ造リ ζ ハ規則正シキ部分ニ於ケルモノト同ジ値ヲ用ヒ横斷面ノ變化ヨリ生ズル變調ヲ α ナル係數ニ一括シテ包含セシメザル可ラズ然シテ u_0 ト u_1 ノ差甚シカラザルニ係ハラズ實測ノ結果著シキ水面ノ落差ヲ發見スル事アリ斯ル場合ニ於テ ζ ニ普通ノ場合ニ於ケル如キ値ヲ擬スルキハ α ニ殆ンド $\frac{8}{7}$ ニ近キ値ヲ與ヘザル可カズ又之ニ反シテ $\frac{8}{7}$ ニ近キ値ヲ與ヘザル可ラザル場合ナシトセバ殆ンド無意味ノ觀ヲ呈スルガ故ニ不規則ナル河底ニ對シテハ寧ロ(1)式中ノ $\alpha\left(\frac{u_0^2}{2g} - \frac{u_1^2}{2g}\right)$ ナル項ヲ削除シ $H = \zeta u_0 u_1 \frac{1}{2}\left(\frac{p_0}{F_0} + \frac{p_1}{F_1}\right) l$……(3)トシ單ニ ζ ノ値ヲ變化セシメテ落差ヲ計算ス

ルニ便スルヲ可トス該式ヲ用ヒテ01 12 23等ノ水面ヲ計算スルニ先チ豫メ各所ニ現存スル局部ノ狀態ニ就キ實測ヲ行ヒ就中水面堰キ上後ニ起ル可キ水面勾配ニ近似スル部分ヲ選ミタリトセンカ ζ ノ著シキ變化ハ唯 $\frac{p}{F}$ ノ變化ニ隨伴スルモノニシテ ζ ト $\frac{1}{2}\left(\frac{p_0}{F_0} + \frac{p_1}{F_1}\right) = \frac{p}{F}$ トノ關係ハ $\zeta = a + b\frac{p}{F}$ ……(4)ナル式ニ依リテ顯シ得可シ

今0ヲ起點トシ $\frac{p}{F}$ ヲ縱距トシ ζ ヲ橫距トシ各觀測シタル結果ヲ圖上ニ記入シ最小自乘法若シクハ平均法ニ依リ1 2 3 4ノ如キ諸點ノ中間ヲ通過スル直線ヲ描ク可シ即チ(4)式中ノa及ビbノ値ヲ決定スルヲ得可シ若シ上記ノ如キ方法ニ依リ ζ ノ値ヲ實測スルノ時機及ビ手段ニ乏シキ時ハ「バサン」氏ノ公式即チ(4)式ノa及ビbニ一定ノ値ヲ與ヘタル $\zeta = 0.0014 + 0.0007\frac{1}{F}$ ……(5)ナル式ヲ用ヒ堰キ上ゲヲ行フ可キ局部附近ニ於テ現存スル係數 ζ_1

第二十九圖



$=\zeta+\zeta_1\ldots\ldots(6)$ナル事ヲ實地ニ就テ發見シタリトセンカ$\zeta$ナル差ハ(5)式中ノaニ相當スル値ニ加ヘ$\zeta_1=\zeta+.0004)+.0007\frac{p}{F}\ldots\ldots\ldots(7)$ナル式ヲ用ヒテ堰キ上ゲ水面ニ關スル計算ヲ施スヲ便トス然シテ大ナル誤謬ヲ招カザル可シ切開ノ場合ニハ同樣ノ計算方ヲ反對ニ應用スルノミ

抑モ切開工事ハ在來河川ニ著大ノ變形ヲ與フルモノニシテ延テ河川ノ平衡狀態ニ重大ナル影響ヲ誘致スルノミナラズ剩ヘ該工事竣功後ニ於テハ河川自ラ直流狀態ヲ忌避シテ漸次其ノ澪筋ヲ迂曲シ從テ水路ノ延長ヲ伸長シ勾配ヲ緩漫ニシ徐々ニ切開工事施行前ノ狀態ニ復舊スルノ傾向ヲ現ハスモノナルガ故ニ河川ガ天然ノ良好ナル狀態ヲ存シ卽チ流路單一ニシテ其河底水深共ニ深キ場合ニハ其ノ流路ガ假令蜿蜒迂曲ノ狀ヲ呈スト雖モ輕卒ニ下手ス可キモノニアラザルコト及ビ之ガ決行ニ由リテ不測ノ危害ヲ招キタルコト第二篇第二及ビ第三章ニ說ク所ノ如シ懸案ノ河川ガ既ニ亂流荒廢ノ狀況ニ陷レル場合ト雖モ切開工事ノ實施ニ先チ左記ノ諸點ニ付キ充分愼重ナル考慮ヲ煩ハサヾル可ラズ

輕卒ニ下手ス可ラズ

豫メ考慮スベキ要點

一、切開工事ガ果シテ技術上及ビ經濟上ノ見地ヨリ實施ノ價値アリヤ

二、其ノ竣功後ニ於ケル維持ノ方法及ビ費用

三、其ノ竣功後上流ニ於ケル河川ノ平衡狀態ニ及ボス影響ノ豫想

四、其ノ竣功後ニ於テ既成工事ノ安危及ビ上下流沿岸ノ氾濫及濕潤狀態ニ及ボス影響ノ程度

五、其ノ竣功後ニ於テ河流ガ上航ニ對スル流速ノ最大限毎秒二「メートル」ヲ超過スルコトナキヤ

「フランク、クロイター」氏ハ切開工事ノ施行ヲ得策ナリトスル場合左ノ如シトセリ卽チ

一、河川ノ彎曲部ニ於ケル河岸ガ甚ダシク流勢ノタメ破壞セラレ之レガ防禦工事ノ施設及ビ其ノ維持ニ多大ノ費用ヲ要スルトキ

二、河川ニ多數ノ著シキ彎曲ヲ存スルタメ流路長キニ過ギ流勢極メテ緩漫ナルノ結果河底沈澱物ノ流下及ビ處理宜シキヲ得ズ益〻荒廢ノ度ヲ高メ且ツ洪水ノ快流セザルタメ堤後ニ滲透水泉ヲ生ジ地表ニ惡影

響ヲ與フルトキ

三、澪筋ノ彎曲甚ダシキタメ航行危險ヲ極メ沿岸ノ氾濫ヲ誘致シ流氷ノ閉塞ヲ助長スルノ嫌アルトキ

四、河川ノ切換ヘヲ行ヒ道路鐵道等ノ作工物ヲ建設スル敷地ヲ必要トスルトキ

五、支川合流點ノ狀態不良ヲ極メ切換ヘ以外ニ導水工事ノ如キ他ノ方法ニ依リ救濟ノ途ナキトキ

トナセドモ上記ノ一、ニ對シテハ屈撓性ニ富ミ極メテ堅牢ニシテ且ツ安價ナルコト我北海道廳四十二年式鐵筋混凝土單床ノ如キ優良ナル護岸工法ノ發見セラレタル今日ニ於テハ重キヲ置クヲ要セザルノミナラズ四、ノ如キ場合ハ素ヨリ治水上ノ必要ヨリ生ジタル事項ニアラズシテ他ノ工事ノ必要上河川ヲ犧牲ニ供スルニアルヲ以テ河川ノ見地ヨリ豫メ充分愼重ナル考慮ヲ運ラシタル後決行スルニアラサレバ河川及ビ懸案ノ工事共ニ其ノ維持ニ困難ヲ生ジ悔ヲ後日ニ遺スニ至ルコトアルヲ忘ル可ラズ

切開工事ノ設計及ビ實施ニ際シ注意ス可キ要項左ノ如シ

一、切開工事竣功後ニ於ケル水理上ノ關係ハ本節前揭ノ理及ビ第四章第四節押轉力ノ理ニ依リ之レヲ計算スルコト

二、切開工事ノ水路線ハ成ル可ク土功及ビ土功費少クナシテ且ツ利用ノ程度成ル可ク低キ土地ヲ選定スルコト

三、切開工事ニ依リ自然廢棄スベキ在來河川ノ天然彎曲ハ其ノ性質ノ最劣惡ナルモノニノミ止ムルコト而シテ新河川ニ與フベキ彎曲ノ程度ハ在來河川ニ就キ其ノ模範ヲ索ムルコト

四、切開工事ノ取入口ハ在來河川ノ凹岸卽チ澪筋ニ接近セル箇所ニ選ミ且ツ切開工事ノ取入口ニ於テハ新水路線ハ在來澪筋ト成ル可ク接線トシテ卽チ一直線タラシメ謂ユル死水ヲ避ケ天然ノ快流ヲ其ノ儘誘導スルニ努メ取入口ニ於ケル吸水ノ方向ト本流ノ方向ト一致セシメ又後日本流ノ沈澱物ノタメ取入口ノ埋沒セラルヽノ虞ナカラシムルコト

五、切開工事ノ設計上ノ横斷面積ハ優ニ洪水量ヲ快流スルニ充分ナラシメザル可ラズ何トナレバ切開工事ノ設計横斷面積ニシテ過小ナルカ又ハ切開工事ノ進捗ガ緩漫ニ過グルトキハ在來河川ハ沈澱物ノタメニ漸次閉塞シ新河川ハ再ビ迂曲ノ狀態ニ陷リ結局兩川共ニ荒廢ヲ招クニ至ルベケレバナリ

六、長距離ニ亙ル大規模ノ切開工事ヲ行フニ當リテハ之レガ實施ニ因リ却テ支流ヨリ來ル洪水ト本川固有ノ洪水トノ俱發關係ヲ從前ノ狀態ヨリ不良ナラシムル結果ヲ誘致スルガ如キ失策ニ陷ラザルコト

七、一群ニ屬スル數箇ノ切開工事ヲ實施スルニ際シ工費ノ經濟上從來屢〻實行セラレタル如ク當初ニ切開工事ノ土功ヲ適度ノ幅員及深サニ施行スルニ止メ爾後新河底ノ設計上ノ横斷面積ニ到達スルタメニ必要ナル土功ハ之ヲ河流自身ノ動作ニ一任シテ之ヲ自然的ニ行ハシメ爲メニ當然生ズベキ多量ノ沈澱物ノ發生及ビ停滯ハ之ヲ自然ノ成リ行キニ委セズシテ進ンデ之ヲ制禦シ以テ巧ニ舊河川ノ埋立ニ利用セントスル場合ニハ先輩ノ唱道スル如ク寧ロ此等數個ノ切開工事ヲ同時ニ著手セズシテ先ヅ第一ノ切開工事ニ著手シ河流ガ其ノ自然作用ニ依リ期待セル如ク其ノ大部分ノ土功ヲ成功シ且ツ之ニ依リテ當然生ズル沈澱物ヲ在來河川ニ沈澱セシメ又其ノ流向ガ該計畫ニ係ル第二ノ切開工事ニ屬ス可キ河岸ニ於テ理想通リニ一定セラレタルヲ待ツテ初メテ第二切開工事ニ著手シ第一切開工事ノ流向ニ從ヒ或ル程度マデ堀鑿ヲ行ヒ殘餘ノ土切ヲ河流ノ作用ニ委スルコト第一切開工事ノ場合ニ於ケルガ如クシ其ノ完成ヲ待ツテ第三切開工事ニ著手スルガ如キ順序ヲ採ルトキハ同時ニ全部ノ工事ニ著手シタル場合ニ於テ第一切開工事ノミガ河流ノ自然作用ニ依リ充分完成シテ他ノ殘餘ノ切開工事ハ却ツテ埋沒ヲ來スガ如キ結果ニ陷ルコトヲ免ルヽガ如キ關係ヲ考慮スルコト

八、沈澱物ノ流下ノ盛ンナル河川ニ於テ切開工事ヲシテ充分ノ機能ヲ發揮セシムルタメ施行スル在來河川ノ締切工事ノ頂點ハ之ヲ中水位ニ

止ムルカ又ハ單ニ床固メ工事ノ施行ニ甘ンズルノ場合ナキニシモアラズト雖モ洪水ヲ利用シテ半成ノ切開工事ヲ完成セシムルヲ企圖スルニ當リ新川ノ勾配ガ遙ニ在來河川ノ勾配ニ優レル場合ニハ河流ノ横斷面ヲ狹窄シテ洗堀作用ニ依賴シ確實ニ其ノ目的ヲ遂グルヲ得故ニ上流ヨリ下流ニ向ヒ漸次ニ堀割ノ幅ヲ減少シ設計ノ幅員以下トシ從テ水深ト共ニ漸次ニ下流ニ向ヒ押轉力ヲ增加セシメ洪水ノ作用ヲ利用シテ上記ノ如ク未成ノ土功ヲ自然的ニ成功シ同時ニ舊河川ノ埋立ヲ圖ルヲ得策トスルコト

九、半成切開工事ニ對シテハ必要ニ應ジ棚架工事ノ如キ工事ヲ施行シテ當初ニ堀割ヨリ出ヅル沈澱物ノ流下ヲ抑制シ切開工事ガ自己ノ動作ニ依リ沈澱物ヲ流下シ得ルニ至ルノ時機ヲ待ツコト

十、切開工事ガ在來河川ニ放出スル吐口ノ位置及形狀ハ切開工事ノ奏効上ニ至大ノ關係ヲ有スルガ故ニ一切開工事ニ就テハ洗堀ハ先ヅ吐口ヨリ取入口ニ向ヒ徐々ニ上向スルヲ圖ルコトヲ努メザル可ラズ舊河川埋立ノ場合ノ如ク埋沒ガ下流ニ初生シ上流ニ向ヒ進行スルヲ忌ムモノトス

「ジーク」河ニ於ケル切開工事ノ實例

著者曾テ「ライン」河筋「ボン」ノ對岸ニ位スル同川支流「ジーグ」ニ於テ施行中ニ屬スル切開工事ヲ實地ニ就テ視察セルコトアリ當時該工事計畫ノ立案者タル「プロフェツソル、キユンツラー」氏ガ親シク實地ニ就テ說明セラレタル事項ハ小河川ニ於ケル切開工事施行上參考トスルノ價値アリト信ズルヲ以テ左ニ之レヲ記ス

切開工事ノ兩岸ニ相當スル箇所ノ土地ハ之ヲ堀鑿シ設計河底マデ局部的堀割ヲ行ヒ法腹ニハ柳枝工ヲ施シ岸底ニハ二層ノ沈床ヲ設置シテ根固メ工トシ距離五十「メートル」毎ニ法腹上ニ堀リ殘シノ土堤ヲ存シ比較的堅牢ノ狀態ニ存置シ豫期以前ニ該堀割ニ入水シ其ノ結果法腹ヲシテ河流ノ洗堀作用ヲ受クルノ虞ナカラシメ尙ホ切開工事ノ中心ニ當ル箇所ニハ單ニ幅員五「メートル」ノ堀割ヲ貫通スルニ止ムルモノトス

法腹工ノ柳枝ガ發芽生育シテ法腹ノ充分堅固トナリタルトキハ上記中心ノ堀割内ニ洪水ヲ導流シ其ノ洗堀作用ニ依リテ自然的ニ堀割ヲ擴張シテ本流タラシムルモノトス

在來河筋ハ多クノ場合ニ於テ搔棚ヲ以テ横斷シ以テ砂礫ヲ拘留シ河底ノ沈澱ヲ助成セシメ切開工事ノ奏効確實トナリタルトキハ廢川トナル可キ部分ノ上端ニ堅固ナル締切工事ヲ施シ最後ニ至リ豫メ法腹上ニ存置シタル上記ノ土堤ヲ徹去シ其ノ跡ニハ前後ト一貫スル法腹工事ヲ施設シ斯クテ完成シタル切開工事ヲシテ洪水ノ流過ニ際シ格別ノ損害ヲ受ケザラシム洪水ニ際シテハ工事監督員ヲ現場ニ駐屯セシメ臨機應變ノ手段ヲ取リテ水害防禦ニ從事セシムルモノトス

二　水制工事(Training Work, Uferbauten.)

水制工事トハ其名ノ示ス如ク河川ノ水流ヲ抑制シテ其天然ノ方向ヲ變換セシメ計畫ノ方向ニ隨伴セシムルタメ施行スル工事ノ總稱ニシテ切開工事及ビ側流締切工事ニ依ラザル直流方法ナリ水制工事ノ廣キ意味ニ於テハ上記ト反對ニ既ニ存在スル直流ヲ故ラニ彎曲セシムル場合ヲモ包含セザル可ラズト雖モ此章ニ說ク所ノ水制工事トハ直流ヲ誘致スル場合ヲ指スモノトス此場合ニ於ケル直流トハ必シモ絶對直線ヲ意味スルモノニアラズシテ直線流ニ近キモノヲ意味スト知ルベシ今迂曲セル河流ヲ成ル可ク直流狀態ニ變更スルノ目的ヲ以テ河中ニ突出スル一種ノ工事ヲ施行シ依テ以テ彎曲セル水流ヲ矯正シ之レヲ對岸ニ向ヒ退却セシメ換言スレバ稍直線流ニ近邇セシメ水面勾配ヲ急峻ナラシメ從テ河流ノ押轉力ヲ增加シ河底ノ沈澱物ヲ洗堀掃蕩シテ水路ヲ深カラシメ洪水流過力ヲ優秀ナラシメ得タリトセンカ少クトモ或ル程度ニ洪水面ヲ底下シ之レニ伴フ被害ヲ輕減シ得可シ是卽チ完全ナル治水工事ノ前提的一部分ヲナスモノナリ水制工事ヲ河中ニ設置スルニ當リ其形狀、配置方向等ニ從ヒ左ニ水制工事ノ一般的分類及ビ之レガ說明ヲ與ヘントス此章說ク所ノ水制工事ハ又以テ一面ニハ斷面矯正及ビ河川改修並ニ護岸工事ノ一部分トシテ使用セラルヽ場合アルコト勿論ナリ各種水制工事ノ工法ノ如キハ更ニ章ヲ改メテ之レヲ說ク可シ

水制工事ノ目的

甲　横工 Quer Bauten, Transverse Works.

横工トハ縦工ニ相對スル名稱ニシテ大體ニ於テ河身ニ並行セズシテ寧ロ之レニ向ヒ直角又ハ直角ニ近キ方向ニ於テ河中ニ突出スル工事トス(Buhnen-kribben-Sporen, epis,spur.)

横工ノ目的ハ護岸。水制。締メ切リ。床固メ等ノ異リタル作用ヲナスニアリテ其ノ河身ニ對スル方向ノ差違ニ從ヒ之レヲ三種ニ區別ス卽チ其ノ上流ニ向フ者ヲ上向横工(Inclinante)ト云ヒ其ノ直角ナル者ヲ直角横工(Senkrechte)ト云ヒ其ノ下流ニ向フ者ヲ横工(Declinante)ト云フ以上三種ノ利害得失ニ就テハ從來定說ト云フ可キ者ナク「アイテルワイン」氏ハ三種共各其長所ヲ有スルモノナリトシ「アメルング」氏ハ之レニ反シテ三種共ニ之レヲ排斥セリト雖モ Hagen 氏ノ實地ニ施行シタル試驗ノ結果ハ大ニ準據ス可キ指導ヲ與ヘタルガ如シ左ニ之レヲ略述ス可シ

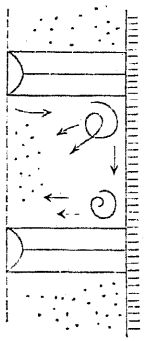
横工ノ三種

「ハーゲン」氏(Hagen)ハ試驗溝渠內ニ金屬ニテ製シタル數個ノ三角錐形ノ模型横工ヲ挿入シ其三角ノ一邊ヲ水平ニ据ヘ付ケ之レヲ河岸ヨリ漸次河身ニ向ヒ傾斜降下セル越流(潛頭)性ノ横工(Submersible spur)ニ擬シ該溝渠ノ流水內ニ於ケル漂砂ノ動作ニ鑑ミ左ノ結果ヲ演述セリ

一、直角横工ニアリテハ横工ノ頭部附近ニ於ケル流勢激甚ナラズ往々此ノ附近ニ漂砂ノ沈澱ヲ生ジ從テ工事ノ安定ヲ害スルノ恐レ少クシテ其下流ニ位スル横工トノ間隙ニ於テ生ズル沈澱物ハ多量ナルモ水ノ渦卷キ作用アルタメ沈澱物ハ横工及ビ河岸ト接著セズ稍〻隔離シ二、下向横工ニアリテハ横工ノ頭部附近ニ於ケル流勢一ニ比シ稍々激烈ニシテ且ツ越流ガ寧ロ河岸ニ襲來スルノ方向ヲ取ルノ傾向アリ横工ノ間隙ニ於ケル沈澱物多量ナラズ三、上向ノ者ニ於テハ頭部附近ニ於ケル流勢最モ激烈ヲ極メ此ノ附近ニ於テハ常ニ溝底ノ沈澱物ヲ流動セシメ然シテ横工ノ間隙ニ生ズル沈澱物最モ多量ニシテ其分配亦最モ平等ニ且ツ横工ニ接著スルモノトス圖ハ直角横工ノ場合ニ於ケル渦流及ビ沈澱ノ狀況ヲ示ス以上ノ說明ニ依リテ各種ノ得失自ラ判明ナル可ク卽チ一、下向横工ハ舟航ニ對シテハ最モ安全ナル

三種ノ長短

第三十圖



工法ナルモ長尺ヲ要スルタメ工費亦之レニ伴フテ多大ナルヲ免レズ且ツ越流ガ河岸ヲ破壞スルノ不利アリ二、直角横工ハ工費最廉ニシテ其効果著大ナリト謂フ可ラズト雖モ沈澱ノ作用侮ル可ラザルモノアリ三、上向横工ハ頭部附近ニ於テ激流ヲ誘致スルノ危害アルニ關ハラズ沈澱ノ作用甚ダシク有効ナルヲ以テ下向横工ト同様ニ長尺ノタメ工費ノ不廉ナルニモ關ハラズ近來ハ歐洲殊ニ獨佛ノ兩國ニ於テハ盛ンニ該種ヲ採用スルニ至レリ該工法ノ起原ハ「ハーゲン」氏ノ說ニ從フトキハ「ベリドアー」ノ創設ニ基クモノヽ如シ獨國ニ於テハ千八百年「マイスネル」ノ主唱ニ引續キ「ウオルトマン」ガ千八百二十年之レヲ實地ニ使用シテ以來盛ンニ流行スルニ至レリ

「ハーゲン」ハ上向横工ヲシテ法線ニ對スル接線ト平均七十度ノ角ヲ作ラシムルヲ以テ標準トシタリシガ「シユリヒチング」氏ハ河岸ノ形狀ニ從ヒ適宜ニ角度ヲ變更スルノ必要アルモノトセリ例ヘバ「メーメル」河ノ改修ニ於テハ

直線ノ部分ニ於テハ　70°—75°ノ角度トシ

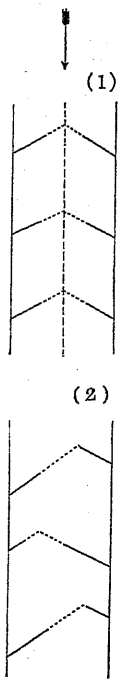
凹入ノ　〃　〃　75°—80°ノ　〃　〃

凹出ノ　〃　〃　80°—90°ノ　〃　〃

上記ノ如キ角度ヲ採用シタリシガ必要ニ應ジ假令バ流身ノ方向ガ轉換スル場合ニ於テハ適宜之レヲ斟酌變更セリ

兩岸ニ同時ニ横工ヲ施ストキハ其ノ相當スル兩横工ノ方向ノ延長線ガ(1)圖ニ示ス如ク各中心ニ於テ相會スルヲ要ス然ラズシテ(2)圖ニ示スガ如キ相互ノ位置ヲ有スルトキハ相對スル横工ガ河流ヲ同一斷面ニ於テ狹窄セザルガ故ニ流水ハ常ニ相隣レル横工間ニ亂入シテ良好ナル沈澱作用ヲ攪亂防害スルモノナリ然レドモ彎曲ノ部分ニ於テハ(1)圖ノ如キ配置ヲナスガ爲メニハ凸岸ニ於テ不必要ニ横工ノ數ヲ增サヾルノ不利益アルモノナリ

第三十一圖



横工ノ間隔

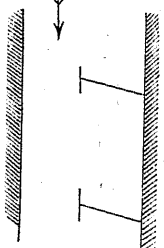
相隣レル横工ノ間隔ハ主トシテ河幅河流ノ强弱方向横工ノ長サ及ビ河底

ノ形狀等ニ因リ定マルモノニシテ凹岸ニ於テハ河流ガ河岸ヲ衝クコト强劇ナルガ故ニ直線ノ部分ニ於ケルヨリモ其ノ間隔ノ短キヲ要シ直線ノ部分ニテハ凸岸ニ於ケルヨリ其ノ間隔ノ短キヲ要スレドモ其ノ間隔ヲ適當ニ定ムルニハ從來一定ノ法則ナク「ジルベルシユラーグ」氏ハ第一ノ橫工ノ頂點ヨリ放流シタル浮游物ガ初メテ河岸ニ到達スルノ點ヲ以テ第二ノ橫工ノ起點ト假定シタルモ之ハ試ミニ一ノ橫工ヲ造リタル後初メテ之レヲ定ムルヲ得ルノミニシテ且ツ河流ノ方向變ズレバ折角定メタル間隔ハ再ビ不適當トナルニ至ルベシ故ニ橫工ノ間隔ハ全ク實地ニ固有ナル多數ノ實檢ニ依リテ之レヲ定ムル可キモノニシテ間隔ノ長キニ過グルヨリモ寧ロ短キニ過グルヲ可トス近頃「メーメル」河ノ改修ニ於テ「シユリヒチング」氏ハ直線ノ部分ニ於テ橫工ノ間隔ヲ法線幅ノ5/7ト定メ短キ橫工又ハ凹岸ニ於テハ之レヲ半減シ凸岸ニ於テ存在スル沈澱物ノ安定ヲ目的トスル場合ニハ之レヲ二倍トナシ得ルコトヽセリ「トイベルト」氏ハ略法トシテ普通ノ水位ニ於テ二個ノ相隣レル橫工ガ岸及ビ法線ト菱形ヲ作ス可キヲ定規トナシタリ

橫工間隔ノ規定

首尾能ク沈澱ヲ生ジタル後ハ橫工ハ大體ニ於テ其ノ保存ニ多大ノ費用ヲ要セザルモ其ノ頭部ハ不斷注意シテ之レヲ維持セザル可ラズ若シ頭部ニシテ水勢ニ抵抗シ得ザルニ至ランカ一旦生ジタル沈澱物ヲ流失スルノミナラズ引テ橫工ノ全部亦終ニ破壞ス可シ故ニ其頭部ハ成ル可ク規則正シキ沈澱ヲ生ズル爲メニ其側法勾配ハ極メテ緩ナルヲ要ス時トシテハ頭部ニ於テ更ニ翼工ヲ附シテ越流ガ橫工ノ下流ニ於テ深堀レヲナシ又ハ渦卷キ若クハ甚シキ逆流ヲ生ズルヲ防グコトアリ

第三十二圖



頭部ノ勾配

橫工ノ頂面ノ全長ニ於ケル勾配

全ク洪水面ヲ拔ク可ク構成セラレタル橫工ハ其ノ頂ヲ水平トナスモノナリ而シテ越流ヲ受ク可キ橫工ハ水面ヨリ徐々ニ挺出シ河岸ニ向ヒ百分ノ一乃至二百分ノ一ノ緩傾斜ヲナシテ漸次上昇スルヲ普通トスト雖モ高キ河岸ニ取リ付クルノ必要アルトキハ止ムヲ得ズ急傾斜ヲナスモノトス河岸低キトキハ橫工ノ高サヲシテ河岸ヲ超越スルコト勿ラシムルヲ要ス然ラザレバ

橫工ノ高及勾配

越流ハ河岸ヲ襲ヒ且ツ横工ヲ破壊流失ス可シ斯ル場合ニハ傾斜ヲ全廢スルコトアリ寄リ洲ヲ防護スルノ目的ヲ以テ横工ガ之レヲ横斷スル場合ニ於テ亦同樣ニ横工ガ著シク寄リ洲ヲ超越スルコト勿ラシムルヲ要ス

横工ノ補助

越流横工ノミノ作用ニ依リ豫期ノ通リニ規定正シキ沈澱ヲ生ズルコト難キガ故ニ横工ノ間隙ニ泥押ヘ工事ヲ施シ若クハ植樹シテ沈澱ノ作用ヲ助ケ若クハ既ニ生ジタル沈澱物ヲ保護スル場合アルモノトス横工ニ於テハ沈澱物ノ集積ニ勗メザル可ラズ沈澱物ノ集積ニシテ充分ナル程度ニ達シ得タリトセンカ是レ殆ンド横工ヲ施シタル目的ヲ達シタルモノナレバナリ

故ニ大規模ノ横工ヲ施スニ當リテハ最初ニ其ノ基礎工ノミヲ造リテ河底ノ變動ニ注目シ若シ尚ホ其ノ全部ノ竣工ヲ遲延セシムルノ利益ナル事ヲ發見セル時ハ最初ハ單ニ沈床若クハ捨石ノ如キ下部ノ工事ノミヲ施シ自然ノ作用ニ依リ良形ノ河底ヲ作ラシメ横工ノ位置ニ於ケル河底ヲ固定セシメツツ數年間ヲ期シテ漸次ニ且ツ容易ニ全工事ヲ遂グルヲ以テ得策トナスコトアリ

施工ノ順位

一群中ノ何レノ横工ヲ最初ニ着手ス可キヤニ就テハ先ヅ最上流ニ位スル分ヲ施工シテ其ノ下流ニ位スル流勢ヲ弱ムルヲ謀ルヲ普通ノ順序トナスト雖モ其ノ時ノ流心ノ方向及ビ格段ナル事情ノタメニ左右セラルヽコトアリ又一個ノ横工ノミニテハ其ノ下流ノ流勢ヲ安靜ナラシムルニ足ラザル時ハ同時ニ相隣レル二個ニ著手スルコトアリ斯クノ如ク同時ニ全部ノ工事ニ著手スルコトヲ避クル時ハ最モ熟練ナル工夫頭ヲ彼是レ轉用シテ使役シ得ルノ利益アルモノトス

然レドモ全部ノ横工ニ對シ同時ニ其ノ基礎工事ニ着手スルノ已ムヲ得ザル場合亦尠カラズ

全群中ノ最上流ニ位スル横工ハ勿論下向ノ者ヲ宜シトス

抑モ横工ハ北部獨逸國ニ於テ最モ多ク使用セラレ就中「エルベ」河ノ普國領ニ於テ又「ヲーデル」「ワイヒゼル」「メーメル」及中下流ノ「ライン」河ニ於テハ盛ンニ使用セラレタルヲ認ム又往々塡土利、佛蘭西、北亞米利加ニ於テ使用セラルヽモ南獨逸ニ「於テハ曾テ之レヲ認メズ

横工ノ利益

横工ノ利益トスル點ハ法線幅ノ決定其ノ當ヲ得ザリシコトヲ發見シタル時ニ於テ横工ノ長サニ改正ヲ行フニ當リ甚シキ失費ヲ要セザルニ在ルモノナリ此ノ點ニ於ケル利益ハ浮游工(棚架工)ニ於テ猶一層多キヲ見ル

横工ハ既ニ多少ノ寄洲ヲ形成セル部分ニ於テ最モ適當ナル工法ナル可キモ同時ニ最モ經濟的ノ工法ナル哉ニ就テハ常ニ一般的ニ斷言スル能ハザル可シ

彎曲ノ强キ部分ニ於テハ一般ニ横工ノ使用ヲ避クルヲ可トスト雖モ直線又ハ殆ンド直線ナル部分ニ於テハ其ノ間隔ノ撰定ニシテ宜シキニ適セバ經濟ニ且ツ有効ナル可シ然レドモ短キ横工ニシテ其ノ間隔遠キニ過グル時ハ却テ有害ナルコトナシトセズ又一岸ニ於ケル横工ガ餘リ短キ時(其ノ長拾乃至拾五メートル)破壞ヲ招キタリトセンカ「トイベルト」ノ說ニ從ヘバ大河ニ於テハ此ノ場合ニ其ノ岸線(法線)ヲ後退セシメテ多少彎曲ノ度ヲ增スニ關ハラズ沿岸ニ護岸縱工ヲ行フヲ得策トセリ

前記ノ如ク横工ヲ主用スルノ實例ハ多ク獨逸國ノ北部ニ存シ其ノ結果概

シテ良好ナルガ故ニ北米合衆國亦之レヲ襲用シ「ミシシッピー」河ニ於テ「センドルイス」以上ノ部分ニ應用セリ蓋シ同河川ノ上流ニ於テハ此ノ方法ヲ以テ唯一ノ良法ト認メ專ラ之レヲ採用シ將來尙ホ增築ノ計畫アリ然レドモ横工ニ隨伴スル一ノ不利益ハ相對スル横工間ニ豫定以上ノ水深ヲ造成スルコト屢〻アリ斯ル場合ニハ水位低下シ其ノ結果平水季ニ於テ上流ノ水深ヲ減ジ從來不便ヲ感ゼザリシ淺瀨ノ上ニ於テスラ水深ノ缺乏ヲ來スコトアルノミナラズ相隣レル横工間ノ澪筋ニ於テ上流河底洗堀ノ結果トシテ新ニ淺瀨ヲ生ズルコトアリ換言スレバ甲ノ災厄ヲ轉ジテ乙ノ災厄ヲ招グモノナリ是レ河底堅硬ナラザル場所ニ於ケル横工ノ弊害ニシテ特ニ荒川ニ於テ水勢激烈能ク大粒ノ流下物ヲ移動セシムルニ足ル場合ニハ減水ニ際シテ然カモ相對スル横工間ニ於テ大粒ノ沈澱物ヲ堆積スルコトアリ必ズシモ適當ノ工法ナリト云フヲ得ズ

「サイデル」ハ「エルベ」河ノ「ヒツツアツケル」區間ニ於ケル河狀ニ就テ單ニ横工ノミヲ用ヒテ一定ノ水深ヲ維持ルコト極メテ困難ナレドモ連續シタル縱工

ニ依ルトキハ比較的容易ニ其ノ目的ヲ達シ得ルコトヲ判定セリ

「ウオルトマン」亦同一工費ノ場合ニハ横工ヨリモ縦工又ハ護岸工事ヲ選ブコトヲ主張セリ

「アメルング」亦「マイン」河ニ於テ最後ニハ縦工ヲ以テ横工ニ代用スルニ至レリ之レヲ概言スレバ縦工ハ密接ニ配置シタル横工ト工費ニ於テ大差ナクシテ不規則ナラザル河狀ヲ維持セシムルコトヲ得ルモノナリ

底固メ工事

横工使用ノ際ニ於テ河底洗堀ノ弊害ヲ防グノ方法トシテ獨逸國ニ於テハ底固メ工事(Grund Schwellen, épis noyés, Submerged Groin)ヲ施行シ横工ノ頭部ヲ堅牢ニシ同時ニ相對スル横工間ノ河底ノ洗堀ヲ防ギ上記ノ如キ水位ノ低下ニ抗セリ是レ獨逸國ノ發明ニシテ横工ニ對スル附隨的大改良ナリ(後章河川改修工事參照)

底固メ工事ハ一種ノ越流堰ニシテ河ノ全幅ニ對シテ之レヲ施行スルトキハ上流ニ於ケル河底ニ沈澱ヲ生ジテ漸次ニ深所ニ堆沒シ河底ヲ平均セシメ其ノ工事ノ直下ニ於ケル河底ヲ洗堀スル傾向ヲ有スルモノナリ

「ジラルドン」ハ既ニ千八百四十二年ニ於テ「ローヌ」河ニ對シ護岸工事ト同時ニ底固メ工事ノ施行ヲ主張セリト云フ

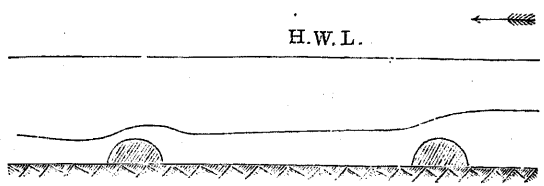
今假リニ底固メヲ河中ニ等距離ニ配置シタリト假定センカ低水位ニ於テハ相隣レル二個ノ工事ノ中間ハ河水面殆ド水平ニ近クシテ各工事ノ個所ニ於テハ越流ノ段階ヲ生ズルモ(下圖參照)高水位ニ於テハ其ノ段階ハ消滅シテ河水面ハ殆ンド工事ノ頂點ヲ連結スル線ニ平行スルニ至ルモノナリ舟航ノタメ及ビ河底保持ノタメニハ成ル可ク段階ノ小ナルヲ要スルガ故ニ底固メ工事ノ間隔ハ成ル可ク之レヲ縮少スルヲ可トシ且ツ工事上ニ於ケル水深ハ獨リ段階ヲ消滅セシムルニ足ルヲ以テ滿足ス可ラズ須ラク河流ノ過速度及ビ不規則ノタメニ舟楫ノ操縦ニ困難ナ・カラシムルヲ程度トス可シ故ニ工事上ニ於ケル水深ハ常ニ通航船舶ノ汽水ノ深サ以上トナサヾル可ラズ「ローヌ」河ニ於テハ底固メ工ヲ平水面下二尺五寸ニ置クトキハ毫モ障礙ヲ來サヾルガ如シ

「ローヌ」ノ床固メ

底固メ工事ノ作用ニ依リ規則正シキ河底ヲ得ルコトハ恰モ横工ノ作用ニ依リ規則正シキ法線幅ヲ得ルガ如ク確實ナリ

河岸ノ狀態ヲシテ自然的ニ淺瀨ヲ一定ノ場所ニ生ゼシメテ之レニ良好ノ方向ト一定ノ幅員及水深ヲ有スル理想的澪筋ヲ保タシムルコトハ頗ル困難ナルガ故ニ工事ノ作用ニ依リ不良ナル淺瀨ノ新ニ生ズルヲ防ギ且ツ同時ニ良好ナル淺瀨ハ之レヲ一定ノ場所ニ保存スルヲ以テ滿足セザル可ラズ此ノ目的ヲ達スルニハ前述シタル如ク底固メ工及ビ越流横工ヲ用ヒテ適當ノ距離ニ於テ定規斷面ヲ作リ之レニ據リ舟航ニ支障ナキ水深ヲ維持シ且ツ甚シク水面ノ動亂スルコト勿ラシムルヲ要ス

第三十三圖



底固メ工及ビ越流横工ヲシテ甚シキ働作ヲ河底ニ及ボサシメザルタメニ之レヲ上流ニ向ハシメ且ツ其ノ頂頭ヲシテ岸ヨリ河心ニ向ヒ漸次低下セシメテ流水ノ成ル可ク河ノ中心ニ向ヒ集注スルヲ謀ル可シ然シテ各工事ノ延長及ビ傾斜ノ度ハ天然ノ河狀ニ從ヒ之レヲ定メザル可ラズ卽チ彎曲ノ頂點ニ於テハ越流横工ノ長サヲ短縮シ其ノ傾斜ヲ急ナラシメ該所ヨリ深水線ノ變換點ニ向ツテ漸次之レヲ緩和シ平面、縱斷面、横斷面ノ三者間ニ適當ナル割合ヲ有タシム可キモノトス

斯ノ如クシテ施設セラレタル底固メ工及ビ越流横工ハ河底ニ粗粒ノ沈澱ヲ促シ其ノ抵抗力ヲ增進セシメ自然ニ河川ガ有セシヨリモ餘計ノ水深ヲ生ジ水位低下ノ弊害ヲ受クルコトナク假令水位上騰及ビ工事ノ直下ニ於ケル深堀レノ傾向アルヲ免レズト雖ドモ既ニ一旦生ジタル深堀レノ中ニ存在スル碧潭ハ自然的ニ深堀レヲ增スノ傾向アル水勢ヲ緩和ナラシムルノ水褥トナルガ故ニ案外恐ルヽニ足ラザルモノトス時トシテハ移動シ易キ河底ノ安定ヲ謀ルタメニ兩岸ヨリ單ニ上向ノ越流横工ヲ築キ出シ河心ニ於テ相會シ鈍角ヲ形成シ自カラ一種ノ底固メ工事ヲ兼備スルノ目的ヲ以テ之レヲ築造スルコトアリ

乙　縱工

縱工(Längs Bauten)トハ讀デ字ノ如ク大體ニ於テ河流ノ方向ニ並行シテ築造スル工事ニシテ橫工ト相對スル名稱ナリ其ノ目的トスル所ハ多ク橫工ニ同ジ

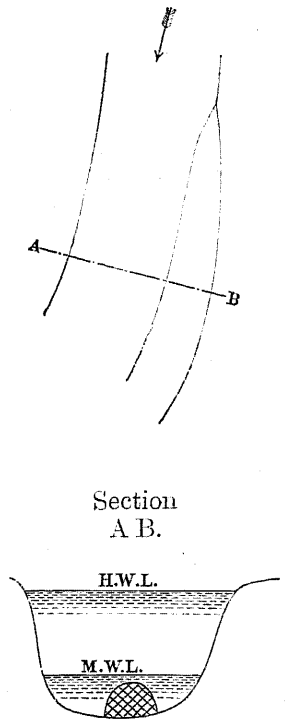
抑モ固定シタル縱工ヲ築造セントセバ先ヅ以テ正當ナル定規斷面ヲ決定セザル可ラズ若シ決定シタル河底ノ幅員ニシテ廣キニ過ギタリトセンカ河深淺キニ過ギ沈澱物ノ流下力微弱ナルガ故ニ河底埋沒ノ恐レアリ之レニ反シテ河幅狹キニ過ギタリトセンカ河底漸次洗堀セラレ引テ工事ニ危害ヲ及ボスノ恐レアリ流勢强烈從テ流下物ノ多量ナル河川ニ於テハ從來縱工ヲ採用シタル實例多ク殊ニ「バイエルン」ニ於テハ縱工ノ結果良好ナリシヲ以テ以前ニ築造シタル橫工ハ其ノ頭部ヲ連結シテ縱工ノ形狀ニ改メタリ

「バイエルン」ノ縱工

導水工 (Leit werke), Training wall.

甚ダシク堅牢ナラザル工事ニ依リ河心ニ顯著ナル變化ヲ與ヘント欲セバ須ラク高水ノ作用ヲ利用シテ之ガ目的ヲ達スルヲ圖ラザル可ラズ故ニ中水位ニ對スル河底ヲ改修スルノ目的ヲ以テ北獨逸ニ於テ使用スル堰堤ノ如キ導水工ハ之レヲ(Parallel werke ト名ケ)水流及ビ流水ノ破壞的作用ニ抵抗セザル可ラザルヲ以テ恰モ根固メ工事ノ如キ工法ニ依リ最初ハ獨立シタル一種ノ新設河岸トシテ築造セラルヽヲ常トス

第三十四圖



導水工ニ於テ亦橫工ニ於ケル如ク當初ヨリ完成シタル工事トシテ之レヲ施行セズ相當時期ヲ經過シタル後ニ於テ計畫潛筋ガ自然的ニ化成セラレタル時初メテ完全ナル定規斷面ノ界線トシテ之ヲ完成スルヲ得策トスル場合多シ中水位以上ノ出水ハ常ニ導水工ヲ越流スルヲ以テ强激ナル裏流(側流)ヲ生ジ在來ノ河岸ヲ攻擊シ沈澱作用ヲ妨害スルガ故ニ該側流ガ在來河岸ヲ破壞スル作用ヲ防禦シ且ツ沈澱ノ作用ヲ助勢スル

河岸トノ連結

ノ目的ヲ以テ所々ニ河岸ト導水工トヲ連結スルノ工事ヲ施シ適宜ノ角度ヲ作シテ河岸ト導水工トノ間隙ヲ區別シ之レニ因リ各區ニ沈澱物ヲ塡充セラレテ在來河岸ト導水工ガ一體トナルニ及ンデ初メテ導水工ハ能ク根固メ工ノ作用ヲナスモノナリト雖モ凹岸ニ於テ導水工ガ河岸ヲ距ルコト甚ダ遠キトキハ上記ノ連結工事ノ存在スルニ關ハラズ裏流レノタメニ在來河岸ヲ破壞セラレ易キモノナリ而シテ一般ニ導水工ニ依ル河川改修工事ハ背部ノ間隙ニ沈澱ヲ生ジ引續キ其上ニ植物ノ繁茂スルコト迅速ナルニ從ヒ安全ノ程度ヲ增スモノト云フ可シ

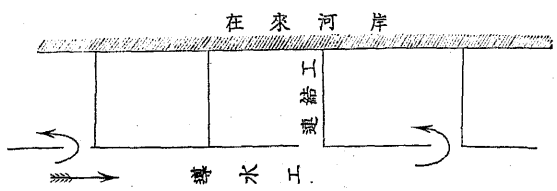
導水工ハ懸案ノ河幅ヲ狹窄スルニ因リ河深ヲ增シ從テ押轉力ヲ大ナラシメ河底ヲ洗堀スルノミナラズ護岸工ヲ施サヾル對岸ヲ破壞スルノ作用ヲ呈スルガ故ニ其ノ破壞ノ程度ガ定規斷面ヲ超ユルコトナカラシムルヲ要ス而シテ斯ノ破壞的作用ハ高水ト低水トノ差懸隔スルニ從ヒ益〻劇烈ナルモノナリ故ニ單ニ斯ノ作用ノミヲ利用スルヲ以テ其目的トスルトキハ導水工ヲ高水面迄達セシムルコトニ因リテ一層其ノ作用ヲ逞フセシムルヲ得ベシト

雖モ其ハ多クハ不得策ニシテ且必要ナキコトニ屬ス何トナレバ單ニ河中ノ中洲及ビ河岸ノ凸出部ヲ除却スル事ハ比較的容易ナルモ之ヲ以テ滿足スベキニアラズ同時ニ不規則且不必要ナル深所古河入江等ヲ埋沒セシムルノ必要アリ然シテ後者ヲ遂グルニハ導水工ノ作用ニ依リ除却セラレタル土砂ヲシテ上記ノ如キ埋沒ヲ要スル箇所ニ沈澱セシムルタメ長期ニ涉リ除々ニ導水工ヲ越流セシメ其背後ニ土砂ヲ流送セシメ斯ノ如ク流水ヲ利用シテ自然的ニ大土工ヲ成就セシムルヲ得策トスベケレバナリ若シ夫レ沈澱物ノ埋積工費ノ減少高水斷面積ノ造成ヲ目的トスルトキハ須ラク導水工ノ高サヲ中水位ニ止メ高水ヲ自由ニ越流セシメ因テ以テ沈澱物ヲ輸送シ且ツ自然的ニ埋立ヲ成サシムベシ而シテ此場合ニ於テハ微細ナル沈澱物ハ一面ニ擴布スルモ其ノ埋沒ノ厚サ極メテ薄ク反之粗粒ノ流下沈澱物ハ導水工ニ近ク停滯スルヲ以テ其背後ニ遠カリテ一面ニ平等ニ散布セラルヽコト難キモノナリ水ノ自然作用ヲ利用シテ上記ノ如キ動作ヲ逞フセントセバ最初ニ最モ愼重ナル考慮ヲ以テ之レガ計畫ヲ定メザル可ラザルハ勿論ナリ

中水位以下ニ造ラレ且ツ連續シタル導水工ハ澪筋ノ造成及ビ古河ノ埋立ヲ助勢スト雖モ後者ハ其ノ進行極メテ緩漫ナルヲ常トス而シテ通航頻繁ナル場所ニ於テハ古河ノ局部ヲ保存シテ之レヲ河港トナシ又ハ他ノ地方ニ對スル通航路トナスノ必要アル場合アルコトヲ忘ルベカラズ

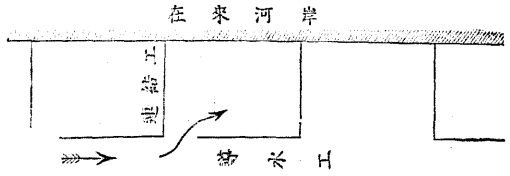
今若シ河水ヲ利用シテ導水工ト在來河岸トヲ連結スル連結工ノ間隙ヲ埋立テシメント欲セバ各連結工ノ上流ニ當リ導水工ニ空隙ヲ設ケ圖ノ如ク濁水ヲ誘入シ各分格ノ上流ニ向ハシメ益〻增水スルニ及ンデハ連結工ヲ越流シテ下流ノ分格ニ注入セシムルモノトス然レドモ越流ヲ生ズルニ非ラザレバ各分格內ノ水ノ交換スルコトナキガ故ニ此方法ニテハ沈澱ヲ生ズルコト極メテ遲緩ナリ

第三十五圖



是ヲ以テ「ヨツトワイ」氏ハ瑞西國ニ屬スル上部「ライン」河ニ於テ圖ニ示ス如ク導水工事中ニ連結工トノ接續點ノ直下流ニ位スル空隙ヲ作リ在來ノ方法ヲ變更シテ水位が該空隙ノ高サニ達スルヤ濁水ハ直ニ各分格內ニ注入シ連結工ニ依リテ湛ヘラレ沈澱物ヲ留置シタル後淸水トナリ薄キ層ヲナシテ下流ニ位スル分格內ニ越入スルモノトセリ蓋シ在來ノ方法ニ優レル方法ナルベシ何トナレバ中水位ニ於テハ僅カニ越流ヲ生ジ高水位ニ於テハ甚シキ越流アルベキモ同時ニ各空隙ヨリ各分格ニ河水ノ注入スルヲ許スヲ以テ甚シク越流ノ影響ヲ受クルコトナカルベケレバナリ

第三十六圖



縱工ノ應用

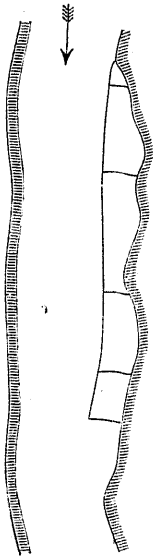
縱工ハ佛國ニ於テ盛ンニ行ハレ就中「ローヌ」河ニ於テハ「ジラルドン」氏ノ愼重ナル研究ト實驗トニ因リ其ノ結果大ニ見ルベキモノアリ「エッチ、エム、ジラルドン」(H. M. Girardon)氏ハ千八百九十四年「ラ、エー」(La Haye)ニ於ケル第六回萬國航海會議ニ

提論シタル低水ニ於ケル河川ノ改修ナル題號ノ下ニ左ノ如ク說述セリ縱堤ハ何レモ其ノ中央ニ於テ低水面上三呎ノ高サトシ兩端ニ至ルニ從ヒ漸次其ノ高サヲ減ジ終ニ低水面ト同高トシ之レニ橫工ヲ付シ河岸ニ連結シ該橫工ハ外端縱堤トノ接續點ニ於テハ縱堤ト同高トナシ河岸ニ至ルニ從ヒ漸次其ノ高サヲ增加ス可シ

「ローヌ」ノ縱堤

合衆國ニ於テモ「ミシシツピー」河中ノ「アルトン」ヨリ上流ノ工區ニ於テ上記ノ提論ニ基キタル工法ニ依リ千八百九十七年ニ於テ縱堤ヲ實地ニ施行セリ

第三十七圖



北獨逸ノ河川ニ於テ「ルードウイツク、フランチウス」及ビ「サイテル」ノ兩氏ハ縱工ヲ實施シ就中「フランチウス」氏ハ其ノ低水河川ノ改修ニ關スル論文中ニ主唱シテ曰ク舟航ノ便益ヲ增進スルタメ又ハ洪水及ビ流水ノ疏通ヲ敏快ナラシムルタメニ都合好ク河底ヲ改良セント欲セバ須ラク各個分離シタル橫工ヲ廢シテ之レニ代フルニ連續シタル導水工ヲ以テシ成ル可ク河水ヲ集注シ間斷ナク均一ニ快流シ一定ノ押轉力ヲ有セシムルヲ謀ル可シト

今若シ低水ヲ間斷ナク誘導シテ亂流狀態卽チ數條ノ澪筋又ハ側流ヲ生ジ一面ニ不用且ツ有害ナル深堀レヲ生ジ一面ニハ有害ナル寄リ洲ノ生ズル等ノ不利益ヲ防グノ目的ヲ達セントセバ須ラク連續シタル導水堤ノ頂頭ヲ低水面若クハ其ノ以下ニ止メ且ツ其ノ對岸間隙ハ低水ヲ全ク河道內ニ集注セシメ得ルニ足ル樣ニ定ムルヲ要ス而シテ必要ナル連結橫工ハ成ル可ク之レヲ低クシ置ク可シ斯ノ場合ニ於ケル橫工ハ各個別々ニ築設セラレタル時ノ如ク河底ニ甚シキ有害不同ナル影響ヲ與フルコトナキハ勿論ナリ又低水流路ヲ誘導スル導水堤ノ背部ニ於ケル河底ハ中水位ニ對スル河底ノ全幅ニ於テ低水位(導水堤ノ結合點)ヨリ漸次ニ上昇シ低水ニ對スル斷面積ヨリ除々ニ中水位ニ對スル斷面積ニ遞進ス可キモノナリ凸岸ニ於テハ導水堤ノ必要ヲ感ゼザルモ凸凹ノ變換點附近ニ於テハ兩岸ニ導水堤ヲ築造シ河幅ヲ狹搾スルノ必要アリ此點ニ關シテハ「サイテル」氏ノ言ヘル如ク兩岸ニ對峙スル導水

堤ハ單ニ低水ヲ集注セシムルノミナラズ高水ニ際シテ亦其ノ兩側ニ於テ限界ヲ有スル澪筋ヲ流過スル河流ニ對シ其針路ヲ指導シテ變調ナラザル快流ヲ誘ヒ高水ノ洗堀(掃除)力ヲ利用シテ澪ノ深ヲ維持セシメ得ルモノナリ

斯ノ如ク妙調ナル快流ヲ誘致スルコトハ規則正シキ橫斷面及ビ均一ナル水深ヲ造成シ且ツ之レヲ維持スルニ必要ナルコト論ヲ俟タズ

連續施行セル導水堤ハ其ノ定規斷面ノ幅員ニシテ一旦適當ニ定メラレタル以上ハ低水流路ニ一定ノ勾配ヲ與フルモノナリト雖モ是レハ勿論流下物ノ多キ河川ニ於テハ凸凹ノ變換點附近ニ於ケル工事ガ最適當ニ定メラレタル場合ニ限ルモノナリ斯クシテ澪筋ニ於ケル殆ンド均一ナル水深ハ其ガ能ク勾配ニ適合シ且ツ平衡狀態ノ維持ニ適當ナルニ於テ初メテ存續シ得可シ橫工ヲ以テ連絡セラレタル導水堤ハ航路標識ヲ設クルニ於テハ床固メ工若クハ潛頭橫工ト同樣ニ蜿蜒セル航路ニ對シ舟航ノ障害ヲ與フルコトナシ

縱工ト橫工トノ對照

橫工ノ場合ニ於テハ其ノ流下物ノ沈澱作用ニシテ充分成就シタル場合ニ於テハ單ニ其ノ頭部ノミガ流水ノ擊衝ヲ受クルニ止マルモ縱工ニ於テハ全部ニ沿ヒ之レヲ受クルヲ免レズ然レドモ縱工ニ於テハ其ノ工事ノ連續セルト水面勾配ガ均一ニ配布セラルヽトニ由リ其ノ各點ニ於テ受クル擊力ガ前者ニ比シ常ニ輕微ナルガ故ニ工事ガ受クル損害亦後者ハ輕微ナルヲ常トス

導水工ハ「バイエルン」及ビ瑞西等ノ山間ノ河川ニ於テノミナラズ又「ザール」及ビ「エルベ」ノ中下流ニ於テモ使用セラレ殊ニ「ウエーゼル」ノ下流ニ於テ好結果ヲ奏セリ

「サイテル」ハ橫工ノ間隙ニ充分ニ沈澱ヲ生ジ得ザル場合ニ其ノ間隙ニ沿ヒ僅カニ低水位ヲ拔ク縱工ヲ施シテ之レヲ連結シ若シクハ前記「ワイ」氏ノ提案セル如キ方法ニヨリ斷續セル縱工ヲ施スコトヲ主唱セリ斯クスルトキハ橫工ノ間隙ニ激流ノ侵入シ又ハ頭部ニ於ケル廻流ノ生ズルヲ防ギ又澪筋ノ局部ノ淺瀨ヲ除却スルノ功アルモノナリ是レ等ハ皆縱工ノ長所ヲ利用スルノ方法ト云フ可シ

丙　縱橫混合工

導水工ト護岸ノ兼用

横工ハ凸岸保護ニ適ス

從來横工若クハ縦工ニ代用スル工法ヲ發見シタルモノナキガ故ニ從來ノ實驗ニ基キ前記ノ工事ニ漸次改良ヲ加フルノ外ニ良策ナキヲ以テ「シユリヒチング」氏ハ可航河川ノ改修ニ對シ横工、導水工、及ビ護岸工ノ三種ヲ混用スルコトヲ主唱セリ斯ノ如クスルトキハ各工事ノ短所ヲ捨テ其ノ長所ノミヲ採用シ得ルヲ主眼トセルモノナリ

「ジラルドン」氏ハ「ローヌ」河ニ於テ三種ノ混合工ヲ施スニ當リ導水工亦護岸工事ト同樣ニ成ル可ク河岸ニ接近シテ之レヲ施工スルヲ得策ト認メ而シテ舟航ノタメニ特ニ天然ノ彎曲ヲ減少スルヲ必要トスル稀ナル場合ヲ除クノ外常ニ河岸ニ接近シタル導水工ヲ實施シ得タリ勿論河流ヲ調子良ク快流セシムルノ點ニ對シテハ其ノ彎曲ノ半徑ニ於ケル多少ノ長短ハ實際上ニハ格別ノ差異ナキモノニシテ或ル彎曲ニ於テ横工ヲ築造シタル場合ニ其ノ彎曲ノ度一層甚シキ場所ニ縦工ヲ築造シタル時ヨリモ反ツテ河流ノ疏通狀態劣等ナルヲ常トスレドモ凸岸ニ於テ其ノ河底ガ極メテ移動シ易キ寄リ洲ナルトキ又ハ洪水ノ際ニ於ケル直流ノ影響ヲ受クルノ恐レアルトキハ横工ヲ以テ之レヲ防禦スルヲ得策トセリ

凹岸ニ於ケル縦工ハ斷ヘズ流水ノ方向ヲ指導スルノ點ニ於テ又其前面ニ於ケル洗堀ノ深サヲ相當ノ範圍ニ保持セシムルノ點ニ於テ有利ナリ要ハ導水工ノ高サヲシテ河底ノ洗堀ヲ希望スルノ期間ノミ河水ノ全部ヲ狹窄セシムルニ止メ既ニ河底洗堀ノ深サガ所望ノ程度ニ達スルヤ否ヤ直チニ導水工ノ頂頭ヲ越流シテ河水ヲ放散セシメ所望以上ニ甚シキ深堀レヲ生ゼシメザルヲ圖ルニアルガ故ニ理想トシテ最初ハ導水工ヲ少シク高キニ過ギシメテ築造シ據リテ以テ所望ノ深ヲ有スル澪ヲ造リ得タル後漸次ニ其頂頭ヲ低下セシムルノ方法ヲ取リ又其全長ニ於テ同一ノ高サヲ有セシメザルヲ可トス「ジラルドン」氏ノ主唱ニ係ル方法ハ要スルニ澪筋ヲシテ導水工ヨリ分離シテ退却セシメントスル箇所ニ於テハ導水工ノ高サヲ低下シ卽チ彎曲ノ頂點ニ當リ其ノ水深最モ大ナル箇所ニ於テハ頂頭ヲ最高トシ其レヨリ上下流ニ向ヒ漸次其ノ高サヲ遞減ス可キモノトス詳細ハ前項縦工ノ場合ニ於テ既ニ述ベタル如シ

流氷ヲ避ク

「ダニユーブ」河ノ下流ニ於テハ流氷ノ害ヲ避クルタメ縦横工共ニ其ノ頂頭ヲ低水面以下半「メートル」ニ止メタリ

導水工ノ背後ニ侵入シテ新タニ生ズル側流ハ舟航ニ對シ支障ヲ與フルガ故ニ河岸ト導水工トヲ連結スルノ目的ヲ以テ造ラレタル横工ハ河流ガ分離シテ導水工ノ背後ニ侵入シ在來河岸ニ襲來セントスルノ傾向甚ダシキニ從ヒ益〻流水ヲ計畫ノ澪筋ニ向ヒ刎返ス可キ作用ヲ全カラシメザル可ラズ凸岸ニ於テハ成ル可ク深堀レヲ生ズル傾向ヲ避ケ其ノ岸ノ自然的ニ平低ナル形狀ヲ維持シテ高水ノ自由ニ放逸散漫スルヲ圖ル可シ是レ卽チ前記ノ如ク成ル可ク地盤以上ニ突出セザル横工ニ依リ凸岸ヲ固ムル所以ナリ然シテ斯ノ場合ニ於ケル横工ノ方向及ビ傾斜ハ高水ノ際ニ於テ河流ガ自然的ニ直線ニ近キ方向ヲ取ルノ傾向大ナルニ從ヒ一層甚ダシク流心ヲ計畫ノ澪筋ノ方向ニ刎返スニ便スルヲ要スルモノトス

工事ノ背部ニ新タニ生ジタル自然的埋立地ハ耕作ノタメ之レヲ利用シ得ルコトハ勿論ナルモ其ノ地先ノ所有者ニ割讓ス可ラズ何ントナレバ所有權ヲ得タル箇人ハ他ノ一般ノ利益ヲ犧牲ニ供シテ土地ヲ漸次高メントスレバナリ新タニ生ジタル埋立地ハ成ル可ク或ル程度以上ニ其ノ增高セラルヽヲ防ギ高水ノ放逸散漫スルニ備ヘ既成工事ニ危害ヲ加フルガ如キ事ナカラシムルヲ期スルハ勿論ナリ該埋立地ハ工事ノタメニ保全セラルヽガ故ニ洪水毎ニ自然ニ膏腴ノ程度ヲ增シ堤防ヲ築キテ洪水ヲ遮斷シタル土地ヨリモ遙カニ有利ナルモノナリ

「ローヌ」河ノ改修工事ニ於テ改修工事起工ノ當時ヨリ千八百八十二年ニ於テ「ジラルドン」氏ノ提唱セシ縦横工混用ノ方法ヲ採用シタリト假定セバ其ノ總工費ニ於テ莫大ノ利益アリシコト論ヲ俟タズ惜哉千八百八十二年以前ハ單ニ縦工ノミヲ使用シ河幅狹窄ヲ以テ根本義トシタリシガ故ニ凸岸ニ施工セシ縦工ヲ其ノ實施以後ニ於テ除却スル等數多ノ變更ヲナスノ必要ヲ生ジ爲メニ莫大ノ失費ヲ招ケリ

「ローヌ」ノ後悔

「ウエーゼル」河ニ於テモ亦混合工ノ方法ニ依レリト雖モ該河ニ於テハ河底甚ダ堅硬ナルヲ以テ横工ノ作用ニ依リ所々ニ於テ河底ヲ高メ水面勾配ノ平

横工ノ適用

均ヲ謀レリ之レニ反シ「ローヌ」河ニ於テハ河底ノ地質甚ダシク移動シ易キガ故ニ所所ニ横工ヲ設ケ其ノ作用ニ依リ淺瀬ノ自然的ニ洗堀セラレテ水位ノ低下スルヲ防グノ必要アリタリ

棚架ノ由來

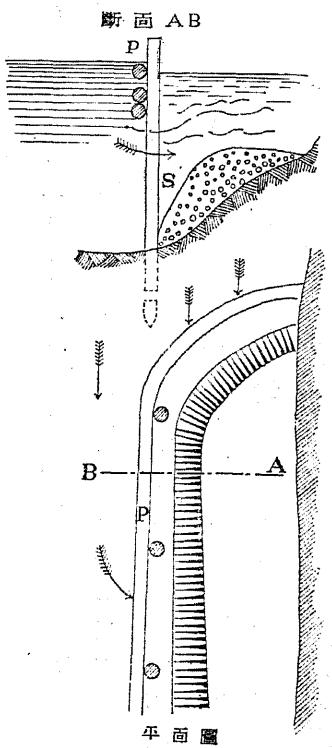
丁　棚架工

棚架工(Schwebende Bauten)ノ發明ハ蓋シ其ノ源ヲ「シユメルリング」ニ歸スルト雖モ該工ノ長所ヲ詳細ニ研究シ之レヲ實地ニ應用シテ盛ンニ其ノ效果ヲ收メタルモノハ「ウオルフ」ナルベシ同氏ハ千八百八十六年以來「ニーデルバイエルン」ノ「イザール」河ニ於テ該工ヲ試用シタリシガ該方法ハ流下沈澱物ノ頻繁ナル河川ニ於テ適用ス可キモノニシテ最初ニ堅牢高價ナル工事ヲ施サズシテ巧ミニ最モ單純且ツ低廉ナル一種ノ導水工ヲ設ケ水流ヲ一定ノ方向ニ誘導シ流水ヲシテ自ラ其ノ箇所ニ適當ナル縱橫斷面ヲ造成セシムルヲ以テ第一期トシ斯クノ如クニ造成セラレタル新斷面ノ河岸ヲ單純ナル方法ニ依リ被覆シ且ツ維持スルヲ以テ第二期トス今棚架工ノ原理及ビ其ノ構造ヲ說明スレバ先ヅ圖ニ示スガ如クPナル棒又ハ板ノ類ヲ適當ノ距離ニ於テ豫メ建

テラレタル杭木Sニ二重又ハ三重ニ取リ付ケ恰モ棚ヲ架ケタル如キ形狀トナシ棚ノ高サハ該工ヲシテ奏効セシメント欲スル水面附近ニ止ムルモノトス時トシテハ連柴ヲ以テ該棚ニ代用スルコトアリ其ノ構造上記ノ如クナルガ故ニ該工ノ作用ハ其ノ水位ニシテ棚ノ下端以下ナルトキハ殆ド自由ニ全部ノ河流ヲ通過セシメ尙ホ水位ノ上昇スルトキハ恰モ長距離ニ亘ル潛水堰口ノ如キ作用ヲ呈スルモノナルガ故ニ工事ノ背部ニ於ケル水位ハ其ノ前面ニ於ケルヨリモ稍低キヲ常トシ工事ノ背後ニ於テ流速ノ減ズルカ又ハ靜水トナルガタメニ流下物ノ沈澱ヲ期待シ得可キモノトス而シテ斯ル作用ノ强弱ハ該工ガ流心ノ方向ニ對スル角度及ビ棚下ノ間隙ノ高サ等ノ加減

棚架工ノ作用

第三十八圖



ニ因リ任意ニ加減シ得ルモノナリ又單ニ杭打工事ノミニ依リ殆ンド類似ノ結果ヲ奏シ得ルノ實例ハ至ル所ニ之レヲ見ルヲ得可シ

固定工事トノ對照

今棚架工ト他ノ密閉シタル固定工事ノ作用ヲ對照センカ後者ニ於テハ河水ハ之レヲ越流シテ工事ノ背面ニ侵入スルノ外ナキヲ以テ工事ノ外方ノ河底ニ轉動スル流下沈澱物ハ構造上工事ノ外法極メテ緩傾斜ヲ有スルカ若クハ其ノ外側ニ接シ傾斜ノ緩ナル寄リ洲ヲ生ズルニ非ザレバ工事ヲ超越シテ其ノ背後ニ入ルヲ得ザルモ棚架工ノ場合ニハ石礫ハ自在ニ棚下ノ間隙ヲ通過シテ其ノ背後ニ侵入シ且ツ沈澱スルヲ常トスルモノナリ

沈澱ノ形狀

棚架工ノ間隙ヨリ侵入セル石礫ハ最初ハ工事ノ箇所ヲ過ギテ尚ホ遠ク輸送セラルヽモ河底ノ漸次埋沒スルニ從ヒ押轉力亦減ズル故ニ沈澱物ハ各層毎ニ其ノ幅ヲ短縮シツヽ漸次埋沒ノ高サヲ增シ終ニ工事ノ背後ニ於テ一ノ高岸ヲ造成シ其ノ外方ノ傾斜面ハ漸次ニ急峻ノ程度ヲ加ヘ遂ニ石礫ノ之レニ沿ヒ昇登スルコト能ハザルニ至ルモ其ノ內方ノ傾斜ハ極メテ緩漫ナルモノナリ斯ノ如クニシテ生ジタル沈澱ハ工事ノ全長ニ亘リ其ノ背後ニ接近シテ天然ノ河岸ト連續スル一種ノ新河岸ヲ形成スルモノナリ

斯ノ如ク工事ノ背後ニ埋築ヲ自然ニ生ズルト同時ニ其ノ前面ノ河底ハ工事ニ因ル河幅狹窄ノタメニ生ズル押轉力增加ノ結果トシテ自然ニ洗堀シ殆ンド一定ノ澪筋ヲ造成スルモノナリ是レ卽チ第一期ノ終リナリ其ノ洗堀ノ作用激烈ナルヲ厭フトキハ狹窄ノ度ヲ弱メ置クノ必要アルコト勿論ナリ是ニ於テ第二期ニ屬スル工事卽チ新成河岸ノ被覆ヲ施行ス可キモノトス

抑モ棚架工事ハ臨時ノ目的ヲ達スルタメニ施行スル假設工事ナルヲ以テ堅牢ノ程度ニ乏シキガ故ニ長期ニ涉ル洪水ニ對スル抵抗力ヲ缺クモノナリ若シ夫レ適度ノ洪水ニシテ急ニ來襲シ暫時ニシテ減水スルトセンカ工事ノ蒙リタル多少ノ損害ハ之レヲ次期洪水ノ來ル以前ニ修繕シ得ルヲ以テ大破ヲ招クコトナク且ツ工事ノ作用ノタメニ生ズル効果進捗ノ程度ヲ能ク目擊シ得可シ而シテ斯ル適度ニシテ急劇ニ來リ且ツ短期間繼續スル洪水ノ度數頻繁ナル事コソ歡迎ス可キ次第ナリ

棚架ハ上記ノ如ク杭打ヲ以テ骨子トナシタル工事ナルガ故ニ流氷流木等

流氷木ノ多キ川ニハ適セズ

ノ襲來激烈且ツ頻繁ナル河川ニ於テハ保存ノ見込ナク强テ之レヲ斯ル河川ニ應用セントセバ春期融雪ノ終ルヲ俟ツテ之レヲ施行シ夏季ノ出水ニ遭遇シテ効果ヲ收メ冬季流氷ノ來ル以前ニ沈澱ノタメニ生ジタル新成河岸ノ全部又ハ少クモ幾分ノ被覆工事卽チ第二期工事ヲ施行シ了ルノ手配ヲ爲サヾル可ラズ若シ流木ノ拘留セラルヽモノアルトキハ工事ニ危害ヲ及ボスノ恐レアルガ故ニ直チニ之レヲ除却セザル可ラズ

「ウオルフ」式ノ特長

棚架工應用ノ場合

由來棚架工事ノ利益トスル點ハ主トシテ工事ノ個所ニ輸送セラレタル流下沈澱物ガ甚シク遠方ニ逸走スルコトナクシテ最初ヨリ豫期セラレタル場所ニ沈澱セシメ得可キニアルヲ以テ多額ノ費用ヲ投ズルコトナクシテ局部ノ破堤ヲ防禦シ深堀レヲ埋立テ河流ノ方向ヲ轉換セシメ新河岸ヲ造成シ又ハ古河ノ埋沒ヲ助成セシムル等ノ場合ニ應用シ得ベキモノトス

「ウオルフ」式ノ工事ニ於テハ最初ニ假定シタル法線幅（ノルマル）ヲ以テ試ミニ工事ヲ施シ徐ロニ工事ノ影響ヲ受ケテ河底ノ變化スル狀態ヲ注目シ假定シタル法線幅ノ誤レルコトヲ發見シタルトキハ直チニ之レヲ更正シテ容易ニ再擧ヲ謀ルコトノ利益ハ他ノ工事ノ及バザル所ナリ

「シユリツヒチング」氏ハ北獨逸ノ平原ニ於ケル可航河川ニ於テハ餘リ多量ノ氷害アリ又流下沈澱物ノ量少キニ過ギ且ツ其ノ輸送セラルヽ時期甚ダ短キガ故ニ該式ノ工事ヲ行フニ適セズトセリ又山間ノ急流ニ於テ河底ガ粗大ノ玉石ヨリ形成セラレ且ツ大形ノ流下物頻繁ナル場合ニハ不適當ナリ要スルニ河底ガ杭打ニ對シ充分ノ根入リヲ保證シ得ル場合ナラザル可ラズ

「ゲツベルト」ノ言フ所ニヨレバ該式ハ流下物ガ砂、砂利及ビ徑五寸ノ玉石ナリシ場合ニ於テ猶ホ好結果ヲ得タリシガ如シ而シテ其ノ有効ナル範圍ハ蓋シ押轉力ガ$p=3$又ハ$p=8$ノ間ニ在ル時若シクハ其ノ以下ニアル時ナル可シ

戊　透流工事（一名粗隙堤）

透流工事トハ其ノ名ノ示ス如ク河流ガ殆ンド自在ニ其ノ間隙ヲ透流シ得ベキ工事ニシテ導水工及ビ横工ノ補助工事トシテ使用スル泥押ヘ工事ヲモ含ムモノナルガ之レヲ主體ノ工事トシテ施行シタルハ「ミスリー」河ヲ嚆矢ト

シ後「ミシシッピー」河ニ於テモ亦之レヲ襲用セリ

該工ヲ應用ス可キ場合ハ河底ノ地質極メテ移動シ易ク卽チ主トシテ泥砂ヨリ成リ且ツ何水ガ多量ノ沈澱物ヲ含有スルトキトス斯ル場合ニ於テハ假令普通ノ護岸又ハ縱橫工ヲ施スト雖モ河岸ノ移動甚ダシキタメ工事ノ安定ヲ保ツ能ハザルガ故ニ水流ニ對シ成ル可ク抵抗少キ工方ヲ採リ能ク强流ニ堪ヘ顯著ナル堰キ上ゲヲ起サズ各工事間ニ生ズル水面ノ階段ヲ成ル可ク減少シ然カモ工事以外ノ流心ニ於ケル押轉力ヲ增進シ又各工事間ニ於ケル押轉力ヲ減少セシメ工事ノ附近ニ輸送セラレタル流下物ヲ沈澱セシムルコトヲ圖ラザル可ラズ、著者曾テ米國ニ遊ブ時「ミシシッピー」河筋中「セントルイス」ト其ノ稍上流ニ位スル「ミスリー」河合流點トノ間ニ於テ透流工事ノ最モ好ク成功シタル結果ヲ目擊セリ

抑モ「ミスリー」河ハ「ミシシッピー」河系中最モ多量ノ流下物ヲ輸送スル河川トシテ有名ナルモノナリ從テ本河ノ合流點ニ位スル部分ニ於テ甚シキ沈澱ヲ生ジ該部分ニ於テハ本河ノ河岸ハ極メテ脆弱ニ河底ハ甚シク移動シ易ク

河流ハ中洲又ハ島嶼ノ間ニ蜿蜒迂曲シテ左右ニ轉換シ凹凸ノ轉換點ニ於テハ水深常ニ缺乏スルガ故ニ千八百七十二年ニ於テ合衆國政府ガ本河ノ治水工事ニ著手スルニ當リ最初ニ「ヲハヨー」河及ビ「ミスリー」河兩河ノ合流點間ニ於テ最低水位ニ於ケル水深ヲ七呎以上ナラシメントシ左記ノ工事ヲ施行セリ

一、河岸中特ニ凹岸ヲ防護シ河岸ノ缺壞シ且ツ新規ニ河切レノ生ズルヲ防護スル工事

二、諸側流ノ遮閉工事

三、中水位ニ對スル河底ヲ固定セシメ「ヲハヨー」河ノ上流ニ於ケル規定河幅ヲ七六〇、メートルトシ其ノ下流ニ於テハ之レヲ九一二メールトスル工事

以上ノ目的ヲ以テ最初ニ施行シタル工事ハ「ヲハヨー」河ノ上流ニ於テ凹岸ヲ石張トシ被覆セル工事及ビ石造若シクハ粗朶工ヲ以テ造成セル橫工ナリキ然レドモ前記ノ如ク河底軟弱ナリシタメ是等ノ工事ハ皆自然ニ沈下シニ保存ノ見込ミナキニ至リタルヲ以テ杭打工ト粗朶工トヲ連合シタル透流終

工ヲ採用スルコトニ決定シ或ル部分ニ於テハ縦工ト横工トヲ併用シタレドモ結局「ヲハヨー」河合流點以上ニハ主トシテ横工ヲ選ムコト、ナレリ其ノ施工ノ結果トシテ以前ニハ轉變限リナキ蜿蜒迂曲セシ淺水ノ河身ナリシモノ今ハ一定シタル彎曲ト水深トヲ保ッテ良好ナル航路ヲ維持シ得ルニ至レリ左ニ透流工ノ構造ハ護岸工事ノ分類ニ於テ之ヲ示ス

透流工ハ通常二列ノ杭打ヲ以テ骨子トナスト雖モ間〻三列ヲ用フルコトアリ例ヘバ「ミスリー」河ニ於ケルガ如シ

透流工ヲ最モ簡便ナル構造トナシテ單ニ二列又ハ三列ノ杭打ヲ行ヒ之レヲ連結材ヲ以テ縦横ニ連結シ粗朶工ヲ中間ニ使用セズシテ杭根ノ洗堀ヲ防グタメニ杭ノ根元ハ全部沈床又ハ單床ヲ以テ之レヲ包圍スルニ止メタル輕易ノ工事トシテ之レヲ實地ニ適用シ屢〻好結果ヲ得タリシト雖モ北海道ノ河川ノ如キニ於テハ流氷木共ニ頻繁ニ且ツ激烈ナルヲ以テ工事ガ充分其ノ目的ヲ遂グル以前ニ於テ既ニ工事ノ一部又ハ全部ノ破壞ヲ招キシコト亦屢〻ナリキ該種ノ構造ハ前ニ記載シタル棚架工事ノ一種ノ變形シタルモノト見ルヲ得可シ

三　側流締切工事

締切工事トハ主トシテ側流ヲ締メ切リ之レヲ新タニ單一ナル本河トシテ造成ス可キ流路ト分離セシムルノ遮斷工事ヲ云フモノニシテ古來ヨリ河工中ノ最難工事トシテ目セラレ其ノ河川ノ大ナルニ從ヒ其ノ工事亦益〻困難ヲ極ムルモノナリト雖モ流下物ノ多大ナル河川ニ於テハ甚ダシキ大規模ノ工事ヲ施サズシテ能ク從來存在セシ兩側流ノ平衡狀態ヲ破リ計畫ノ通リニ變形ヲ成功シ新規ニ平衡狀態ヲ達シ得ル場合尠カラズ

今若シ遮斷セント欲スル河ノ兩岸ヨリ漸次河身ニ向ヒ遮斷工事ヲ施行センカ其ノ河心ニ近クニ從ヒ工事ノ爲メニ河水著シク堰キ上ゲラレ相對スル工事ノ間隙ニ於ケル押轉力ノ增大スル結果トシテ河底ノ洗堀沈下スルコト甚ダシク莫大ノ勞力ト工費ヲ投ズルニ非ラザレバ締切ヲ完成スルコト難シ此ノ困難ヲ排除スルノ唯一手段トシテハ工事ヲ施ス可キ箇所ノ河底ニ抵抗力ニ富ム工事ヲ施シ其ノ作用ニ依リテ上記河底ノ洗堀ヲ防禦スルカ又ハ適

締切ノ歴史

當ナル工法ニ依リ遮斷セント欲スル河底ノ押轉力ヲ豫メ輕減セシムルニアリ而シテ「フランククロイター」氏ハ締切工事ハ必ズ其ノ高サヨリ稍高キ兩岸ニ連結スルノ必要アルコトヲ主張セリ

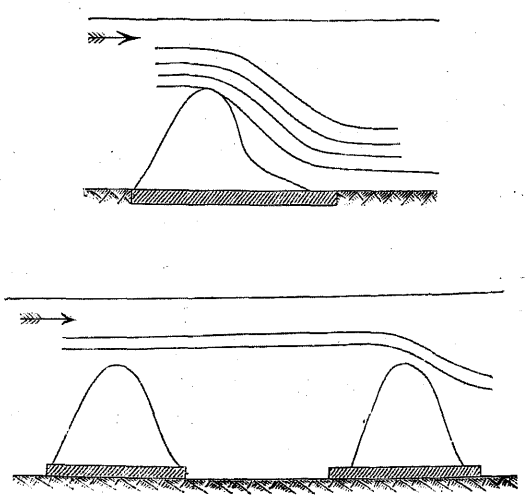
今茲ニ締切工事ノ工法ニ關スル歴史ヲ敍スレバ最初「ジルベルシユラーグ」氏及ビ其ノ後輩ハ埋塞ス可キ河流ノ下端ニ於テ締切工事ヲ施行シ上端ノ流入口ハ從來ノ通リ常ニ之レヲ開放シ置キテ廢川ニ流下物ヲ輸入シ其ノ河底ヲ埋沒セシムルヲ謀ルヲ以テ得策トナセリト雖モ反之「シユメル」氏ハ斯クノ如ク下端ニ締切工事ヲ施スニ當リ河流ノ勾配急ナルトキニ於テ河流ガ快速ニ流レ來リテ懸案ノ締切工事ヲ激烈ニ越流スル場合ト河流ノ勾配極メテ緩ニシテ流速微弱ナルニ加ヘ稍高キ締切工事ニ因リ上流ニ一ノ溜リ水ヲ湛フル如キ狀態ニ陷ル場合トヲ考査シ前段ノ場合ニ於テハ洪水流氷等ニ抵抗スルヲ要スル堅牢高價ナル締切工事ヲ造ルヲ要シ流勢激烈ナルガ故ニ砂礫ハ僅カニ工事附近ノ上流ニ徐々ニ沈澱スルノミニ止マリ後段ノ場合ニ於テハ越流ハ恐ルヽニ足ラズ締切工事ハ高價ナルヲ要セズト雖モ湛水スルガ故ニ

沈澱物ノ輸送力ニ乏シク微細ナル少量ノ泥土ヲ沈澱スルニ過ギズ前段及ビ後段ノ場合共ニ其ノ結果上記ノ如ク良好ナラザルコトヲ主張セリ故ニ「ライン」河ニ於テハ既ニ「シユメル」氏ノ時代ニ於テ上端ニ締切工ヲ施行シタリシモ此ノ場合ニ於テ締切工ガ全ク洪水面ヲ拔クトキハ殆ンド河底ノ埋築ヲ生ズルコトナク工事ガ低クシテ越流ヲ受クル場合ニハ折角一旦生ジタル沈澱ヲ洪水ノタメニ押流セラレ且ツ洪水流氷等ノタメニ屢〻工事ヲ破壞セラルヽノ恐レアルヲ以テ「ウイーベキング」氏ハ更ニ本締切工事ノ下流ニ於テ第二堤ヲ築キ其ノ高サヲ本堤ト同クシ本堤ト第二堤トノ中間ニ湛水ヲ生ジ本堤ハ流氷ノ危害ヲ輕減セラレ越流ノタメニ本堤ノ脚部ヲ破壞セラルヽノ恐レヲ除キタルモ堤頭ハ常ニ越流ノ作用ヲ受ケ又第二堤ハ甚シキ水壓ヲ受ケ且ツ越流ノタメニ其ノ堤脚ヲ洗掘セラルヽノミナラズ河底ノ自然的埋築ハ單ニ浮游スル流下物ニノミ依リテ徐々ニ生ズルノミナルヲ以テ全體ニ於テ其ノ結果良好ナラズ(第三十九圖參照)

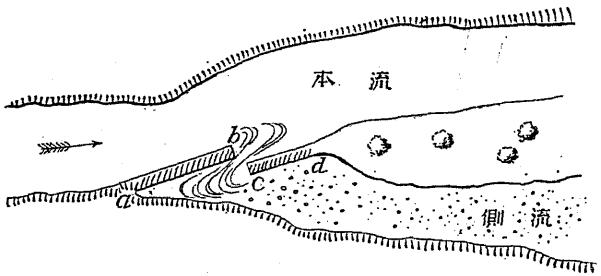
「シユメル」氏ハ上記ノ如キ弊害ヲ除却スルタメニ全ク異ナリタル工法ヲ案

出シタリ同氏ノ考案ノ要點ハ流水ヲ沮害スルガ如キ工事ヲ用ヒテ遮斷ヲ行ハズシテ閉塞セント欲スル側流ヲ埋沒セシムルヲ努ムルニアルガ故ニ同氏ノ採用セル工事ハ單ニ土砂石礫ノ沈澱埋沒ヲ誘導スル目的ヲ以テ造ラルヽヲ要シ只ダニ浮游スル水面ニ於テノミナラズ又河底ニ沿フテ移動スル石礫ヲ容易ニ誘致シ得ルヲ要スルヲ以テ第一堤 a-b. ヲ第四十圖ノ如ク上流ヨリ下流ニ向テ築造シ第二堤 c d. ヲ下流ヨリ上流ニ向テ築造シ二者ノ間ニ喰違ノ間隙ヲ生ゼシメ第一堤ハ水流ヲ適宜誘導スルノ作用ヲ爲シ第二堤ハ第一堤ノ先端ヲ迂回シテ側流ニ注入スル河水ヲ第一堤ト相俟ッテ狹窄スルノミナラズ該關門通過後再ビ之レヲ放散スル作用ヲ有シ玆ニ側流ノ河底

第三十九圖



第四十圖



ニ於テ土砂石礫ヲシテ自然ニ沈澱ヲ生ゼシムルモノナリ然シテ第一堤 a.b ハ其ノ築造後本流ノ河底ヲ洗掘スルノ作用ヲ逞フシ側流ノ寄リ洲ハ漸次其ノ高サヲ增シ終ニ洪水面ニ達スルモノトス側流埋沒ノ期間ヲ早メンガタメ「シユメル」氏ハ側流中ノ所々ニ於テ河岸ヨリ河身ニ向ヒ素樹ヲ架シ又所々ノ渦流ヲ橫斷シテ之レヲ繫留シ流勢ヲ緩和シ沈澱ヲ誘導スルコトヲ得策ナリトセリ該工法ニ於テハ必要ニ應ジ第一堤若シクハ第二堤ノ長サヲ加減シ其ノ重ナリ具合ヲ伸縮シテ流勢ヲ加減シ側流ノ埋立テヲ適宜ニ調制シ得ルモノトス「シユメル」氏ハ既ニ千七百七十四年ニ於テ該締切工法ノ適當ナルコトヲ確認シ普通ノ方法卽チ全幅貫通セル遮斷工事ノ方法ニ依ル工費ノ三分ノ二ヲ以テ充分之レヲ成効シ得ルコトヲ說明セリ

著者曾テ「ライン」河ノ視察ヲナスニ當リ「モクサウ」ノ稍上流ニ於テ該種ノ締切工事ガ其ノ側流ニ於テ既ニ莫大ノ寄洲ノ生ジ其ノ一部ハ草木ヲ以テ被ハレ一部ハ既ニ耕地トナリ居ルヲ目撃セリ該場合ニ於テモ其ノ入口ニ於ケル第一堤ト第二堤トノ間隙ノ背部ニハ尚ホ碧潭ノ存在スルヲ認メタリ素ヨリ該方法ニ依リ自然ニ陸地ヲ造成セントセバ或ル場合ニ於テハ迅速ニ成効スルコトアルベキモ亦或ル場合ニ於テハ埋立ノ進捗スルコト極メテ遲々タルコトアルヲ免レザルモノナリ

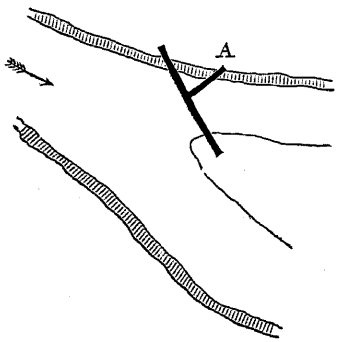
斯ノ如ク斷絶セル締切工ハ一般ニ其ノ結果良好ナルガ故ニ連續スル締切工事ハ舟航ノ便ニ對シ殊更ニ短距離ノ側流ヲ閉塞シ長距離ノ側流ヲ本流トシテ保存セントスル時河流ガ本計畫ノ本流ヲ守ラズシテ自然ニ短流ニ就クノ恐レアル場合(第四十一圖參照)ヲ除クノ外之レヲ施行スルコト稀ナリ

第四十一圖



曳船道ヲ要スル河ニ於テハ締切工事ハ成ル可ク河流ノ方向ニ隨ヒ且ツ工事ノ中途ニ間隙ノ存在スルコトヲ許サヾルガ故ニ連續シタル締切ヲ造ルヲ便トス又締切工事ガ越流ノタメニ河岸ノ破壞セラル、ヲ防グタメニ圖ニ示ス如キ連結工事Aヲ造ルノ必要アリ同時ニAト締切工事ノ間ニ生ズル三角形ノ場所ニ於テ護岸工事ヲ施シ河岸ヲ防護スルノ必要アルモノトス(第四十二圖參照)

第四十二圖



若シ夫レ舟航ニ對シ一ノ顧慮ヲ要セザルトキハ締切工事ハ河岸ヨリ相對スル中嶋ノ尖端ニ向ヒ直角ニ之レヲ突出シ其ノ中央部ハ其ノ兩端ヨリ之レヲ高メ置キ且ツ其ノ高サハ全體ニ於テ常水位ヲ拔クコトナカラシム可シ若シ尚ホ之レニ加ヘテ平面ニ於ケル工事ノ形ヲ兩端ヨリ上流ニ向ケ河心ニ於テ鈍角ヲ成サシメ前章ニ述ベタル床固メ工事ノ如クナラシムレバ越流ハ寧ロ兩岸ヨリ河心ニ向フノ傾向アルガ故ニ河岸ヲ破壞スルノ憂ヒ少キヲ以テ尚

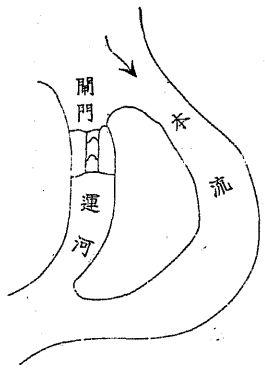
「アメルンング」氏ノ堤案

ホ一層良好ナリ然シテ「アメルンング」氏ハ側流ニ多量ノ沈澱ヲ生ゼシムルタメニ締切工事ノ高サヲ中水位ニ止メ側流ノ距離長キカ又ハ落差多キトキハ下端ニ別ニ第二締切工事ヲ施シ場合ニ依リテハ尚ホ中間ニ第三堤ヲ築造スルコトヲ主唱セリ場合ニ依リ締切工事ヲ一時全高ニ達セシメズシテ寄リ洲ノ漸次增高スルニ從ヒ徐〻ニ之レヲ高ムルヲ得策トスルコトアリ勿論第二若シクハ第三堤ハ第一堤ガ中水位以下ノ水位ヲ遮斷セル時靜水中ニ之レヲ施行シ得ルガ故ニ其ノ工事ハ容易ナルモノナリ

「ウオルフ」式ノ成功

「ウオルフ」氏ハ「イザール」河ニ於テ單ニ棚架工事ニ依リ河水ヲ新タニ造成セント欲スル本流ノ方向ニ誘導集注シ其ノ閉塞セント欲スル側流ノ押轉力ヲ減ジ漸次ニ自ラ之レヲ埋沒セシムルノ方針ヲ取リ最初ニ側流ノ下端ニ於ケル流出口ヲ閉塞シ除々ニ下流ヨリ上流ニ向ヒ其ノ埋沒ヲ進行セシムルノ方法ヲ以テ屢〻好結果ヲ得タリト云

第四十三圖



フ

若シ又側流ヲ河港トシテ利用セント欲スルトキハ其ノ土砂ノタメニ埋沒セラルヽヲ禁ゼザル可ラザルガ故ニ各種流下沈澱物ノ輸入セラルヽヲ禁ジ時々清水ヲ以テ疏通セシムルヲ要ス側流ヲ利用シテ閘門ヲ有スル運河トナシタル實例ハ之レヲ外國ニ於テ多ク見ルヲ得ベシ(第四十三圖參照)

第二節　斷面矯正工事

斷面矯正工事ノ目的

斷面矯正工事トハ亂流河川ノ抑制馴導其ノ河幅ノ限定等ノ如キ一般ニ沿岸土地ノ保護ノ目的ヲ以テ河川ノ自然的ニ橫暴散逸スルヲ防止スル工事ヲ指スモノニシテ例セバ前節說ク所ノ直流工事ニ於テ其ノ主タル目的以外ニ置キタル洪水氾濫ニ對シ堤防ヲ築造シ其流過橫斷面ヲ制限シテ堤內地ノ浸水ヲ絕對ニ防止シ又ハ護岸工事ヲ施行シテ河流ノ破壞的作用ノ爲河岸ノ崩潰流失スルヲ防禦スル等直流工事ヨリ更ニ一步ヲ進メテ其ノ目的トスル範圍ヲ擴張シタルモノト知ル可シ

今斷面矯正工事ヲ分ツテ一、堤防工事二、護岸工事ノ二種トス

一　堤防工事

堤防ノ目的

此ノ章ニ於テ堤防ト稱スルハ主トシテ土ヲ以テ造レル堤防即チ謂ユル土造堤防ヲ指スモノニシテ其ノ目的ハ洪水ガ氾濫シテ沿岸低地ニ浸入スルヲ防クニアリ堤防ノ築設ハ之ニ據リ從來散漫氾濫シタリシ洪水ヲ比較的ニ狹窄セラレタル新斷面內ニ收容シテ單ニ洪水量ヲ快流セシムルニ足ルノミナラズ同時ニ流下沈澱物ヲ適當ニ處理シテ河底ノ漸次埋沒スルガ如キコトナカラシムルノ條件ニ適合セザルベカラズ加之堤防ノ河表ニ位スル土地即チ所謂堤外地ノ存置ニ關シテハ其ノ存置幅員ノ廣狹ガ堤防ノ影響効力及保安上ニ重大ノ關係ヲ有スルモノナルガ故ニ廣濶ナル氾濫地域內ニ於テ堤防ノ位置ヲ選定スルニ當リテハ學理及實際上ヨリ愼重ナル考究ヲ要スルモノナルコト言ヲ俟タズ左ニ堤防ノ大小、位置選定及其ノ築造ニ關スル事項ヲ學理及實際上ヨリ考究セントス

甲　堤防築造前ト其ノ後ニ於ケル最大流量ニ變化ナキ場合ニ築堤ノ爲メニ生ズル水位上昇及ビ堤間距離ノ關係ヲ顯ハス公式

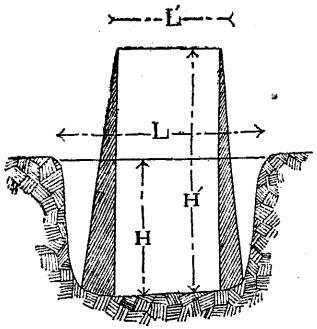
從來一定ノ流量ヲ疏通セシ一橫斷面ノ幅員ヲ新規ニ狹窄シタリトセンカ新斷面ヲシテ同一流量ヲ流過セシメントセハ同時ニ水面勾配ヲ變更セサル限リハ從前ニ比シ水面ノ增嵩ヲ惹起スルコトハ學理及實際上明カナル事實ナリ卽チ

堤防ヲ築造シテ河幅ヲ狹窄シタル場合ニハ(一)河流橫斷面ヲ縮少シタル結果同一流量ニ對シ其ノ水面上昇セザル可ラス(二)而シテ築堤ニ依リ廣大ナル氾濫面積ヲ遮斷シタルトキハ河流橫斷面縮少ニ起因スル上記水面上昇ノ外ニ築堤ニ依リ上流貯水量ヲ殺減シタル結果トシテ生ズル流量增加ノタメニ尙別箇ノ水面上昇ヲ惹起ス可シ

左ニ揭グル公式ハ前段ノ場合卽チ築堤ノタメニ流量ヲ增加セザル場合ニ起ル水面上昇ト堤間ノ新河幅トノ關係ヲ示スモノニシテ素ヨリ近邇ノ程度ニ甘ズル略法タルヲ

二ツノ場合

第四十四圖



免レズト雖モ實用ニハ充分ナリトス

$$Q = F.v = C\sqrt{J.\frac{F^3}{P}}$$

ナル式ニ於テ略法トシテCヲ一定數トシ又F＝L.H及ビP＝Lトセンカ(L及H ハ堤防築造前洪水時ニ於ケル河幅及水深トス(第四十四圖參照)

$$Q = C\sqrt{J\frac{L^3H^3}{L}} = CL\sqrt{JH^3} \quad \cdots\cdots(1)トナル$$

今堤防築造後洪水時ニ於ケル河幅及水ビ深ヲL'及H'トスレバ

$$Q = CL^1\sqrt{JH'^3} \quad \cdots\cdots(2)トナリ$$

(1)及(2)ノ式ヨリ

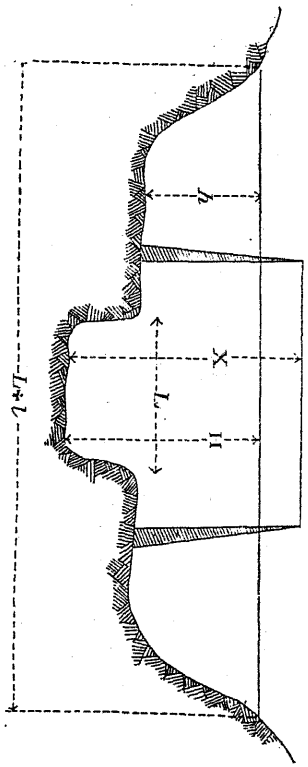
$$H' = H\sqrt[3]{L^2/L'^2} \quad \cdots\cdots(3)ヲ得$$

又築堤後ニ於ケル洪水位ノ增高ハ

$$D = H' - H = H(\sqrt[3]{L^2/L'^2} - 1) \quad \cdots\cdots(4)トナル$$

上記ハ河流ノ一横斷面ノ形狀ガ其ノ水深略均一ナル場合ニ適用スベキモノナリ左ニ同一横斷面ニシテ深淺二樣ノ水深ヲ有スル二重斷面形ヲ呈スル場合卽チ一般ニ適用シ得可キ公式ヲ掲グ(第四十五圖參照)

第四十五圖



H ヲ築堤前ノ深水部ノ水深トシLテ築堤前後ノ深水部ノ幅員トシ h ヲ築堤前ノ淺水部ノ水深トシ l ヲ築堤前ノ淺水部ノ幅員トシ x ヲ築堤後ノ淺水部ノ幅員トシX ヲ築堤後ノ最大水深トスルトキハ

築堤ノ前後ニ於ケル流量ハ相均シトスル條件ヲ假定シ次ノ方程式ヲ得ベシ

$$L\sqrt{H^3} + l\sqrt{h^3} = L\sqrt{X^3} + x\sqrt{(X-H+h)^3} \quad \cdots\cdots(5)$$

該式ハ既知數 l L H 及 h ノ値ヲ以テ未知數 x 及 X ノ關係ヲ示スモノナルガ故ニ最大水深ヲ假定スレバ之ニ相當スベキ x 卽チ築堤後ニ於ケル淺水部

ノ幅員ヲ算出スルヲ得ベク又反對ニ築堤後ノ最大水深Xヲ算出シ得ベシ

乙　堤防築設後ニ之ガ爲ニ最大流量ニ變化ヲ來ス場合ニ於ケル堤間距離ノ決定方法及洪水ノ高サニ及ボス堤防ノ影響

「コモアー」氏ノ論說

左記ハ佛國「コモアー」氏ノ論說ニ係ルモノトス

今若シ河川ノ或點Aニ於テ其ノ横斷面ノ幅ヲ縮少シタリトセンカ其ノ流量Dニ對スル以前ノ水位Hハ斷面縮少ノ結果之レヨリ稍〻高キH¹ニ達スベシ

L及L'ヲ以テ斷面縮少ノ前後ニ於ケル河幅ヲ示スモノトセバ新水位ノH'ハ

$$H' = H_0 \sqrt{\frac{L^2}{L'^2}}$$

ナル式ニ依リ之ヲ得ベシ

但シ流量Dハ斷面縮少ノ前後トモ變化セザルモノト假定ス

該假定ノ下ニ於テハ上記ノ公式ハA點ノ上流ニ於ケル河幅ニ變化ヲ與フル方法如何ニ依リ其ノ適用ノ功力ヲ失フコトナシ是レ普通ノ場合ニ於テハ河幅ノ增減ハ流量ノ變化ヲ來サヽレバナリ

然レドモ該公式ノ示ス新水位H'ハ洪水時ニ於テハ必ズシモ正確ナリト謂フヲ得ズ何ントナレバ洪水時ニ於テハ氾濫區域内ニ起ル凡テノ變化ハ又洪水流量Dヲ變ゼシムベケレバナリ

說明ノ簡便ヲ期スルタメ懸案ノ洪水ハ一降雨ノ結果ニ基キ單ニ一回ノ昇降ヲ示スモノト假定セバA點ニ於ケル洪水最大流量ハ

(一) A點ノ上流流域内ニ於テ實際降雨ノアリタル地帶ノ面積
(二) 降雨ノ强度
(三) 降雨ノ期間
(四) 沿岸土地ノ傾斜
(五) 土壤滲透性ノ程度
(六) A點上流ニ於ケル氾濫浸水面積ノ大小

ニ依リ定マルベシ

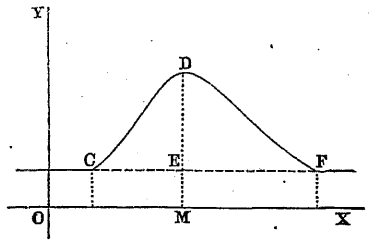
上記ノ(一)乃至(五)ハ全ク河床ノ性質及其ノ加工如何ニ拘ハラザルモノナルモ(六)ハ懸案ノ問題ニ對シ重要ナルガ故ニ其ノ洪水最大流量ニ及ボス作用及

影響ハ詳細ニ之ヲ考究スルノ必要アリ

平時ノ流量以上ニ洪水時ニ於テ餘分ニ流過スル總テノ流量ヲ洪水全流出量ト稱ス該流量ハ洪水ノ初期ヨリ其最高點ニ達シ再ビ當時ノ平水位ニ復歸スルニ至ル流出量ノ總和ニ相當ス

故ニ若シ洪水期ヲ通シA點ニ於テ行ヒタル觀測ノ結果ニ基キ曲線CDFヲ

第四十六圖



描キ其ノ橫距ヲシテ時間又其ノ縱距ヲシテ該時間ニ相當スル上記觀測水位ニ對スル流量ヲ示サシムル時ハ之ヲ流出量曲線ト云フ此ノ曲線ト平水流量線ノ間ニ介在スル面積ハA點ニ於ケル洪水全流出量ヲ示スベシ

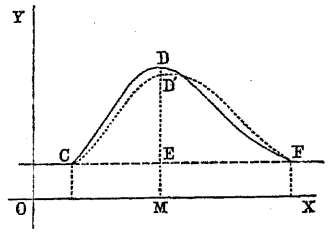
該全流出量ハ增水期間ニ相當スル流出量CDE及ビ減水期間ニ相當スル流出量EDFヨリ成立スルモノトス

全流出量ノ値ハ支流ノ分配及ビ其ノ重要程度ニ從ヒ河川內ノ各地點ニ於テ異ナルモノトス

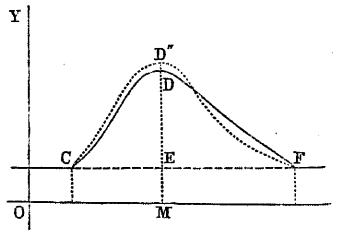
定點ニ於ケル全流出量ノ値ハ或ル與ヘラレタル洪水ニ對シテハ其ノ河床

ニ施ス變化ノ如何及河流ノ疏通狀態ノ如何ニ拘ラズ一定不動ナラザルベカラズト雖モ增減水ノ各期間ニ對スル各部分的兩流出量ハ洪水ノ流出狀態ヲ變更スルコトニ依リ異ルモノニシテ其ノ全流出量ノ値ヲ變セザル範圍內ニ於テ一方ニ增加シタル分量ハ他方ニ於テ削減セラルベキモノトス

第四十七圖



第四十八圖

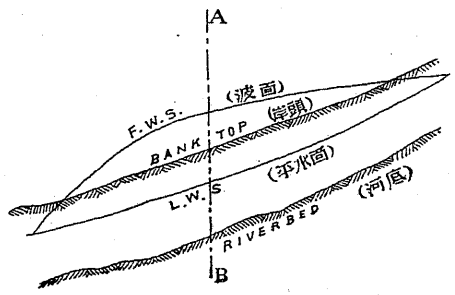


上ノ二圖ハ增減各期間ノ流出量ニ變化ヲ受ケタル場合ニ於ケル曲線ノ變化ヲ示ス卽チ流出量曲線CDFハ增水期ノ流出量ガ減少スル場合ニCD′Fトナリ又其ノ增加スル場合ニハCD″Fトナル

流路ノ長キ且ツ洪水ノ急速ナル河川ニ於テハ洪水ハ通例河長ヨリ稍〻短キ長サヲ有スル一ノ水波ヲ形成スルモノニシテ洪水卽チ水波ハ其ノ下流ニ於テ現出スルニ先チ旣ニ其ノ上流ニ於テハ消滅スルヲ普通トス該水波ノ全容積ハ卽チ洪水流出量ヲ示スモ

ノニシテ氾濫浸水區域内ノA點ニ於ケル最大水位即最大流量ノ時刻ニ於テA點上流ノ平水面上ニ貯蓄セル河道内及沿岸ノ總水量ハ該點ニ於ケル減水期ノ洪水流出量ヲ示スモノト知ルベシ(第四十九圖參照)

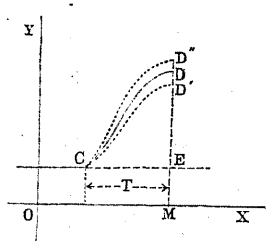
第四十九圖



故ニ或ル手段ニ依リA點ノ最高水位時刻ニ於テ其ノ上流河道内及沿岸ニ存在スル貯水量ヲ增減セシムル時ハ從ツテA點ニ於ケル減水期ノ流出量ヲ加減シ得ルノ結論ニ到達スベシト雖モ前記ノ如ク增減兩時期ヲ通ジタル全流出量ニ變化ヲ來タサヾル以上ハ一方ノ增減ハ必ズ之ヲ補償スル爲メ他方ニ於テ正反對ノ增減ヲ生ズベキコトヲ忘ルベカラス

卽チA點ノ最高水位時刻ニ於テ該點上流ノ河道内及沿岸ニ存在スル貯水ノ全量ヲ增減スル時ハ從テ反對ニ增水期ノ流出量ノ增減ヲ惹起スルモノト知ルベシ

第五十圖



T又ハ稍〻之レト異ナル(增水期間ノ變化ニ就テハ後章更ニ之ヲ說クベシ)時間内ニ於テ面積CDEヲ以テ示ス增水期ノ流出量ガ增減シ得ル爲ニハMDヲ以テ示セル毎秒時ニ於ケル最大流量ハMD′又ハMD″ナル値ニ變化セザルベカラズ故ニ最大流量ガA點ニ達スル瞬間ニ於テA點上流ノ河道内及沿岸ニ存在スル水量ノ增減ハ反對ニA點ノ最大流量ノ增減ヲ意味スベシ

上記ノ考究ニ從フトキハ或工事ガ其ノ之レヲ施行シタル影響トシテ定點ニ於ケル毎秒時ノ最大流量ニ變化ヲ惹キ起ス所以ノモノハ該工事ガ最大流量ノ時刻ニ於テ懸案箇所ノ上流ニ於ケル河道内及沿岸ニ存在スル貯水量ニ變化ヲ與フルニ基因ゼズンバアラズ

天然ノ狀態ニ於テハ洪水ハ氾濫シテ沿岸平原ノ若干ヲ浸水スベシ而シテ該氾濫貯水ノ量ハ主トシテ該平原ノ廣袤ニ比例スベシ他ノ條件ニシテ同一ナリトセバ洪水最大流量ハ浸水原野ノ廣袤大ナルニ從ヒ反對ニ減少スルモ

ノトス

人工ニ依リ沿岸平原ノ浸水面積ヲ增加スルコトハ一般ニ至難ナルベキヲ以テ氾濫貯水量ヲ增加スルノ方法トシテハ貯水池ノ築造ニ依ルノ外ナカルベキモ反對ニ洪水時ニ於ケル沿岸浸水原野ノ面積ヲ減少スルコトハ容易ニ實行シ得ベシ

沿岸浸水原野ノ一部分ヲ堤防ニヨリ防禦スル場合是レナリ今若シ其長サ二十キロメートルヲ有スル沿岸浸水原野ノ下流A點ニ於テ上記原野ノ全長ニ亘リ兩岸ニ築堤シタル場合ノ影響ヲ考究スルニ築堤ハ二重ノ作用ヲ惹キ起スベシ卽チ一面ニ於テハ築堤以前ニ最大流量ノ時刻ニ於テ沿岸原野ノ全面ニ亘リ起リタル氾濫貯水ノ作用ヲ遮斷絕滅シ他面ニ於テハ築堤ニ因リ包圍セラレタル新河道內ニ於ケル水位ノ增高ヲ來タシ築堤ニ因リ生ジタル新河道ノ面積ニ上記水位ノ增高ニ等シキ水深ヲ乘ジテ得タル水層ニ相當スル水量ヲ新河道內ニ貯蓄シ卽チ前段ノ作用ニ逆行シテ幾分ノ貯水量ヲ補償スルノ結果ヲ生ズベシ此ノ後段ノ貯水量ニ對シテ築堤ノ上流終端ヨリ尙上流ニ於ケル水面上昇ノ結果トシテ自然ニ生ズル逆水量ヲ加ヘタルモノハ卽チ實際ノ貯水量ナル可キモ該逆水量ハ前記ノ築堤全長ニ亘ル新河道內ノ貯水量ニ比シ一般ニ輕微ナルヲ以テ今之レヲ計算ヨリ省クコトヽス

次ニ築堤ニ依リ遮斷シタル貯水量ト新河道內ニ生ジタル補償貯水量トヲ比較スルニ當リ築堤後ニ於テハ水位增高シ從テ其ノ流速增大スルガ故ニ築堤以前ノ天然狀態ニ於ケルヨリモ洪水流過ノ爲メニ要スル面積ハ稍ゝ少ニシテ足ルベキヲ以テ新河道內ニ於ケル貯水ノ量ハ築堤前ニ於ケル氾濫貯水量ニ比シ僅少ナルベシト假定シ更ニ次ノ如ク詳細ナル考究ヲ試ミントス

今比較セントスル二個ノ水層卽チ貯水量ノ容積ハ其ノ長サニ於テ殆ンド相等シキモノト見做シ得ルガ故ニ單ニ其ノ橫斷面積ヲ比較セバ其ノ大小ヲ知ルニ足ルベシ

Lハ堤間ノ幅

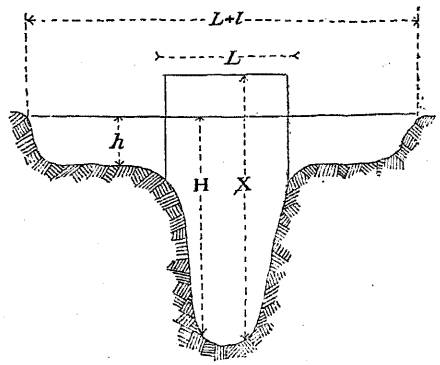
lハ堤ニ因リ防禦セラレタル浸水平原ノ幅

Hハ築堤前洪水最大流量ノ時刻ニ於ケル河道內ノ最大水深

hハ築堤前洪水最大流量ノ時刻ニ於ケル平原上氾濫浸水ノ深トス

問題ハ洪水最大流量ガ築堤後ニ如何ナル變化ヲ受クルヤ從テ堤間ニ於ケル新洪水位Xハ如何ナル高サニ達スルヤヲ調査スルニアリ此ノ問題ハ水理學ニ依リ直接ニ之レヲ解決スルコト困難ナルベキモ左記ノ方法ニ依リ懸案ノ洪水最大流量ノ變化スル徑路及其ノ値ヲ定ムルコトヲ得ベシ

第五十一圖



先ヅ以テ洪水最大流量ガ築堤ニ因リ其ノ變化ヲ受ケザルモノト假定シテ該假定ヨリ生ズル理論的結果ヲ考究セントス

該假定ニ於テハXナル水位ハ築堤前ニ於ケル最大流量卽チ該最大流量ニ相當スル時刻ニ於ケル河道內ノ流量及浸水平原上ノ流量ヲ加ヘタルモノヲ築堤後遲滯ナク流過セシムルニ足ルノ値ヲ有セザルベカラズ

問題ノ意味ヲ明瞭ニシ其ノ考究ヲ簡易ナラシムル爲メ格段ノ場合ヲ想像セントス

$L = 300\ m$

$l = 1000\ m$

$H = 5\ m$

$h = 2\ m$

流量ヲ計算スルニ當リ伊太利ノ技師ニ做ヒ簡便公式ヲ採用シ係數及ビ共通ノ項ヲ省キ河道及ビ浸水平原ノ幅共ニ大ナル場合ヲ想像シ水理半徑ハ各其ノ所屬ノ水深ニ等シキモノトスルモ大ナル誤差ヲ生ゼズト假定シ堤間ノ流量ト從來ノ河道內及浸水平原上ノ流量ノ和トヲ均等ナリトセバ卽チ

$$L\sqrt{X^3} = L\sqrt{H^3} + l\sqrt{h^3}$$

ヲ得ベシ

該式ニ依リ上記ノ數量ヲ挿入シテ

$$X = 7m,515$$

ヲ得Xノ此値ヲ採用シ之ニ對スル堤間ノ新橫斷面積ヲ計算シ其ノ結果ヲ從

來ノ河道及ビ浸水平原ノ横斷面ト比較スルトキハ遮斷サレタル水量ノ斷面ハ　1000m × 2.000 = 2000mq
新河道內ノ斷面ハ　300m × 2.515 = 755 〃 〃
トナル

卽チ上記ノ如ク築堤ノ結果洪水最大流量ノ變化ヲ生ゼザルモノト假定スレバ最大流量ノ時刻ニ於テA點ノ上流ニ存在セシ貯水量ハ築堤ノ結果トシテ輕減セラレタルモノト見做サヾルベカラズ何ントナレバ計算ノ示ス如ク築堤ノタメ遮斷サレタル貯水量ハ堤間ノ新河道內ニ補足セラレタル貯水量ノ約三倍ニ相當スルコトヲ示セバナリ然ルニ一面ニ於テハ該假定ノ下ニ最大流量ハ不變ナリトシタルヲ以テ築堤ハ一面ニ於テ流出量曲線ニ何等ノ變化ヲ與ヘザルノ理ナリ卽チ減水期ノ全流出量ハ築堤後ト雖モ其ノ値ヲ變ゼザルモノナリト云ハザルベカラズ

然レドモ是等雙方ノ條件ハ同時ニ成立スルヲ許ザス何ントナレバ若シ兩立スルモノトセバ吾人ノ一般ニ認メテ實際ニ適切ナリトスル條件卽最大流量ノ瞬間ニ於テA點ノ上流ニ存在セシ貯水全量ト減水期間ノ全流出量ト相均シトスルノ關係ヲ無視セザル可ラザルヲ以テナリ

斯ノ如ク相均シカルベキ理由アル二者ノ間ニ差異ヲ生ズルノ結果ニ陷レルハ以テ前記假定ノ許容スベカラザルコトヲ示スモノナリ卽チ築堤後A點ニ於ケル洪水時ノ最大流量ハ築堤前ノ夫レニ比シ異リタル數ヲ示スベシ換言スレバ最大流量ハ不變ナリト見做スベカラズ

斯カル等シカルベキ二者ノ間ニ生ズル差異ヲ消滅セシムルノ方法トシテハ洪水最大流量ノ增加ニ俟ツノ外ナシ何ントナレバ該最大流量ヲ增加スルコトハ增水期間ノ全流出量ヲ增加シ其ノ結果トシテ減水期間ノ全流出量ヲ減少シ同時ニ又最大流量ノ增加ハ自然ノ結果トシテ堤間ノ水面ノ上昇ヲ惹起シ爲メニ築堤後ニ於ケル最大流量ノ時刻ニ於テA點ノ上流堤間ノ新河道內ニ貯蓄セラル、貯水量ヲ增加スル所以ナルベケレバナリ又上記ノ差異ハ洪水最大流量ノ增加ニ伴ヒ漸次減少スルノ傾向ヲ有スルガ故ニ結局最大流量ノ變化ニ起因シテ變更セラレタル流出量曲線ニ依リ與ヘラル、減水期間

ノ全流出量ヲシテ新最大流量ノ時刻ニA點上流ニ於テ堤間ニ貯ヘラレタル水量ニ等シカラシムルノ條件ヲ滿足セシメ得ル新最大流量ノ存在ヲ認メザルヲ得ザルノ理ナリ該最大流量ハ卽チ築堤ノ爲メ新ニ生ジタルモノニシテ而シテ上記ノ考究ニ依リ明カナル如ク此ノ變更セラレタル新最大流量ハ築堤前ノ最大流量ニ比シ遙カニ大ナルモノトヌ

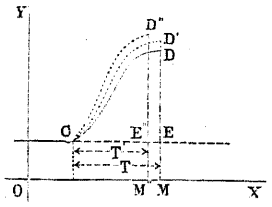
上記ノ計算ニ於テハ增水ノ期間ハ築堤ノ前後ニ於テ異ナラズト假定シタルモ實際ハ然ラズシテ洪水ハ其ノ間隔狹キ堤間ノ河道內ニ於テハ廣キ河道及之ニ伴フ沿岸浸水原野ノ存在スル場合ニ於ケルヨリモ迅速ニ到達スルコト實驗上明瞭ナルガ故ニ

其ノ長サ上記ノ如ク二十キロメートルヲ有スル築堤ヲ行ヒタル後ニ於テハ增水ノ期間ノ短縮ヲ來スコト疑ヒナシ

築堤ニ依リ變形セラレタル增水期ノ流出量ヲ示ス曲線ハ元ノ曲線CD'ノ示ス如ク增水期間Tニ相當スルCD'ニ非ラズシテTヨリ稍〻少ナルT'ニ相當スルCD''ナルベシ(第五十二圖參照)

此ノ增水期間ノ短縮ハ洪水毎秒時ノ最大流量ヲ增加スベシ何トナレバTヨリ稍〻少ナルT'時ニ相對スル面積ハCD''E''ヲシテCD'E'ニ等シカラシムルガ爲メニハD''M''ハD'Mヨリ大ナラザルベカラズ況ンヤCD''E''ヲシテCD'E'ヨリ大ナラシムルタメニハ一層D''M''ヲシテD'Mヨリ大ナラシメザルベカラズ

第五十二圖



上記ノ考究及計算ヲ綜合スルトキハ築堤ニ依リ從來氾濫セラレタル平原ヲ保護スル場合築堤後ニ於テハ洪水最大流量ヲ增加スルヲ免レズト云フノ結論ニ到達スベシ

餘ス所ハ該增加ノ割合ヲ決定スルニアリ

公式ニ依リ直接ニ築堤ノ爲メニ生ズル新最大流量ヲ算出スルノ方法ヲ發見スルニ苦シムト雖モ簡便ナル近邇法ニ依リ假定及試算ヲ反覆シテ之ヲ推定スルノ途ナシトセズ

狹窄セラレタル堤間ヲ流過スルタメニ生ズル洪水位上昇ノ程度ガ該上昇

ノ結果トシテ竟ニ増水期間ヲ通シA點ヲ築堤以前ニ比シ餘分ニ流過シタル流出量ガ築堤ノ結果トシテ洪水最大流量ノ時刻ニ於テ築堤以前ニA點上流ニ存在セシ貯水量ノ減少量ニ相均シキニ達スベシ換言スレバ此ノ場合新洪水最大流量ガA點ニ達スル時刻ニ其ノ上流ニ存在スル貯水量ト築堤以前ニ存在セシ貯水量トノ差ハ同點ニ於ケル増水期ノ流出量ヲ現ハス曲線面積ノ増加ニ均シカラザルベカラズ

二段ノ水面増高

築堤以前ノ増水期間及ビ廣義ノ意味ニ於ケル河川ノ天然幅員ヲ知リ又築堤後ニ於ケル増水期間ノ短縮ヲ假定シ之ヲ計算ニ加入スルトキハ與ヘラレタル堤間ノ間隔ニ對シ洪水面ノ或ル増高ニ相當スル上記二個ノ因子ノ値ヲ計算シ得ベシ素ヨリ此ノ試算法ニ依リ一擧ニ上記二因子ノ均等狀態ニ達シ得ベカラザルモ斯ル試算ヲ反覆スルトキハ遂ニ實際ニ於テ生スベキ洪水面ノ増高ヲ決定シ得ベシ

築堤間ノ新河道内ニ生ズベキ洪水位ノ増高ハ之ヲ二段ニ分ツモノトシテ考フルコトヲ得ベシ卽チ(一)築堤ニ因リ當然生ズル河幅ノ狹窄ニ基ク水位ノ増高(二)氾濫浸水セラレタル平原面積ヲ築堤ニ依リ遮斷シタルタメ卽チ天然的貯水池ノ容積ヲ減少シタル結果洪水ノ流下ヲ早メ從テ築堤前ニ比シ最大流量ヲ増加スル故ニ生ズル水位ノ増加是ナリ

故ニ若シ一旦築造シタル堤防ノ位置ヲ後方ニ退却シテ堤間新河道ノ輻員ヲ擴大シタリトセンカ(一)河幅狹窄ノタメニ生ゼシ水位ノ増高ハ幾分ノ低減ヲ見ルベシ又(二)浸水平原面積縮少ノタメ生ゼシ水位ノ増高亦同樣ニ低減セラルベシ何ントナレバ貯水減少ノタメ最後ノ築堤間ニ於ケル河道内ニ補足セラレタル水層ノ深サハ以前ノ築堤ニ比シ河道内ノ幅員ヲ増シタル結果トシテ幾分ノ減少ヲ來スベク剩ヘ新堤間河道幅員ノ縮少ハ舊堤ノ場合ニ比シ遮斷セラレタル水層ノ横斷面積ヲ減ズルコト少ナケレバナリ換言スレバ二段ノ水位増高ハ堤防位置退却ノ結果共ニ減少セラルヽモノナリ

今若シ築堤ノタメニ生ズベキ水位増高ノ程度ヲ前以テ限定セラレタリトセンカ前記ノ如キ假定且試算的方法ヲ反覆スルコトニ依リ該制限ニ適應スベキ新河道幅員ヲ算出シ得ベシ

堤防ヲ築造シテ洪水氾濫ノ浸水面積ヲ遮斷シタルタメ築堤前ノ洪水最大流量ヲ增加ス可キ量ヲ確知スルコトノ困難ナルハ最大流量ヲ增加セシメズシテ築堤ニ因リ單ニ河流ノ横斷面ヲ狹窄スル場合ニ生ズル水面ノ增高ヲ計算スルガ如ク容易ナルノ比ニ非ザルコト前ニ述タル如クナルガ故ニ既往堤防ノ築造者ガ自ラ其防禦スベキ未來ノ洪水最大流量ヲ知ラザルハ怪ムニ足ラズ非常特別ノ洪水最大流量ハ測定シ得タル既結ノ洪水量ニ基ツキ單ニ將來ヲ推シテ之ヲ定ムルガ故ニ斯ノ如キ事情ノ下ニ造ラレタル往時ノ堤防ハ其築造後屢增高セラレタルニ關ハラズ越流破堤ノ炎厄ヲ受クルヲ常トス

上記ハ「コモアー」氏ノ說述ニ係リ洪水最大流量ノ增加率ノ決定ニ對シテハ洪水ガ下流ニ顯出スル前ニ上流ニ於テハ既ニ其形蹟ヲ沒スルガ如キ場合ヲ假定シ試算法ヲ反覆スルノ方法ヲ取リタルニ止マリタルモ上流下流共ニ同時ニ洪水狀態ニアル場合ニ適用シ難ク且ツ又其方法ノ煩雜ナルト稍不正確ニ陷ルノ弊アルヲ免レザルヲ以テ著者ハ一般ノ場合ニ於テ之ニ比シ稍合理的ニシテ一層實際ニ近シト認メ得ベキ方法ヲ案出シタリ卽チ第二篇第五章

第六節中ニ於テ將來ノ洪水流量ガ上流ニ於ケル堤防築造ニ因リ增加スベキ數量ヲ想定シタルト同樣ノ方法ヲ推奬セントス而シテ該方法ニ依リ定メタル洪水流量ニ對シ堤間ノ距離及堤防ノ高サヲ決定スベキモノトス

丙　堤防ノ位置ノ決定

前記ニ據リ計算上既ニ堤間ノ距離卽チ新河幅ヲ決定シ得タレバ該河幅ニ基キ左右ノ河岸ニ於ケル如何ナル地點ニ堤防ノ位置ヲ設定スベキヤハ次ニ起ルベキ問題ニシテ之レガ解決ハ主トシテ實地上ノ見地ヨリ之ヲ求メザルベカラズ要ハ新タニ築造セラレタル堤防ヲシテ成ルベク外界ノ破壞的作用ヲ受ケザラシムルト同時ニ成ル可ク建設費及ビ維持上ノ經濟ヲ圖ルニアリ卽チ

一、堤防ハ成ルベク洪水ノ流向ニ並行ナラシメ河流ノ衝擊ヲ輕微ナラシムルコト

二、堤防ト河岸トノ間ニハ可成廣キ堤外地ヲ存置シ堤防ノ築造及ビ將來之レガ維持修繕ノタメニ必要ナル土砂石礫ヲ堀鑿採取スベキ所謂土取場ニ充

ツルノ外別ニ堤防ノ外趾及河岸ノ間ニ上記土取場ニ並行シテ一貫セル二條ノ素地ヲシテ相當ノ幅員ヲ有セシムルヲ原則トシ若シ特別ノ狀況ニ因リ斯ル幅員ヲ得ルコト能ハザル場合ニハ少クモ將來ヲ豫想シ他日河岸ニ幾分ノ缺壞ヲ來スコトアルモ爲ニ直ニ堤防ノ破壞ヲ招クガ如キコトナカラシムニ足ル餘地ヲ存セシムルコト

三、堤防ハ急劇ナル屈曲ヲ避ケ成ル可ク左右相並行セシメ又其ノ間隔卽チ新河幅ヲ急變スルコトヲ避ケ河流、流氷木、波浪ノタメニ堤防ニ惡影響ヲ與フルノ傾向ナカラシムルコト

四、堤防ノ位置ヲ可成地盤ノ高ク且堅固ナル箇所ニ選定シ低地沼澤等ヲ避ケ其ノ建築費ノ經濟ヲ圖ルノミナラズ築堤後ニ透水、滑動、陷落等ノ係累ノ生ズルヲ豫防スルコト

五、局部的ノ凹處、舊川等ニシテ殊ニ其地盤砂質ナルモノハ可成之レヲ堤外ナラシメ他日透水滑動等ノ惧ヲ生ズルヲ避クルコト

六、大樹ノ根部ハ築堤ニ先チ之レヲ除却スルニ多額ノ費用ヲ要スルガ故ニ可成大木ノ密樹林ヲ避ケテ堤防ノ位置ヲ選定スルコト

七、特別ノ事情ヲ存セザル限リハ相對スル堤外地ハ河流ノ彎曲甚シキ部分ノ外ナルベク相等シキ幅員ヲ有セシムルコト

八、特別ノ事情ナキ限リハナルベク迂曲セル在來流路ニ並行シテ堤防ノ位置ヲ定メ洪水ノ表流ガ在來流路ヲ橫過シテ其ノ埋沒ヲ來スノ虞ナカラシムルコト

九、迂曲セル在來流路ノ凹岸ニ堤防ヲ稍〻接近セシメ同時ニ其凸岸ヨリ稍〻退却セシメ洪水ノ表流路ヲシテ成ルベク直線ニ近カラシメ流氷木ノ停滯スル傾向ヲ輕減セシムルコト

十、堤防ガ已ムヲ得ズシテ強度ノ彎曲ヲ有スル箇所ニ對シテハ彎曲ノタメニ生ズル抵抗ヲ輕減スルタメ堤間ノ幅員ヲ若干擴ムルコト

十一、在來流路ガ甚シク彎曲シ半島形ノ陸地ヲ形成セル箇所ニ於テハ堤防ガ甚シク半島ノ先端ニ前進シテ河流ノ劇衝ヲ受ケ且之ガタメ堤長ノ增大スルヲ避ケ之ヲ半島ノ先端ノ稍〻內方ニ止ムルコト但上記退却ノ程度甚シ

キニ過ギ堤防ガ前後一貫シタル直線ニ近邇シタルトキハ洪水ノ表流ガ河岸ヲ越流スルニ際シ一層其ノ流勢ヲ助長シ自然的ニ地頸ノ切斷ヲ招クカ又ハ甚シク土砂石礫ヲ沈澱セシムルニ至ルコトアルヲ以テ堤防退却ノ程度ヲ相當ノ限度ニ止ムルコト

十二、河岸ノ一方ニ接近シテ重要ナル密居地又ハ高臺等ノ現存セル場合ニハ單ニ對岸ノ堤防ノミヲ退却セシメテ必要ナル河幅ヲ保タシメ又兩岸共ニ重要ノ地物ヲ存シテ之ヲ堤內ニ掩護セザル可ラザル事情アルトキハ堤間ノ河幅以外ニ別ニ放水路ヲ設ケテ洪水ノ疏通ニ供フルコト

十三、本流ノ堤防ト支流ノ堤防ト相結合スル箇所ニ於テハ流下物ノ沈澱ヲ避クルタメ成ルベク銳角ニ兩堤ヲ接合スル樣堤防ノ位置ヲ選定スルコト

等ハ堤防位置ノ選定ニ際シ顧慮スベキ主要ノ點ナルベキモ當該地方ノ特種ノ事情ヲ酌酌シテ之ヲ決定スベキコト勿論ナリ又上記數項ノ條件ハ相對的ニシテ假リニ其一條件ヲ絕對的ニ遵守スルトセバ他ノ條件ニ適合セザルコトアルヲ免レザルモノト知ルベシ要ハ實地ニ適合シ中庸ヲ得ルニアリ本流

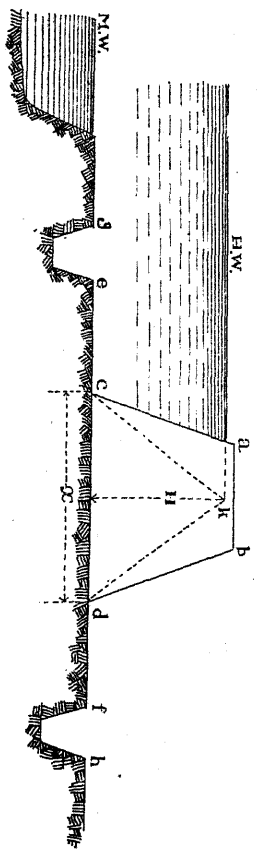
中庸ヲ必要トス

ト支流トノ合流點ニ於テハ堤防間ノ幅員ヲ算出スルノ前提的假定トシテ本流ノ水位ガ最高點ニ達シタル場合ニ支流ノ最大流量ヲ疏通スルニ足ラシムルヲ豫想シ該條件ノ下ニ支流ノ堤間河幅ヲ決定ス可キモノトス

丁　堤附ノ構造

一　堤防ノ一般的橫斷面形

一般ニ堤防ノ橫斷面ハ圖ニ示ス如ク梯形ヲ採用スルモノニシテ其ノ各部及附屬物ノ名稱ハ左ノ如シ



第五十三圖

(イ) ab ハ馬蹈又ハ天端ト稱シ

(ロ) ac ハ外方法腹又ハ單ニ外法ト稱シ
(ハ) bd ハ內方法腹又ハ單ニ內法ト稱シ
(以上ハ堤防ノ主體ニシテ左記ハ附屬物ナリ)
(ニ) ec ハ外側犬走(犬走ハ尙ホ法腹 ac 又ハ bd ノ中腹ニ設クルコトアリ)ト稱シ
(ホ) df ハ內側犬走ト稱シ
(ヘ) ge ハ外溝ト稱シ
(ト) fh ハ內溝ト稱ス
內溝及外溝ハ之ヲ設ケザルヲ普通トス

二　堤防ノ大サノ決定

堤防ノ主體又ハ其ノ附屬物ノ大サヲ決定スルタメニハ左記ノ外力及ビ作用ヲ顧慮セザルベカラズ

一　水壓

水壓ハ(一)堤防ヲシテ其ノ基礎上ニ滑動セシメ又ハ堤趾ヲ中心トシテ轉倒セシメ(二)載荷力ニ乏シキ基礎地盤中ニ沈下セシメ(三)滲透水ヲ惹起シ(四)軟弱ニシテ水密ナラザル基礎地盤ヲ押シ扳クノ傾向アルモノナリ

然レドモ轉倒ハ急勾配ヲ有スル石壁又ハ良質ノ粘土ヲ以テ築造セラレタル堤防ニ於テノミ起ルモノニシテ緩勾配ノ法腹ヲ有シ且ツ充分ナル幅員ヲ有スル土造堤防ニ於テハ其ノ憂ナキモノトス

(一)ニ對シテハ說明上ノ便ヲ圖リ假リニ築堤ノ橫斷面ガ圖ニ示ス如ク底邊 x 及垂直高 H ヲ有スル三角形ナリト定メ又土堤ノ各分子ガ全ク水ヲ以テ浸潤サレタルモノトスレバ左記條件ノ存在スル限リハ懸案ノ堤防ハ滑動セザルモノトス卽チ(第五十三圖參照)

$$\frac{1}{2}Hx(p-1)f>\frac{1}{3}H^2r$$

但シ p ハ堤ヲ造ル土ノ比重ニシテ通例一、五乃至二、二トシ f ハ磨擦率トス

上記ノ條件ヲ示ス式ハ之ヲ變形スレバ $x>\frac{H}{(p-1)f}$ トナルト知ルベシ故ニ今若シ $p=1\frac{1}{2}$, $f=\frac{1}{3}$ ナル値ヲ挿入スルトキハ $x>4H$ ヲ得而シテ上記ニ於テハ堤體上ニ在ル水ノ重量ヨリ生ズベキ磨擦ヲ無視シタルモ假リニ堤防ノ橫斷面ガ等邊三角形ヲナスモノトセバ堤上ニ在ル水ノ重量ハ $=\frac{1}{2}Hx$, ナルヲ以テ

$x\sqrt{\frac{H}{(p-\frac{1}{3})f}}$ ナラザルベカラズ故ニ若シ $p=1\frac{1}{2}$, $F=\frac{1}{2}$ トスレバ $x\sqrt{2H}$ ナラサル可カラズト知ルベシ

堤體ノ各分子ガ全ク水ヲ以テ浸潤セラルヽコトハ實際ニ於テ行ハレ得可ラザルガ故ニ堤下ノ地盤ニ於ケル土質ガ良好ナル限リハ上記ノ底幅ヲ堤防ニ與フルニ於テハ堤體ノ滑動スル憂ナカルベキモ基礎地盤軟弱ニシテ F ノ値極メテ少ナキ場合ニ在リテハ高水ニ際シ堤防ノ滑動セシ實例乏シカラザルガ故ニ土質軟弱ナル地盤ニ遭遇シタルトキハ堤防法腹ノ勾配ヲ極メテ緩カナラシメテ之ニ應ゼザルベカラズ

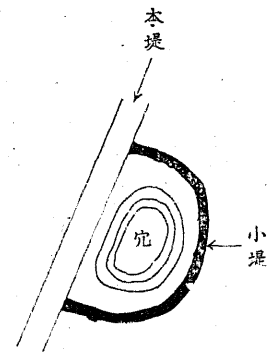
(二) 堤體ノ重量ガ基礎地盤上ニ及ボス壓力ハ洪水時ニ於テハ堤腹上ニ來ル水ノ壓力ニ因リ一層增加シ單ニ軟弱ナル地盤ノ收縮ヲ來スノミナラズ時トシテハ甚シク陷落スルノ結果堤體ノ沈下壞裂ヲ惹起シ越流又ハ漏水ノタメ大破ヲ招クニ至ルコトアルガ故ニ成ル可ク堤防ノ敷幅ヲ廣メ法腹ノ勾配ヲ緩ナラシメ堤防馬蹈ノ直下ニ起ルベキ地盤ノ最大沈下ヲ輕減シ且ツ透水ノ作用ヲ防止スルコトヲ圖ラザルベカラズ

(三) 堤防ニ於ケル滲透水ハ其ノ水壓及堤土ノ分子間ニ存在セル空隙ノ分量ニ比例スルモノニシテ砂又ハ腐蝕土ノ場合ニ於テ堤ノ內法ニ噴泉ヲ生ジ漸次ニ周圍ノ土砂ヲ流失シテ孔穴ヲ通ジ竟ニ崩壞ヲ來タスルニ至ルコトアルベシ又全ク浸潤セラレタル土砂ノ靜止角極メテ微少トナルノ結果乾燥狀態ニアルトキ能ク保持シ得タル急傾斜ノ法腹ガ俄然滑落崩壞アルコトアルヲ免レザルヲ以テ砂土カ又ハ其ノ他水分ヲ包含スルタメ軟弱トナルノ傾向アル物料ヲ以テ築堤セントスル場合ニハ堤幅ヲ大ニシテ又法腹ニ對シ充分緩ナル傾斜ヲ與ヘ堤土各分子間ノ毛細管ヲ流通スル水ニ對シ充分ナル磨擦抵抗ヲ生ゼシメ又滑落崩壞ノ傾向ヲ防遏セシメザル可カラズ卽チ堤ト地盤トノ接著及堤土ノ各層間ニ於ケル接著ニ充分ナル注意ヲ拂フコト緊要ナリ

(四) 泥沼又ハ砂質土等ノ如キ地盤上ニ築堤シタル場合ニ內方ノ堤趾附近ニ古河、運河、深穴又ハ井戶ノ如キモノヽ存在スルトキハ堤外ノ水壓ニ對スル抵抗力ヲ減少スルノ理ナルガ故ニ水壓ノタメニ軟弱ナル地層ヲ押シ拔カルヽコトアルガ故ニ成ル可ク之ヲ避ケザル可カラズト雖モ已ムヲ得ザル場合ニハ

別ニ斯ル凹所ヲ包圍スベク小堤防ヲ築キ該堤ヲ本堤ニ取付ケ恰モ輪住ノ如キ狀態ヲ呈セシメ堤間ニ貯水シ其水壓ヲ利用シ堤外ノ水壓ニ對抗セシメテ安全ヲ圖ルノ方法ナキニアラズ(第五十四圖參照)

第五十四圖



要スルニ水壓ヨリ生ズル危險ハ一般ニ水密ナル良土ヲ使用シ又軟弱ナル地盤ヲ避クルコトニ因リテ之ヲ防止スルコトヲ得ルモノトス

二　河水ノ流勢及ビ流氷木ノ擊衝

河流ガ堤防ニ及ボス危險ハ堤防ガ河流ニ對向シ又ハ竝行スル場合ニ生ズルモノナルガ故ニ激流ヲ受クル位置ニアル堤防ハ外方ノ法腹ヲ極メテ緩勾配ニ築造スルカ又ハ相當ニ堅固ナル被覆ヲ加ヘザル可ラズ一般ニ中流又ハ下流ノ部分ニ於テハ草土ノ被覆ヲ用ヒテ長時間ニ亙ラザル洪水ノ流勢ニ堪ヘ得ルモノナルモ流氷木ノタメニ生ズル破壞力ニハ到底敵シ難キガ故ニ之レニ對シテ特種ノ施設ヲ要スルコト勿論ナリ

三　波浪ノ擊衝

波浪ハ一般ニ洪水時ニ於ケル最多風向ニ對スル開放距離ノ最大ナル箇所ニ於テ最モ劇烈ナルガ故ニ斯ル箇所ニ對シテハ他ニ比シ一層堅牢ナル防波ノ施設ヲ要スベシ卽チ外方法腹ノ勾配ヲ一層緩ナラシメ草土以上ノ抵抗力ヲ有スル粗朶工搔柵工等ヲ施スカ又ハ完全ニ石工ヲ施サヾルベカラズ

四　流氷閉塞ノタメニ生ズル越流

寒地ノ河川ニ固有ナル流氷及流雪ハ一般ニ河流橫斷面ノ不規則ナル箇所ニ停滯シ漸次ニ一種ノ氷堤ヲ形成シ竟ニ殆ンド河流ヲ全部閉塞シ急ニ其上流ニ於ケル水面ヲ增高シ堤防ヲ越流セシムルニ至ルベシ而シテ此ノ場合ニ於テハ堤防ノ高サノ大ナルト其ノ內方法腹勾配ノ急峻ナルトニ從ヒ越流ノ破壞力大ナルモノナリ何ントナレバ墜落ニ因リテ生ズル速力ハ落差ニ比例シ又法腹ノ傾斜急ナルモノハ其ノ緩ナルモノニ比シ流水ニ對スル抵抗力ノ發生微弱ナレバナリ故ニ堤防ノ一部ヲ豫定シテ溢流堤トナストキハ極メテ緩ナル傾斜ヲ內方法腹ニ付與スルカ又ハ膠泥ヲ以テ積上ゲタル石工ヲ用ヒ

且ツ堤趾ニ堅牢ナル水叩キ工事ヲ施行セザルベカラズ

五　蟲獸ノ害

蟻族又ハ鼠族等ハ屢〻堤防ヲ堀穿シテ孔穴ヲ作リ内法ニ噴泉ヲ惹起シ破堤ノ動機トナルコト尠ナカラズ所謂千丈ノ堤防モ螻蟻ノ一穴ヨリ破ルヽノ諺ヲ尊重シ平素ニ於テ充分ナル注意ヲ拂ヒ災害ヲ未前ニ防遏セザル可カラズ

堤外地盤ノ高サノ均一

堤防ニ對シテ起ルベキ危險ヲ可成輕減セントセバ單ニ其位置及堤體ノ構造ヲ正當ニ定ムルノ外堤外地面ノ高サヲ可成均一ナラシメザルベカラズ卽チ堤外ノ深キ長キ凹所ハ適當ノ距離ニ於テ土堤掻柵其他ノ構造ヲ以テ之レヲ締切リ貫流ノ勢力ヲ削キ一面ニ廣キ低地ハ之レニ柳又ハ蘆ヲ植ヘ流下物ヲ捕捉シテ沈澱ヲ助長セシメ河岸ニ沿ヒ完全ナル護岸工事ノ施行後ニ於テハ高地ハ耕作地トシテ之ヲ利用シ又其ノ高サ中間ニ位スル地面ハ之レヲ牧草地トシテ使用スルヲ妨ゲズ要スルニ堤外地ノ高サ平等ナルニ從ヒ又其ノ地上ニ於テ流水ヲ堰止メ又ハ分流ヲ誘致スルガ如キ障礙物ノ少キニ從ヒ表流ハ均等トナリ流氷ノ危害ハ輕減セラレ河流ガ堤防ヲ擊衝スルノ傾向ハ緩和セラルヽモノト知ルベシ

堤頂ノ幅員

堤防破壞ノ動機トナルベキ事項ハ上述ノ如ク多方面ニ亙レルガ故ニ堤防ノ大サヲ決定スルニハ其ノ防禦セントスル水位、風向、及流向ニ對スル堤防ノ位置、地盤ノ性質堤體ヲ造成スベキ土質、堤外地ノ幅員及ビ高度等ヲ考慮セザル可ラズ

堤頂ノ幅員ハ單ニ水壓ノ關係ヨリ之ヲ見レバ土質ニ從ヒ通例六尺以上トナスヲ以テ足レリト雖モ數日又ハ數旬繼續スルガ如キ洪水ヲ防禦スルニ當リ滲透水又ハ他ノ原因ニ基ク澁溜水ノタメ堤內浸水ノ幅廣キ場合ニ於テハ堤防保護ノタメニ必要ナル材料ノ運搬蒐集ハ主トシテ堤防上ニ於テ之ヲ行ハザル可ラザルガ故ニ其幅員ヲ二間以上トナサザル可ラズ又堤頂ヲ一般運輸交通ノ便ニ供スル公道ニ兼用セントセバ其幅員ハ二間半以上ナラザル可カラズ極メテ小ナル河川ノ單純ナル堤防ハ其ノ頂幅三尺以上ヲ以テ足ル場合ナシトセズ

堤頂ノ形狀

堤防ガ道路トシテ兼用セラルヽ場合ニ於テハ堤頂ニハ道路面上ノ雨水排除ノタメ必要ナル横斷傾斜ヲ有スル圓形又ハ斜面形ヲ附與セザルベカラズ時トシテハ傾斜ヲ一方ニノミ附與シ堤頂ノ內側ヲ其外側ヨリ高カラシメ流氷ノ襲來ニ際シ危害ヲ輕減スルノ目的ニ供スルコトアリ

堤頂ガ道路面トシテ兼用セラルヽ場合ニ砂又ハ砂利敷ヲ要スルカ又ハ一ノ市街道路トシテ路面ニ被覆ヲ必要トスル場合ノ外ハ一般ニ草生地トシテ堤頂ノ破壞ヲ防グヲ得策トス

三　堤防ノ高サノ決定

堤防ノ高サハ防禦セントスル洪水ノ高サヲ標準トシテ之レヲ決定セザル可ラザルコト勿論ニシテ堤防築造後ノ洪水位ハ第二編第五章及本節甲、乙ニ據リ堤防築造前ノ洪水量及其ノ水位ヲ基礎トシテ新タニ算出シタルモノナラザルベカラズト雖モ氷堤ノ起ル場合ニハ水位ノ增高測ルベカラザル程度ニ達スベキガ故ニ堤頂ノ高サヲ適當ニ決定スルコトハ困難ナリ和蘭國ニ於テハ「ライン」河ニ對シ普通ニ堤頂ヲ氷堤ナキ場合ノ最大洪水面上〇、八「メートル」ヲ以テ堤頂ト定ムルト雖モ流氷又ハ波浪ノ起ルコト稀ナル所又ハ氷堤ノ決シテ起ラザル所ニ於テハ最高水位以上一尺ニ止ムルコトヲ得ベシ反之重要ナル地點ニ接近シ特別ニ之レガ危害ヲ豫防スルノ必要アル箇所ノ堤頂ハ最高水位以上三尺乃至四尺タラシメ氷堤ノ起ルニ際シ懸案箇所ノ越流スルニ先チ他ノ適當ナル箇所ニ於テ越流セシムルコトヲ圖ラザル可カラズ又激浪ヲ受クルカ若クハ河岸ニ直接スル箇所ニ於テハ他ノ箇所ヨリモ約一尺ノ高サヲ加フルノ必要アルベシ若シ夫レ氷堤ノ起ル場合ニ生ズベキ上流水面ノ上昇ヲ基準トシテ之レニ應ズ

氷堤ニ備フル實例

蘭、獨ノ實例

ルトシ南又ハ南西ノ流行風ニ對向スル箇所ニ於テハ同上一、〇「メートル」トシ加之堤防ト河岸トノ間ニ僅少ノ堤外地ヲ存スルニ止マルカ又ハ其皆無ナルトキハ尙〇、二「メートル」ヲ追加スルヲ以テ理想ノ標準トナシタルモノヽ如キモ實際ニ於テハ該標準ヲ遵守セザル部分多數アリ又甚シク標準以上ニ超越セル部分ヲ存スル要スルニ斯ル不規則ナル部分ニ於テハ最大洪水位ニ臨機若干ノ高サヲ加ヘタルモノニ甘ンジタル結果ニ外ナラズ又北獨逸ノ大河ニ於テハ氷堤ナキ場合ノ最高水面上〇、六「メートル」ヲ以テ堤頂ト定ムルト雖モ流氷又ハ波浪ノ起ルコト稀ナル所又ハ氷堤ノ決シテ起ラザル所ニ於テハ最高水位以上一尺ニ止ムルコトヲ得ベシ反之重要ナル地點ニ接近シ特別ニ之レガ危害ヲ豫防スルノ必要アル箇所ノ堤頂ハ最高水位以上三尺乃至四尺タラシメ氷堤ノ起ルニ際シ懸案箇所ノ越流スルニ先チ他ノ適當ナル箇所ニ於テ越流セシムルコトヲ圖ラザル可カラズ又激浪ヲ受クルカ若クハ河岸ニ直接スル箇所ニ於テハ他ノ箇所ヨリモ約一尺ノ高サヲ加フルノ必要アルベシ若シ夫レ氷堤ノ起ル場合ニ生ズベキ上流水面ノ上昇ヲ基準トシテ之レニ應ズ

可キ堤頂ノ高サニ從ヒ築堤スト假定センカ堤防ノ大サ及ビ之レニ伴フ工費額莫大ナルベキガ故ニ堤防ハ兩岸共其高サヲ上記ノ範圍内ニ止メ氷堤ノタメ水位ノ上昇スルニ際シ應急的ニ簡易ナル嵩置ヲナシ又ハ堰板ヲ挿入シテ之ニ應ズルヲ得策トス

山間部ノ增高

山間部ニ於テハ堤頂ヲナルベク最高水位以上四尺以上タラシメ該部分ニ於テ殊ニ起リ易キ河底ノ急變及之ニ伴フ水位ノ急昇ニ備フルノ必要アルモノトス換言スレバ中流又ハ下流ノ部分ヨリ稍堤頂ヲ高メ置クヲ要ス

外側法腹勾配

四　堤防外側法腹勾配ノ決定

堤防外側法腹勾配ハ一面ニ於テハ法腹ニ襲來スベキ外力ニ抵抗スルタメニ施行スル被覆工ノ種類ニ從ヒ又他面ニ於テハ堤防ヲ造成スル土質及基礎地盤ノ性質ニヨリ之レヲ決定スベキモノニシテ大河川ノ草生堤防ニ於テハ二割五分乃至四割平均三割又小河川ノ夫ニ於テハ二割乃至三割平均二割五分トスルヲ普通トス四割ヨリ緩ナル勾配ハ單ニ砂堤其他土質劣等ナル築堤ノ場合ニ於テノミ採用スルニ止マルモノニシテ之レニ反シ草生ノ狀態極メテ好良ナルヲ希望スル場合ニハ小堤ト雖モ二割ヨリ急ナル勾配ヲ歡迎ス可ラズ然レドモ急流ノ河川ニ於テ其破壞力劇烈ニシテ石材ノ法腹工ヲ必要トスル場合ニ於テハ一割五分乃至二割ノ勾配ヲ採用スルヲ妨ゲズ又充分堅牢ナル混凝土法腹工ヲ施スガ如キ場合ニ於テハ其ノ勾配ヲ一割内外トスルコトナシトセズ

内側法腹勾配

五　堤防内側法腹勾配ノ決定

堤防内側法腹勾配ハ草生ノ繁茂ヲ圖リ且ツ長期間繼續スル洪水ニ因リ飽和狀態ニ近ヅキタルタメ下部ノ法腹ガ崩潰滑落スルヲ豫防スルノ目的ヲ以テ二割トスルヲ普通トス一割五分ヨリ急ナル勾配ハ格段ニ土質ノ善良ニシテ且ツ家畜ノ蹂躙ヲ許サザル場合ニ於テノミ採用シ得ベキモノナリ之レニ反シ二割五分乃至四割ノ如キ緩勾配ハ靜止角ノ小ナル砂質其他劣等ノ土質ニシテ滲透飽和シ易キ場合カ又ハ堤ノ内側ニ接シ凹處ノ存在スルアリテ一層ノ補强ヲ要スルカ又ハ堤下地盤ノ軟弱ナルカ又ハ堤址ガ堤内水面ノ波浪ヲ直接ニ受クルカ又ハ時トシテ越流ノ害ヲ蒙ムルノ虞アル場合ニ於テノミ

採用スルノ必要アルモノナリ

六　堤ノ内外ニ於ケル犬走ノ必要

堤防ノ内外ヲ論セズ堤址ニ直接スル若干ノ幅員ヲ有スル地面ハ之ヲ買収スルカ又ハ其ノ使用方法ヲ制限シテ絶對ニ耕作ヲ禁ジ單ニ草生地トシ堤防ノ實體ヲ保護スルノ目的ニ供スルヲ可トス該犬走ノ幅員ニ對シテハ別ニ一定ノ法則ナキモ通例六尺乃至三十尺トシ扨メテ之ヲ保護セザル可ラザルモノナルガ故ニ之ヲ土砂又ハ草土ノ取リ場ニ供スルコトヲ禁ゼザルベカラザルノミナラズ車ノ通行ヲ禁ジ車輪ノタメニ草生地ヲ破壞セラルヽコトヲ防ガザルベカラズ外側犬走ハ普通ニハ盛土ヲ行フヲ要セズ單ニ草生ノ素地トスルニ止ムレバ足ル可キモ舊川ノ低凹地等ニ築堤セラレタル場合ニハ附近地面ノ平均高ニ均シク盛立テ川心ニ向ヒ二十分ノ一以上ノ下リ勾配ヲ付シ雨水ノ排除ニ便スベシ

内側犬走ハ普通ノ場合ニ於テハ外側犬走ノ如ク重要ナラザルモ「ワイヒゼル」河下流部ニ於ケル如ク透水防禦ノタメニ特ニ其幅員ヲ十五「メートル」トシ

兼テ氷堤ニ起因スル越流ニ備フルガ如キ特別ノ場合ナシトセズ又築堤ガ砂土ニシテ滲透飽和シ易キカ又ハ堤内ニ深キ凹所ノ存在スル場合ニハ一層重要ナルモノトス蓋シ此ノ場合ニ一乃至二「メートル」ノ厚サヲ有スル小段ヲ堤趾ニ附加シタリトセンカ滲透飽和ノ傾向ヲ減ジ沈下破壞スルヲ防止シ得ルガ故ナリ

七　堤内外ノ小溝

堤防ニ沿フテ溝ヲ設クルコトハ其ノ堤内ナルト堤外ナルトヲ問ハズ一般ニ有害無益ナリ何ントナレバ堤外ノ溝ハ洪水ニ際シ水流ヲ助成シ堤内ノ溝ハ滲透水ヲ誘致スルノ傾向アレバナリ築堤ニ要スル土取場ハ止ムヲ得ザル場合ノ外之ヲ堤外ニ需ムルヲ要ス此ノ場合ニ於テハ成ルベク堤趾ヲ遠ザカリ且ツ土取場跡ニ生ズル凹所ハ之レヲ一貫セシメズ所々ニ土堤ヲ殘存シテ洪水ノ貫流スルヲ防ガザルベカラズ堤ノ内趾ニ沿フテ設ケタル犬走ヲ道路ニ兼用スル場合ニハ路面ノ保持上其ノ内側ニ濕拔溝ヲ要スベキヲ以テ成ルベク其ノ溝ノ深サヲ最少限度ニ止メ又地方ノ實況ガ大堤防ニ沿ヒ堤内ニ運

河其他ノ水路ヲ存置スルコトヲ必要トスル場合ニハ少ナクモ六十尺内外ノ犬走ヲ存シテ堤防ノ安全ヲ圖ラザル可ラズ

要スルニ堤防ニ沿フ溝ハ成ルベク之ヲ設ケザルヲ原則トシ已ムヲ得ズシテ之ヲ設クル場合ニハ出來得ル限リ其ノ深サヲ小ニシ且ツ之レヲ堤防ノ位置ヨリ退却セシムルヲ可トス

八　溢流堤

堤防ノ全線又ハ局所ニ於テ堤頂ノ高サヲ低下セシメ或水位以上ノ洪水ヲ越流セシムル場合ニハ之レヲ溢流堤ト云フ溢流堤ハ堤防中最モ危險ノ多キ部分ニシテ其ノ構造亦之レニ從ヒ堅牢ナルヲ要スルハ自然ノ理ナリ溢流堤ノ最モ盛ニ用ヒラルヽハ蓋シ和蘭國ナリ同國ハ羅因河ノ流末ニ位シ地勢低ク往昔ヨリ河身ノ改修ヲ根本的ニ施行セズシテ單ニ一般ニ高キ堤防ヲ河岸ニ接近シテ築造シ專ラ築堤法ニ據リ洪水ヲ防禦スルノ習慣ナリシガ故ニ俄カニ他ノ方法ヲ採用スルノ氣運ニ達セズ極力舊來ノ堤防ノ保護ニ勗メタルモ各所ニ於テ屢〻破堤ノ災厄ヲ蒙リ困憊ノ極ニ達シ沿岸ノ住民ハ一般ニ其ノ祖先ガ根本方針ヲ誤リ洪水ノ自然的氾濫ニ因リ沿岸ノ高度及ビ肥沃ノ增進ヲ來スベキ妙用ヲ無視シ却テ堤防ト同時ニ禍根ヲ子孫ニ傳ヘタリシヲ憾ムニ至レリ是ニ於テカ輓近ニ至リ災害ノ原因ニ溯リ奮發シテ河身ヲ改修シ直流ヲ開設シ不規則ナル河流横斷面ヲ調整シ一面ニ於テ洪水及流氷ノ快流ヲ圖リ又一面ニ於テハ一般ニ堤防ヲ高メ且ツ適當ナル箇所ヲ選定シテ豫メ溢流堤ヲ設ケ比較的重要ナル地域ヲ絕對ニ防禦シ比較的重要ナラザル部分ニ氾濫セシムルノ方針ヲ取リシガ河川ノ舊態一變シテ爾後水害ノ難ヲ受クルコト稀ナリ

抑モ溢流堤ヲ築造スルコトヲ要スル場合ハ概ネ左ノ範圍ヲ出デザルベシ

(一)本堤ノ破壞ニ因リ其背後ニ位スル重要地區ニ慘害ヲ及ボスコトヲ豫防スルノ目的ヲ以テ該箇所ノ對岸又ハ上流ニ溢流堤ヲ豫メ設クル場合

該場合ニ於テ溢流堤ニ依リ本流ノ洪水ヲ緩和スルノ目的ヲ達スルタメニハ其ノ長サ及ビ堤頂低下ノ程度充分ニシテ溢流ヲ受容スル區域亦相當ニ廣大ナラザル可ラズ和蘭國「イゼール」河ノ沿岸「デフエンテール」ノ對岸ニ設

ケラレタル溢流堤ハ其ノ長七百八十七「メートル」ニシテ其ノ堤頂ハ附近ノ本堤ヨリ低キコト一、八八「メートル」ニ達シ内側法勾配ハ十五分ノ一トシ草土ヲ以テ被覆セラレタリシガ溢流ハ堤後ニ接近シテ存在スル道路ノ盛土ニ支ヘラルヽガ故ニ流勢ヲ緩和セラレ曾テ破壊セラレタルコトナシ

(二) 舊堤及分流ノ改修ニ際シ從來ノ氾濫ヲ防止シ分流ノ沿岸ニ於ケル懸案ノ低地ヲ保護セント圖ルモ本流ノ能力ガ洪水最大流量ノ全部ヲ收容流過スルニ足ラザルガ故ニ單ニ中水位以下ノ出水ヲ遮斷スルニ止メ其ノ以上ノ高水ヲ越流セシムルノ程度ニ甘ンズルノ已ムヲ得ザル場合例セバ獨逸國「フエルデン」附近ニ於テ「アレル」河ノ分流ニ設ケタル溢流堤ニ依リ洪水ヲ再ビ「ウエーザー」河ニ放流スル場合ニ於ケルガ如シ該溢流堤ノ堤頂ハ幅九、五「メートル」トシ夏季ノ普通洪水以上ノ高サニ達シ本堤ノ堤頂ヨリ二「メートル」低ク其延長五百六十「メートル」ニシテ內側法勾配二十分ノ一外側法勾配十分ノ一トナセリ其他和蘭國「ハールドウキーク」ニ於テ「バール」ノ洪水ヲ「マース」ニ放流スル場合又ハ「リーマー」ニ於テ舊「ライン」河ノ水ヲ「キゼール」ニ放流スル場合等枚擧ニ遑アラズ

(三) 既設堤防ノ高サ不充分ナルタメ非常特別ノ洪水又ハ氷堤ノ作用ニ因リ屢屢越流ノ災難ニ罹リタル如キ場合ニ於テ一種ノ安全瓣トシテ故ラニ溢流堤ヲ築造スル場合例セバ「ライン」河流末又ハ「ロアール」河ニ於ケルガ如シ卽チ特別ノ事情ノタメ既設堤防ノ退却、增嵩、補强、其他改修工事ヲ遂行スルコト困難ナル場合ニ於テ局部ノ堤防ニ大破ヲ來シ引テ沿岸ノ一部ニ劇烈ナル慘害ヲ蒙ラシムルヨリモ寧ロ適當ノ地點ヲ選定シ豫定ノ溢流ニヨリ他ノ部分ノ被害ヲ防止セントスル場合ニ外ナラズ

(四) 溢流ニ依リ地味豐饒ナラザル低濕地ニ洪水時ノ濁流ヲ誘導シテ土砂及有機物ヲ沈澱セシメ一面ニ於テ地味ノ改良ヲ圖ルノミナラズ一面ニ於テハ漸次地盤面ヲ隆高セシムルコトヲ目的トスル場合卽チ溢流堤ヲ土地改良ノタメニ使用スル場合

(五) 洪水ニ際シ堤防及基礎地盤ノ土質ノ關係上滲透水ノ多量ナルトキ故ラニ溢流ヲ起サシメ斯クシテ堤防內ノ地上ニ注入シタル潴水ノ水壓ヲ利用シ

テ滲透水ニ對抗セシメ之ガ爲メニ生ズル堤防ノ破壞ヲ豫防スル場合

越流水ヲ受容スベキ區域ガ長距離ニ亘リ且ツ其ノ下端ノ地勢自然ニ開放セザルトキハ特別ニ該受容水ヲ排出スルノ裝置ヲ要スルガ故ニ堤防ノ高サ極メテ低キ箇所ヲ選ミ之ヲ排出セシメタル後殘留水ニ對シテハ別ニ水門ヲ設ケテ之ヲ排出スルヲ得策トス又其ノ長サ極メテ短キ低地ニ於テ溢流ノ目的ガ他ノ箇所ニ於ケル堤防破壞ノ豫防ノタメニスル安全瓣ニ過ギザルトキハ單ニ溢流口ヲ下端ニ設クルヲ以テ足レリトス然レドモ溢流ニ依リ堤防ノ長區間ニ亘リ本流ノ洪水量ヲ輕減スルノ必要アルカ又ハ懸案低地ニ對シ盛ンニ土砂ヲ沈澱セシメントスル場合ニハ上端ニ溢流ノ入口ヲ設ケ且ツ下端ニ出口ヲ設ケ單ニ溢流水ヲ瀦溜セシムルニ止メス溢流ノ期間ヲ通ジ斷ヘズ流水ヲ交換疏通セシメザル可ラズ而シテ其ノ目的ガ

土地改良タルト滲漏水防禦タルト又ハ其他タルトヲ問ハズ凡テ溢流水ヲシテ低地ニ沿ヒ不斷交換疏通セシムル場合ニ於テハ低地中ノ最低部分ニハ之ヲ橫斷シテ小堤ヲ造リ又ハ道踏面ヲ盛立ツル等ノ方法ニ依リ低地ノ各所

ニ於ケル水流及沈澱ヲシテ成ル可ク均等ナラシメザルベカラズ耕作地ニアリテハ各所有主ノ境界ニ設ケタル生壙ニヨリテ充分ニ該目的ヲ達シ得ルモノトス

溢流堤ノ高サハ其ノ目的ニ從ヒ之ヲ決定セザルベカラズ卽チ單ニ不充分ナル洪水流過力ヲ有スル水路ノ能力ヲ補充スル場合ニハ溢流堤ノ高サ及ビ長サハ一ニ懸案流過力ノ補充ノ分量ニ從フテ決定スベキモノニシテ其ノ高サハ成ル可ク高クシテ低地ヲ浸水スル回數ヲ減ズルヲ要シ又主トシテ非常特別ノ大洪水ニ對スル安全瓣タルニ過ギザルトキハ其ノ高サヲ成ルベク高カラシメ從ツテ又其ノ長サヲ大ナラシメ越流ノ厚サヲ減ジ之レガタメニ生ズル破壞力ヲ輕微ナラシムルヲ要ス故ニ實際ニ於テハ多年間越流ノ起ラザルコトアルベシ反之其ノ目的ガ低地ノ增嵩改良ニアルトキハ溢流口ノ高サハ成ルベク之レヲ低下セシメ支障ナキ季節ニ於テ毎年溢流ヲ誘導シ臨時ニ嵩置又ハ堰板ヲ挿入スル等ノ方法ニ依リテ支障アル時季ニ於ケル越流被害ヲ豫防スベシ

堤防ノ内側法腹ノ勾配ガ十五分ノ一乃至二十分ノ一ノ如ク緩ナルトキハ良好ナル草生狀態ヲ以テ能ク短期間ノ越流ニ抵抗シ得ベキモ越流ノ期間長ク越流ノ落差高ク越流水層ノ厚キニ從ヒ到底其破壞ヲ免レザルガ故ニ寧ロ急勾配トシテ相當ノ落差毎ニ階段ヲ設ケ堅牢ナル石張工トナスカ又ハ階段ヲ有セザル急勾配ノ完全ナル石工ヲ施スニ若カズ後段ノ場合ニ於テハ石工法腹面ノ形狀ハ凹形トシ上部ヨリ下部ニ近ヅクニ從ヒ漸次ニ其彎曲ノ半徑ヲ增加セシメ徐々ニ水平ナラシムルヲ可トス而シテ何レノ場合ヲ問ハズ堤趾ニハ相當幅員ヲ有スル堅牢ナル水叩キ工ヲ施サヾル可ラザルコト勿論ナリ越流水層ガ堤趾ニ及ボス破壞力ハ水層ノ厚サ及落差ヲ增スニ從ヒ益〻劇烈トナルモ反之內側ノ堤趾上ニ厚キ靜水層ヲ瀦溜セシメ謂ユル水褥ヲ設クルコトニヨリ之ヲ緩和スルヲ得ベシ

水叩キ及ビ水褥ノ必要

溢流堤ハ單ニ其內側法腹ニ對シ堅牢ナル被覆工ヲ必要トスルノミナラズ堤頂及ビ外側法腹ニモ亦相當ニ堅牢ナル被覆工ヲ要スルコト論ヲ俟タズ

溢流ノ長サヲ決定スルニハ洪水ノ期間、水位、流量及低地ノ縱橫斷面ヲ知ルヲ要ス比較的ニ高キ堤頂ヲ有スル越流堤ヲ以テ下流ノ吐口ニ充ツル場合ニ於テ溢流ガ長期ニ亘ルトキハ最初ニ低地ニ滿水シ其ノ水面ガ下流ノ吐口ニ於ケル越流堤頂ヲ超越スルニ至リ然ル後ニ實際ノ疏通ヲ始ムルモノニシテ低地疏通ノタメニ要スル水面ノ落差以外ニ流入口及流出口ニ於テ存在スル落差ハ凡テ之レヲ溢流ノ出入口ノ間ニ於テ本流水面ノ有スル落差中ヨリ需メザルベカヲズ而シテ溢流ニ關スル公式 $Q=\mu l h\sqrt{2gh}$ 中ノ μ ノ値ハ通例4トスルモノトス又低地ノ疏通ヲ定流トシテ考フルトキハ $V=C\sqrt{ri}$ ナル一般公式中ノCハ懸案低地ノ實況ヲ參酌シテ之ヲ定ムベキモノトス

落差ノ考究

戊　堤防ノ築造

一　基礎地盤ノ加工

堤防ノ基礎トナルベキ地盤加工ノ主眼トスル點ハ地盤ト堤體トノ接合ヲ密著ナラシメ滲透ヲ防グニアルガ故ニ天然ノ草土ヲ除却シ又竹木ハ根ト共ニ之レヲ取リ去リ溝底及低窪地上ノ泥濘ヲ排除シタル後全面ニ鋤犁ヲ加ヘ地盤面ヲ攪拌シテ故ラニ無數ノ小凹凸ヲ附與スルヲ可トスト雖モ軟弱ナル

地盤加工ノ目的

地盤ニ於テ堤防ノ兩法ヲ緩カナラシメ堤底ヲ擴大シテ下部ノ堅層ニ達スルヤデ陷沒スルコトナカラシムルヲ圖ル場合ニハ草土ヲ其儘保存スルヲ常トス蓋シ緩勾配ノ法腹ニ依リ堤底ノ幅ヲ廣ムルコトニ因リ地盤上ニ於ケル堤體荷重ノ負擔ヲ輕減スルノミナラズ馬蹈ノ直下ニ生ズベキ最大壓力ノタメ左右ニ壓出セラレタル地下ノ軟泥ガ堤ノ兩側ニ接シテ押上ゲラルヽヲ防止シ得ルノ所以ナレバナリ若シ夫レ軟弱ナル地盤ヲ貫通シテ下部ノ堅層ニ堤體ヲ接著シ得ルノ方法ヲ採用スルニ於テハ工費ヲ要スルコト多キモ安全ナルハ勿論ナリ此ノ場合ニ於テハ堤防ノ馬蹈ノ中心線ニ沿ヒ成ル可ク深キ溝ヲ堀リ該溝中ニ盛立ツル堤土ハ溝ノ兩側ニ於ケル堤土ヨリ稍高ク盛上ゲ其ノ過重ニ依リ自然ニ沈下シテ溝底ノ軟泥ヲ左右ニ壓出セシメ堤土及ビ軟泥ノ混和スルコト及ビ堤土ノ左右ニ脫退スルコトナカラシムルモノトス

地盤軟弱ノ場合

分流ヲ橫斷シテ堤防ヲ築造スル場合ニハ上流ニ位スル堤趾ノ前面ニ粗朶ノ締切工ヲ施シ流勢ヲ遮斷シタル後河底ニ存在スル不良ノ物體ヲ除却シ一方ノ岸ヨリ他方ノ岸ニ向ヒ盛土ヲ行フコト第六章第一節ノ三締切工ノ部ニ於テ述ブル如シ

砂質ノ地盤上ニ築堤スルトキハ滲透水ヲ防グタメ三尺乃至六尺ノ厚ヲ有スル粘質ノ心土ヲ成ルベク深ク地中ニ挿入シテ其ノ目的ヲ達シ得可キモ工費ノ關係上之レヲ許サヾル場合ナシトセズ然レドモ下層ノ粘土上ニ海綿狀ノ透水性腐植土ノ上層ガ存在スル場合ニハ萬難ヲ排シ良質ノ心土ヲ挿入シテ粘土層ニ直接セシムルヲ要スルコト論ヲ俟タズ

二　築堤ニ使用スル土質

堤防ノ築造ニ使用スル土質ハ多クノ場合ニ河岸ニ近ク存在スル冲積層中ニ普通ナル壚土即チ粘土ト砂トノ混合物ニシテ草木ノ根、草土、木片等ノ夾雜物ヲ含有セザルモノタルベシ是等ノ夾雜物ハ竟ニ腐敗シ堤體ニ孔穴ヲ生ジ噴水ヲ惹起シ又ハ蟲獸ヲ誘引スルノ虞アレバナリ然レドモ純粹ノ粘土ハ寒熱ニ遭ヒ著シク收縮シ龜裂ヲ生ジ易ク又砂ハ滲透性ニ富ムノ缺點アルノミナラズ其分子ノ小ナルニ從ヒ飽和ノ狀態ニ達スルトキ靜止角著シク緩トナリ終ニ法腹崩壞ノ動機トナルヲ免レズ「セルトン」氏ノ研究ニ從ヘバ堤土ガ有

害ナル程度ノ收縮ヲ來サル、タメニハ少クモ十五「パーセント」以上ノ砂ヲ含有セザルベカラズ反之分子間ノ凝結力ヲ失ハザルタメニハ砂ノ含有量ハ四十五「パーセント」ヲ超過スベカラズ故ニ十五乃至十八「パーセント」ヲ以テ適量トス卽チ此ノ含有量ニ於テハ砂ノ各分子ハ互ニ接觸セザルヲ期待シ得ルモノナリ土中ニ存在スル砂ノ含有量ヲ檢定スルニハ一定量ノ土ノ標品ヲ乾燥セシメ之レヲ粉末トシ其容器內ニ於テ水ヲ以テ數回洗滌シ徐々ニ泥質ヲ除却シ終ニ溷濁ノ痕跡ヲ認メザルニ至リ殘留物卽チ砂ヲ乾燥セシメ之レヲ定量スルモノトス粘土ハ又其ノ滑落ヲ輕減スルタメ空中ニ於テ乾燥シ易キ性質ヲ有セザル可カラズ且ツ水ノ作用ニ抵抗スルノ力强キヲ要シ尙ホ締結材料トシテ其ノ耐力每平方「センチメートル」ニツキ二十キログラム以上タルベシ

腐植土ハ水密ナラズ又其含有スル滋養分ヲ以テ鼠族ヲ誘引シ且ツ植物質ヲ含有スルコト多量ナルトキハ其分解ヲ招クベシ泥炭土ハ軟弱ニシテ且ツ其ノ比重小ナルタメ大堤ノ築造ニ對シテハ使用ニ堪ヘズト雖モ「ラインカナル」中ノ「アムステルダム」「ウトレヒト」間ニ於ケル部分ニ於テハ運河沿岸ノ堤防ヲ泥炭ニテ築造シ堤心ニ沿ヒ三尺乃至六尺ノ粘土心ヲ挿入シタルハ寧ロ例外ト目スベシ堤心ノ壁ニ沿ヒ其左右ニ低キ小堤ヲ築キ其乾燥シタル後內部ニ浚渫土ヲ注入シタリシガ粘土ノ堤心ヲ有セザル部分ニ於テスラ泥炭堤防ハ能ク五尺ノ水壓ニ堪ヘタリト云フ

單ニ砂ノミヲ以テ築堤セザルベカラザル場合ニハ堤防ノ上幅ノ擴張ヨリハ寧ロ內外ノ法腹勾配ヲ緩ニシ滲透水脈ノ距離ヲ長カラシメ以テ水流ニ對スル抵抗力ヲ增進セシメ又飽和狀態ニ陷リタル法腹ノ崩壞ヲ防グヲ得策トス

粘土ノ堤心ヲ砂堤內ニ挿入スルニ當リテハ心土ト堤體ヲ形成スル砂トノ分離ヲ豫防スルタメ心土ト築堤トハ同時ニ其高サヲ同フシ薄層トシテ徐〻ニ盛立ツヘシ

砂堤ノ勾配ハ其ノ質ニ從ヒ內外共其ノ法腹ヲ四割乃至五割トスベシ然シテ粘土ノ堤心ヲ挿入スルト否トニ關ハラズ外側法腹ハ一尺乃至三尺ノ厚サ

ヲ有スル粘土層ヲ以テ被覆シ尚其上ニ草土ヲ張リ單ニ滲透ニ對スルノミナラズ流勢及波浪ノ破壞力ニ對シ保護ヲ加フベシ

堤防ノ築造ニ必要ナル土砂ノ採取場謂ユル土取場ハ之ヲ堤防ト河岸ノ間ニ介在スル堤外地ニ仰グヲ得策トス而シテ土砂ヲ掘鑿スルニ二法アリ(一)ハ溝形ニ堀取リ其深サハ土質及堤外地ノ幅員及築堤後ニ於ケル堤外地ノ利用方法等ニ從ヒ定ム可キモノニシテ各溝間ニハ土堤掻キ棚等ノ横工ヲ存シテ表流ノ一貫シテ急流トナルヲ防グト雖モ多クハ土取後當分ハ單ニ葦蘆ヲ生ズルニ止マリ(二)ハ堤外地ノ全面ニ亙リ淺キ堀取リヲ行ヒ一旦鋤キ取リタル腐植土ハ堤土トシテハ不適當ナルガ故ニ之ヲ再ビ土取場ノ全面ニ復舊シ農業上堤外地ノ利用ニ便ス

第五十五圖



ルニアリ斯カル廣キ淺キ土功ハ米國ニ於テ盛ニ用フル「ドラグスクレーパー」ノ如キ器械ヲ使用スルコトニ依リ(第五十五圖)最モ經濟的ニ之ヲ行ヒ得ベク土取後ニ於ケル荒廢地ノ生ズル不利益ナク堤外地ノ利用上最モ妙ナリ

土取場ヲ堤内地ニ需ムルコトハ最モ禁物ニシテ非常已ムヲ得ザル場合ノ外行フ可ラズ何ントナレバ土取後ノ凹所ハ後日沈澱埋沒スルノ機會ナク多クノ場合ニ於テハ滲透水ヲ助長スルヲ免レザルガ故ナリ已ムヲ得ズシテ堤内地ヲ堀鑿スルトキハ成ルベク堤防ヨリ遠ザカリテ之レヲ行ヒ其ノ滲透水ヲ助長シ又ハ堤防ノ沈下ヲ招クノ原因トナルコトヲ防ガザルベカラズ

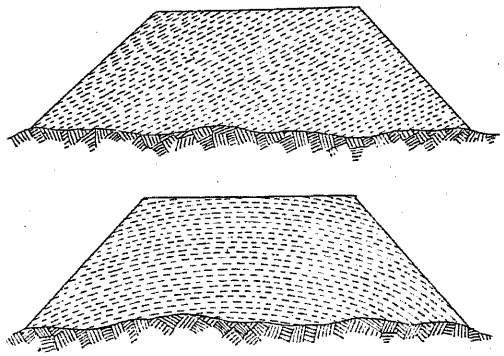
三　堤土ノ盛リ立テ方法

堤土ハ其厚サ五寸乃至一尺ノ薄層トシテ踏堅メ又ハ搗固メツヽ之レヲ盛立ツベシ其層厚キニ過グレバ堤土ノ固結充分且ツ均等ナルコト能ハズシテ後日著シキ且不均一ナル收縮沈下ヲ來タシ法腹面ノ凹陷又ハ孕出スルヲ免レザレバナリ

盛立テニ際シ其ノ各層ハ内方ヨリ外方ニ向ヒ又ハ堤ノ中心ヨリ兩方ニ向

ヒ傾斜セシメ築堤ノ工事中ニ於テ雨水ヲ流下排除スルニ便ズベシ又竣切後ノ滲透ヲ防グタメニハ各層ヲ外方ノ法腹面ニ並行セシメ堤ノ外方ヨリ內方ニ向テ貫通スル層ヲ設ケザルニ若カズト雖モ斯ノ如ク層ノ傾斜ニ關スル各種ノ注意ハ土質善良ナルモノヲ使用スル場合ニハ必ズシモ緊要ナリトセズ何ントナレバ此ノ場合ニハ良土ノ凝結力充分ナルガ故ニ別ニ個々ノ層ノ自然的ニ成立スルノ憂ナケレバナリ

第五十六圖



北米合衆國政府直轄ニ係ル「ミシシッピー」河改修工事第四區ノ築堤工事ノ仕様書ニ於テハ堤防ハ一齊ニ各部ノ全體ヲ築造スルヲ要シ卽チ準備的ニ中心部又ハ法腹ノミヲ盛立テ前進スルコトヲ禁ゼリ

四　築堤ノ沈下收縮及餘盛リ

築堤施行ノ後其ノ沈下收縮スル程度ハ堤土ノ土質盛立テノ方法施工ノ時期及其長短、施工中及施工後ノ天候如何ニ因ルモノニシテ其ノ下底ノ沈下ノ程度ハ盛土ノ高サ重量及地盤下層ノ土質如何ニ因ルモノナリ今沈下收縮ノ原因ヲ具體的ニ分類スレバ

沈下收縮ノ原因

(一)堤土ノ分子間ニ存在スル空隙ノ自然的減少
(二)濕潤シタル土砂ノ壓迫及水分ノ蒸發
(三)土砂自身ノ壓力ニ起因スル收縮但シ純粹ノ砂ハ此ノ限リニアラズ
(四)堤防ノ基礎地盤ノ沈下ニ隨伴スル陷落

ニシテ就中(二)ノ場合ニ於テ濕土ガ乾燥スルニ際シ分子間ノ凝聚力ガ收縮力ヨリ小ナルトキハ大龜裂ヲ生ジ其ノ地盤ノ性質惡シキトキハ危險ヲ招クノ虞アルガ故ニ斯ル場合ニ於テハ乾燥シタル土砂ヲ使用シ又以前ニ盛立テタル土層ガ充分乾燥スルヲ待ッテ次層ヲ施行セザル可ラズ又(四)ノ場合ニ於テハ下底地盤ノ沈下ガ普通ニ其ノ最モ大ナルベキ馬踏ノ直下ニ於テ三尺乃至六尺ニ達スルコトアリ該沈下ハ一般ニ堤趾ニ近ヅクニ從ヒ次第ニ減少スルモノニシテ軟泥深キ地盤ニアリテハ堤下ニ於テ壓迫セラレタル泥土ガ兩堤

溝底ノ上昇

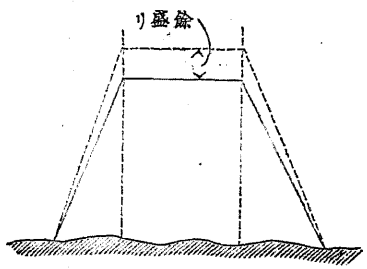
趾ノ外方ニ波狀ヲナシテ隆起スルコトアリ若シ堤趾ニ接近シテ存在スル溝渠アリトセンカ溝底ハ壓力少キガ故ニ自然ニ上昇シテ埋沒ス可シ此ノ場合ニ於テハ假ヒ上昇埋沒シタル溝底ヲ浚渫スルモ壓力ノ均衡ヲ保ッタメニ再ビ上昇スベキガ故ニ築堤亦之レニ伴ヒ新タニ幾分ノ沈下ヲ生ズルヲ免カレザルベシ

上記ヲ綜合シテ之レヲ考フレバ築堤ニ際シ一、堤土ガ砂ヲ含有スルコト多ク且良ク乾燥シ二、堤土ノ各層薄ク又其搗固メ充分ニ其進工程度遲緩ニ且ツ各部均一ニ進行セラレ卽チ施工中ニ乾燥シ易ク又三、基礎地盤ノ强固ナルニ從ヒ築堤ノ沈下收縮ノ度輕微ナルベキハ自明ノ理ナリ收縮沈下ノタメ法腹面ハ或ハ凹形ヲ呈シ或ハ凸形ヲ呈ス卽チ基礎地盤ノ沈下ハ法腹面ノ凹形ヲ來タシ堤體ノ收縮ハ凸形ヲ招クベク而シテ一般ノ場合ニハ地盤ノ沈下ガ築堤ノ變形ノ主要ナル源因ナルコト多キガ故ニ古堤ハ實際ニ於テ凹形ヲ呈スルコト多ク卽チ法腹ハ最初築造ニ際シ設計ノ形ニ比シ稍〻凸形ヲ附與シ置カザル可ラズ

餘盛

沈下收縮ニ對シ豫メ餘盛リヲ爲サントスルニハ沈下收縮ノ程度ヲ豫想セザル可ラズ泥炭ガ其ノ高サニ於テ二分ノ一ニ收縮セラルルガ如キハ寧ロ例外トシ一般ニ基礎地盤ノ堅固ナル場合ニハ築堤ノ收縮ハ其ノ高サノ十分ノ一乃至四十分ノ一ノ間ニ止マリ又基礎地盤軟弱ナルトキハ其ノ高サノ八分ノ一乃至四分ノ一ニ達スルガ故ニ施工後數年ノ後ニ於テ尙良ク設計ノ目的トスル形狀ヲ保有セシメントセバ上記ノ割合ニ相當スル餘盛ヲ必要トスルコト圖ニ示ス如シ堤土ノ收縮ハ既ニ工事中ニ於テ各種ノ原因ノタメニ實現セラルルモノナルガ故ニ堤築ニ要ス可キ土積ヲ豫定スルニ當リテハ上記ノ如ク一旦盛立テヲ了シタル卽チ設計ノ示ス仕上高ノ收縮ノ割合ヨリ以上ノ率ヲ見積ラザル可ラズ卽チ普通ノ場合ニハ十分ノ一乃至十分ノ三ノ割增ヲ見込ミ地盤ノ軟弱ナル場合ニハ十分ノ五乃至一倍ノ割增ヲ見込ム可シ一般ニ堤底ノ幅ニ對シテハ設計幅員ヨリ以上ニ割增シ

第五十七圖



ヲナサズシテ單ニ其ノ高サノ割增ヲナスニ止マルガ故ニ仕上ノ法腹勾配ハ設計ノ勾配ヨリ急ナルコト當然ナリ「ミシシッピー」河第四區築堤ノ仕樣書ニ於テハ家畜ノ踏固メ又ハ他ノ適當ノ搗固メ方法ヲ採用スル部分ニ對シテハ堤高ノ八分ノ一其ノ他ノ部分ニ對シテハ五分ノ一ノ餘盛ヲ必要トスルコトヲ規定セリ

五　堤土ノ搗固メ

堤土各層ノ搗固メハ我國ノ舊慣ニ於ケルガ如ク石蛸又ハ千本搗ニ依ル亦一方法タルヲ失ハズト雖モ土運ニ使用スル馬蹄及車輪ノ蹂躙ニ委スルトキハ堤土自然ニ凝結スルモノナリ然シテ手押シ車又ハ木道及鐵道ニ依ル臺車ヲ以テ堤土ヲ運搬スル場合ニハ已ムヲ得ズ普通ニ使用スル二人用蛸搗ヲ採用スルカ又ハ特ニ轉壓器及牛馬ヲ使用セザル可カラズ

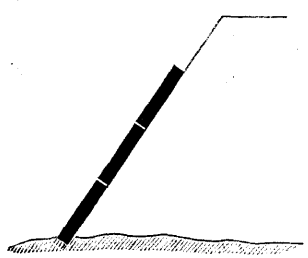
六　法腹面ノ被覆

降雨、波浪、流勢、流氷、强風、氷結等ノ破壞作用ニ對シ法腹面ヲ被覆スルニハ通例草土卽チ張芝ヲ行フニ止メ堤頂及內方法腹ニハ牧草ヲ蒔付クルモノトス

張芝ノ作工及維持ニ對シテハ充分ナル注意ヲ要スルコト勿論ナリ芝ハ一尺內外ノ方形トシ其厚サ約三寸トシテ牧草地ヨリモ寧ロ其密生シテ固結セル放牧地ヨリ採取シタル後暫時積ミ重ネテ稍之レヲ乾燥セシメ法腹ニ使用シタル後ニ於テ收縮シ接際ノ間隙ヲ生ズルヲ防グヲ要スト雖モ乾燥ノ程度ハ芝ノ枯死スルニ至ラシメザルヲ要ス

張芝ハ豫メ土羽板ヲ以テ良ク打固メ且規定ノ勾配ヲ有チタル平面ニ仕上ゲタル法腹ニ張付ケ其ノ接際ヲ密閉ス可キモノニシテ最下部ノ芝ハ豫メ堤趾ニ於ケル地盤ヲ楔形ニ掘取リテ後ニ之レヲ搜入シ地盤ノ高低不同ナルヨリ生ズル法腹面ニ沿フ長サノ不同ニ對シテハ最下部ノ芝ノ幅ヲ以テ之レヲ加減シ上部ノ張芝ハ凡テ同大ノモノヲ以テ並行ニ水平層ニ張リ付クルモノトス芝ノ各片ニハ二本ノ木製小串ヲ貫通シテ其ノ定著ヲ圖ルヲ可トス張リ付ケヲ終リタルトキハ散亂セル小屑ヲ取リ掃ヒ充分打固メ又其ノ法腹勾配ノ極メテ緩ナ

第五十八圖



ル場合ニハ輕車ヲ運轉シテ全面ニ壓迫ヲ加ヘタル後若干ノ厚サニ土砂ヲ撒布シテ一面ニハ芝草ノ枯渇ヲ防ギ一面ニハ偶〻隣接セル張芝間ニ存在スル間隙ヲ塡充スルノ用ニ供スベシ

張芝ノ季節

前記「ミシシッピー」河ノ工事ノ仕樣書ニ於テハ一片ノ大サ四吋四方ヨリ小ナラザル「パーミユーダ」ノ草土ヲ隣接距離二呎以内トシテ法腹面ニ植エ付ケ其ノ上ニ一乃至二吋ノ土砂ヲ被覆スルコトヲ要求セリ土質良好ニシテ法腹勾配緩ナルトキハ一方法タルヲ失ハズ

牧草蒔付ケハ肥沃ナル表土ノ上ニ年內ニ成ル可ク早ク之レヲ行ヒ冬季以前ニ發芽生育スルヲ期セザルベカラズ

芝ハ九月中旬迄ニ其ノ張付ヲ終ルニアラザレバ冬季以前ニ生育スルコト困難ナルガ故ニ秋季以後ニ竣功シタル新堤ニアリテハ其ノ張芝ガ生育前ニ破壞作用ヲ受クルコト劇甚ナルベキ見込ノ箇所ニ對シテハ張芝上ニ更ラニ粗朶工ノ類ヲ施シ翌春マデ一時的ノ防備ヲナスニ止メ發芽期以前ニ該假設備ヲ撤去シテ張芝ノ發育ヲ阻害スルコトナカラシムベシ

石工ヲ要スル場合

一般ニ流勢稍强ク張芝ニ依リテ充分ニ抵抗スルコト能ハザル見込ノ場所ニ於テハ張芝ノ代リニ法腹面ニ搔棚ノ方格ヲ作リ粗朶ヲ敷キ或ハ之ヲ省キ各方格內ニハ砂利又ハ玉石ヲ塡充シテ被覆工トナスコトアリ

又上記ノ工法以上ニ堅牢ナル被覆工ヲ要スル程度ニ破壞作用ノ劇甚ナル場合ニハ一般ニ石工ヲ採用スルモノトス卽チ石工ノ法腹被覆ハ

一、溪流ノ如キ流勢ノ劇烈ナルカ又ハ流氷木ノ襲來スル部分ニ於ケル堤防

二、堤外地ノ幅員不充分ナル爲メ法腹勾配ヲ急峻ナラシムルヲ要スル場合

三、不充分ナル厚サヲ有スル粘土ノ表層ヲ備フルノミカ又ハ之レヲ缺ク場合

ニ砂ヲ以テ大堤ヲ築造スル場合

ニ採用スルモノニシテ石張ハ通例層ノ厚五寸乃至一尺ノ大砂利又ハ割栗石ノ裏込メノ上ニ五寸乃至一尺ノ割石ヲ以テ張リ詰ムルモノニシテ一面ニハ工費ノ節約ヲ圖リ一面ニハ上下ニ相隣レル石片ノ接著ヲ良好ナラシムルタメニ一割五分乃至二割ノ勾配ヲ採用シ時トシテ五分乃至一割ノ如キ急勾配ヲ用フルコトアリ勾配急ナルニ從ヒ張石ノ大サヲ增シテ流氷及波浪ノ破壞

的作用ニ應ゼザル可ラザルコト論ナシ堤體ガ砂ヲ以テ成レル場合ニハ裏込メノ下ニ厚五寸内外ノ粘土層ヲ敷設スルコト最モ有効ナリ裏込石ノ大サハ張石ノ間隙ヲ通過シテ水流又ハ波浪ノタメニ脫出セラレ竟ニ張石及堤防ノ破壞ヲ招クガ如キコトナカラシムルニ充分ナラザル可ラズ斯ル危險ヲ充分ニ防止スルタメニハ水硬膠泥ヲ以テ張石目筋ノ間隙ヲ塡充スルカ又ハ練積ミ卽チ混凝土ヲ以テ張石ヲ積上グルヲ得策トス

練積

堅緻積

我國ニ固有ナル堅緻石積ミノ方法ニ依レバ其ノ厚サ八寸乃至二尺其ノ底邊ノ大サ一尺内外ノ方錐形狀ノ割石ヲ用ヒ其ノ合ヒ刃ノ厚サヲ二寸内外トシ之レヲ鄭寧ニ仕上グルニ於テハ目筋ノ接著可ナリノ程度ニ行ハレ得ルコトナシトセザルモ費用ヲ要スルコト多クシテ而モ緻密堅牢ノ點ニ於テ到底混凝土練積ミノ方法ニ及バザルコト遠シトス

七　築堤ノ時季

一般ノ原則トシテハ築堤ハ成ル可ク早ク竣功セシメ出來得可クンバ春季ニ於テ既ニ成功シタル部分ニ對シテハ直チニ法腹ノ張芝ヲ施行シ年内ニ幾分ノ生育ヲ遂ゲシメ翌春出水ニ際シ既ニ相當ノ抵抗力ヲ有セシムルニ若カズト雖モ其工事ノ分量大ナルトキハ一年内ニ全部ノ竣功ヲ期スルコト能ハザルヲ以ヲ如何ナル部分ヲ如何ナル狀態ニ達セシメ置クベキカハ考究ヲ要スル點ナリ卽チ(一)ハ上流ノ區間全體ヲ完全ニ築造シ單ニ其ノ下端ニハ徐々ニ下リ勾配ヲ附與シテ在來地盤ニ取リ付ケ相當ノ被覆ヲ加フルニ止メ下流ノ全ク開放セル狀態ニ於テ自由ニ河岸ニ氾濫シタル洪水ハ竣功シタル堤端ヲ廻旋シテ上流ニ向ヒ漸次ニ堤後ノ原野ニ逆流スベキヲ以テ竣功シタル築堤ハ單ニ上流ノ部分ニ於ケル氾濫ヲ防止スルニ止マリ逆流ノタメニ生ズル浸水ヲ免カレザルヲ以テ其ノ効果乏シク且ツ逆流ノ濕水ニ生ズル波浪ノタメニ内方法腹ヲ幾分カ破壞セラルベキモ越流ノタメニ甚シク築堤ヲ害スルノ懸念ナク(二)ハ築堤ヲ全線ニ亘リ春季ノ洪水面以上ニ達セシムルニ止メ卽チ單ニ越流ヲ防止スルニ止メ從ツテ法腹ノ被覆ハ堤體ト共ニ部分的ニ完成セルニ過ギザルカ故ニ翌年ニ於テ上部ノ堤體ヲ補足スルト同時ニ法腹ノ被覆ヲ行フヲ要スルヲ以テ春季ノ出水ノタメニ多少ノ損害ヲ受ケタリトスル

築堤部分成功ノ方法

モ幷セテ之レガ修補ヲ行フニ便ナリト雖モ若シ豫期以上ノ出水ニ遭遇スルトキハ越流ノタメニ未成ノ堤防ヲ破壞セラルヽノミナラズ堤後ノ原野ニ及ボス被害ハ尻無シ堤防ノ場合ニ比シ劇甚ナルヲ免レズ

己　堤防ノ維持

堤防ノ維持上ノ係累ヲ最モ輕微ナラシメントセバ堤防其レ自身ノ保護以外ニ(一)堤外地ニ充分ナル幅員ヲ與ヘ表流ヲ成可ク微弱ナラシメ(二)縱工、橫工等ノ水制護岸工事ヲ施行シテ劇流ノ堤防ニ接近スルヲ避ケ(三)堤外地ニ存スル深キ溝形ノタメ自然ニ分流ヲ誘致スルノ傾向ヲ避クルタメ處々ニ土堤ヲ以テ遮斷シ(四)出來得ベクンバ堤外地ニ傾斜ヲ付シ河岸ヨリ堤防ニ向ヒ漸次ニ上昇セシメ(五)河岸ノ凹所ヲ埋立テ又其ノ高キニ過グル所ヲ切取リ堤外地ノ低キニ過グル所ニハ柳樹ヲ栽植スルコトニ據リ之レガ目的ヲ達シ得可シ

堤防自體ノ直接保護ハ主トシテ抵抗力ニ富ム張芝ニ據リ之レヲ實現シ得ベシ芝ヲ充分發育セシメントセバ芝ニ混生スル他ノ雜草苅棘等ヲ毎年二回ヅヽ芟除シ且ツ芝根發育ノ障碍トナルベキ凡テノ原因ヲ除去セザル可ラズ

卽チ喬木タルト灌木タルトヲ問ハズ之レヲ堤防又ハ其ノ直下ニ接近シテ存セシムルハ不可ナリ況ンヤ樹下ノ雨滴ハ芝ヲ害シ其ノ蔭影ハ乾燥ヲ妨ゲ樹根ハ能ク動物ヲ誘引シ剩ヘ强風ニ際シテハ堤土ヲ弛メ漏水ヲ誘導スルノ動機トナリ堤防破壞ノ原因トナル可キニ於テヲヤ然レドモ堤趾ヨリ相當ノ間隔ヲ以テ栽植セラレタル楊柳其ノ他ノ樹木ハ流水ノ劇烈ナル襲來ニ際シ有効ナルコト論ヲ俟タズ內方法腹勾配ガ一割五分ヨリ急ナラザルトキハ堤頂及法腹ノ芝上ニ寧ロ放牧ヲ許スニ於テハ之レヲ刈取ルヨリモ却ツテ草土ヲ密結セシメ其ノ抵抗力ヲ增進シ又鼠穴ヲ踏潰シ得可シト雖モ放牧ハ九月下旬ヲ限リテ之レヲ中止シ冬季以前ニ芝ノ恢復ヲ圖ラザル可カラズ新堤又ハ霖雨後ニ於ケル古堤ニ於テハ單ニ小牛及羊類ヲ許スニ止メ馬及老牛ハ柔弱ナル芝ヲ害スルノ恐レアルヲ以テ之レヲ禁シ豚及家禽亦何レノ場合ニモ之レヲ嚴禁ス可シ

甚暑氷結又ハ强風ニ因リテ生ズル大龜裂ハ故ラニ之レヲ掘リ起シ新タニ乾燥シタル細末ノ良土ヲ塡充シテ良ク撞キ固メ雨水ノ竄入スルヲ防グベシ

鼠穴及洪水ニ際シ生ジタル漏水孔亦上記同様ニ之レヲ處理スベシ鼠塚ハ之レヲ均ラシ又外方法腹上ニハ馬匹用ノ重キ鐵製轅子ヲ轉ジテ鼠穴ヲ轅壓シテ鼠族ヲ放逐スベシ洪水時ニ流下シテ芝上ニ沈滯スル雜草竹木等ノ漂流物ハ腐敗シテ芝ヲ害スベキガ故ニ遲滯ナク之レヲ除却シ洪水ニ際シ生ジタル大穴ハ其ノ底ヲ幾分カ掘リ起シ新タニ埋込ムベキ土砂ト馴染良ク接合セシメ充分撞固メタル後更ニ張芝ヲ施スヘシ

法腹ノ頻繁ナル蹂躙ハ甚シク堤防ヲ破毀スベキガ故ニ人家ノ附近ニハ特別ニ階段ヲ設ケ又ハ梯子ヲ備ヘ通行ニ便スベシ

堤頂ニ草生セシメズシテ之レヲ道路ニ兼用スル場合ニハ屢〻車轍ヲ埋メ均ラシ雨水ヲ完全ニ排除シ相當期間ニ於テ堤頂兩端ノ沈下ヲ補フタメ耳芝ヲ補足シ且ツ堤頂面ノ高サヲ維持スルタメ路面ヲ被覆スル砂石ヲ補充スルヲ要ス

堤防ハ年所ヲ經ルニ從ヒ(一)沈下收縮ヲ來シ(二)懸案堤防ヲ以テ防禦スベキ標準洪水位ガ漸次上昇シ(三)地方富力ノ增進ハ一層堤頂ヲ高メテ安全ノ度ヲ

增加スルコトヲ要求スベシ斯クノ如ク堤防ヲ改良補强スルニ際シテハ主トシテ其ノ堤頂ノ高サ及ビ幅員ヲ增加シ又外法ノ勾配ヲ緩ナラシムルモノナルガ故ニ在來ノ堤土ヲ利用シ其ノ不足ノ土砂採取場ハ原則トシテ之レヲ堤外地ニ仰ギ且外方法腹ノミヲ改造スルニ止メ已ムヲ得ザル事情アル場合ノ外土取場ヲ堤內地ニ選定スベカラズ法腹ヲ嵩置キシ又其ノ勾配ヲ緩ナラシムルニハ先以テ既成ノ張芝ヲ丁寧ニ取除キ置キ斯クシテ暴露シタル法腹面ニ適當ノ水平段ヲ切リ付ケ其ノ上ニ新タニ盛足スベキ土砂ハ薄層トシテ之ヲ撞固メ舊新土砂ヲ充分良ク著合セシメタル後前記取置キノ芝ヲ利用シテ新法腹面ニ張リ付クルモノトス新加ノ堤土ハ舊堤土ニ比シ其ノ收縮ノ割合多カルベキガ故ニ自然ニ兩者ノ間ニ空隙ヲ生ジ雨水ノ竄入ニ因リ前者ノ分離滑落スルノ傾向ヲ惹起シ而シテ新加土砂ノ量少キニ從ヒ其ノ滑落ハ一層容易ナルモノナルガ故ニ新タニ法腹ヲ補强スル場合ニハ成ル可ク外方ニ於テノミ之レヲ行フノ方針ヲ採ラザル可ラズ

庚　堤防ノ防禦

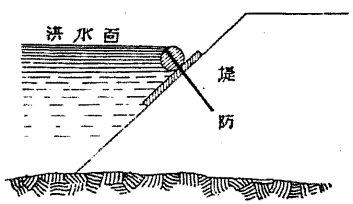
米國ニ於テハ新開地ニ於テ其ノ性質ノ未ダ充分ニ調査セラレザル原始的河川ニ對シ組織的ニ河身改修工事ヲ施行スルニ先チ取肯ヘズ兩岸ニ堤防ヲ築キ洪水氾濫ノタメニ生ズル危害ヲ防止スルノ方法ヲ取レル場合多シ斯ル堤防ハ單ニ焦眉ノ急ヲ救フノ手段トシテ採用スルニ過ギズト雖モ河川及氾濫ノ程度甚大ナルガ故ニ從ツテ堤防亦大ナラザルヲ得ズ而シテ斯ル堤防ニ依リ包圍セラレタル無防備ノ河岸ガ一回ノ洪水ニテ不測ノ程度ニ崩壞シ之レガタメニ新堤ハ豫期以上ニ劇烈ナル流勢ニ攻撃セラレ俄カニ危際ノ狀態ニ頻スルコトアルヲ免ガレザルヲ以テ應急的ニ各種ノ防禦ヲ試ムルノ必要ヲ生ジ又極力之レガ防禦ニ努メタルニ關ハラズ破堤ノ災厄ニ陷ルコト亦尠カラズ應急防備ノ手段ト破堤處理ノ方法トハ採テ以テ參考トナスニ足ルモノ少カラズトス堤防防禦トハ洪水ニ際シ堤防ノ安全ヲ圖ルタメニ取ルベキ手段及作業ヲ稱スルモノニシテ通例出水ガ堤防ノ半腹ニ達シ上流ノ報知ニ基キ尙益〻增水スベキ見込アルニ始ムルヲ常トス

一般ニ堤防防禦ハ左記ノ作業ヲ包含スルモノナリ

一　波浪ニ對スル防禦

法腹ノ芝生ハ能ク短時間ノ波浪ニ堪ヘ得可キモ激浪ガ長時間繼續スル場合ニ於テハ到底芝生ノミノ力ニ依リ之レニ抵抗シ得ザルニ至ルガ故ニ懸案箇所ニ於ケル當時ノ水面附近ノ法腹ニ粗朶ヲ敷キ列ネ小杭又ハ鉤頭棒ヲ打込ミテ之レヲ法腹面ニ定著セシメ波浪ノ芝ヲ破壞スル作用ヲ防止スルヲ要ス粗朶上ニハ包柴ヲ載セ之レヲ貫通シテ上記鉤頭棒ヲ打込ムヲ可トス水面ノ昇降ニ伴ヒ粗朶ヲ上下セシメテ之ニ應ズベシ粗朶ノ代リニ柳根ヲ以テ組成セル長サ十二尺乃至十八尺幅二尺乃至四尺ノ筵ヲ用ヒ小杭ヲ以テ之レヲ定著スルトキハ一層良好ノ結果ヲ得可シ

第五十九圖



米國ニ於テハ往々「カンバス」ニ重石ヲ結ビ付ケタルモノヲ法腹ニ覆ヒ危險ニ瀕スル部分ヲ保護シタル實例ナキニアラズ

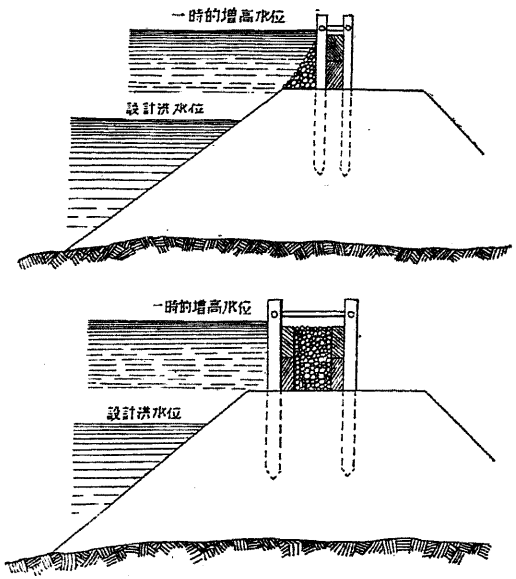
土俵又ハ砂囊ヲ單ニ水面附近ノ法腹上ニ投込ミ又ハ各種ノ筵及帆布類ヲ

下敷トシ其ノ上ニ之レヲ投込ミテ波浪ニ對スル一時的ノ防禦トナス亦一方法タルヲ失ハズ而シテ此等ハ波浪ノタメ法腹ノ一部ヲ毀損セラレタル場合ニ於ケル應急ノ救濟手段トシテ亦一方法タルヲ失ハズ法腹面ノ破損ガ比較的大部分ニ亙ルトキハ粗朶沈床又ハ單床ヲ沈下シテ之レヲ被覆シ破損ノ擴大スルヲ防ガザル可ラズ屈撓性混凝土單床ヲ應急的ニ使用セバ最妙ナリ

二　越流ニ對スル防禦

氷堤ノ生ズル場合ニ起ル水位ノ增高ニ對シテハ氷堤ノ上流ニ於テ急ニ堤頂上ニ防水壁ヲ築造シテ之レニ應ゼザル可ラズ而シテ此ノ場合ニ於ケル水位ノ增高ハ不測ノ量ニ達シ從ツテ防水壁亦案外ノ高サヲ要スルコトアルベキガ如キモ實際ニ於テハ對岸ノ利害ハ相反對シ兩岸ニ於テ同時ニ防水壁ヲ造ルモ多クハ其ノ何レカノ一方ガ劣敗シテ越流ヲ招クガ故ニ玆ニ於テカ自然的ニ一ノ安全瓣ヲ新設シタルノ狀態ヲ呈シ爾後ニ於ケル水位ノ增高ヲ調整シ得テ防水壁ノ高サハ驚ク可キ程度ニ達セシムルヲ要セザル可シ故ニ防水壁ハ其ノ高サ二尺乃至三尺ヲ超ユルコト稀ナリ防水壁ノ構造ハ千差萬別ナルベキモ要スル土地ノ事情ニ從ヒ廉價ニシテ急速ニ得易キ物料ヲ以テ之ヲ築造スベキモノトス上圖ハ堤防ノ法肩ヨリ一尺內外ノ距離ニ二枚ノ板ヲ重ネ又ハ一枚ノ板ヲ立テ中心距離四尺內外ニ二列ノ小杭ヲ打込ミ之レヲ挾ミ杭ノ頭部ニ鐵線ヲ貫通シテ緊結シ外側ニ接シ堤頂ニ粘土又ハ土俵砂囊等ヲ盛リ上ゲタル防水壁ヲ示シ下圖ハ其ノ間隔二尺內外ノ板壁內ニ粘土ノ類ヲ以テ塡充シタル壁ヲ示スモノトス後段ノ場合ニ於テハ水位ガ一層增高シテ更ニ壁ノ高ヲ增スノ必要ヲ生ズルニ至ルトキ該壁上ニ一列卽チ前段ノ防水壁ヲ造リテ之レニ應ズルヲ得可シ但シ該一列壁ノ杭ハ之レヲ堤頂ノ

第六圖



地盤上ニ打込ムノ必要アルコト勿論ナリ

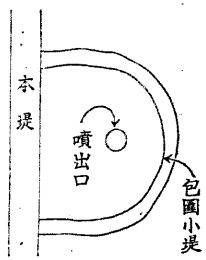
堤頂ガ堅ク氷結セルタメ杭打困難ナルトキハ木角材又ハ石材ヲ使用スルヲ得可シ又葉ヲ有スル粗朶ヲ以テ連柴又ハ包柴ヲ造リ之レヲ積ミ重ネ其背後ニ土砂ヲ塡充シテ之レヲ補強スル亦一法ナリ急劇ノ場合ニハ土俵又ハ單ニ土ヲ以テ淺水ノ越流ヲ防止シ得ベク其所要土砂ハ堤頂ノ內側ニ仰グノ已ムヲ得ザルコトナシトセズ流水ノ襲來劇甚ナル場所ニハ防氷材ヲ建設シテ之レヲ防グコトアルモ一般ニ斯ル場所ニハ張石工ヲ豫メ施行スルヲ可トス

三　堤防ノ內側ニ生ジタル噴水ノ防禦

堤土ノ性質良好ナラザルタメ又ハ鼠穴等ノタメ堤ノ內側ニ强キ噴水ヲ生ズルコトアリ其ノ水量僅少且淸淨ニシテ土砂ヲ含有セズ又其ノ水量ヲ漸次增加スルノ傾向ヲ有セザルトキハ敢テ憂フルニ足ラザルモ其ノ然ラザル場合ニハ噴水水源ノ入口ハ水面ニ現出スル渦卷ニヨリ又ハ先端ニ藁蓆樣ノ物ヲ附シタル棒ヲ堤外ノ法腹ニ沿ヒ上下左右ニ移動セシメツヽ一面ニ於テ堤內ニ存在スル噴水ノ出口ニ於ケル噴出狀態ノ變化ヲ注目スルコトニヨリ之レヲ發見スルコトヲ得可キヲ以テ入口ニ土俵又ハ砂囊ヲ被覆シテ之レヲ閉塞ス可シ若シ入口ヲ發見シ得ザルトキハ堤外法腹ノ或ル部分ヲ推定シ杭打及板ヲ以テ周壁ヲ造リ其ノ內部ニ粘土土俵ノ類ヲ投入シ又ハ壁ヲ設ケズ單ニ附近一帶ノ外方法腹面ニ土俵ノ類ヲ投入シテ噴水ヲ杜絕シ得ルヤ否ヤヲ試驗スベシ該試驗ニシテ奏効セザルトキハ噴水ノ入口ハ遠方ニ於ケル未知ノ點ニ存在ス可キガ故ニ已ムヲ得ズ噴水ノ出口ヲ包圍スル小堤(輪中)ヲ造リ噴水ヲ其ノ內部ニ湛ヘシメ水壓ヲ平均セシメテ噴水及ビ之レニ隨伴スル土砂ノ流失ヲ防止シ堤防ニ及ボス可キ危害ヲ根絕スベシ該包圍堤ノ構造ハ上記ノ防水壁ト同樣タルヲ妨ゲズ又噴出口ニ粗朶ノ類ヲ覆ヒ石材又ハ木材等ヲ登載シテ土砂ノ噴出飛散スルヲ緩和スルモ亦時トシテ奏功スルコトナシトセズ(第六十一圖參照)

噴水ガ堤頂ニ近ク存在スルトキハ更ニ堤土ヲ撞固ムルカ又ハ噴水脈ヲ發堀シテ新タニ埋立撞固ムルニ若カズ

第六十一圖



若シ噴水ガ單ニ土質ノ惡シキ薄層ノ存在スルタメニ生ズルトキハ外方法腹面ニ於テ其ノ層ヲ覆フニ粘土草土土俵等ヲ以テスレバ之レヲ防止スルヲ得可シト雖モ內方ノ法面ニ於テ懸案ノ層ニ加工スルハ不可ナルコト勿論ナリ

洪水ノ終レル後ハ直チニ噴水々脈ノ存在セシ箇所ニ於テ堤頂ヨリ發堀ヲ行ヒ良質ノ土ヲ塡充シテ撞キ固メ水脈路又ハ漏水層ヲ遮斷ス可キモノトス

四　外方法腹ノ滑落後ノ處理

外方堤趾ノ附近ニ於テ劇流又ハ流氷ノタメニ洗堀ヲ生ジタルタメ法腹ノ滑落ヲ惹起シタリトセンカ應急ノ手段トシテ沈床又ハ單床ヲ堤趾ニ敷設ス可シ而シテ之レニ要スル重量ハ必ズシモ石材タルヲ要セズ重キ良質ノ草土ヲ以テ足レリトス以テ一時的ニ法腹ガ再ビ滑落スルヲ防止シ得ルノ手段ニ過ギザレバナリ

五　內方法腹ノ滑落後ノ處理

堤防ノ內側ニ深キ低窪地ノ存在スルトキ而カモ堤土ガ砂質ニシテ長期間

洪水ヲ受クル場合ニハ屢〻內方法腹ノ滑落ヲ來スコトアリ斯ル滑落ノ生ジタル後ノ救濟策トシテハ圖ニ示ス如ク堤防ノ外方法腹上部ノ薄弱トナリタル部分ニ更ニ小堤ヲ築造シ又ハ土俵ノ類ヲ投入シ特ニ上部堤體ノ補强ヲ圖ラザル可ラズト雖モ滑落シテ薄弱トナリタル外方法腹ノ上ニ何等ノ加工ヲモナサヾルヲ得策トス杭打ノ如キ工事ヲ行フハ最モ不可ナリ蓋シ之レニ因リテ一層堤體ノ土砂ヲ弛ムルノ虞アレバナリ(第六十二圖參照)

第六十二圖



六　內方犬走ノ浮揚ニ對スル防禦

堤防ノ基礎地盤ガ泥炭ノ如ク軟弱ナルトキハ堤防ノ長サニ並行スル龜裂ヲ內側ノ法腹面ニ顯出スルコトアリ斯ル現象ノ起リタル後一部ノ堤體ハ殘部ノ夫レト分離シテ著シキ沈下ヲ生ジ同時ニ內方犬走リノ浮揚ヲ來スベシ此ノ時ニ於テ速カニ之レヲ防止スルニアラザレバ破堤ヲ招クベキガ故ニ應急ノ手段トシテ土俵又ハ其ノ他ノ重量ヲ犬走上ニ負荷シテ浮揚力ニ抵抗セザル可ラズ又洪水ノ經過後

ニ於テ斯ル部分ノ犬走ヲ盛足シテ之レヲ補強シ次回ノ洪水ニ再ビ浮揚ノ傾向ヲ示スコトナカラシメザル可ラズ

堤内凹地ノ包圍

七　弱キ地盤ノ噴拔カル、ニ對スル防禦

堤ノ内側ニ接近シテ低窪地ノ存在スルニ關ハラズ萬一ノ場合ニ處スルタメ之レヲ包圍スル小堤ヲ缺クトキハ洪水ノ際ニ生ズル堤外ノ水壓ノタメニ堤防下ノ弱キ基礎地盤ヲ噴キ拔カル、ノ虞アルガ故ニ苟クモ該低窪地ニ噴水スルノ徵候ヲ認メタルトキハ遲滯ナク之レヲ包圍スル小堤ヲ築造シ其ノ内方ニ湛フル水ノ壓力ニ依リ外方ノ水壓ニ抵抗スルノ手段ヲ取ラザル可ラズ外方ノ强キ水壓ノタメニハ一瞬間ニシテ地下數尺ノ深サニ達スルマデ軟弱ナル地盤ヲ噴拔カル、コト屢〻アルガ故ニ此ノ場合猶豫ハ大敵ナリテフ諺ヲ忘ル可ラズ

辛　破堤ノ修理復舊

不幸ニシテ一旦破堤ノ災厄ヲ招キタリトセンカ最モ迅速ニ破口ノ兩端ニ粗朶又ハ混凝土單床若シクハ帆布土俵等其箇所ニ最適當ナル方法ヲ以テ假設的被覆工ヲ施シテ應急ノ手當ヲ加ヘ破口ノ擴大スルヲ防ガザル可ラズ

堤防ノ破壞ガ單ニ堤頂附近ノ部分又ハ固有ノ堤體ノミニ止マリ在來ノ地盤ニ波及セザルトキハ之レヲ修理復舊スルニ當リ別段ニ考慮ヲ要スルコトナキモ堤體ト共ニ在來地盤ヲモ破壞セラル、トキハ圖ニ示スガ如キ二個ノ場合ヲ生ズベシ(一)ハ單ニ堤下ノ地盤ヲ洗堀セラル、ノミナラズ堤外地盤ヲモ中水面以下ニ洗堀セラルルコト一圖ニ示ス如ク(二)ハ單ニ主トシテ堤下ノ地盤ヲ洗堀セルニ止マリ堤外地盤ハ依然トシテ中水位以上ニ位スルコト二圖ニ示ス如ク卽チ普通ニ起ル破堤ノ狀態ナリ

第三十六圖

FIG. 1.

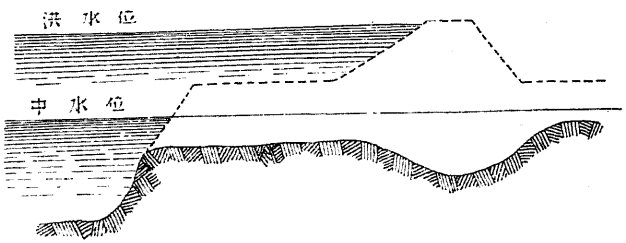
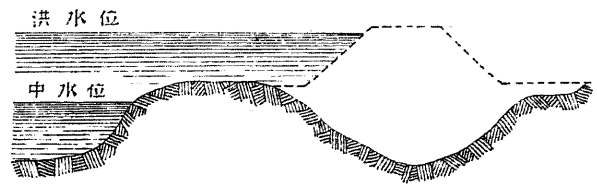
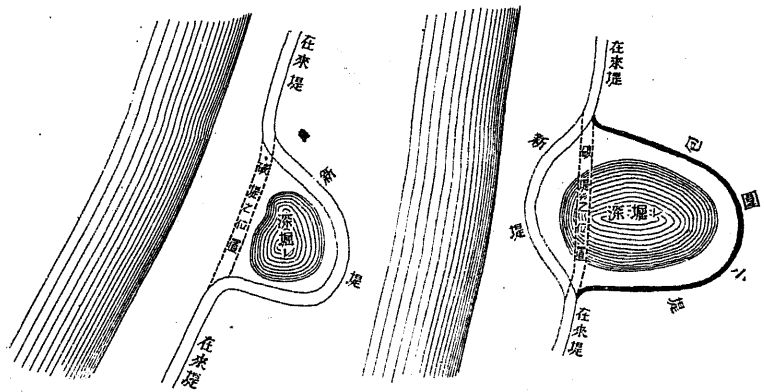


FIG. 2.



第六十四圖



(一)及(二)ノ場合ニ於テ之レガ修理復舊ヲ圖ルニ二法アリ卽チ(第六十四圖參照)

(A)ハ前進法ト稱シ深堀レシタル穴ヲ新堤內ニ在ラシムル樣ニ點線ノ在來堤防ノ位置ヨリモ河岸ニ接近シテ新堤ヲ築造スルノ方法ニシテ新堤ノ延長ハ比較的短カキ故ニ復舊費ハ低廉ナルベキモ其ノ位置ハ河岸ニ接近スルガ故ニ流勢、波浪、流氷木等ノ危害ヲ受ケ易ク又堤ノ背後ニ存在ヌル深穴ハ利用ノ途ナキノミナラズ之レガタメ噴水ヲ生ジ破堤ヲ招キ易ク後段ノ危害ハ小堤(輪中)ヲ以テ包圍スルコトニ據リ之レヲ防止シ得可キモ大體ニ於テ永遠ノ利益ヲ慮リタル方法ト認メ難ク(第六十四圖中右方ノ分參照)

(B)ハ退却法ト稱シ新堤ノ位置ハ在來堤ノ夫レヨリ退却シテ深穴ヲ堤外ニ在ラシメ爾後ノ天然的沈澱ニ依リ之レヲ埋沒セシメ他日ノ利用ニ供セシメ得ルノ利益アリ又最安全ナル方法ナルベキモ堤ノ延長大ナルガ故ニ最高價ナルヲ免レザルベキガ故ニ深穴ガ甚シク在來堤內ニ彎入セル場合ニハ此ノ方法ヲ避クルヲ得策トス(第六十四圖中左方ノ分參照)

(C)ハ實際ノ復舊方法ニシテ卽チ在來ノ堤防ノ位置ヲ再用スルニアルガ故ニ破堤ノ復舊ヲ要スル延長大ナラズ且ツ洗堀ノ深サ大ナラザル場合ニハ最適當ノ方法トス新堤ノ基礎ガ漂砂ニシテ且ツ其ノ背後ニ深穴ヲ存スルトキハ小堤ヲ以テ之レヲ包圍シ又其ノ厚サ二「メートル」內外ノ粘土心ヲ地下水面ニ達スルマデ挿入セザルベカラズ

一般ニ深堀レシタル穴ハ其ノ深サ甚大ナラザル限リハ全部之レヲ埋立テ其ノ上ニ堤防ヲ復舊スルヲ可トス一面ニ於テ附近ノ田畑ニ沈澱セラレタル土砂ノタメ其ノ地味ヲ荒廢セラレ土地ノ利用上斯ル土砂ノ除却ヲ必要トスル場合ニハ殊ニ然リトス漂砂ヲ以テ深穴ヲ埋立テタル上ニ築造シタル堤防

ハ噴水ヲ惹起スルノ虞アルガ故ニ往〻更ニ之レヲ包圍スル小堤(輪中)ヲ要スルコトアリ

堤防ノ修理復舊ハ通例洪水ノ經過シテ後堤外地盤ガ河水面以上トナリ堤土ヲ採取スルニ支障ヲ感ゼザルニ至リ著手スルモノナルモ破堤ノ際堤外地盤ヲモ甚シク洗堀セラレ一ノ新川ヲ造成シタル場合ニハ背後ノ地面ニ絶ヘズ進入スル河水ヲ遮斷スルタメニ取リ敢ズ締切堤ヲ假設セザル可ラズ

護岸ノ三ツノ場合

二　護岸工事

護岸工事トハ其ノ名ノ示ス如ク河岸ヲ保護シ其ノ崩壞蠶蝕ヲ防止スル工事ノ總稱ナリ而シテ河岸ノ破壞ハ必ズシモ河岸其ノ者ガ直接ニ破壞ヲ受クル場合ノミニ止マラズ前面ニ於ケル河底ノ洗堀ノ結果トシテ附隨的ニ河岸ニ被害ヲ波及スル場合アルガ故ニ河岸前面ノ河底ヲ保護スルハ從ツテ又河岸ヲ保護スル所以ナルコトヲ知ラザル可ラス

抑モ河岸ノ前面ニ接スル河底ノ洗堀及ビ岸腹ノ崩壞蠶蝕ヲ防止セントスルニハ(一)横工若クハ縱工等ノ如キ工事ヲ施設シテ河流ヲ抑制シ其ノ流勢ヲ

河流ヲ抑制セザル方法

緩和シテ懸案ノ河底及ビ岸腹ガ有スル天然ノ狀態ニ於テ自然的ニ保有スル抵抗力ニ對シ均衡ヲ保ツニ適合スル程度ニ達セシムルカ(二)特別ニ河流抑制工事ヲ施サズシテ克ク河底ニ對スル流水ノ押轉力(Force d'entrainement)ニ抵抗シ得ルノ外寒國又ハ原始的ノ河川ニ在リテハ流氷及ビ流木等ノ破壞的作用ニ耐ヘ得可キ物料ヲ以テ河底及ビ岸腹ヲ被覆掩護スルカ又ハ(三)或ル程度ノ河流抑制工事ト河底岸腹被覆工事トヲ併セ施スノ外ナカルベシ

以上ノ三種ノ方法中第(二)法ハ毫モ河流ヲ抑制スルノ所以ニアラザルガ故ニ從ツテ河流ニ抵抗ヲ與フルコト最モ少ク又對岸ニ影響ヲ及ボスコトナク且ツ之レガ施工ニ因リ自然的ニ河道ノ形狀ノ變更ヲ招致スルノ傾向絶無ナルガ故ニ自然主義ニ最モ良ク適合セルモノト謂フ可シ第(一)ノ如ク單ニ水制工ニ據リ護岸ノ目的ヲ達スル場合ニ於テハ水制工ハ兼テ護岸工ト見做スコトヲ得ルハ勿論ナリ

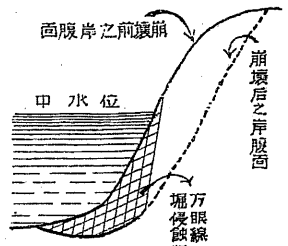
河岸崩壞ノ動機

河岸ノ崩壞破損ハ單ニ上記河流ノ押轉力及ビ流氷木ノ擊衝ニ起因スルノミナラズ又降雨、寒暖等各種ノ曝化作用ニ因リ幾分ノ破壞ヲ招クコトナシト

中水位上ノ下ニ於ケル破壊ノ差異

セザルモ後者ノ作用ハ概シテ顯著ナラザルヲ常トス獨リ波浪ノ岸腹ニ及ボス作用ニ至リテハ侮ル可ラザルモノアルコトヲ忘ル可ラズ

第六十五圖



河岸ノ崩壊ハ圖ニ於テ方眼線ヲ以テ示ス如ク通例中水位以下ニ於ケル河岸ガ急傾斜ノ狀態ニ蠶蝕セラル、カ又ハ河底ガ著シク洗堀セラル、ニ起因ス換言スレバ下部ノ破壊ガ上部ニ大破ヲ波及スルヲ以テ普通トスルモノニシテ中水位以上ニ於テ單ニ岸腹ガ高水ノタメ若クハ波浪流氷木等ノタメ破壊セラル、場合ニ比シ一般ニ其ノ程度劇甚ナルヲ常トス

根固メ工

故ニ中水位以下ノ岸腹及ビ其ノ前面ニ於ケル若干ノ河底ヲ被覆スル工事卽チ特ニ護岸根固メ工事ト命名スベキ部分ハ中水位以上ノ岸腹ヲ保護スル法腹工事ニ比シ優等ナルヲ要シ從テ其ノ設計工法及ビ施工後ノ維持上ニ關シ最モ考究セザル可ラズ單ニ中水位以上ノ岸腹ノミヲ如何ニ堅固ニ防禦スルモ下部ノ防備之レニ伴ハザレバ其ノ效果乏シキコト勿論ナリ

根固メ工ノ前方ニ於テ生ズル洗堀

急傾斜ヲ有スル河岸ノ下部及ビ其ノ前面ニ於ケル河底ハ一般ニ洗堀ノ傾向アルガ故ニ假ヘ一旦之レニ對シ相當ノ根固メ工ヲ施行シタル後ト雖モ之レニ接スル前方ノ河底ハ屢〻洗堀ヲ免レザルヲ以テ斯ル場合ニ應用ス可キ根固メ工ハ堅牢ニシテ而カモ屈撓性ニ富ミ河底ノ洗堀ニ應ジテ容易ニ沈下變形シ直チニ新河底ノ洗堀後ノ形狀ニ適合シ假ヘ急傾斜ノ狀態ニ陷ルモ其ノ實體ノ安定ヲ保チ得可キ性質ヲ有セザル可ラズ是レ根固メ工事ガ具備スルヲ要スル最モ緊要ノ資格ナリトス

根固メ工ノ具備スベキ資格ノ要素

從來一般ニ廣ク用ヒラル、各種ノ根固メ工ハ此ノ資格ニ缺クルモノ多ク例セバ其ノ構造堅固ナルモ屈撓性ニ乏シク又偶〻屈撓性ニ富ムモ其ノ急斜傾ニ陷ルニ及ンデ實體ノ安定ヲ失フ等ノ如ク到底根固メ工ノ本分ヲ完全ニ遂行スルニ適セザルモノトス此等既設ノ護岸工事ガ常ニ其ノ復舊維持修繕ノタメニ多額ノ工費ト莫大ノ勞力ト周到ナル注意ト警戒トヲ要スルノ缺點アルハ洵ニ故ナキニアラズ卽チ理想的ニ完全ナル護岸ノ工法ヲ案出シ從來

舊來ノ工法ノ缺點

ノ工法ニ一大革新ヲ加フルノ必要アル所以ナリ自然主義ニ則リ原始的河川ヲ處理スル場合ニ於テ最モ然リトス

茲ニ於テカ上記理想的ノ要求ヲ充タサンガ爲メニ輓近「ビラ」氏ガ煉瓦ノ如キ小片ノ堅硬ナル材料ヲ使用シ其ノ各片ニ二本宛ノ金屬線ヲ貫通シテ相互ニ聯結シタルモノヲ主體トスル一種ノ單床(簾様ノ被覆物)ヲ構成スルノ方法ヲ案出シ堅固ニシテ且ツ屈撓性ニ富ミ急傾斜ニ堪ユル被覆工ヲ隨所ノ河岸ニ應用シ理想的ノ根固メ工トナスヲ得ルニ至レリ是卽チ次ニ說ク所ノ屈撓性混凝土單床ノ元祖ナリ根固メ工ニシテ既ニ理想的ナルヲ得タリトセンカ上部ノ岸腹ノ保護ヲ目的トスル被覆工ノ如キハ土地ノ狀況ニ從ヒ極メテ容易ニ其ノ工法ヲ決定シ得ルモノトス

屈撓性根固メ工事ノ工法ハ又之レヲ上部法腹ノ被覆工ニ應用スルヲ妨ゲザルコト勿論ナリ

理想的屈撓性根固メ工事

甲　各國ニ於ケル屈撓性混凝土單床。四十二年式

混凝土單床塊ノ製造設備及ビ製法

各國ニ於ケル沿革

(一)　屈撓性混凝土單床ノ沿革

屈撓性混凝土單床ノ起源ハ數年前「ビラ」氏ガ河岸缺壞箇所ヲ防護スルタメ枕打、粗朶沈床、枠類、擁壁等ニ依ラズ屈撓性被覆物ヲ以テ河床ヲ覆ヒ其ノ目的ヲ達セントシ之レヲ實施セルヲ濫觴トス該被覆物ノ主體ハ煉瓦又ハ「セメント」ニテ製作セル長方形ノ小塊ノ各個ニ穴ヲ穿チ鐵線ヲ貫通シ玉簾ノ如ク相互ニ編成セルモノニシテ鐵線ノ下端ニハ適當ノ間隔ニ穴ヲ穿チタル平鐵ヲ用ヒ其ノ位置ヲ定ム此ノ方法ニ從ヒ編成シタル方數尺厚三四寸ノ薄板單床若干枚ヲ並列シ其ノ相隣レルモノヽ四隅ヲ互ニ緩ク連結シ不規則ナル河底ニ密合スベキ長廣ノ屈撓性被覆物ヲ構成スルコトヲ得セシメタリ

日本北村式

千九百六年北村氏ガ日本國政府ノ特許ヲ得タル屈撓性混凝土單床ハ「ビラ」氏ノ如ク塊ニ穿チタル孔ニ鐵線ヲ通ジ編成スル代リニ各片ノ混凝土薄板中ニ挿入セル「アイバー」ニ鐵輪ヲ嵌メ以テ隣接セル各片ヲ連結シ該薄板ハ前記「アイバー」及鐵線ニテ網目ニ編ミタルモノヲ鐵筋トナシテ造リタルモノニシテ其ノ詳細ハ更ニ記述スベシ

日本四十二年式

千九百八年著者ノ提案セル鐵筋混凝土單床ハ四十二年式ト名ツケ「ビラ」氏ノ工法ト相違セル主ナル點ハ單床ノ主體タル各塊ハ鐵筋混凝土ヲ用ヒタルト特ニ工夫セル足場上ニテ縫目ヲ設ケズ能ク數千尺ニ亙リ一體ノ單床ヲ構成シ深キ水底ニ敷設シ得ルニアリ卽チ數枚ノ分離シタル單床ヲ縫ヒ合スコトナクシテ一枚ノ連續シタル鐵筋混凝土ノ長大廣濶ナル單床ヲ敷設スルヲ以テ特色トス

米國式

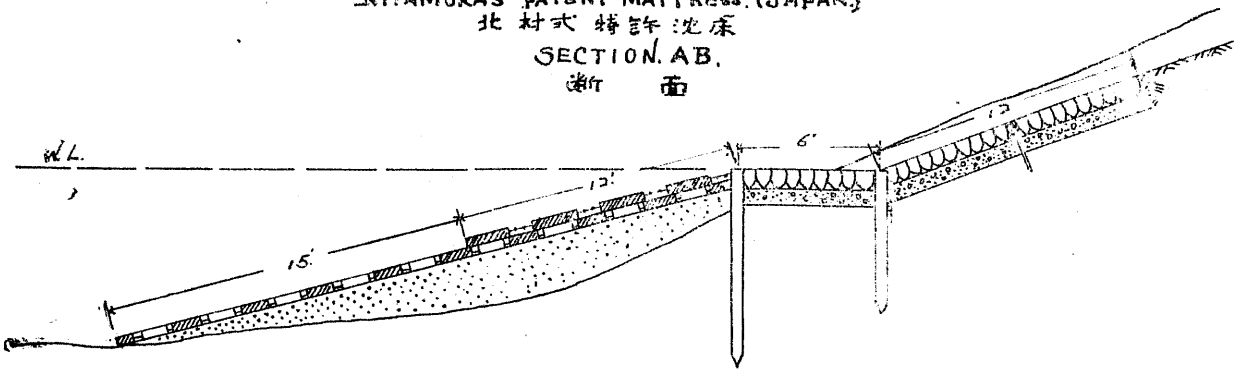
同年佛國「ドコービル」氏ハ單床用混凝土塊ノ側面ニ特種ナル形狀ヲ附與シ且ツ鐵線ヲ通ズル穴ノ配置ニ工夫ヲ加ヘ各塊ノ接合箇所ヲ密著セシメ大ニ「ビラ」氏ノ單床ヲ改良セリ尙同氏ハ該混凝土塊ヲ製作スル特殊ノ壓迫式塊製作機ヲ發明シ特許ヲ得千九百十年「ブラッセル」市博覽會ニ出品シ名譽賞牌ヲ獲タリ

亞米利加ニ於ケル屈撓性混凝土單床ハ千九百九年初メテ粗朶沈床ノ沈石用トシテ施行セルモノニシテ該單床ヲ編成セル薄板ハ鐵網及太キ鐵索ヲ鐵筋トナシ鐵索ノ兩端ハ塊外ニ突出シテ環形ヲナサシメ「ビラ」氏ノ如ク各塊ニ

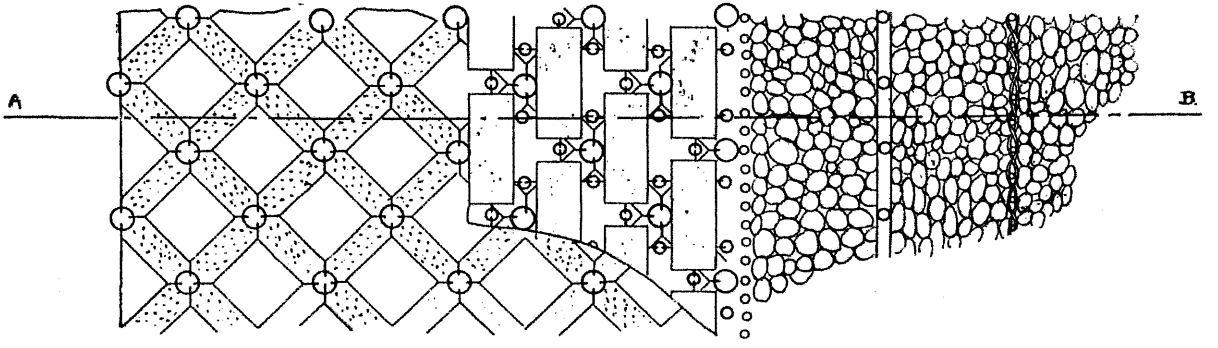
第六十六圖

KITAMUKA'S PATENT MATTRESS. (JAPAN.)
北村式特許沈床

SECTION. AB.
斷面



PLAN.
平面



SCALE 1:100.
縮尺百分ノ一.

穴ヲ通ジ鐵線ニテ編成スル代リニ單床ノ水平接合ハ相隣接セル上記ノ環ニ別個ノ鐵索ヲ水平ニ通ジ以テ所要ノ長及幅ヲ有スル屈撓性單床ヲ構成ス

(二) 日本ニ於ケル屈撓性混凝土單床

A 北村式混凝土單床　同式ノ混凝土塊ハ方數尺厚三四寸ノ薄板ニシテ平鐵ヲ扭リタルモノヲ主骨トシ鐵線ニテ網目ニ編ミ尙兩端ニ內徑三四寸ノ圓環ヲ有スル方形又ハ圓形ノ細キ鐵桿ヲ加ヘテ一種ノ鐵筋トナシ製作セルモノニシテ塊ノ形狀及ビ大サハ隨意タルベク其ノ接合ハ相對スル各塊外方ノ圓環ニ鐵輪ヲ挿入シ恰モ鐵鎖ノ如ク接續ス故ニ接合箇所ニハ二個ノ圓環及ビ中央鐵輪ニ相當セル間隙ヲ存ス(第六十六圖參照)

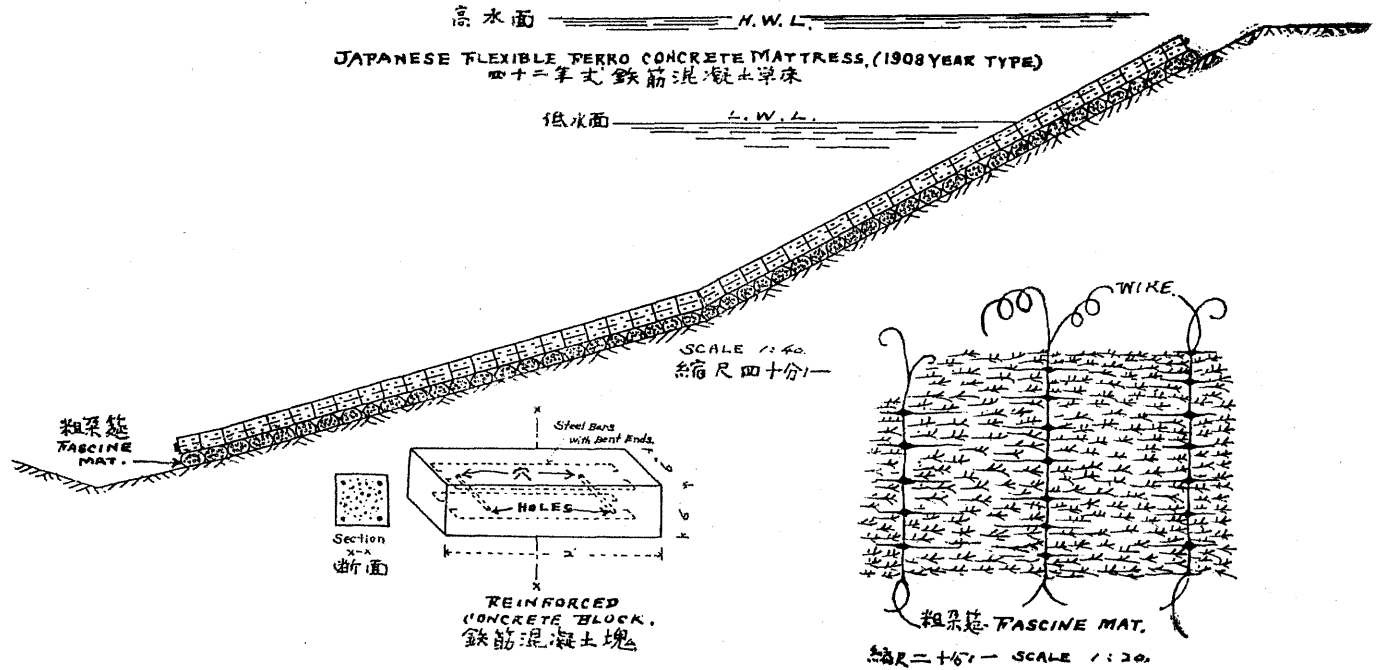
該式ハ上記接合箇所ニ間隙ヲ有スルモ支障ナキ地質ニ對シテハ直チニ適用シ得ベキモ砂利又ハ粘著力乏シキ細砂ノ如キ箇所ニ於テハ下敷トナルベキ或構造物ヲ附加スルヲ必要トス

B 四十二年式混凝土單床　著者ノ提案セル四十二年式混凝土單床ニ就テハ後章詳述スル如ク試驗的工事ヲ石狩川及同支流夕張川ニ試設シタリ卽チ

單床ノ主體タル長約二尺各邊約五寸ノ混凝土塊ニハ豫メ各塊中央平面ニ穿チタル二個ノ穴ニ適當ノ徑ヲ有スル金屬線ヲ通ジテ屈撓性單床ヲ編成セルモノニシテ縱層ノ目筋ハ交互ニ斷接(ブレイキジヨイント)セシム數年前「ビラ」氏ノ提案セルモノト相違セル主ナル點ハ普通煉瓦又ハ混凝土ノ代リニ鐵筋混凝土ヲ用ヒタルト特ニ工夫シタル足場法ニヨリ縫目ナシニ長數千尺ノ連續セル一體ノ單床ヲ構成シ深水中ニ敷設シ得ルニアリ鐵筋ハ兩端直角ニ曲ゲタル長二尺ノモノ四本ヲ塊ノ長手ニ沿ヒ分布挿入シ塊製作單床編成及敷設方法ハ後ニ說明スル如ク特別ナル設計ニ屬ス單床長ハ隨意ノ連續セル一體ニ作成シ時トシテハ數千尺ヲ一貫シテ敷設シ其ノ幅ハ水深大ナル場合ハ特ニ工夫セル足場法ニヨリ數百尺ニ達スルコトヲ得ベシ(第六十七圖參照)

護岸箇所ノ地質ガ礫土若クハ凝結セル粘土等ニテ成ル場合ハ缺壞ヲ防止スベキ河岸傾斜面上ニ直チニ單床ヲ敷設シ粘著力乏シキ砂質ナル箇所ハ當初下敷トシテ柳粗朶ヲ亞鉛引十五番鐵線ニテ一尺五寸間隔ニ圖ノ如ク一本置キニ厚約三四寸ニ締メ連續セル柳蓙ヲ編ミ其ノ上ニ單床ヲ敷設スルモノ

第六十七圖


高水面 H.W.L.
JAPANESE FLEXIBLE FERRO CONCRETE MATTRESS. (1908 YEAR TYPE)
四十二年式鐵筋混凝土床掩
低水面 L.W.L.
SCALE 1:40.
縮尺四十分一
粗朶筵 FASCINE MAT.
Steel Bars with Bent Ends.
HOLES
Section X-A
斷面
REINFORCED CONCRETE BLOCK.
鐵筋混凝土塊
WIRE.
粗朶筵 FASCINE MAT.
SCALE 1:20.
縮尺二十分一

トス該下敷ノ目的ハ各塊ノ接合箇所ニ於ケル無數ノ小間隙ヲ通ジ流水ノ洗堀作用ノ起ルヲ防止シ土砂ノ流出ヲ保護スルニアリ

猶詳細ノ記事ハ試驗的混凝土單床工事及ビ工場設備ヲ見ルベク殊ニ河川工事ニ從事スル專門家ニ對シ參考トナルベキ淺水及深水河川ニ於ケル試驗工事敷設後ノ成績ニ關スル調査事項ハ後ニ記述スベシ

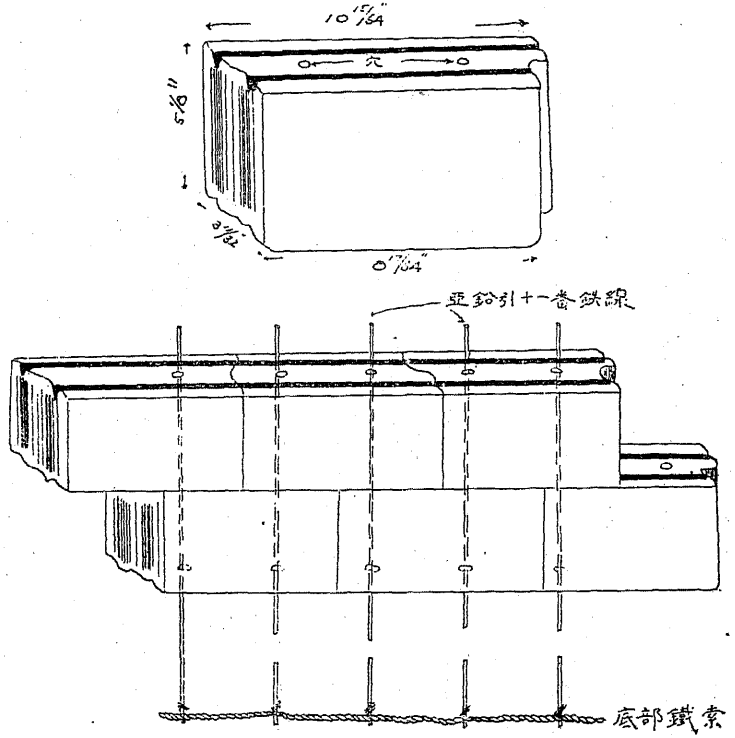
(三)　佛國ニ於ケル屈撓性混凝土單床

佛國「ドコービル」氏ノ考案セル混凝土單床ニ關シ同氏ヨリ著者ニ通信セル事項中趣味アル部分ヲ左ニ記述スベシ

千九百八年恰モ著者ガ混凝土單床ヲ設計シ提案セル同年「ドコービル」氏ハ屈撓性混凝土單床ヲ創設シ之レヲ「キユイラッス、ドコービール」(Cuirasse Decauville)ト名ヅケタリ各塊ハセメント及ビ砂礫ヲ以テ製作セル混凝土塊ニシテ其ノ中央平面ニ設ケタル二個ノ孔ヲ通ジ鐵線又ハ鐵索ニテ相互ノ塊ヲ聯結スルモノトス該式ノ主要ナル點ハ各塊ノ四面ヲ異形トナシ編成後其ノ接合個所ノ密著ニ便セシメ塊ノ表面ハ其ノ裏面ヨリ大ニシテ其ノ長八寸六分裏

孔ノ特種ノ配置

第六十八圖



面ハ其ノ長六寸九分巾各四寸三分厚二寸八分トシ之レヲ圖ノ如ク亞鉛引鐵線ニテ編ミ上タル時ハ各塊接合個所ノ目筋ハ竣功後ニ細砂ノ如キ微粒ト雖モ單床ヲ通過シ得ザル程度ニ能ク密著セル屈撓性單床ヲ構成スルヲ以テ理想トスルガ故ニ之レヲ編綴スル鐵線ハ塊ノ中央平面ニ設ケタル孔ノ特種ノ配置ニ因リ各層交互ニ壓迫セラレ之レガタメ左右相隣レル塊ヲ緊締スルノ作用ヲ呈セシメ又斯クシテ長キ鐵線端ヨリ一個ヅヽ塊ヲ貫通スルニ當リ相互ノ位置ヲ保チ安カラシメ單床編成ノ精緻ヲ期待セシムルモノトス(第六十八圖參照)

各塊上下ノ邊緣ニ穿チタル二個ノ小溝ハ細砂ノ如キ地質上ニ單床ヲ敷設スル場合織リタル「アルファ」Aelfa ノ如キ不朽性ノ物料ヲ以テ填充シ經濟的ニ良好ナル接合ヲ圖ルモノトス而シテ單床敷設ノ方法ハ水深大ナル場合ノ外極メテ簡單ニシテ特種ノ器具ヲ用ユル時ハ殊ニ容易ナリ先ツ所定ノ勾配ニ法切ヲナシタル時ハ適當ノ長サニ鐵線ヲ切斷シ其ノ下端ハ單床下端ニ沿ヒ基線トセル三本撚リノ鐵索ニ特別ノ器具ヲ用キ纏結シテ之レヲ單床編成ノ骨子トス

同氏ノ特許ヲ得タル塊製作機ハ鋼製ニシテ二人ノ勞働者ニテ作業シ十五秒時ニ二萬キログラム」ノ壓力ヲ加ヘ一働作ニ塊二個ヅヽヲ製作シ四人一組トシ一日拾時間ヲ作業セバ塊千二百乃至千三百個ヲ製作シ得ルモノトス又

課稅率

同氏ノ考案セル締付螺旋ヲ有スル臺 Clavier ハ塊編成ノ便利ヲ圖ルタメニ欠クベカラザル器具ニシテ單床一日四十平方「メートル」ヲ編成スルニ必要ナル四組ノ臺ハ附屬品ヲ加ヘ全重量僅ニ六百「キログラム」トス

同氏ノ塊製作機ハ賣却セズ唯之ヲ使用者ニ貸與シ其ノ代リニ該器ニテ製作セル塊ヲ使用シ敷設セル單床一平方「メートル」ニ付キ使用料一、二五「フラン」(五十錢)ヲ徵シ一平方「メートル」ニ付キ塊三十三個ト定メ毎月末ニ支拂フベキモノトス以上ノ約定ハ佛國內ノ使用者ニ適用シ佛國以外ノ使用者ニハ製作機一臺及ビ臺四組ヲ貸與シ普通作業百日間ニ相當スル四千平方「メートル」ノ使用料ヲ前金拂トシテ該期間後ハ施行面積壹平方「メートル」ニ付キ一、二五「フランク」ノ割合ヲ以テ三ケ月毎ニ支拂フコトニ契約ヲ締結スベシト云ヘリ

同氏ノ單床ニ要スル工費ハ其ノ厚二寸八分ニテ亞鉛引十七番鐵線ヲ用ヒ編成シ水深二「メートル」以內ノ淡水ニ敷設シ前記使用料ヲ除キ壹平方「ヤード」約八、七五「フランク」(三圓五十錢)ニ當ルコトヲ記述セリ

(四)　亞米利加ニ於ケル屈撓性混凝土單床

米國式

柳沈床ノ沈石代用

吾人ノ所謂屈撓性混凝土單床ト認ムベキ護岸工ノ一種ガ合衆國「モントリオ」州「ガスコナダ」ニ於ケル「ミソリイ」川護岸工事ニ實施セラレタリ其ノ後陸軍省所管同州「バーヂヤー」附近「ミソリイ」川右岸ニ該單床工事一萬二千呎ヲ施行スベキ計畫ヲ聞ケルハ近來ノ一快事ナリトス

同護岸工事中屈撓性混凝土單床ト認ムベキ部分ハ法三割ナル法腹工ノ場所詰混凝土下端ニ接續シテ低水位附近マデ幅員僅ニ十呎ノ帶ノ如ク敷設セルモノニシテ低水位以上三尺ヨリ河中ニ幅員八十六呎ヲ有セル柳編沈床ノ上部ヲ被覆保護スルコト下圖太キ線ニテ示セル如シ該柳編沈床ノ下部ハ「ミソリイ」川ニ行ハル、規定護岸工ニ準ジ割石ヲ以テ沈下セルモノナリ卽チ混凝土單床ハ單ニ水面附近ノ濕乾シテ腐蝕毀損シ易キ箇所ノ柳沈床ヲ被覆セルニ止マルガ故ニ從ツテ單ニ割石ヲ投入セル部分ハ最下端ヨリ河床洗堀セラレ漸次沈降シテ急勾配ヲ呈シ安定ヲ失ヒ遂ニ割石滑落シテ滅亡ノ時期ニ達スルヲ免レザルヘシ(第六十九圖參照)

單床ヲ構成スル各塊ハ二呎角厚四吋ニシテ亞鉛引鐵線網ニ徑八分ノ三吋

水平ノ接合

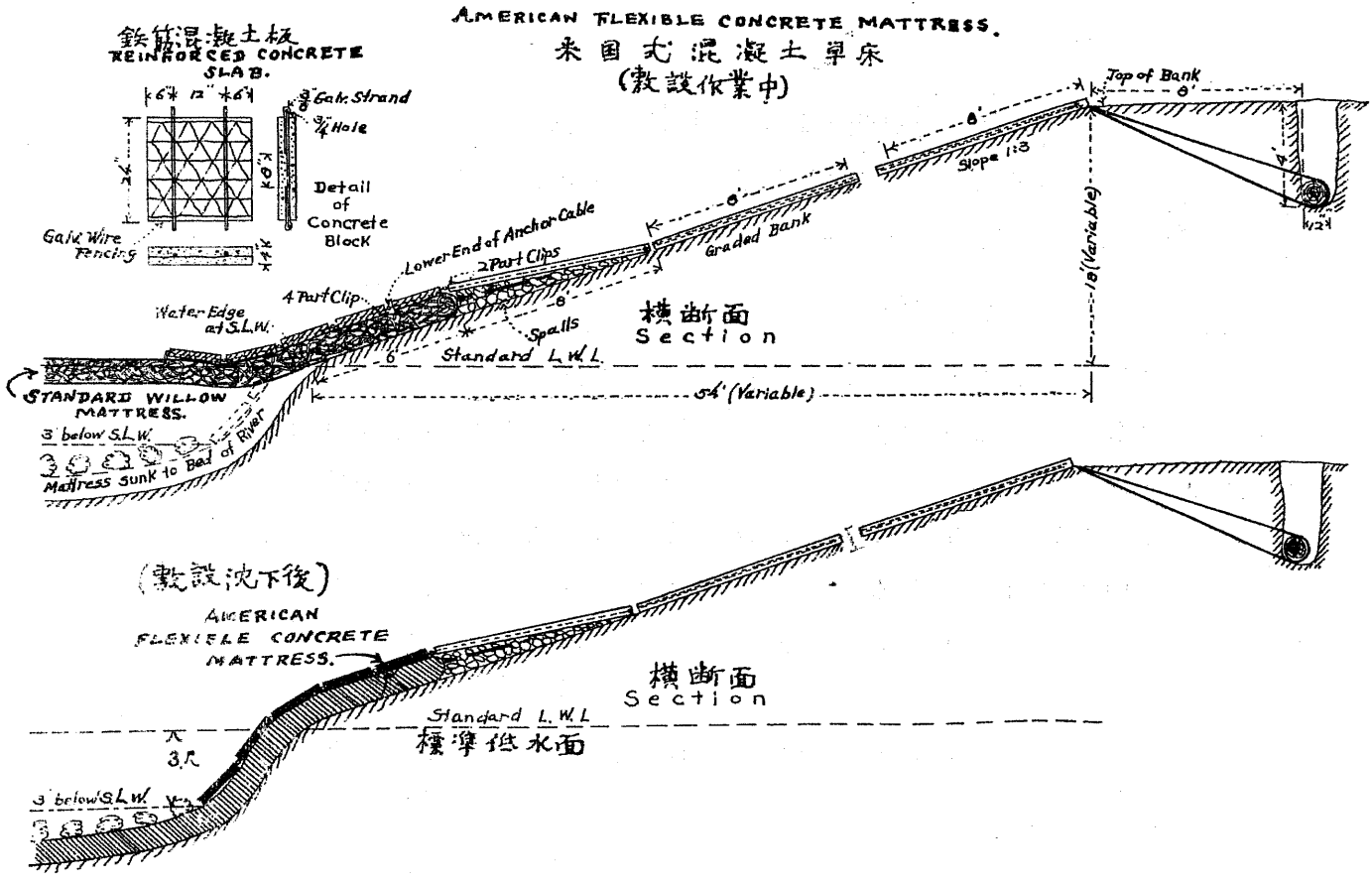
亞鉛引鐵鎖二本ヲ取リ付ケ鐵筋トナシ該鐵鎖ノ外方ニ突出セル兩端ハ圓形ニ曲ゲ環トナシ他ノ八分ノ三吋鐵鎖ヲ以テ隣接セル各塊ノ圓環ヲ貫通シ圖ノ如ク水平層ノ接合ヲナス單床上層塊ノ上方ノ圓環ハ法腹工事ノ場所詰混凝土ノ下端ヨリ下方ニ突出セル「アイバー」ト共ニ八分ノ三吋亞鉛引鐵鎖ヲ貫通シテ兩者ヲ結合セシメタリ換言セバ屈撓性混凝土單床ハ法腹ノ場所詰混凝土ニテ拘束セラルヽモノトス連結用ニ供スル場所詰混凝土ノ「アイバー」ハ鐵筋トセル亞鉛引鐵網ニ取リ付ケ且ツ扭リタル二分ノ一吋角ノ鋼鐵トス猶詳細ナル事項ハ「ミソリイ」川改修委員局ノ報告ヲ見ルヘシ

Professional Memoirs 第四卷ニヨレバ陸軍省所管「ガスコナダ」ニ於テ「ミソリイ」川ニ施行セル屈撓性混凝土單床工費ハ延長一呎五圓七十錢即チ一面坪二十圓五十六錢ニシテ石狩川ニ施行セル單床工費ニ比シ約三倍ニ當レリ施行面積ヲ增如シ規模ヲ擴張シテ最小工費ニ遞減センコトヲ望ム所以ナリ

(五)　各式ノ屈撓性單床工費ノ比較

今試ニ各國ニ於ケル各式ノ屈撓性單床敷設ニ要シタル實施工費ヲ比較セ

第 六 十 九 圖


AMERICAN FLEXIBLE CONCRETE MATTRESS.
米国式混凝土草床
(敷設作業中)
鉄筋混凝土板
REINFORCED CONCRETE SLAB.
6" 12" 6"
3/8" Galv. Strand
3/4" Hole
10"
24"
Detail of Concrete Block
Galv. Wire Fencing
Lower End of Anchor Cable
2 Part Clips
Graded Bank
Top of Bank
Slope 1:3
18' (Variable)
4 Part Clip
Water Edge at S.L.W.
Spalls
横断面
Section
Standard L.W.L.
STANDARD WILLOW MATTRESS.
3' below S.L.W.
Mattress sunk to Bed of River
54' (Variable)
(敷設沈下後)
AMERICAN FLEXIBLE CONCRETE MATTRESS.
横断面
Section
Standard L.W.L.
標準低水面
3尺
3' below S.L.W.

バ左表ノ如シ

種類	單床ノ厚	鐵筋配合	單床下敷	壹面坪當リ工費	摘要
ミソリイ式米國	四吋	鐵線網	セメント一砂交リ礫四二	二〇、五六〇円	
ドコビール式佛國	三吋三十二分ノ十一	ナシ	セメント一砂交リ礫五	一四、〇〇〇	特許ニ係ル塊製作機ノ使用料ヲ含マズ
四十二年式日本國	四吋	鐵線	セメント一砂礫三六	柳莚	六、八〇〇

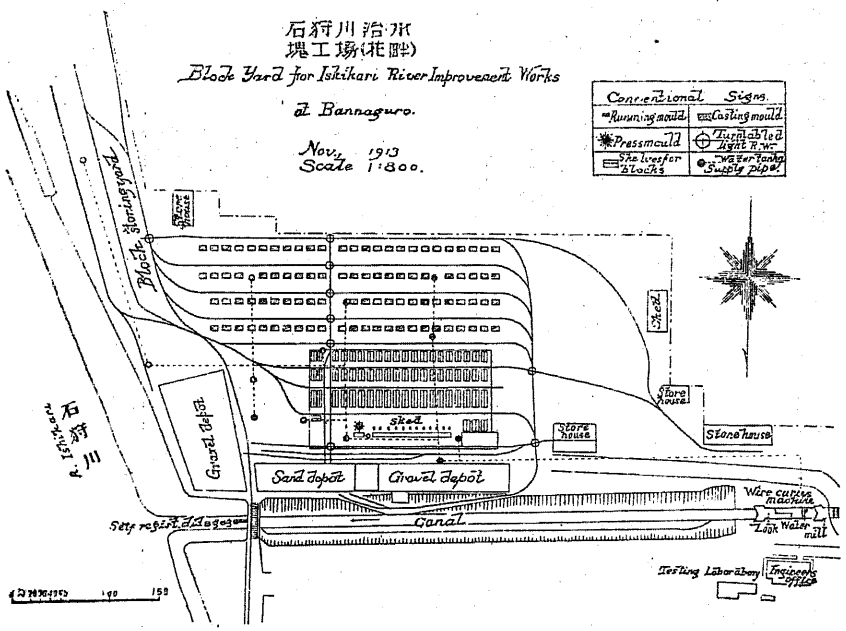
(六) 四十二年式混凝土單床用塊製作及ビ工場設備

千九百八年石狩川護岸工混凝土單床創始以來工場設備ニ幾多ノ改良ヲ加ヘ又混凝土塊製作ヲ最モ經濟的トナラシメン爲メ種々ノ工夫ヲ試行セリ就中篠竹ノ應用女工ノ使役及各種ノ方法ニヨル塊製作ノ成績ノ調査等ニ關シテハ此種ノ事業ニ從事スル專門家ニ對シ多少參考ニ資スル處アラン第七十圖ハ石狩川花畔治水工場ノ平面ヲ示セルモノトス

一 練込方法

半液體ノ練込方法ニテ混凝土塊ヲ製作スルニハ先ツ模型ヲ準備シ素品ヲ

第七十圖



詰メ凝結ヲ俟チ模型ヨリ脫出スベキモノニシテ取扱上毀損ヲ生ゼザル程度ニ凝結スル迄卽チ模型內ニ三、四日以上放置スルヲ要ス該工事ニ使用シタル模型ハ一時ニ四十個ヲ製作スベキモノニシテ第七十二圖ニ示ス如ク木製臺ヲ除キ重ニ鐵板ニテ成リ木製臺ハ四本ノ長方形木桁ヲ厚キ板ノ裏ニ蟻仕込トシ釘ニテ打付ケ兩側及中間仕切鐵板ハ長八尺五寸高五寸厚二分ニシテ十一枚ヲ幷列シ一列四個ヅヽ、十行ノ塊ヲ

製作スルニ適ス各行間ハ薄鐵板ニテ四邊ヲ包被セル小間木ニヨリ分劃セシメ各小間木ノ中央及各鐵板ニハ「ボールト」ヲ貫通スベキ穴ヲ穿チ又各鐵板ノ兩端ハ內面鐵板ヲ打付ケタル長方形ノ木材ニ接觸シテ其ノ位置ヲ保ツモノトス組立テノ順序ハ最初上記木製臺上正當ノ位置ニ兩端ノ木材ヲ「ボールト」ニテ取リ付ケタル後各鐵板ノ兩端ヲ該木材ノ內面ニ設ケタル凹所ニ密接シ正シキ位置ニ幷列セシメ各行ヲ分離スル小間木ヲ挿入シ「ボールト」ヲ一貫シ「ナット」ヲ締メ組立固定セシムルモノトス

模型ハ塊製作前豫メ石鹼水ヲ塗抹シ混凝土ノ膠著ヲ防ギ又各塊中央平面ニ徑五分ノ小孔ヲ穿ツベキ工法ヲ要シ此レニ對シ二種ノ方法ヲ試ミタリ

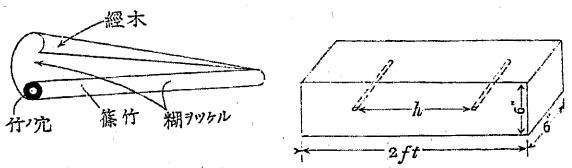
第一法ハ各混凝土塊ノ巾ニ均シキ長ヲ有スル薄鐵板ノ中空圓筒ヲ製作シ其ノ兩端ニ同徑ノ「コルク」ヲ挿入シ水分ノ滲入ヲ防ギ兼テ相隣レル圓筒ノ接續ニ便シ仕切鐵板ニ穿チタル穴ヲ通ジ圓筒十本ヲ上記「コルク」ニ依リ接續シテ一列ニシタルモノヲ挿入スルニアリ而シテ此圓筒ハ其ノ儘混凝土塊中ニ殘留スルモノトス

篠竹ノ應用

素品ノ詰込ミ

第二法ハ徑五分内外ノ篠竹ノ節ヲ避ケ塊巾ヨリ少シク長ク切リ「コルク」ニ代フルニ十二番鐵線ヲ貫通シテ十本一列トナシ仕切鐵板中ニ挿入ス各篠竹ハ豫メ薄キ經木ヲ巻キ其ノ接ギ目ヲ糊付ケトナシ混凝土凝結後抜キ取リ易カラシム元來篠竹ハ表皮平滑ニシテ脂質ヲ含ムガ故ニ凝結後其ノ徑ノ細キ方ヨリ輕ク打チ容易ニ抜キ取リ繰リ返ヘシ使用シ得ベク勿論經木ハ塊中ニ殘留スルガ故ニ篠竹ノ再用ニ當リテハ常ニ新ニ巻キ付クル必要アリトス(第七十一圖參照)

第七十一圖

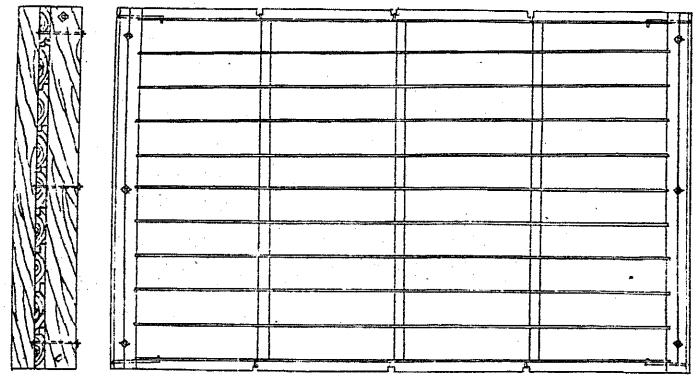


四本ノ兩端曲リタル鐵筋ハ混凝土素品ヲ詰メ込ムニ從ヒ常ニ規定ノ位置ニ据ヘ又素品ハ半液體ニ混合セラルヽヲ以テ極メテ手工シ易ク唯塊内及四邊ニ空隙トナルベキ氣泡ヲ存セザラシムル爲メ之レヲ詰メ込ムニ從ヒ鏝ニテ四邊ヲ切リ返ヘシ押シ付ケ最後ニ表面ヲ仕上グルニ止ムルモノトス

模型全部卽チ塊四十個ノ混凝土ヲ詰メ込ミ終リタル時ハ莚ヲ覆イ時々撒

第七十二圖

Combination mould
練込模型
for Casting ferro-concrete blocks for mattress
平面 Plan



側面
Scale, 1/33.

水シテ絶ヘズ濕潤ヲ保タシメ三四日ヲ經過シタル後兩側及仕切鐵板ヲ一枚ヅヽ外ヅシ塊ヲ脫出セシム塊ハ日尚淺クシテ凝結十分ナラザルガ故ニ愼重ニ取扱ヒ模型ノ附近平地ニ三四層ニ安置シ莚ヲ覆ヒ濕潤セシメ猶三四日ヲ經テ運搬ニ堪ユルヲ待チ塊置場ニ收容シ單床ニ使用セラルヽニ至ル迄濕氣ヲ保タシメ急乾ヲ防グベシ

迫上式

其臺ノ外板模型ノ各部ハ個々分離シ能ク洗滌シ組立テ繰リ返ヘシ使用ス練込方法ノ大部ハ女人夫ヲ使役シ製作スルコトヲ得

二　搗固方法

搗固方法ニ使用シタル模型ハ二種アリ第一種ヲ迫上式ト稱シ坂本技手ノ考案ニ成レルモノニテ模型ハ堅固ナル臺上ニ固結シ其ノ內部ニハ上下ニ動ク底板アリ其ノ上ニ組板ヲ載セ素品ヲ詰メ能ク搗固メタル時ハ下部ヨリ底板ヲ迫リ上ゲ塊ハ模型ヨリ脫出シテ組板ト共ニ他所ニ運搬ス(第七十三圖參照)

第七十三圖



上部卽チ模型ノ主體ハ中空長方形ノ鐵製箱ニテ左右ノ脚上ニ固著シ側面ニ穿チタル二個ノ孔ニハ取扱ニ便ナル丁字形鐵桿ヲ挿入シ塊中央平面ニ穿

孔セシム

組板ハ木製又ハ鐵板ニテ豫メ之レヲ模型內ノ底板上ニ置キ「シヤブル」ニテ混凝土ヲ入レ鐵筋及丁字形鐵桿ヲ挿入シ搗固鐵棒ヲ持テル二人ノ勞働者ハ薄層毎ニ十分搗固ヲナシ表面ヲ仕上グルモノトス

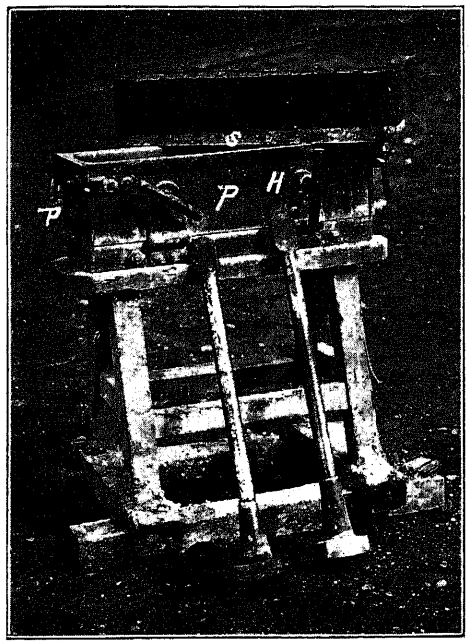
搗固棒ハ徑一寸長二尺ノ圓桿ニシテ底部ハ邊長二寸八分ノ方形トナシ其ノ重量十三封度ヲ有ス搗固ヲ終リタル時ハ混凝土塊及組板ヲ載セタル底板ハ下部ノ齒棒齒輪ヲ通ジタル鐵挺ヲ以テ下部ヨリ迫リ上ゲ組板ハ模型ノ頂上ニテ支ヘ底板ハ元位置ニ復シ塊挾ヲ以テ組板ノ兩端ヲ挾ミ混凝土塊ヲ載セタル儘濕氣ヲ保テル塊棚ニ運搬シ安置セシム

塊挾ハ組板ノ兩端ニ設ケタル切リ缺キニ適合スベキ鐵爪ヲ有シ三個ノ木板ヲ蝶番ニテ連結シタルモノヨリ成立シ中央木板ハ塊長ニ兩側板ハ塊幅ニ其ノ高ハ孰レモ塊厚ニ均シク兩側板外方ニ把手ヲ附ス

第二種ノ搗固器ハ側開式ト名ヅケ模型製造者ノ設計供給ニ係リ模型ノ四邊側板ハ長方形ナル底部ニ蝶番ニテ取リ付ケ四邊共ニ側開シ得ベキ單ニ中

空長方形ノ鐵箱ニシテ長邊側板ニハ二個ノ穴ヲ有シ第一種ト均シク鐵桿ヲ挿入スルニ便ズ該器ヲ適當ナル臺上ニ据エ付ケ四邊ノ側板ヲ立テ鐵製拘手及ビ締付螺旋ニテ四隅ヲ固ク緊結シ長方形ヲナサシメ狙板ヲ挿入シ塊製作ヲ始ムルモノトス鐵筋及ビ丁字形鐵桿ヲ挿入シ搗固メヲ行フ等第一種ト均シ塊上面ノ仕上ゲヲ了リタル時ハ鐵桿ヲ抜キ「ボールト」ヲ弛メ拘手ヲ外ヅシ四邊ヲ側開シ塊ヲ露出セシメ塊挟ミヲ以テ狙板ト共ニ塊棚ニ運搬スルモノトス(第七十四圖參照)

第七十四圖



搗固式ハ勞働過劇ナルガ故ニ女人夫ヲ適用スルコトヲ得ズ

三　壓迫方法

壓迫方法ハ薄層毎ニ搗固ムル代リニ素品ヲ一時ニ詰メ直チニ巨大ナル壓力ヲ加ヘ一働作ニテ仕上グルモノニシテ坂本技手ノ設計シタル壓迫式塊製作機ヲ用イ三人ノ勞働者ニテ壓力四萬五千封度ヲ加ヘ得ルモノトス

該器械ハ左圖ニ示スCナル上部板桁ニテ混凝土塊上面ノ壓力ヲ受ケ又PPナル四本ノ太キ鐵棒ニテ之ヲ下部板桁ニ連結ス又混凝土下面ニ壓力ヲ加フル壓迫板Dハ下部板桁上ニ樹立セル關節桿二對上ニ支ヘラレ各關節桿ハ二本ノ「アイバー」ヨリ成リ其ノ中央ピン接合點ヨリ更ニ一本ノ連接桿ヲ出シ鋼製徑二吋四分ノ一ノ中央水平軸上曲柄桿ノ一端ニ連結ス中央水平軸ノ兩端ニハ扇形齒輪Sヲ有シ上部板桁ヲ貫通セル水平軸上ノ小齒輪ニ嚙合ス猶該水平軸ノ兩端ニハ把手輪Hヲ附ス(第七十五圖參照)

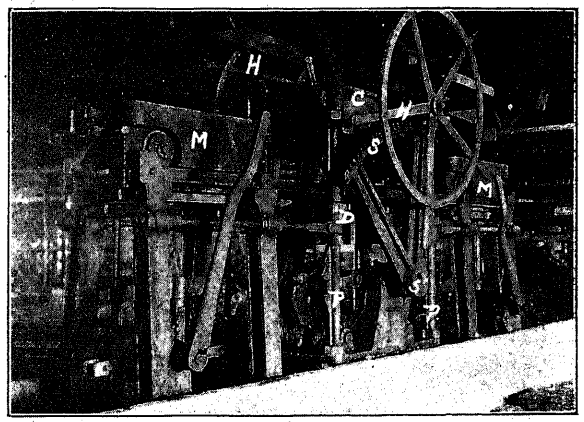
混凝土ヲ塡充スベキ左右二個ノ模型MMハ小車軸二對ヲ有シ上部板桁下方ナル二條ノ「レール」上ヲ運動ス模型下部ニハ懸架セル底桁アリ今模型內ニ混凝土ヲ塡充シテ上部板桁下方適當ノ位置ニ停止シH H ナル把手輪ヲ回轉シ働力ヲ加フル時ハ齒輪ヲ通ジテ中央水平軸ニ取リ付ケタル二個ノ曲柄桿

ヲ回轉シ其ノ兩端ノ連接桿ハ關節桿ノ中央ヲ引キ寄セ直立セシメ延イテ壓迫板ヲ押シ上ゲ同時ニ模型內ノ底桁ヲ壓シ後者ト上部板桁トノ中間ニテ混凝土ヲ所定ノ程度ニ壓迫セシムルモノトス(上圖參照)

模型ハ當初前記壓迫裝置ノ外方ニアリ鐵桿二本直立セル底桁ヲ模型內下方ノ突出個所ニ懸架セシメ該鐵桿ヲ貫通スル二個ノ穴ヲ有スル鐵又ハ木製ノ俎板ヲ載セ混凝土ヲ塡充スルモノニシテ鐵桿二本ハ混凝土塊中央垂直面ニ穴ヲ穿ツノ用ヲナス

模型ニ詰メ込ミタル混凝土ハ壓迫裝置ノ全壓力ヲ受ケ厚五寸ニ對シ一寸ヲ壓縮ス而シテ塊ガ十分壓縮シタル時ハ模型ヲ引キ出シ俎板ト共ニ下部ノ齒棒齒輪ヲ通ジ鐵挺ヲ以テ下方ヨリ迫リ上ゲ模型ヨリ脫出セシメ塊棚ニ運搬ス

第七十五圖

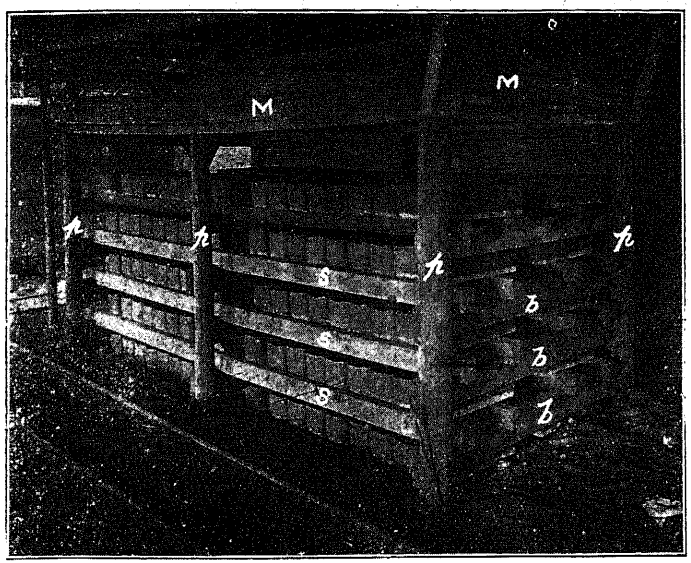


模型ハ壓迫裝置ノ左右ニ壹個ヅヽ附屬シ二組ニ分レ相互繰リ返ヘシ作業ス此方法ニテハ一部女人夫ヲ使役スルコトヲ得

水量

混凝土ハ一、三、六ノ配合ニシテ混合ニ要スル水量ニ關シテハ特種ノ研究ヲ要シ實地ニ就キ試驗ヲ反覆シテ後初メテ解決スベキ問題ナリトス(一)練込方法ニテハ水量ノ使用範圍廣クシテ普通ノ鍬ヲ使用シ十分能ク充塡セシメ表面ヲ均ラシ各邊ニ「モルター」面ヲ表現セシムルニハ寧ロ半液體ヲ勸迎スルモノヽ如ク當工場ニ於テハ「セメント」一立尺ニ對シ水量一、二立尺ヲ採用セリ(二)第一種搗固器ニテハ水量過多ナレバ模型ヨリ脫出後混凝土凝結ヲ初ムルニ先ダチ少シク歪形シ時トシテ穿孔ヲ閉塞スルコトアルベク水量過少ナレバ模型ヨリ迫リ上グル際破碎ノ恐レアリ且ツ表面粗雜ノ傾キアリ平均水量ハ「セメント」一立尺ニ對シ〇、四三立尺ヲ普通トス(三)第二種側開式ニテハ各方法ニ比シ使用水量最モ少ク其ノ標準ハ十分搗固ヲ了リタル時僅ニ水分ノ滲出スルヲ度トシ「セメント」一立尺ニ對シ〇、三二立尺ヲ平均量トス(四)壓迫式ニテ

第七十六圖



ヲ有シ一段ニハ塊九本ヲ並置シ得ベシ圖中各隅ノ柱ハ地中土臺上ニ建テ適

ハ搗固ノ兩種ヨリ多ク練込方法ヨリ少ク四萬五千封度ノ壓力ヲ加ヘ四邊平等ニ水分ノ滲出スルヲ適度トシ「セメント」一立尺ニ平均水量〇、五九立尺トス以上ニ對シ使用セル砂ハ天然ノ儘稍〻濕氣ヲ帶ビタルモノトス

四　塊棚(第七十六圖)

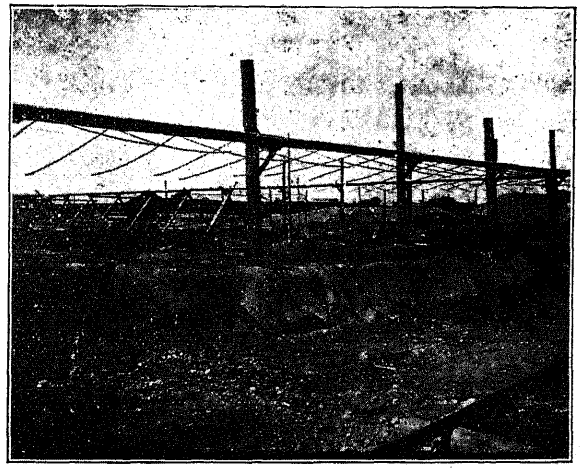
搗固及壓迫方法ニテ製作シタル混凝土塊ヲ安置スベキ塊棚ハ作工場内ニ並列シ各臺ハ一對ヅツ二列ニ組ミ立テタルモノニテ圖ハ前面一對ヲ示シ各行ハ五段

當ノ徑ヲ有スル丸太ニシテ之ニ横桁ヲ枘ニテ固ク取リ付ケ其ノ上ニ縦桁ヲ載セ塊受ケトス模型ヨリ脱出シタル塊ハ俎板ヲ載セタル儘最初最下段ニ並列シ上部ノ縦桁ハ之ヲ脱出シテ豫メ他所ニ纏メ置キ作業ニ支障無カラシメ地上ノ一段ニ塊九本ヲ充タシ了レバ第二段ノ縦桁ヲ適當ノ位置ニ据ヘ塊ヲ置キ逐次上段ニ及ボシ塊棚全部ニ塊ヲ安置シ了レバ莚ヲ卸シ蒸發ヲ防ギ外部ヨリ時々撒水シ濕氣ヲ保タシメ三晝夜經過シタル後俎板ヲ外ヅシ外方塊置場ニ運搬シ堆積シテ莚ヲ覆ヒ濕氣ヲ保タシム

五　點滴灌水(第七十七圖參照)

圖ハ塊ヲ濕潤セシムル特別ノ裝置ヲ示シタルモノニテ最終一個ヲ除キ其ノ他ノ節ヲ拔キタル細キ篠竹ニ無數ノ小孔ヲ穿チ水ヲ點滴セシムルモノトス篠竹ハ上部ニ架ケ渡シタル木樋ノ側面ニ差シ込ミ木樋ハ常ニ流水ヲ疏通セシム此裝置ニヨリテ滴水ト言ハンヨリハ寧ロ水ノ細條ハ絶ヘズ驟雨ヲナシ其ノ下ニ堆積セル塊ヲ濕潤セシム該法ハ時々莚上ヲ撒水スルモノニ比シ成績遙ニ良好ナリ何トナレハ普通行ハル、時々撒水法ガ時トシテ過乾ニ陷

第七十七圖



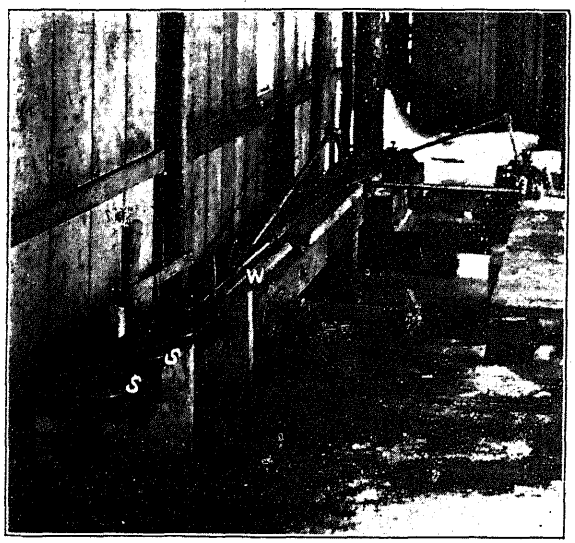
リ易キガ如キ虞ナケレバナリ

塊ハ單床ニ使用セラル、前少クモ三十日間ハ濕潤狀態ニ於テ凝結セシム

六　鐵筋製作

塊ニ挿入スベキ鐵筋ハ亞鉛引十二番鐵線ニテ一丸ヲ百十二封度ヅ、圓形ニ捲キタルモノヲ使用シ其ノ長二尺ニシテ兩端ヲ直角ニ曲ゲ[形ニ製作ス人工ニテ所定ノ長ニ切リ孤形ヲ直シ兩端ヲ曲ゲシムルハ其ノ作業煩雜ナルノミナラズ工費亦多額ヲ要スルガ故ニ研究ノ結果水力ヲ利用シ鐵線ハ一端ヨリ少シヅ、捲キ返サレ直チニ屈曲ヲ矯メ二尺ヅ、ノ長サニ切リ兩端一寸ヲ曲グル動作ハ總テ自動器械ニテ行ハレ得ル裝置ヲ施セリ

第七十八圖



該裝置ハ先ヅ圓形ニ捲キタル鐵線ヲ矯正スルニアリテ鐵線ハ自由ニ回轉シ得ベキ臺上ニ載セ置キ圖ニ示ス如ク新案ニ係ル矯線器內二列ニ配置セル小鐵輪數組間ニ屈曲セル間隙SSヲ通ジ鐵線ヲ引キ出ス時ハ殆ンド完全ニ孤形ヲ矯正ス而シテ鐵線ノ一端wハ矯線器ヨリ二三寸離レ水平運動ヲナス曳線器ニテ挾ミ引キ出スモノトス(第七十八圖參照)

該曳線器ハ水車ニテ廻轉セル水平軸ノ一端曲柄桿ニ連結セル鐵桿ニテ進退シ前進ヲ始ムルト同時ニ自働的ニ鐵線ヲ放チ後退スル時之レヲ挾ミ水平軸ノ一廻轉毎ニ長二尺ヅ、引キ出ス斯ク矯正シタル鐵線ハ小徑ナル鐵管內ヲ通ジ後方末端ニ設

屈線裝置

ケアル切斷器ニテ之レヲ切斷シ下方ニ導キ新案ノ屈線器ニテ兩端一寸ヲ直角ニ曲ゲ下方ノ作工室ニ集積スルモノトス

屈線器ハ長一尺八寸ノ圓筒前面ニテ鐵線ヲ受ケ兩端ニ突出セル臂ヲ有シ水平運動ヲナス顎鐵ニテ押シ付ケ鐵線兩端ヲ屈曲スルモノトス以上ノ全作業ハ水車動力ニテ運轉シ其ノ速度ハ一分間ニ鐵筋三十本ヲ製作シテ一日十時間ノ出來高ハ鐵線十丸トス水車ノ動力ハ約一馬力ニシテ全裝置ノ占ムル面積ハ十七尺ニ六尺トス

七　三種製作方法ノ比較

(一)練込方法ニテハ勞働者一人一日ノ作業ハ塊七十個搗固方法ハ同上百個壓迫方法ハ百三十九個ヲ製作シ得ベシ(混凝土素品混合及小運搬ヲ含マズ)

(二)練込方法ハ搗固及壓迫方法ニ比シ水量適用ノ許容範圍大ニシテ後者ハ水量多キニ失スレバ穿孔ヲ損スル恐アリ

(三)練込方法ハ少クモ四日間模型內ニテ凝結セシムルガ故ニ他ノ兩法ニ比シ製作中破損ノ恐レ少ク且ツ製品均一ナリトス

(四)搗固及壓迫方法ハ製作ノ初期乾燥ニ陷リ易ク練込方法ハ四日間模型中ニ安置スルカ故其ノ恐少シ

(五)搗固及壓迫方法ノ混凝土塊穿孔法ハ練込方法ニ比シ遙ニ簡便ナリ

(六)練込塊ハ他ノ兩法ニ比シ同一强度ニ達スル時日ヲ要スルコト多シ

(七)練込方法ハ模型組立洗滌解脫等作業煩雜ナルモ他ノ兩法ハ簡單ナリ

(八)一日塊千個ヲ製作スルモノトセバ之レニ要スル模型其ノ他設備費概算額ハ練込方法ハ五千圓搗固方法ハ千四百五十圓壓迫方法ハ千八百四十圓ニ當ル

(九)練込及壓迫方法ハ或程度迄女人夫ニテ作業シ得ルモ搗固方法ハ屈强ナル勞働者ヲ要ス

八　結論

混凝土塊製作上三種ノ模型上ニ於ケル缺點ハ作業中能ク注意ヲ加ヘ且製作後ノ處方宜シキヲ得レバ幾分之レヲ補償シ得ルガ故ニ其ノ得失ハ經濟問題ニ歸著シ設備費ヲ加算シタル製作費ノ金額最小ナルモノヲ以テ最良方法

ト云フベシ

今花畔工場ニ於テ一ケ年塊十萬個ヲ製作スルモノトシ各種方法ニ要シタル設備費ニ對スル利子ヲ五「パーセント」ト假定シ其ノ製作費ヲ比較スルニ練込方法ハ二千五百九十圓搗固方法ハ二千七十二圓壓迫方法ハ千八百六十二圓ニ當リ經濟上壓迫方法ヲ最良トス

九　工費

數年前護岸工事ニ混凝土單床創施以來製作及敷設費ハ最初一坪當十圓ヲ要シタリシガ現在六圓六十五錢ニ減額セリ其ノ主ナル原因ハ(一)工場設備ヲ改善シ器械ヲ利用シタルト(二)技術者ノ永續セル經驗ト熟練ナル勞働者ヲ使役シタルニ基ク今ヤ混凝土單床工費ハ古風ノ粗朶沈床又ハ現在流行ノ木構沈床ヨリ寧ロ低廉ナルニ至レリ

塊製作及單床敷設費內譯ハ別表ニ示スガ如シ花畔工場ニ於テハ以上三種ノ製作方法ヲ並用セリ

混凝土塊千個當製作費　明治四十五年度

名稱	稱呼	記事	數量	平均單價	金額
セメント	樽	三百八十封度入	一三六	四圓 一八五	五七圓 〇〇四
砂	立坪	二分以上八分以下	一七	一三 七五三	二三 二五七
砂利	立坪		〇八	一 八五六	一 五七〇
亞鉛引十二番鐵線	丸	一丸八十四斤	二一	七 五一六	一五 四三三
土木繩	房		四七	〇一八	〇八五

出來高

四寸、五寸、角長一尺九寸五分　一七〇、四六六個

內練込法　六六、四八一、七四立方尺

搗固法　二八、九七五個

壓迫法　一二、九〇九一個

塊千個當才數　一二、四〇〇個

三九〇立方尺

混凝土單床面百坪當工費　明治四十五年度

莚	枚		二六	二	〇九〇	二	三五五
洋釘	貫		〇	一	四八七		〇六二
石鹸	本	洗濯用ノモノ	五	一	一一五		五九〇
經木	把	一把百枚	〇	七	〇八〇		〇五九
篠竹	束	一束百本	〇	四	四二〇		一六〇
雜用品						四	七〇二
人夫賃	人		四四	四	六一一	二七	〇九六
大工賃	人		二	四	一〇〇〇	二	三九二
鍛冶賃	人		〇	三	一〇〇〇		三二八
計						一三五	〇九三
百立方尺當						三四	六三九
一立方坪當						七四	八二〇

出來高

塊厚四寸單床巾水中四間乃至五間及陸上二間乃至二間半

施行地　ビトイ　二千七百坪

同　花畔　二千六十八坪

計　四千七百六十八坪

十五番線ニテ柳粗朶一坪四束ノ割厚四寸ニ編ミ上ゲ單床下敷ニ使用セリ

名稱	稱呼	記事	數量	平均單價	金額
混凝土塊	個		三、五一六	円 一三五	円 四七五	三九八
亞鉛引四番鐵線	丸	一丸八十四斤	五	九	六	九七九	四〇	九八五
亞鉛引十五番鐵線	丸	一丸八十四斤	〇	八	八	三二七	六	四六二
土木繩	房		二六三	六		〇一九	四	九四三
網羽繩	丸			七	一	四〇〇		九九八

乙　護岸工事ノ分類及ビ各種ノ構造

足場丸太	本		二三	二		七三八	一六	三八一
粗朶	束	長九尺徑尺メ	三一六	五		〇五二	一六	六〇六
マニラロープ	丸		〇	一	四五	八〇〇	二	八八二
根丸太	本		七	二		三九二	二	八一八
雜用品				—		—	六	五四九
船借上料	艘		一			六五八		六六三
塊運搬費				—		—	七	一五二
人夫賃	人		一五八	一		六〇八	九六	〇六三
潛水夫賃	人		〇	九	二	〇〇〇	一	七九一
大工賃	人		四	六	一	〇〇〇	四	五九四
鍛冶賃	人		〇	一	一	〇〇〇		一二六
計							六八四	四一一

屈撓性混凝土單床以外ニ從來使用セラル、護岸ノ工法甚ダ多シ今此等ヲ通ジタル各種護岸工事ノ工法ヲ之レヲ構成スル主要材料ニ從ヒ大別シテ五種トス下ニ之レガ說明ノ外別ニ系圖ヲ揭グ

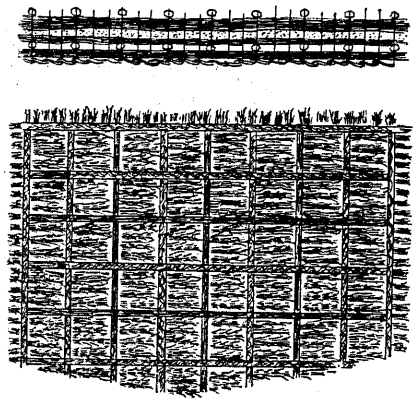
第一種　木石混合ノ工事

一、粗朶ト石材(土砂石礫煉瓦人造石ヲ含ム以下同ジ)ヲ混用スルモノ

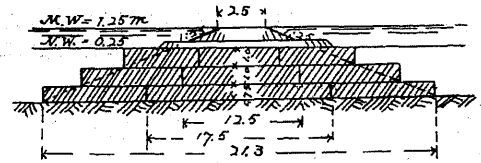
イ、粗朶沈床(第七十九圖)

縱橫ノ連柴ヲ以テ造レル上下二層ノ格子間ニ粗朶ヲ敷キ列ベ緊結シテ一體トナシ其ノ上面ニ編柵ヲ以テ分格ヲ造リ沈石ノ配列安定ニ備ヘ粗朶ノ浮泛力ニ打勝ツベキ載荷石材ノ重量ノ作用ニ依リ河底ニ沈下セシメ尙必要ニ應ジ適當ノ石材ヲ加フルモノトス是レ和蘭式ナリ八十圖ノ如ク數層ヲ重ネテ使用スル場合アリ

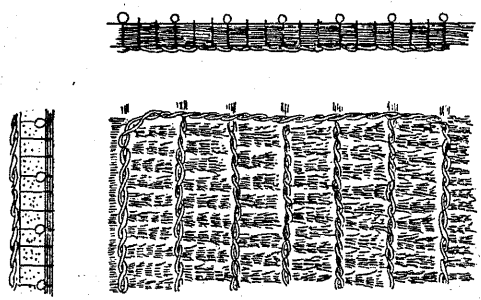
第七十九圖



第八十圖



第八十一圖



ロ、粗朶單床

上層ノ連柴格子ヲ省略スル外粗朶沈床ト異ナルコトナシ第八十一圖ノ如シ

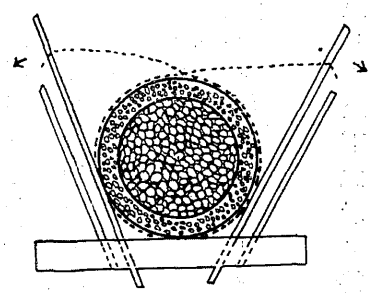
ハ、包柴

粗朶ヲ相當ノ厚サニ敷キ列ベテ外被トナシ其ノ內部ニ石礫ヲ塡充シ外方ヨリ適宜ノ距離ニ於テ針金又ハ繩ノ類ヲ以テ緊結シ任意ノ長サヲ有スル屈撓性ノ圓柱トナスモノトス第八十二圖ノ如シ

二、蛇籠

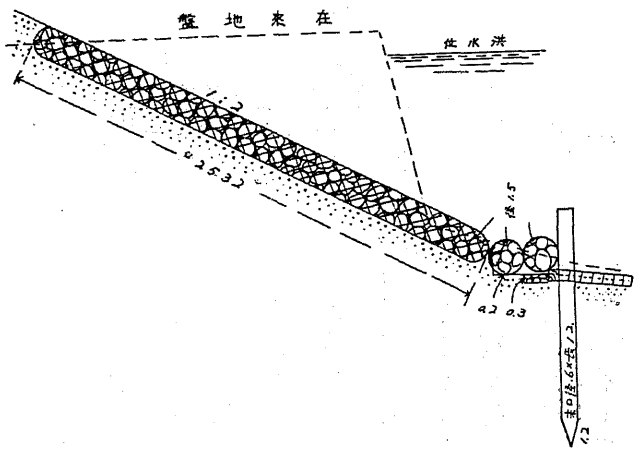
粗朶ノ類ヲ以テ適宜ノ網眼ヲ有スル圓筒形ノ

第八十二圖

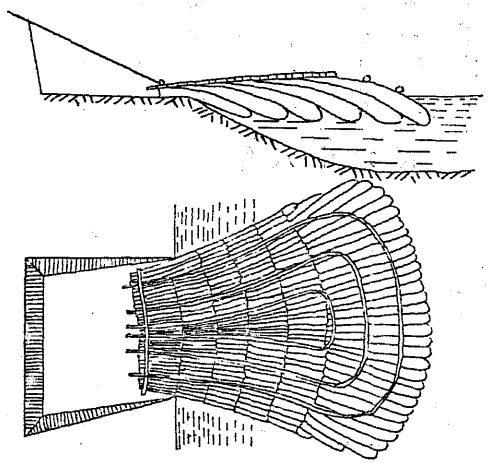


籠ヲ編ミ其ノ內部ニ石礫等ノ重量ヲ塡充スルコト恰モ包柴ノ如シ第八十三圖ノ如シ

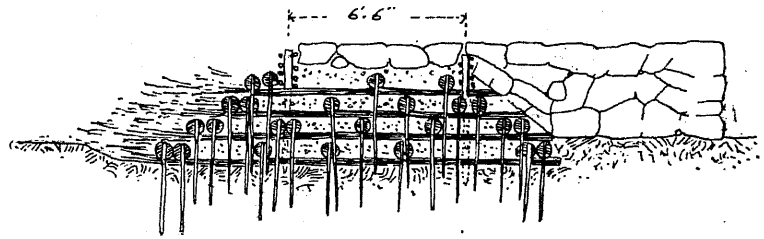
第八十三圖



第八十四圖



第八十五圖



ホ、扇狀工(第八十四圖)

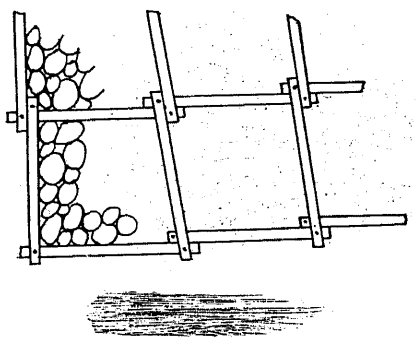
粗朶ヲ扇狀ニ敷キ列ベ適宜ノ層ニ綴合シ土砂石礫ヲ以テ重量ヲ加ヘツヽ順次各層ヲ累加擴張シテ漸次河身ニ向ヒ突出シ河底ニ達スルモノトス

ヘ、敷キ粗朶

粗朶ヲ敷キ列ネ其ノ上ニ連柴小杭又ハ編柵等ノ類ヲ以テ適宜ノ分格ヲ造リテ上部ニ土砂石礫等ノ重量ヲ布加スルモノトス

ト、重ネ粗朶(第八十五圖)最初相當ノ厚サニ粗朶ヲ敷キ列ネ連柴小杭又ハ編柵等適宜ノ方法ニヨリ之レヲ綴合シ其ノ上ニ土砂石

第八十六圖



礫ヲ覆ヒ再ビ前同樣ニ第二層ノ粗朶ヲ敷キ重ネ重量ヲ加ヘ反覆シテ所要ノ高ニ達セシムルモノトス

二、木材(丸木又ハ角材)ト石材ヲ混用スルモノ

イ、本構沈床(第八十六圖)

通例丸太ヲ以テ方格ヲ組ミ鐵ボールトヲ以テ綴合シ或ル程度ノ屈撓變形ヲ容易ナラシメ方格ノ底ニハ成リ木ヲ並列シ其ノ上ニ石材ノ重量ヲ載セテ沈下ス

ロ、石枠

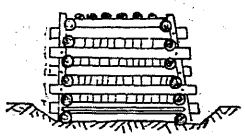
丸太又ハ角材ヲ以テ各種ノ形狀ヲ有スル枠ヲ組ミ立テ內部ニ石材ヲ塡充シテ敷設ス單獨ニテ使用シ又ハ數個ヲ連繫スル事アリ

ハ、沈メ枠(第八十七圖)

木構沈床又ハ石枠ニ覆蓋ヲ取リ付ケ其ノ傾斜スルニ當リ內部ノ沈石ガ脫出スルノ憂ナカラシムルモノトス

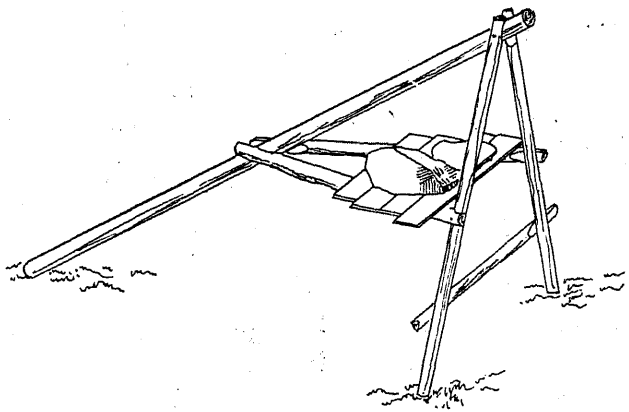
ニ、混凝土丸太單床

第八十七圖



北海道廳四十二年式ノ一ニシテ丸太ヲ以テ方格ヲ造リ上下ニ相隣レル部分ハ「ボールト」ヲ以テ連結シ各部ノ屈撓變形ヲ自在ナラシメ混凝土塊ニ鐵鉤ヲ付シ之レヲ方格上ニ繫ギ單床ノ沈下傾落ニ際シテ脫出スルノ恐レナカラシム

第八十八圖



ホ、混凝土角材單床

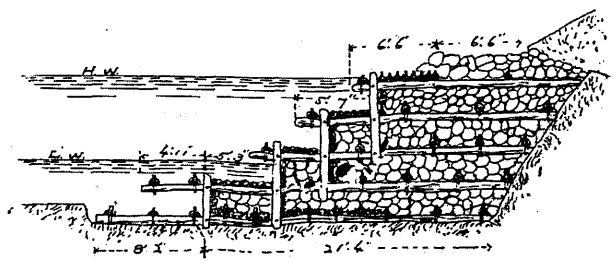
混凝土丸太單床ノ丸太ニ角材ヲ代用シテ造ルモノトス

ヘ、三木枠(第八十八圖)

三本ノ丸太材ヲ其頭部ニ於テ結合シ三脚ヲ造リ其下部ニ三本ノ横綴材ヲ取付ケ重量ヲ加ヘテ河底ニ安定セシムルモノトスト、丸太組ミ石詰メ壁(第八十九圖)

丸太ヲ組ミ數層積疊シ其ノ内部ニ石礫ヲ塡充シ河岸ノ法腹ニ添フテ漸次上昇シ一種ノ壁ヲ造ルモノトス

第八十九圖



チ、角組ミ石詰メ壁

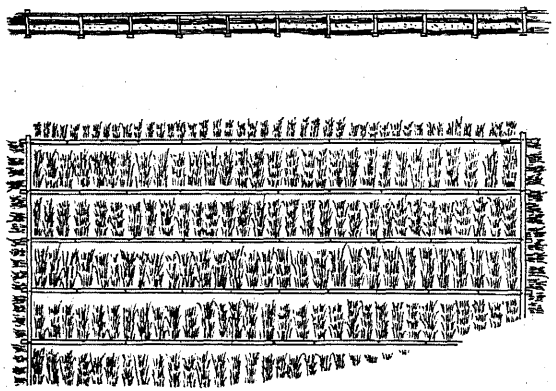
丸太組ミ石詰メ壁ノ丸太ニ角材ヲ代用シテ造ルモノトス

三、木材(丸太又ハ角材)ト粗朶ト石材ヲ混用スルモノ

イ、亞米利加沈床(第九十圖)

普通沈床ノ上下層ノ連紫格子ニ代フルニ板材ヲ以テシ粗朶ヲ壓迫スベキ上下ノ挾ミ板ハ通例木製ボールトニテ緊

第九十圖



締シ容易ニ堅牢ナル長大ノ沈床ヲ製作シ得ルモノニシテ米國人ノ創意ニ係ル連柴ヲ河流ニ直角ニ敷キ列ベ適宜ノ距離ニ河流ニ沿ヒ丸太又ハ角材ヲ以テ上下ヨリ之レヲ挟ミテ締結シ長大ノ粗朶單床ヲ造ルノ工法亦米國ニ於テ盛ニ用ヒラル

ロ、粗朶枠(第九十一圖)

丸太ヲ骨子トシ之レニ粗朶ヲ編ミ付ケ一種ノ籠枠ヲ造リ内部ニ沈石ヲ塡充シテ安定セシムルモノトス

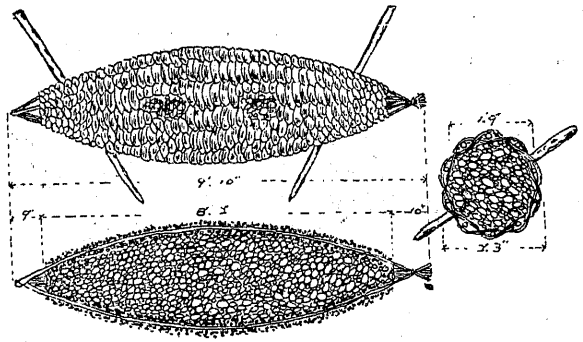
第二種　木造工事

一粗朶ヲ主要材料トスルモノ

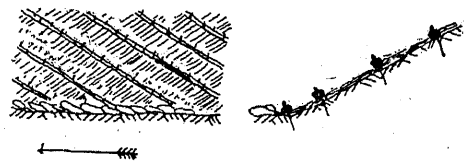
イ、張粗朶(第九十二圖)

粗朶ヲ敷キ列ベ編柵等ニ依リ之レヲ押ヘ柳枝ノ出芽發根ニ適當ナル時機ニ於テ施行シ翌年ニ於テ繁茂スルヲ期ス

第九十一圖



第九十二圖

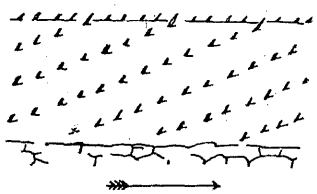


ルモノトス

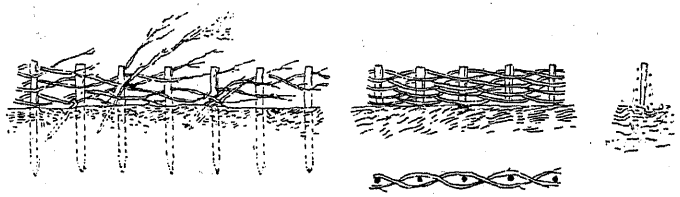
ロ、柳枝工(第九十三圖)

柳枝ヲ適宜ノ長サニ切リ近距離ニ挿植シ其ノ細根ノ作用ニ依リ地表ノ洗堀ヲ防ギ枝葉ノ繁茂ニ依リ漂砂ノ沈澱ヲ招クモノトス

第九十三圖



第九十四圖



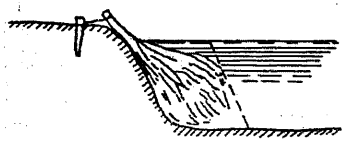
ハ、掻柵(第九十四圖)

地中ニ小杭ヲ打込ミ適當ノ長サヲ地上ニ露出シ之レニ粗朶ヲ編ミ付ケ一種ノ墻塀ヲ造ルモノトス

ニ、粗朶羽口

適當ノ長サニ切リタル粗朶ヲ法腹面ニ挿入シテ法面ノ洗滌崩壞ヲ防グモノトス

第九十五圖



ホ、連繫粗朶(第九十五圖)

粗朶ヲ連繫シテ法腹ノ前面ニ繫留シ洪水ニ際シ水勢ヲ削ギ法腹ノ崩壞スルヲ防グモノトス

英領印度ニ於テ盛ニ用ヒラレタル「ブラウンロー」ウキーヅ等亦此種ニ屬ス(第九十六圖)

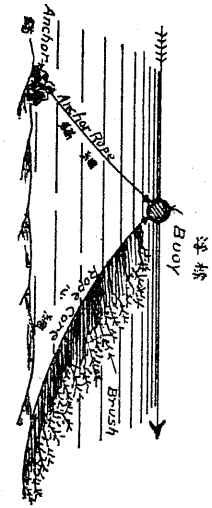
二、角材又ハ丸太ヲ主要材料トスルモノ

イ、杭打工

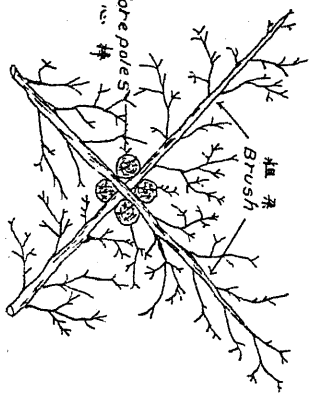
杭ヲ相當ノ間隔ニ打チ込ミ必要ニ應ジ之レニ横綴材ヲ取リ付ケ又ハ杭

第六章　治水工事　　四七一

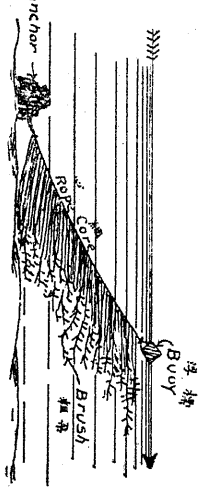
第六十九圖



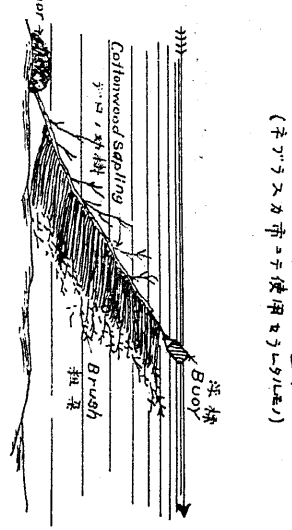
ORIGINAL BROWNLOW WEED.
元祖ノブラウンロー ウィーヅ



STIFF WEED.
大粗朶



ADAPTATION OF BROWNLOW WEED.
(As used at Nebraska City, Nebr.)
ブラウンロー ウィーヅノ適用
(ネブラスカ市ニテ使用セラレタルモノ)



WEED WITH COTTONWOOD SAPLING CORE.
ヅロノ幼樹ノ心ニ取リ付ケタル粗朶

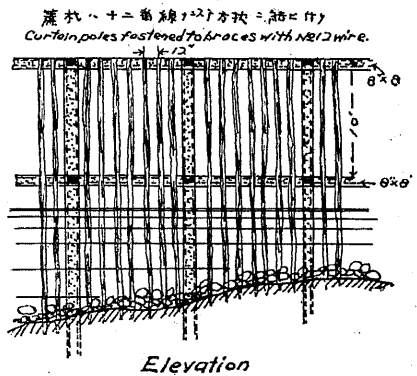
治　水

ヲ密接ニ打チ込ミ謂ユル成木柵トナスモノトス其ノ足元根固メノタメ河底ニ沈床様ノモノヲ設クルコトアリ

ロ、連繫防材

角材又ハ丸太材ヲ連繫シテ流材ノ撃衝ニ備ヘ法面ノ破壊ヲ防グモノトス

第九十七圖

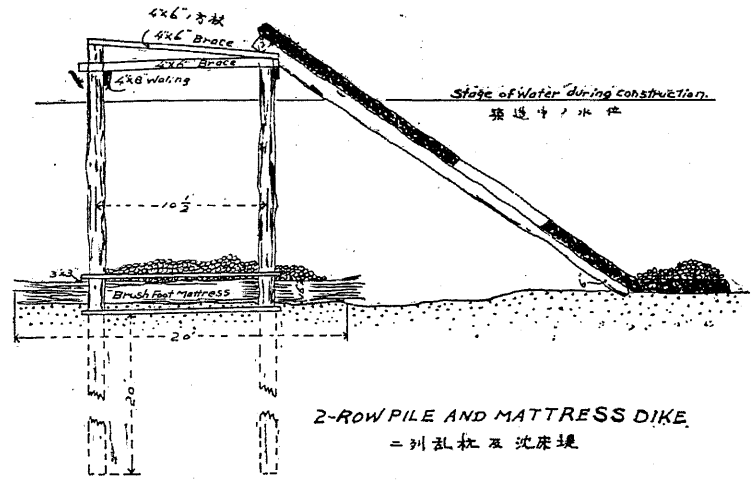


ハ、丸太簾(第九十七圖)

丸太ヲ建テ之レヲ横綴シテ一種ノ簾トナシ之レヲ親杭ニ取リ付ケ粗隙堤ヲ造リ流水ヲ通過シ土砂ヲ拘留スルモノトス其ノ足元根固メノタメ河底ニ沈床様ノモノヲ設クルヲ普通トス丸太簾ノ代リニ粗朶簾ヲ使用スルコトアリ(第九十八圖)

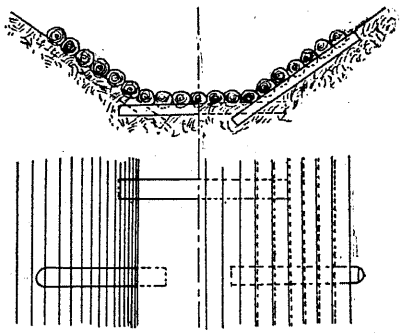
ニ、丸太張壁(第九十九圖)

第九十八圖

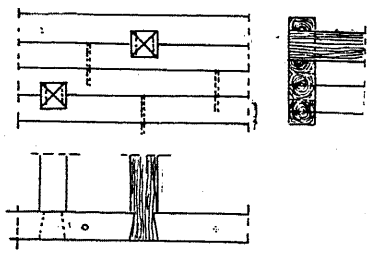


木材ノ豊富ニシテ廉價ナル場合丸太ヲ密接ニ並列シ相互ニ楔結シ且ツ背部ノ地中ニ礎繫シ連續シタル壁ヲ造リ河底及ヲ法腹ヲ

第九十九圖



第百圖



張リ詰ムルモノトス

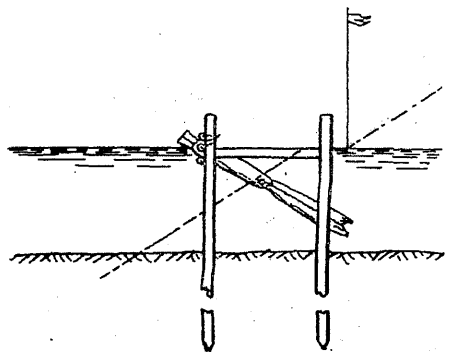
ホ、角張壁(第百圖)

丸太壁ヲ構成スル丸太ノ代リニ角材ヲ使用スルノ外工法前者ニ同ジ普通ニ用ヒラル、板張壁ハ此ノ格段ナル場合ト見ルベシ

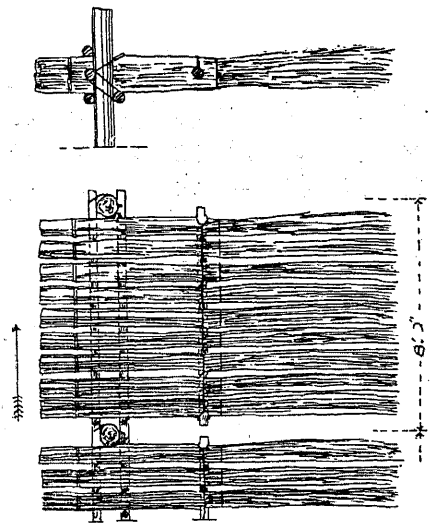
三、粗朶ト丸太若グハ角材ヲ混用スルモノ

イ、棚架工(第百一及百二圖)

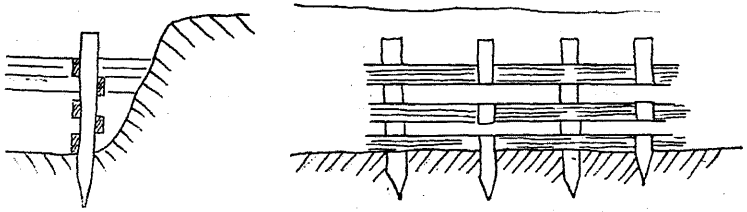
第百一圖



第百二圖



第百三圖



ウオルフ氏ノ創意ニ係リ丸太ヲ適當ノ距離ニ打チ込ミ横綴材ヲ結束シ之レニ粗朶ヲ棚狀ニ斜メニ取リ付ケ沈澱物ノ多キ河川ニ適用シ土砂ヲ誘致シ導水護岸ノ効多シ粗朶ヲ以テ一種ノ簾ヲ作リ之レヲ棚狀ニ懸垂スルニ止メズシテ河床ニ達セシムル場合ハ寧ロ第二種二ノ「ハ」ニ屬スル格段ノ場合トス

ロ、杭柵工(第百三圖)

相當ノ距離ニ杭ヲ打チ込ミ粗朶ヲ編ミ付ケ一種ノ墻壁ヲ造ルモノトス

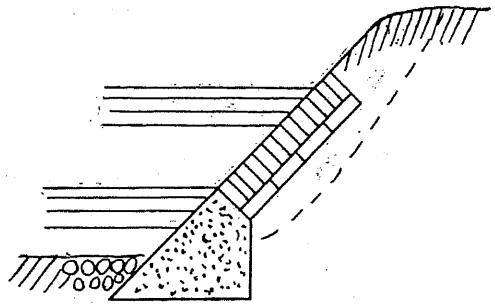
第三種　石造工事

一、石材ヲ疊積シ又ハ投積シ若クハ打チ込ムモノ

イ、石壁(第百四圖)

石壁ハ煉瓦人造石ヲ以テ築造スル事アルノ外多クハ切石ヲ用フルモノト粗石ヲ用フルモノトノ二種トス

第四百圖



又其ノ接際ニ膠泥ヲ用フルモノト用ヒザルモノトアリ何レモ皆比較的急傾斜若クハ殆ンド直立ニ疊積スルヲ普通トス

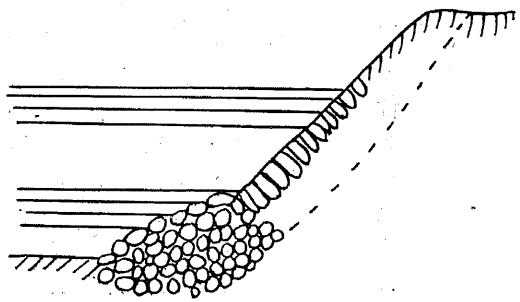
ロ、張石(第百五圖)

單ニ法腹面又ハ河底ヲ被覆スル工事ニシテ多クハ堅緻石又ハ粗石玉石等ヲ使用シ時トシテ切石煉瓦人造石ヲ用フル等アリ「デミユーラルト」式鐵筋混凝土版敷設工亦此ノ種ニ屬ス

ハ、捨石(第百六圖)

粗石玉石等ヲ投入シテ之レヲ掻キ均ラシ天然勾配ヨリ緩ナル適宜ノ法勾配ヲ保タシメ河底

第百五圖



ノ洗堀ニ應ジテ容易ニ沈下スルモノトス往々石垣又ハ張石ニ代用シ又其ノ基礎トシテ用ヒラル

ニ、石柱

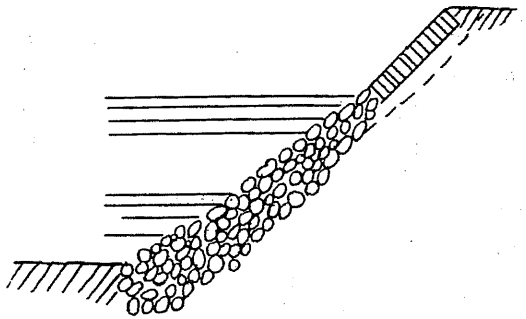
鐵筋混凝土ノ柱ヲ作製シ杭打工事ニ代用スルモノトス輓近ノ創設ニ係ル

二、石材ヲ連繫スルモノ

イ、石造單床

相當ノ大サヲ有スル煉瓦又ハ人造石塊ヲ鐵線銅線又ハ「アルミニユム」線等ニテ相互ニ接合連結セシメ河岸法腹又ハ河底面ノ傾斜ノ度如何ニ關セズ適宜ノ面積ヲ被覆スルモノトス屈撓性ニ富ムヲ以テ河底ノ洗堀ニ應ジ容易ニ變形シ急傾斜ニ陷ルモ其ノ安定ヲ失ハザルノ利益アリ(北海道廳四十二年式及ビ「ドコービール」式混凝土單床等何レモ皆該種ニ屬ス必要ニ應ジ適宜裏込

第百六圖

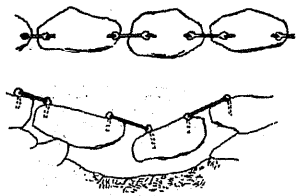


ミ材料ヲ使用スルコトアリ）

ロ、連繫捨石（第百七圖）

大塊ノ捨石ヲ使用スル場合其ノ個々ニ轉動セラルヽヲ防グノ目的ヲ以テ鐵鎖ニ依テ捨石ヲ相互ニ連結シ普通捨石ノ如ク甚シキ程度ノ散亂變形ヲ招カザルモノトス

第百七圖



第四種針金ト木石混合ノ工事

一、針金ト石材トヲ以テ造レルモノ

イ、針金網沈床

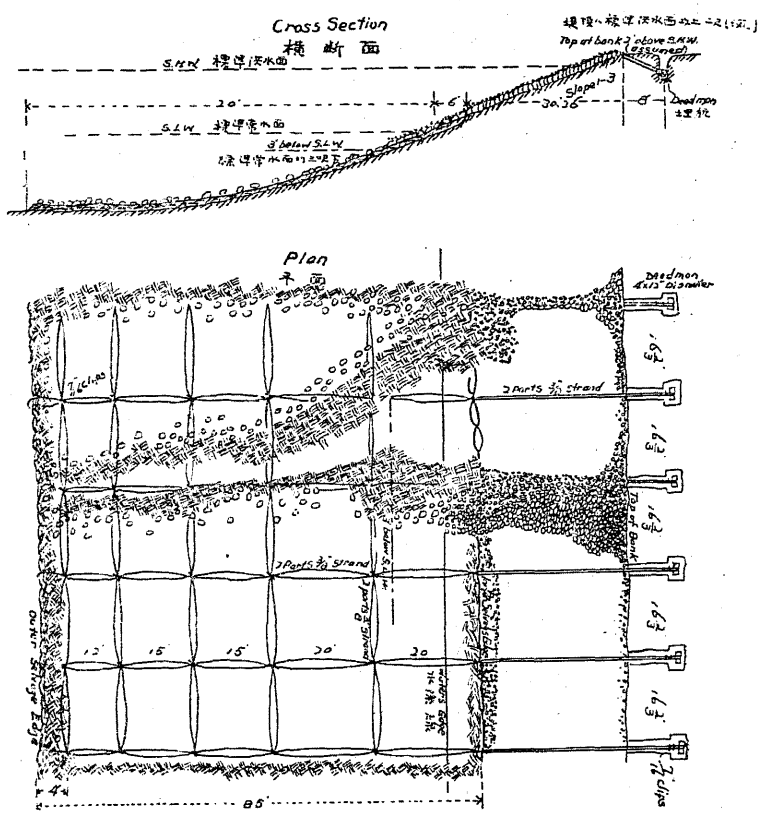
針金製ノ網ヲ以テ大ナル袋ヲ製シ內部ニ石材ヲ塡充シ普通沈床ノ代リニ使用スルモノナリ（川崎式及保式金網沈床ハ該種ニ屬ス）

二、針金ト石材ト粗朶トヲ以テ造レルモノ

イ、針金網粗朶沈床（第百八圖）

上下二層ノ針金網ノ中間ニ粗朶ヲ塡充シ結束シテ一枚ノ層トシ沈石ニ

第百八圖



依リ沈下シテ普通沈床ニ代用ス米國ニ於テ盛ニ用ヒラル

第五種　鐵ヲ主要材料トスル工事

一、計金網ノ下端ヲ錨ヲ以テ繫留スルモノ

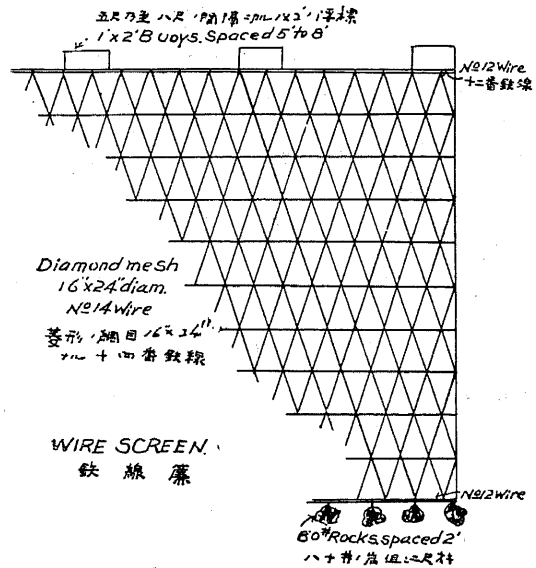
イ、浮子付キ針金網(第百九圖)

適當ノ網目ヲ有スル針金網ノ下端ニ石片ノ如キ重量ヲ適宜ニ結ビ付ケ該網ヲ河底ニ碇繫セシムル錨ノ作用ヲ爲サシメ尙網ノ上端ニハ浮子ヲ加ヘテ之レヲ水面ニ保持セシムルモノトス

ロ、枠留メ針金網(第百十圖)

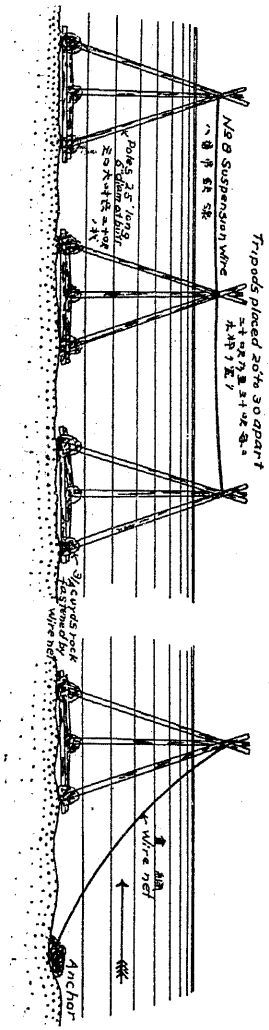
網ノ下端ニ錨ヲ用ルコト

第　百　九　圖



「イ」ノ如クニシテ上端ニ浮子ヲ加ヘ單ニ石枠又ハ三木枠ノ類ヲ適當ノ間隔ニ設置シ其ノ水面附近ニ鐵索ヲ懸張シテ網ノ上端ヲ支持スルモノトス

第　百　十　圖

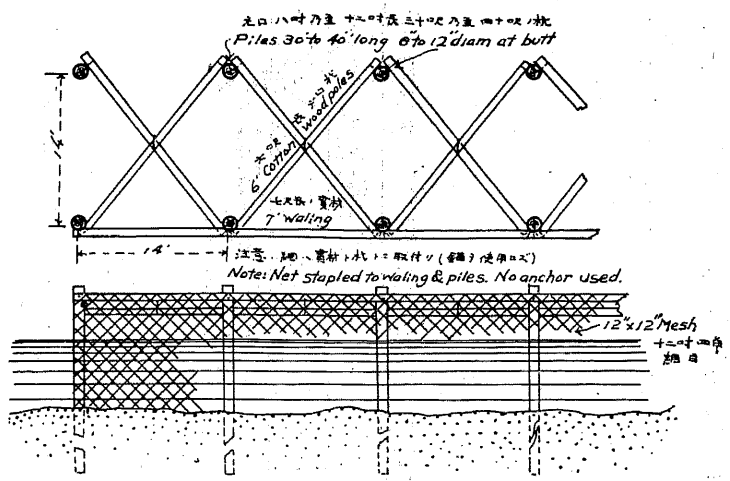


二、針金網ヲ單ニ杭打工ニテ支持スルモノ

イ、杭留メ針金網(第百十一圖)

網ノ下端ニ錨ヲ付セズ適宜ノ間隔ニ打込ミタル杭頭ニ横接材ヲ取リ付

第百十一圖



2-ROW PILE DIKE (With wire screen)
鉄線篭ヲ有スル二列ノ杭堤

ケ網ノ上端ヲ杭及横綴材ニ結ビ付ケ又網ノ下端ハ單ニ杭ニ取付クルニ止マルモノトス

導水護岸工事ノ工法ハ之レヲ構成スル主要材料ニ從ヒ大別シテ五種トスルコト上記ノ如シ今左ニ系圖ヲ用ヒテ更ニ之レガ一覽ニ便ズ

第一種（木石混合ノ工事）

一、粗朶ト石材（土砂石礫煉瓦人造石ヲ含ム以下之ニ同ジ）ヲ混用スルモノ

イ、粗朶沈床
ロ、粗朶單床
ハ、包柴
ニ、蛇籠
ホ、扉狀工
ヘ、敷キ粗朶
ト、重ネ粗朶

二、木材（丸太又ハ角材）ト石材ヲ混用スルモノ

イ、木構沈床
ロ、石枠
ハ、沈石
ニ、混凝土丸太單床（北海道廳四十二年式）
ホ、混凝土角材單床
ヘ、三木枠

- ト、丸太組ミ石詰メ壁
- チ、角組ミ石詰メ壁

三、木材（丸太又ハ角材）ト粗朶ト石材ヲ混用スルモノ

- イ、亜米利加沈床
- ロ、粗朶枠

一、粗朶ヲ主要材料トスルモノ

- イ、張粗朶
- ロ、柳枝工
- ハ、搔棚
- ニ、粗朶羽口
- ホ、連繫粗朶

イ、杭打工

第二種〔木造工事〕

二、角材又ハ丸太ヲ主要材料トスルモノ

- ロ、連繫防材
- ハ、丸太簾
- ニ、丸太張壁
- ホ、角張壁

三、粗朶ト丸太若クハ角材ヲ混用スルモノ

- イ、柵懸工
- ロ、杭柵工

第三種〔石造工事〕

一、石材ヲ疊積シ又ハ投積シ若クハ打込ムモノ

- イ、石壁
- ロ、張石〔デミユーラルト式鐵筋混凝土版敷設工亦此ノ種ニ屬ス〕
- ハ、捨石
- ニ、石柱

二、石材ヲ連繋スルモノ
- イ、石造單床〔北海道廳四十二年式ナル混凝土鐵棒單床ハ其ノ一ナリ〕
- ロ、連繋捨石

第四種〔針金ト木石混合ノ工事〕

一、針金ト石材トヲ以テ造ルモノ
- イ、針金網沈床〔川崎式及保式金網沈床等皆此ノ種ニ屬ス〕

二、針金ト石材ト粗朶ヲ以テ造ルモノ
- イ、針金網粗朶沈床

一、針金網ノ下端ヲ錨ニテ繋留
- イ、浮子付キ針金網
- ロ、枠留メ針金網

第五種〔鐵ヲ主要トスル工事〕

二、針金網ヲ單ニ杭打工ニテ支持スルモノ
- イ、杭留メ針金網

丙　護岸工事ニ關スル研究

護岸用屈撓性混凝土單床ノ設計ハ學理上ノ見地ニ基キ確立スル法則ニ準ジ決定シ得ベキモノニシテ之レヲ他ノ護岸工法ニ於ケル如ク屈撓性乏シク各部分ノ構造複雜ニシテ却ツテ屢弱ナルカ若クハ其ノ構造堅實ナラズ安定及ビ强度ニ關シ頗ル不明確ニシテ數字的ニ其ノ大サヲ算定シ得ザルモノニ比スレバ技術上遙ニ進歩シタルモノト云ハザル可ラズ

以下屈撓性混凝土單床ニ關スル試驗工事ノ施行及ビ其ノ施工後ノ結果ニ對スル各種ノ研究ニ關スル事項ヲ掲ゲ且ツ一般的ニ混凝土單床ニ關スル學理ヲ記述スベシ

一　淺キ河川ニ試驗的敷設シタル鐵筋混凝土單床

著者ハ其ノ設計ニ係ル四十二年式鐵筋混凝土單床ハ最モ經濟的ニシテ强度耐久及ビ屈撓性ニ富ミ殊ニ洗堀力大ナル原始的河川ノ護岸法トシテ最モ有効ナルコトヲ確信シ之レヲ北海道廳ニ提案セリ該單床ハ從來一般ニ使用セラルヽ、彼ノ耐久力乏シキ粗朶沈床若クハ工費多ク併カモ急傾斜ノ狀態ニ陷レルトキ到底其ノ安定ヲ保持スルコト能ハザル目下流行ノ木構沈床ノ如キモノヲ排斥シテ初メテ夕張川ニ實施セラレタリ

初メテ夕張川ニ使用

提案ニ係ル混凝土單床ノ一般構造其ノ長所及製作沈下方法等ハ以下逐次之レヲ記載ス

單床ノ編成

(一)一般的構造　混凝土單床ノ主體ハ取扱ヒ易キ範圍內ニ於テ適宜ノ大サヲ有スル鐵筋混凝土塊ヲ組立テ造ルモノニシテ各塊中央平面ニハ豫メ設ケタル二個ノ穴ヲ通シ適宜ノ直徑ヲ有スル金屬線ヲ貫キテ編ミ上ゲ各層內ノ目筋ハ相互斷接「ブレーキジョイント」セシメ極メテ屈撓シ易キ單床ヲ構成スルニ便ズ而シテ單床ノ幅及長サニ就テハ新工夫ノ沈下方法ヲ用ユル時ハ隨意ノ大サニ單床ヲ編成シ及ビ敷設スルコトヲ得ベシ

四十二年式單床ノ特長

(二)混凝土單床ノ主ナル有利ノ特點ハ

一、比較的廉價ナルコト

二、强度及ビ耐久性ニ富メルコト

三、屈撓自由ナルガ故ニ河底ノ異動ニ應ジ直チニ之レニ適合スルコト

四、急勾配ノ狀態ニ陷ルモ克ク安定ヲ保ツコト

五、表面平滑ニシテ斷面薄キガ故ニ流水ニ對シ抵抗ヲ與ヘズ又河道斷面積ヲ縮減スルコト極メテ少ク且ツ對岸ニ何等ノ影響ヲ及サヾルコト

六、構造單一ニシテ且ツ敷設シ易キコト

厚サノ決定

(三)混凝土單床ノ製作及ビ沈下方法

一、鐵筋混凝土塊　塊ノ厚ハ「ジユボーア」氏ノ創意ニ係ル押轉力ニ基ク理論上ノ見地ヨリ算定スヘキモノナルコト後節混凝土單床厚ノ算定ニ於テ再ビ詳述スル如クニシテ同氏ノ設定セル公式ハ左ノ如シ

(米突單位)

$$D = 1.000\,\mathrm{HI} \cdots\cdots (I)$$

該式ヲ基トシ應用力學ニ依リ

$$E = HI/(r-1)\tan a \cdots\cdots\cdots\cdots (II)$$

Dハ押轉力　Hハ水深　Iハ水面勾配

Eハ塊ノ厚　rハ塊ノ比重　aハ塊ト河底トノ止動角

塊ノ長サ及幅

塊ノ長及ビ幅ハ取扱上便宜ノ寸法ヲ採リ得ベキモ其ノ形狀ハ長方形ヲ普通トス試驗工事ニテハ五寸角長二尺ヲ用ヒタリ

配合率

混凝土配合ハ「セメント」一、砂三、砂利六ニシテ「セメント」ハ規定試驗ヲ通過シタル最良資ノ「ポートラントセメント」ヲ用ヒ砂ハ河砂ノ良好ナルモノ砂利ハ海岸又ハ河砂利ノ堅緻ナルモノヲ選ビ直徑一分以上八分以下ノモノヲ使用シ水量ハ濕乾兩方ニ從ヒ加減スルモノトス

模型

模型　混凝土塊ヲ製作スベキ模型ハ濕乾ノ混合法ニ應ジ特ニ設計シタルモノニシテ練込模型ハ一臺ニ付キ塊四十個ヲ製作シ練込後三日間放置シ凝結ヲ待チ脫出セシム搗固器ハ塊一個ヅヽ製作シ搗固ヲ了リタル時ハ直チニ脫出ス而シテ搗固器ニ二種アリテ甲ハ搗固後模型ノ四邊ヲ轉開シテ塊ヲ脫出シ乙ハ定著シタル模型ノ下部ニ設ケタル齒輪齒棒ヲ通ジ底板ト共ニ塊ヲ抽出セシムルモノトス

搗固メ

搗固　練込法ハ素品ヲ半液體狀ニ混合シ模型內ニ塡充スルモノナルガ故ニ搗固ヲ要セズ只模型ノ四邊ニ沿ヒ鏝ヲ以テ再三切リ返ヘシ塊ヲ密實ナラシメ塊四邊ニ膠泥面ヲ呈スル如ク作業ス之レニ反シ搗固法ニ於テハ塊ノ密度ハ搗固ノ良否ニ關スルヲ以テ作業上注意ヲ要シ又多少熟練ヲ要スルモノナリ

鐵筋

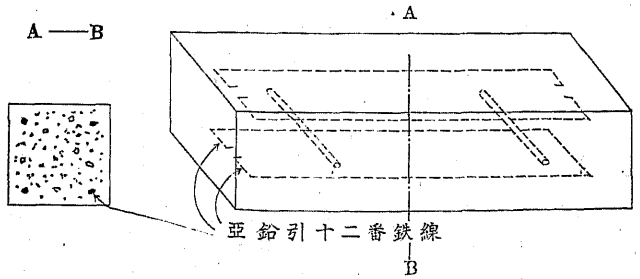
鐵筋　混凝土塊ニ挿入スベキ鐵筋ハ十二番亞鉛引鐵線ニシテ塊ノ長サヨリ稍〻短ク兩端ヲ直角ニ曲ゲ一本宛ヅヽ四隅ニ挿入ス鐵筋ノ目的ハ塊ノ强度ヲ增加スルノミナラズ混凝土ニ龜裂ヲ生ジタル時破片ノ分離スルヲ防止スルニアリ換言スレバ假ヘ龜裂ヲ生シタル塊亦棄却セズシテ之レヲ利用スルモノトス

塊ノ濕潤

塊ヲ濕潤セシムルコト　製作ヲ了リタル混凝土塊ハ少クモ二週間ハ適度ニ濕潤ヲ保チ急乾ヲ防ガザルベカラズ

練込法ニテハ素品塡充後三日間模型內ニ存置シ底部及ビ四邊ハ模型ニ密

第百十二圖

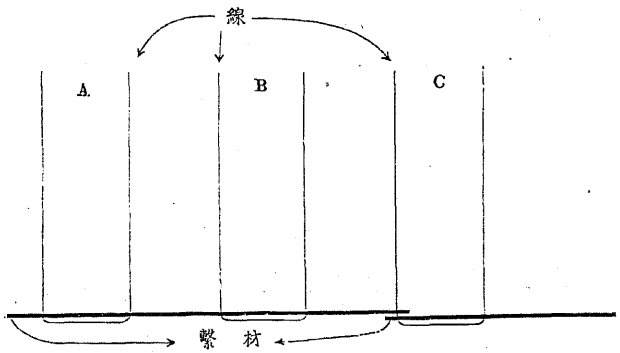


接シ表面ノミ露出スルモノナルガ故ニ濕潤セル莚類ヲ被覆シ置キ適當ニ凝結シタル後模型ヨリ脫出シ附近平地ニ積ミ累ネ全部莚ヲ覆ヒ更ニ相當期間濕潤セシム搗固法ハ一個ヅヽ製作シ直チニ抽取リ常備ノ塊棚ニ幷列シ置キ凝結ヲ俟テ塊置場ニ運搬ス塊棚ハ四方莚ニテ圍繞シ時々撒水シ濕潤セシム塊棚ヨリ搬出後ノ濕潤手當ハ前者ニ均シ

塊製作工場　製作工場内ノ配置ハ土地ノ狀況及ビ塊製作方法ニヨリ一樣ナラズ練込方法ハ屋外平地上ニ模型ヲ配列シ作工シ得ベキモ搗固法ニテハ作工室内ニ搗固器及ビ塊棚ヲ据ヘ付ケ製作及ビ塊運搬ニ便利能ク配置セザルベカラズ

二、塊ノ組立　單床ヲ構成スベキ混凝土塊ヲ編綴スル線ハ淡水ノ場合ニハ四番亞鉛引鐵線海水ニハ銅又ハ「アルミニウム」ヲ用フ

第百十三圖



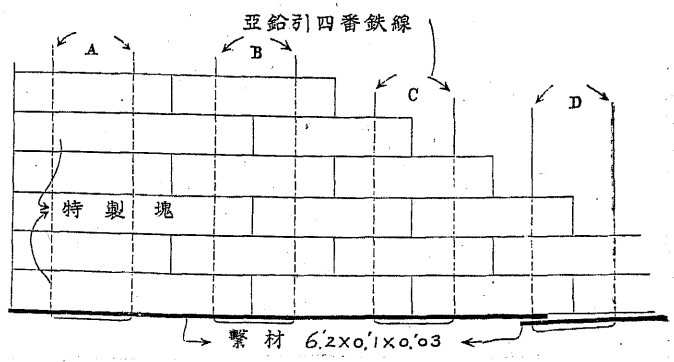
線ヲ結合スルコトハ强度ヲ弱メ且ツ該箇所ニ於ケル塊ノ密接ヲ妨グルヲ以テ可成之レヲ避ケン爲メ圖中ABC等ノ如ク一本ノ線ヲ單床下端ニテ折リ曲ゲ各線ノ上端ハ單床所定ノ幅ニ各塊ヲ編ミ上ゲタル後互ニ相緊結セシムルモノトス

三、單床下端ノ繫材　單床ノ下端ニハ平鐵長六尺二寸幅一寸厚三分ノモノヲ繫材トシ海水中ニハ腐蝕セザル材料ヲ選ムモノトス繫材ノ兩端ハ相互ニ重ネ合セ鐵線ヲ通ズベキ穴ヲ一致セシメテ後鐵線ヲ貫通ス繫材ノ目的ハ混凝土塊及ビ鐵線ヲ配列スベキ位置ヲ定ムルノ定規トナリ且ツ流木等ノ衝撃ニ對シ塊ヲ保護シ又單床ヲ横斷シテ分離セシメントスル破壞力ニ對シ單床ノ抗張力ヲ增大セシムルニアリ

四、繋材ト鐵線トノ取リ付ケ　先ヅ繋材ノ兩端ハ相互重ネ合セ兩端ノ孔ヲ互ニ一致セシメA BC等ノ各鐵線ヲ繋材ニ穿チタル孔ニ挿入シ圖ノ如ク配置スベシ繋材ニ穿チタル孔ノ周邊ハ鐵線ヲ切斷スル恐レアルヲ以テ豫メ鋭角ヲ削リ丸味ヲ附シ置クモノトス

五、層ノ接合及ビ特別塊　上記ノ如ク繋材及ビ鐵線ヲ配置シタル時ハ各塊ノ縦層ハ上下斷接（「ブレイキジョイント」）スル如ク各塊中央平面ニ穿チタル孔ヲ通シ鐵線ヲ貫キ下端ヨリ順次ニ塊ヲ組立テ單床ノ上下流兩端ハ櫛齒狀ノ凸凹ヲ避クル爲メ特ニ長キ塊ヲ一本隔テニ使用スベキモノトス（第百十四圖參照）

第百十四圖



六、沈下方法　單床ヲ構成シテ之レヲ水中所定ノ箇所ニ沈下スルニ當リ特ニ水深大ナル場合ニ適用シ得ベキ沈下方法ヲ講ゼザルベカラズ普通亞米利ニテ實行セル粗朶沈床沈下ニ使用セル作工船足場方法卽チ大ナル作工船ノ甲板上ニ傾斜シタル足場ヲ設ケ船ノ全長ニ亘リ沈床ヲ組立テ之レヲ全部傾斜足場ヨリ水中ニ滑下セシムル方法ハ單床ヲ部分的ニ區別シ卽チ各部分ヲ別個ニ敷設スル場合ニハ適スベキモ然カモ本設計ノ凝混土單床ニ於テハ施行箇所ノ全長數千尺ニ亘リ成ルベク連續シ一體ニ構成スルヲ有利トスルガ故ニ上記ノ米法ハ之レヲ應用シ難ク新タニ二種ノ沈下方法ヲ案出セリ

米法ノ不適當
流シ丸太足場

第一法　沈下ノ第一法ヲ流シ丸太足場（Free-log scaffold）ト名ヅケ適宜ノ長及ビ太ノ足場丸太ヲ一尺ノ間隔ニ配列シ其ノ下端ヲ河床ニテ支持シ上端ヲ河岸水際ニ打込ミタル假留杭ニ取リ付ケタル布丸太ニ纏結セシム而シテ配列シタル丸太ノ長サハ所定ノ幅員ニ達シタル單床ノ下端ガ丸太ノ先端ト共ニ河底ニ於ケル所定ノ位置ニ達シ得ベキ程度ニ尙且ツ水面以上多少ノ餘裕ヲ存セシムベシ此ノ方法ハ水深十五尺以内ニ適シ一尺毎ニ並列シタル丸太ハ流心ニ向ヒ相當ノ勾配ヲ有セシメ足場丸太上ニテ塊ヲ組立テ順次幅員ヲ增加

スルニ從ヒ水中ニ滑下セシムルニ適スルモノトス

第二法　第二法ハ船吊丸太足場ト名ヅケ第一法ニ於ケル足場丸太ノ下端ヲ作工船ニテ吊リタルモノニシテ作工船ハ左右二艘ヲ並列シ互ニ連結セシメ其ノ中間ニテ「ロープ」ニ依リ丸太ノ一端ヲ吊リ丸太ノ他端ハ河岸ニ打込ミタル留杭ニ纏結シタル丸太上ニ支持ス斯ル作工船若干ノ縦列ニ依リ吊ラレテ水面上ニ緩傾斜ヲナセル足場上ニテ單床ヲ組立テ適宜ノ長サヲ完成シタル時ハ作工船ノ上記「ロープ」ヲ弛メ單床ヲ載セタル儘足代丸太ヲ河底ニ沈下シ「ロープ」ヲ取リ外ヅシ用濟ミノ作工船ハ交互ニ下流ニ移動シ順次ニ同樣ノ作業ヲ進行セシムルモノトス而シテ作工船ノ所要數ハ單床ノ幅員及ビ作業期間ノ長短ニ從ツテ定ムベキモノトス

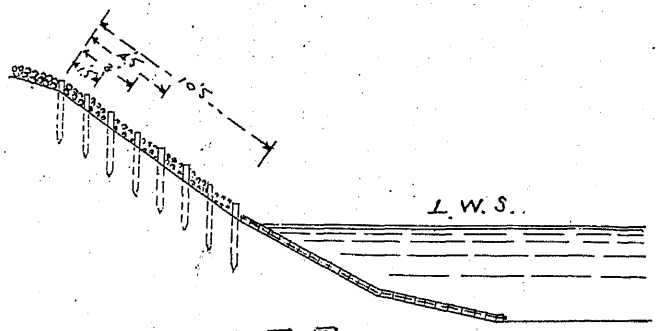
第百十五圖



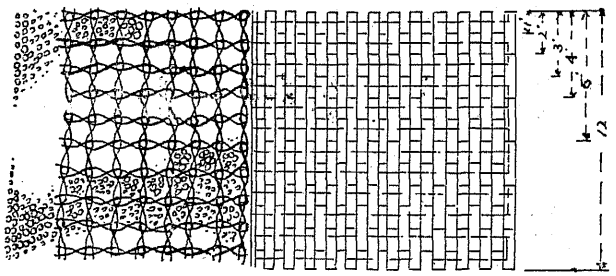
該法ハ單床ノ組立ヲ容易ニ且ツ迅速ニ作業セシメ得ベク且ツ水深十五尺以上ノ箇所ニ能ク適當ス

七、上部ノ護岸工法　混凝土單床ヲ施行スベキ河岸傾斜面ノ低水面以上ハ適當ノ法勾配ニ土砂ヲ切リ取リ特ニ利用スベキ目的ナキ限リハ直チニ之レヲ前面水中ニ投棄シ低水面以下ハ天然及ビ投入土砂ノ不規則ナル河底上ニ混凝土單床ヲ沈設シ以テ洗堀及ビ自然ノ沈下作用ニ委スルモノトス單

第百十六圖



平面圖



床上部ノ河岸傾斜面ハ土地ノ狀況ニ應ジ適當ナル法腹工事ヲ行ヒ之レヲ被覆シ防護スベキモノトス

試驗工事ニテハ圖ニ示ス如ク搔柵工卽チ三尺ノ方格ニ柳小杭ヲ打込ミ帶梢ヲ編ミ經五寸以上ノ玉石ヲ塡充シタリ護岸工事箇所ノ河岸ヲ平面上特ニ整齊シテ正シキ曲線形ヲ成サシメ外觀ヲ美ナラシムルガ如キハ實用上左程重要視スベキモノニ非ラズ

試驗工事施行箇所

著者石狩川支流夕張川ニ於テ平面圖ニ示ス如ク新設橋梁ノ上流ニ當ル彎曲部ノ河岸缺壞ヲ防止スベク護岸工事ヲ施行スルニ際シ提案ノ混凝土單床ヲ創設シ工費金三千餘圓ヲ投ジ之レガ實驗ノ結果ヲ徵シ以テ該工法將來ノ發展上ノ參考ニ資スルヲ期待シ得ベキ好機會ニ遭遇セルヲ喜ブ

該施行箇所ハ河道著シク彎曲シテ流水河岸ニ衝擊シ洪水時ニハ越流シ其ノ流速ハ本流ニ於ケルヨリ急速ニシテ地狹部ヲ切斷セントスルノ傾向アリ地質ハ徑十吋以內ノ砂利ヲ混ズル冲積層ニシテ一朝流心變更スルニ於テハ下流新設橋梁左岸ノ桁橋ニ危害ヲ及ボスノ虞レアリタリ然ルニ本工事施行ノ結果河岸ノ缺壞ヲ防禦シ新河道ノ形成ヲ抑止シテ豫定ノ目的ヲ達シ得ルニ至レリ

調査事項　試驗的施行ノ見地ヨリ本工事ニ對スル調査事項ヲ列記スレバ

一、屈撓ノ程度卽チ單床施行後上部ヲ留杭等ニシテ拘束シタル場合ニ河底ノ異動ニ從ヒ混凝土單床ガ之レニ適應スルノ程度

二、最初單床ヲ拘束セズ單ニ布設シテ敷置シタル場合ニ單床ノ移動及ビ單床施行後河底洗堀及ビ單床適應ノ程度

三、單床ノ適當ナル幅員

四、連續シタル單床ノ長サ

五、寒氣ニ對スル抵抗力

六、流水及ビ流木ノ衝擊ニ對スル抵抗力

七、單床沈下ノ最良方法

八、工費

九、單床敷設ニ當リ必要ナル注意事項

十、結論

十一、將來ニ於ケル豫想

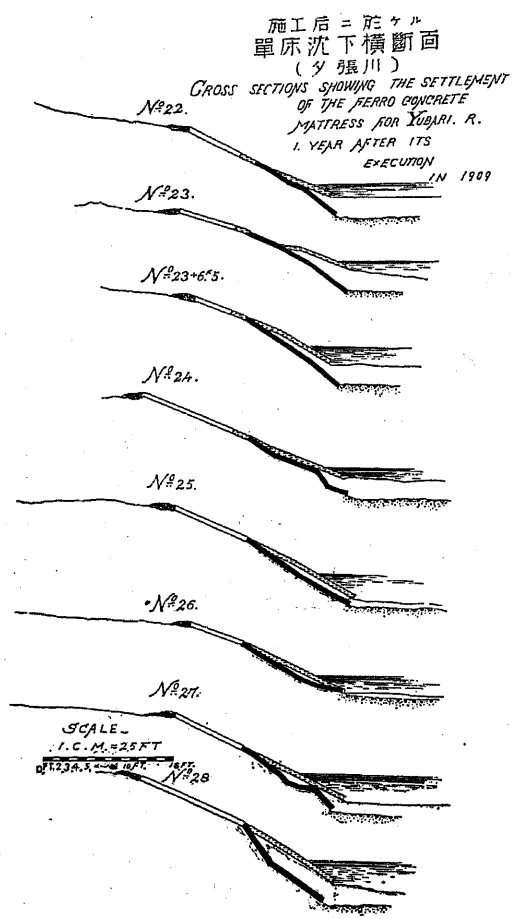
調査ノ結果　以上調査事項ニ對スル實驗上ノ成績ヲ列擧スレバ

一、單床ノ屈撓性　豫期ノ如ク河底洗堀ノ程度ハ單床敷設後其ノ前面ニ於テ著シカリシモ既設單床ハ直チニ沈着シテ變形ニ對シ甚シク頑强ナル抵抗ヲ呈セズ異動後ノ河底ニ能ク適合セリ之レ等ノ狀況ハ水位低ク淸澄シタル時明カニ目擊シ得ベシ卽チ屈撓程度ノ完全ナルコトハ流水ノ自然作用ニ從ヒ河底ガ不規則ニ洗堀サル、結果トシテ敷設後ノ單床表面ガ凹凸起伏ヲ生ジ以テ異動後ノ河底ニ密著シ居ルコトニ依リ證明セラルモノトス此ノ不規則的ニ顯出スル屈撓ハ本設計ノ期待シタル主ナル目的ノ一ニシテ斯クノ如ク生ジタル屈撓ハ決シテ單床ノ强度ヲ犧牲トシテ獲得シタルコトヲ意味スルニ非ズ卽チ該單床ハ固有ノ强度ヲ維持スルト同時ニ又屈撓性ニモ富メルコトヲ示スモノトス以上ハ單床ガ全體ニ異動スルヲ防止スル爲メ上部ヲ拘束シ下部ハ流水ノ洗掘作用ニヨル河床ノ變形ニ應ジ沈著シタル場合ニシテ實驗ノ結果ハ單床ノ屈撓性ニ對シ疑念ノ餘地ナキモノトス尙單床異動ノ狀況ハ圖中第二十五第二十六第二十七第二十八ノ橫斷面ニヨリ明白ナリ

屈撓性

拘束ノ場合

第百十七圖



二、河底洗掘及ビ全體トシテ單床異動ノ程度　次ニ單床ヲ何レノ部分モ拘束

放任ノ場合

セズ河底及ビ河岸ノ洗堀ニ從ヒ全部法面ニ沿ヒ滑動シ得ル如ク假リニ傾斜面上ニ布置シタル場合ハ前記ノ單床上部ガ拘束セラレタル場合ト稍〻其ノ異動變形ノ狀況ヲ異ニセリ

混凝土單床ヲ試驗シタル箇所ニ於テ施工後ノ河道橫斷面ハ箇所ニヨリ水深ノ減少ヲ示シタルモノナキニアラザルモ概シテ水深ヲ增加セリ左表ハ施工後一箇年ヲ經過シ實測ノ結果ヲ施行前ノモノニ比較シタルモノトス

單床施行後一箇年間ニ於ケル河底ノ洗堀

河底ノ洗堀

斷面		最深箇所ハ河岸法尻ニアリ
A	二尺二八	
B	三尺八六	同
C	〇尺八九	同
D	〇尺八五	同
E	一尺八二	同

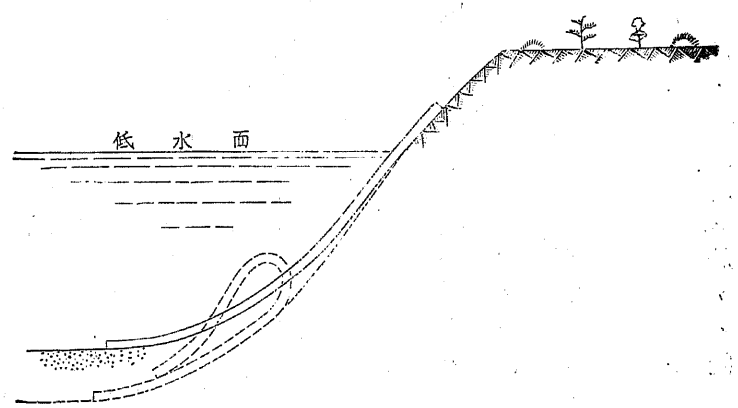
河底洗堀ノ爲メ斷面Bニテハ水深三尺八六ヲ增加シ從ツテ拘束セザル混凝土單床ハ極端ノ場合ニ於テ全體ニ移動シ其ノ上端ガ水平距離一尺八寸垂直距離八寸摺動シタルコトヲ測定セリ卽チ單床ハ河底ノ洗堀ニ應ジ局部的變形ヲ生ジ尙全體トシテ前方及ビ下方ニ移動シ克ク河底ノ變移ニ適應スルコトヲ示シタルモノトス斯ル現象ハ單床ヲ拘束セズ假リニ敷設シタル場合ニ河底ノ異動ヲ生ズルヤ直チニ之レニ應ジ自然ノ要求ヲ容易ニ充タシムル豫期ノ結果ニ外ナラザリシナリ而シテ拘束セザル單床ノ異動ニ對シ下部洗堀ノ爲メ次ノ第百十八圖ニ示ス如ク單床上部ガ前方ニ顚覆スベキ狀態ニ陷ルナキカヲ當初懸念シタルモ施行後今日迄ノ經過ニテハ斯ル狀態ヲ現出セズ

試驗的最小幅員

三、單床ノ幅員　試驗工事ハ一部分ニ於テ單床ノ幅員十五尺ヲ有スルノ外大部分ノ幅員ヲ十二尺トシ試驗的ニ單床ノ最小幅員ヲ決定スベク施行セリ而シテ單床ノ上部ハ常水位以上三尺ヲ拔キテ敷設シ施行後河底洗堀ノ爲メ沈降ノ場合ニハ容易ニ其ノ幅員ヲ增加シ得ルコトニ備ヘリ

施行次年ノ春期融雪出水後實測ノ結果河底異動シ豫期ノ如ク單床ノ幅員十二尺ノ或箇所ニ於テハ旣ニ單床下部洗堀シテ急勾配ヲ呈シ今後增堀ヲ歡

第百十八圖



迎セザル狀態ヲ示シタルモ之レニ反シ單床幅十五尺ノ箇所ニ於テハ稍〻緩勾配ニテ尙能ク今後ノ洗堀ニ堪ヘ得ベキコトヲ示セリ以上實驗ノ結果試驗工事箇所ノ單床幅員ハ少クモ約十五尺ヲ要スルコトヲ確メタリ

四、單床ノ長　試驗工事ハ全長六百尺ニシテ單床ハ全部連續シ一體トナスヲ最良方法トスベシ卽チ單床ヲ區分シテ設置スルトキハ接合箇處ニ於ケル下流單床ノ上流端ハ流木衝突シ敷設位置ヨリ捲キ揚ゲラル、恐レアリ最弱點タルガ故ニ單床ヲ區分セズ全長ニ亙リ一體トナスニ如カザルベシト雖モ試驗工事ハ長四百五十呎七十二呎五十四呎及ビ十八呎ノ四種ニ分チ各接合箇所ニ於ケル下流單床ノ上流端ハ少クモ三呎以上上流單床ノ下流端ニテ被覆セシメ以テ流木等ノ爲メ破損セラル、危險ノ減少ヲ圖レリ

斯ク重ネ合セタル結果ハ接合箇所ノ破損ヲ防止シ且ツ各種長サノ單床ハ各變形沈降等ニ就キ格別ノ差異ヲ示サヾリシ元來該單束ハ容易ク連續シタル隨意ノ長サニ敷設シ得ルガ故ニ特ニ之レヲ區分シテ敷設スルノ必要ヲ認メザルノミナラズ經濟上接合箇處ノ重ネ合セニ要スル餘分ノ工費ヲ節約スルヲ有利トス

五、寒氣ニ對スル抵抗　試驗工事施行地ノ氣溫ハ冬期間河流表面ハ一尺乃至三尺ノ結氷積雪ニテ全幅ヲ覆ヒ水中ニ沒スル部分ノ單床ハ氷結作用ヲ受ケザルモ水面附近ノ氣溫ハ屢〻攝氏零下十五度ヨリ二十度ニ低下シ劇シキ凍結作用ヲ受ク然レドモ單床ヲ組織スル混凝土塊ハ之レ等ノ原因ニヨリ破壞若クハ龜裂等ノ徵候ヲ呈セザリシ約言セバ上記ノ如ク劇烈ナル寒氣ニ暴露スルモ何等ノ異狀ヲ示サズ經過シタルモノトス

六、流氷及ビ流木ノ衝撃ニ對スル抵抗　流氷若クハ流木ノ衝撃ニ就テハ旣成

單床ハ徑二尺長三十尺位ノ流木及ビ厚一尺幅二十尺長數十尺ノ流氷等ニ屢〻遭遇シタルモ之レ等ノ破壞的作用ニ對シ格段ナル損害ヲ受ケザリキ

流シ丸太足場ノ便利

七、單床沈下ノ最良方法　試驗工事ハ常水位以上河岸傾斜面ヲ法切リシタル後既述ノ流シ丸太足場法ニヨリ單床ヲ敷設スベク足場丸太徑三寸長サ十八尺乃至二十尺ノモノヲ一尺毎ニ流心ニ向ヒ相當勾配ヲ付シテ配列シ該丸太ニテ混凝土塊ヲ編ミ上ゲ進行ニ從ヒ逐次滑下セシメ容易ニ單床ヲ構成シ沈下セリ而シテ作業中出水ニ遭遇シタルモ中止ヲ要セズ作業ヲ進捗セシメ得タリ

工費ノ低減

八、工費　試驗工事ニ於ケル單床工費ハ一平方坪十二圓ニ當リ其ノ後石狩川改修工事ニ施行シタル時ハ稍〻熟練シタル人夫ヲ使役シ器具及ビ工場配置等ニ少許ノ改良ヲ加ヘタル等ニヨリ一平方坪六圓ニ減額シタリ卽チ現時一般ニ使用セル木構沈床ヨリ廉價ニシテ尙將來一層經濟的ニ實施シ得ルコトヲ期待ス

九、注意事項　試驗工事施行中監督員ガ注意ヲ缺キ出水中流水混濁シテ單床ヲ敷設スベキ河岸法尻ニ潛ミシ流木ノ存在ヲ氣附カズ單床ヲ沈下シタルニ減水後該箇所ノ單床ハ流木ニ跨リ尙ホ他ノ流木ヲ拘留スベキ狀態ニアルコトヲ發見シ單床若クハ河床ニ多大ノ損害ヲ生ズベキ虞レアルヲ以テ勘カラザル手數ヲ煩ハシ單床ヲ解除シ河底ノ流木ヲ除去シテ再ビ元形ニ復セリ之レ等ハ試驗工事中ノ一鎖事ニ過ギザリシモ將來施行ノ工事ニ對シ尊キ敎訓ヲ與ヘタルモノトス

不注意

結論

十、結論　前述ノ如ク單床敷設ニ當リテハ豫メ河底ニ存在スル流木ヲ悉ク除去シ然ル後之レヲ沈設スベキモノトス若シ流木上ニ單床ヲ布設シタル時ハ河床洗堀ノ場合河底ト單床トノ間ニ空隙ヲ生ジ單床突出シ流木等ノ衝撃ヲ受ケ大破ノ原因ヲナスベシ猶單床ハ經濟上ノ見地ヨリ當初最小限度ノ幅員ニテ假リニ敷設シ自然ノ要求ニ應ジ沈降ニ從ヒ幅員ヲ增加スルノ方法ヲ採ルヲ得策トス斯クシテ單床幅員ノ實際上ニ不必要ナル部分ヲ節約スルコトヲ得ベシ而シテ單床ハ之レヲ拘束スルト否トニ關セズ其ノ上端ハ低水位以上ニ抽出シテ布設シ河床洗堀シタル場合ニ於ケル單床ノ降下ニ備フベシ出

來得ベクンバ全長一體ニ構成スルヲ原則トシ止ムヲ得ズシテ單床ヲ數區ニ區分スル場合ハ下流單床端ヲシテ上流單床ニテ被覆セシメラルルヤトヲ必要條件トスベシ單床工費ハ熟練ナル勞働者ヲ使役シ製作裝置及ビ工場設備ヲ完全ナラシムル時ハ尚ホ減額シ得ベシ上述ノ如ク試驗工事ハ實用上能ク護岸ノ目的ヲ達シ尚ホ混凝土單床ニ關スル各種ノ調査事項ヲ解決シ一應ノ段落ヲ告ゲタルモノト云フヲ憚ラズ

將來

十一、將來ニ對スル豫想　混凝土單床ハ他ノ護岸工法ニ於ケル如キ各種ノ缺點ヲ除去シ而カモ强度及ビ耐久力ニ富ミ工費亦低廉ニシテ近キ將來ニ於テ其ノ應用世界ニ普及シ護岸工事ノ革新ヲ來スモノト斷言スルニ難カラズ

二　水深大ナル河川ニ於ケル混凝土單床ノ試驗

著者ハ河川改修工事殊ニ水深大ナル河川ノ護岸工ニ屈撓シ易キ混凝土單床ヲ應用シ現今猶繼續施行中ナルモ該工事ニ關スル實驗及ビ經過ハ多少該種ノ土木事業ニ從事スル技術者ニ稗益スル處アルベキヲ信ジ著者ノ得タル資料ヲ左ニ記述スベシ

夕張川ニ於テ試驗的施行シタル混凝土單床工事ハ水深少ク低水時約四尺ニ止マリ其ノ敷設方法ハ前記事中ニ示シタル流シ丸太足場法ニヨリ容易ク作業シ且ツ大部分ニ於テハ當初一度ニ全幅員ヲ敷設セリ而シテ將來河底ノ洗堀ニ備ヘン爲メ低水面以下最深河底ニ達スル全傾斜面ヲ被覆スルニ要スル幅員以外ニ尚前方河底水平部若干尺ヲ被フベキ餘裕ヲ附加セリ

該施行箇所ニ於テハ混凝土單床ニテ被覆セザル法腹ノ上部ハ適當ナル法腹工ヲ用ヒ單床ト同時ニ施工セルモノトス

然ルニ水深大ナル河川ニ混凝土單床ヲ施行スルニ際シテハ前記淺水ノ場合ト全然其ノ事情ヲ異ニシ單床敷設ノ困難著シク增大ス著者ノ知ル範圍ニテハ石狩川ノ如キ低水面以下水深四十尺以上ヲ有シ且ツ缺壞甚シキ彎曲部ノ護岸工法トシテ混凝土單床ヲ應用セルハ恐ラク此レヲ以テ嚆矢トスベク實ニ土木技術者ノ手腕ヲ要スル難事業ノ一ニシテ作業上最モ注意ヲ加ヘザルヲ可ラサルモノトス殊ニ當初試設的方法ヲ用ヒ傾斜面ノ全部ヲ被覆スルニ足ラザル狹少ノ幅員ニ止メ假リニ單床ヲ敷設シタル場合ニ於テ一層然リト

ス

斯ク狹小ナル單床ヲ假リニ敷設シタル時ハ單床下端ノ河底ハ劇烈ナル浚堀作用ヲ受ケ一旦試設シタル單床ガ豫期ノ如ク時トシテ不意ニ且ツ甚大ナル降下ヲ來スコトアルベシ

試設法ノ經濟

試設的方法ヲ用ヒタル時ハ一般ニ單床上端ヨリ上部ノ河岸法腹ハ單床ト同時ニ被覆工事ヲ施行セズ單床ノ自然的降下及ビ之レニ伴フベキ法腹ノ變形ヲ期待シ單床ハ河岸傾斜面ノ中央部分ニ單ニ假置シタルニ止マルノミトス

水深大ナル河川ニ於テハ當初一度ニ最深河底ニ達スルタメニ必要ナル幅員ヲ有スル混凝土單床ヲ敷設スルコトハ深水作業ニ對シ工費ヲ要スルコト多大ナルノミナラズ個處ニヨリ不必要ニ屬スベキ部分ヲ包含シ幾部ノ贅費ヲ免レザルベシ是等ノ理由ニ鑑ミ著者ハ上記試設的方法ヲ採用セリ詳言セバ施行當時適宜ノ部分的幅員ヲ布設スルニ止メ河底浚堀ノ程度ニ從ヒ自然ノ要求ニ應ジ徐々ニ單床ヲ追加補足シ實際的所要幅員ニ達セシムルニアリ

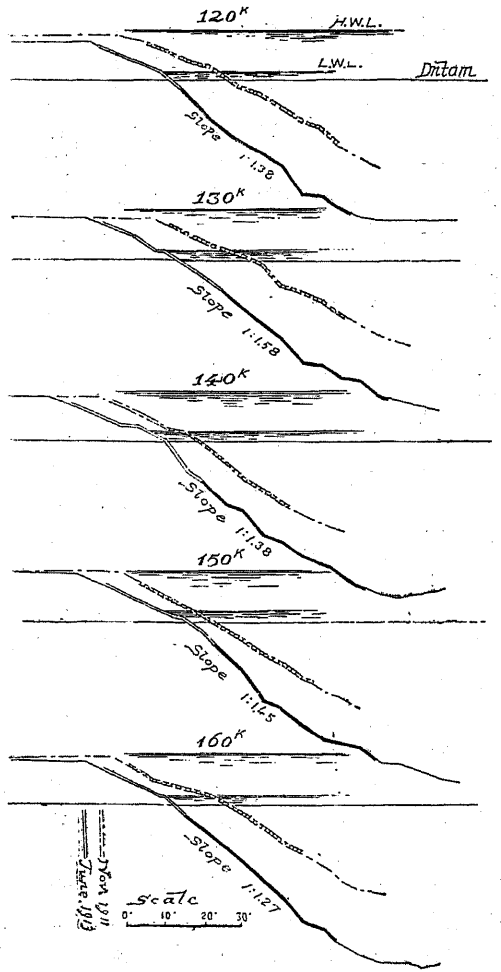
一時ニ敷設シ得ル最大幅

單床敷設ハ其ノ幅員三十六尺迄ハ前記事中ニ示シタル船吊足場法ニヨリ容易ニ作業シ得ベク猶少許ノ改良ヲ施ス時ハ能ク四十五尺ノ範圍マデハ甚シク困難ヲ感ズルコトナクシテ水深大ナル河川ニ敷設スルコトヲ得ベシ

單床敷設後ハ常ニ注意ヲ加ヘ監視ヲ怠ラズ單床降下ニ從ヒ逐次單床上部

第百十九圖

單床沈下横斷面



單床降下ノ程度

ニ幅員ヲ追加補足セザルベカラズ而シテ河底ノ浚堀ニ基キ單床ノ降下スル程度ハ河岸及ビ河底ノ地質ガ粘著性乏シキ細砂ヨリ成リ立ツ箇所ニ於テ殊ニ甚シク時トシテハ一洪水季ニ於テ二十呎ヲ降下シタルコトアリ斯ル構作物ノ劇甚ナル降下ニ際シ時機ヲ失セズ適宜ノ處置ヲ施スハ警戒且ツ機敏ヲ要スル事業ニシテ擔任技術者ノ周到ナル用意ト充分ナル活動ヲ要スルハ想像スルニ餘リアル處ナリ

上圖(第百十九圖)ハ其ノ一例トシ石狩川花畔ニ於ケル混凝土單床敷設後時時ノ變化ヲ測定スル目的ニテ實測ヲナシ其ノ結果ヲ比較シタルモノナリ該工事ノ延長ハ約一哩一ニシテ單床敷設後屢〻洪水ヲ受ケ圖中點線波線及ビ蔭影ニテ示セル如ク河岸河底ニ異動ヲ來タシ單床著シク降下シテ太キ實線ニテ示セル位置ニ到達シタルモノトス

之レ等ノ横斷面圖ニ就キ注意スベキ點ハ敷設後自然作用ニヨリ單床降下シ五十間七十間八十間百二十間百三十間百四十間百五十間及ビ百六十間等ノ箇所ニ於テハ滿足ナル狀態ヲ以テ其ノ下端ガ現時既ニ低水面以下約三十

單床移動表

横斷面位置	單床上端ノ水平移動	單床上端ノ垂直移動	單床下端ノ水平移動	單床下端ノ垂直移動	既設單床ノ平均勾配	摘要
40 間	6.5	3.0	7.3	7.8	1 : 1.25	既設單床平均勾配ハ低水面以下單床下端ニ至ル傾斜而ノ勾配ヲ顯ハシタルモノトス
50 ,,	1.3	1.0	(−)3.2	4.0	1 : 1.15	
60 ,,	0	0.5	0	0.8	1 : 1.40	
70 ,,	(−)1.0	2.2	(−)2.4	2.4	1 : 1.37	
80 ,,	8.3	4.0	2.0	12.0	1 : 1.22	
120 ,,	8.0	12.6	5.2	16.4	1 : 1.53	
130 ,,	12.0	16.9	11.0	18.3	1 : 1.63	
140 ,,	22.4	21.0	22.2	20.3	1 : 1.47	
150 ,,	21.2	18.0	19.2	18.8	1 : 1.53	
160 ,,	17.3	14.6	13.0	22.5	1 : 1.30	

尺ニ降下シ殆ンド終局ノ目的トスル河底最深線附近ニ達シ最大幅員九十三尺ヲ算スルニ至レリ以上ハ現場監督者ノ適當ナル處置ニヨリ單床降下ニ從ヒ順次上端ニ幅員ヲ追加シ直チニ河床ノ浚堀ニ適應セシメタルニ因ルモノナリ

今單床降下ノ狀態ヲ水平及ビ垂直ナル二種ノ移動ニ分チ　測圖上ニテ其ノ距離ヲ測リ調査スルニ水平移動ハ上ノ表ニ示ス正負ノ符號ヲ有スル二種ニ分タルヽヲ見ル卽チ正符ノ移動ハ前方卽チ澪筋ニ向ヒ負號ハ後退卽チ河岸ニ向ヒ移動

シタルモノニシテ單床下端ノ負號ニテ示ス水平移動ハ單床上端ガ拘束セラレタルカ若クハ單床ト河床トノ摩擦ガ單床全幅ヲ滑下セシメントスル自然力ヨリ大ナルカニ基キ此ノ場合單床下部ハ屈曲シ河底浚堀シテ凹地ヲ生ジタル箇所ニ適合シタルモノトス垂直ノ移動ニ關シテハ謂フマデモナク負號即チ上方ニ於ケル運動ナルモノナシ

最深線ノ到達

前圖ノ示ス單床下端ノ最大水平移動ハ百四十間ノ横斷面ニ於テ二十二尺二最大垂直移動ハ百六十間ノ箇所ニ於テ二十二尺五ニ達ス猶横斷面形狀ヲ審査スルニ單床下端ガ前方移動ヲナシタル箇所ニテハ其後退移動ヲナシタル箇所ニ比シ一般ニ河岸ノ勾配緩ナルヲ見ル

上部ノ被覆

斯クシテ單床下端ガ河底ノ最深線附近ニ達スベキ程度マデ移動シタル時ハ該箇所ハ既ニ安定ノ狀態ニ到レルモノト認メテ後未ダ單床ニテ被覆セラレザル河岸法腹上部ハ適宜ノ工法ニヨリ被覆スベキモノトス

石狩川施工地ノ一部ハ先ニ記載シタル三尺方格ニ帶梢ヲ編ミ玉石ヲ塡充シタル搔柵工ヲ施行セリ次ノ第百二十圖ハ施行後三ケ年ヲ經テ柳條ノ繁茂シタル實況ヲ撮影シタルモノナリ

第百二十圖



斯ル工法ニヨリ缺壞甚シキ河岸傾斜面全部ヲ完全ニ防護スルコトヲ得ルモノトス

結論

前述ヨリ得タル結論左ノ如シ

(一) 施行箇所中或横斷面ハ今後少許ノ補足ノミニテ單床自身殆ンド最後ノ到著點ニ達シ得ルコト

(二) 一旦單床ヲ敷設シタル河岸勾配ニ就テハ單床敷設後河底ノ浚堀ヲ受ケ單床下端ガ前方移動ヲナシタル箇所ハ後退移動ヲナシタルモノニ比シ自然的ニ緩勾配ヲ呈シ一般ニ河岸安定ノ度優レリトス是ノ故ニ當初單床ヲ敷設スルニ當リテハ單床ヲ拘束セズ單ニ放任的ニ河岸ニ傾斜

面ニ敷置スルヲ良策トス

(三)單床ハ當初比較的狹小ナル幅員ヲ敷設シ爾後必要ニ應ジ補足ヲ加ヘ次第ニ幅員ヲ增シ自然的安定ノ狀態ニ達セシムルヲ經濟上有利トス斯クシテ當初最深線マデ一度ニ全幅員ヲ敷設スベキ多大ノ費費及ビ困難ヲ避クルヲ得ベシ

(四)河岸法腹ノ上部ハ水面以下ノ護岸工事ガ爾後ノ洗堀ヲ防止シ最早安定ノ狀態ニ達シ法腹上部ノ適當ナル被覆工事ヲ行ヒ以後安全ニ維持セラレ得ルノ見込アル迄ハ單ニ法切ノ儘ニ放任スルヲ良法トス

時トシテ當初單床敷設ト同時ニ法腹上部ニ假設工ヲ施行スルコトアルモ之レハ護岸工完成ニ先ダチ洪水時缺壞甚シク法腹土砂ノ流失多大ナルヲ防グヲ必要トスル場合ニ限ルベシ

(五)水深四十尺ヲ有スル澪筋河岸ニ接近シ河床ハ粘著力乏シキ砂質ヨリ成リ缺壞甚シク曾テ人工ヲ加ヘザル河川ノ護岸工事ニ四十二年式混凝土單床ヲ實施シ容易ニ且ツ相當工費ニテ能ク其ノ目的ヲ達シタリ

三　混凝土單床厚ノ算定

「デュボワー」氏ハ流水ノ洗堀作用卽チ同氏ノ命名セル押轉力(Force déntraine-ment)ニ關スル公式ヲ創定セリ該式ハ學理上ヨリ論究シ其ノ形狀單簡ニシテ押轉力ハ流水面勾配及水深ニ正比例ナルコトヲ指示スルモノナリ其ノ詳細ハ一八七九年發兌(Annale des ponts et chaussees)ニ記載セラレタリ

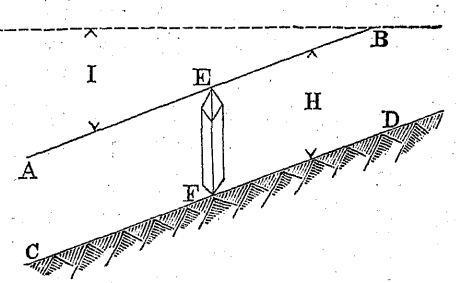
「デュボワー」氏ノ押轉力

左ノ第百二十一圖ニ於テ水面ABハ水平線トIナル角ヲナシ河底CDハ水面ニ平行セルモノト假定シ其ノ水深ヲH「メートル」トシ流水ヲ分解シテ底面一平方メートル高サ水深ト均シキ垂直方柱EFヨリ成ルモノト見做セバ他ニ之レヲ拘束スル原因ナキ限リハ力學ノ原理ニ基キ該方柱ノ加速度ハ理論上IGナルヘシ(Gハ九、八一メートルトス)而シテ之レニ方柱ノ質量ヲ乘ジタルモノハ方柱ノ有スル力量ナリ卽チ

$$F = Mf = \frac{HI \times 1.000 \times G}{G} = 1.000\,IH \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

式中Fハ毎平方「メートル」上ニ於ケル押轉力ヲ「キログラム」ニテ示シタルモノニシテ觀測ニヨリI及ビHヲ定メタル上ハ容易ニ之レヲ計算シ得ベシ

第百二十一圖



今方柱EFハ圖ニ示ス位置ヲ占ムル前既ニUナル速力ヲ有シ尙流過中別ニ其ノ速度ヲ變ゼザルモノトセバ(1)式ニテ示スFナル力ハ表面ニ接觸スル空氣ノ抵抗、斷面積及ビ其ノ形狀ノ變化其ノ他水分子中ニ起ル多少ノ抵抗ヲ除キ大部分ハ河底ヲ構成スル物料ノ抵抗ニ訴ヘテ之レヲ消費セシムルノ外ナシ河幅廣濶水深豐富ナル大河ニ於ケル多クノ場合ニ於テハFニ對スル抵抗ハ殆ンド皆河底物料ノ動作ニ委セザルベカラズ

卽チ押轉力ハ河底ニ存在スル物料ヲ洗堀押轉セントシ河底ノ物料ハ自體ノ惰性ニヨリテ此ノ押轉力ニ抵抗シ其ノ力Fニ勝ツトキハ能ク其ノ位置ヲ保持スト雖モ然ラザレバ遂ニ轉輾移動セラルヽヲ免レズ自然ノ狀態ニ於ケル河底ノ物料ハ多種多樣ニシテ固有ノ抵抗力ヲ精細ニ計算スルコトハ頗ル難事タルヲ免レズト雖モ人爲的ニ護岸工事ヲ施スガ如キ場合ニ於テハ假リニ均一ナル材料ヲ河底ニ平等ニ配置スルモノト見做シ得ルガ故ニ實際ニ現在スル河底ノ如ク各個沈澱物ノ大サ形狀、比重、分布、其ノ表面ノ精粗混合ノ狀態等不規則ナル條件ヲ顧慮セズシテ理論上ノ結論ヲ得ルコト難カラズ

今eヲ以テ河底面ヲ被覆スル物料卽チ單床ノ均一ナル厚ヲ示シ押轉力ニ對抗シ河底ヲ轉輾若クハ滑動セズシテ正ニ平衡狀態ノ限度ニ存スルモノト假定センカ滑動ニ對シテハ應用力學ノ原理ニ依リ

$$e=\frac{1.000H.I.}{1.0\times(r-1)\tan a}=\frac{HI}{(r-1)\tan a}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots(11)$$

トナルベシ

式中1.000H.I.ハ押轉力ヲ示シaハ河底被覆物料ノ比重ニシテaハ上記被覆物料ト河底トノ間ニ於ケル止動角ヲ示シtanaハ普通〇、七五乃至〇、二トス

混凝土單床ハ全長一體ニ構成シ其ノ上端ハ固ク拘束セラレ得ルガ故ニ轉覆セラルヽ憂ナキヲ以テ轉動ノ場合ヲ攻究スルノ要ナシaハ設計上其ノ數値ヲ決定セラレaハ實驗又ハ推定上之レヲ決定シ得ベシ而シテFナル押轉力ヲ計算センニハH及ビIヲ測定セザルベカラズH ハ單床ヲ沈敷スベキ箇所

ノ水深ニシテ容易ニ實測シ得ルモIナル水面勾配ハ上下流遠距離ニ設置シタル量水標ノ水位ノ差ヨリ算出セル平均價値ヲ以テ滿足スベキニ非ズシテ單床敷設箇所ノ局部ニ於ケルモノナルコトヲ要シ此ノ局部的水面勾配ト平均水面勾配トノ間ニハ世人ノ豫想ニ反シ著シキ差異アリテ前者ハ後者ニ比シ其ノ測定頗ル困難ナルモノトス其ノ詳細ハ後節更ニ記述スベシ

自記測斜臺船

四　局部的水面勾配ノ測定

流速極メテ緩漫ナル河流ノ上下流約三十尺間ニ於ケル局部水面勾配ヲ測定センコトハ「フックゲージ」「ブリサイズレベル」等正確ナル器械ヲ用ユルモ極メテ精密ニ其ノ數値ヲ決定スルコト至難ナリ何トナレバ水面落差僅少ナルガ故ニ殊ニ其ノ落差ヲ擴大シテ觀測シ易カラシムル手段ヲ講ズルニ非ザレバ直チニ器械的實測ヲ行フモ其ノ得數ハ誤謬ヲ免レ難キガ故ナリ著者ハ最モ精密ニ局部的ノ勾配ヲ測定スルノ目的ヲ達セン爲メ自記測斜臺船ヲ案出セリ其ノ主要ナル構造ハ長約四十尺ノ臺船ノ中央ニ高十五尺ノ支柱ヲ建テ其ノ頂點ヨリ鐵線ニテ約五百封度ノ錘重ヲ懸垂シ之レニ自記裝置ヲ附屬シタルモノニシテ自記裝置ハ圖ニ示ス如ク垂直軸ヲ中心トセル自動回轉圓筒A及ビ水平軸Bニ取リ付ケタルAB及ビBCノ臂ヲ有スル直角曲柄桿ノABノ端ニ挿入セル「ペン」Aヲ有シBC臂ノ端ニ穿チタルCナル孔ニCDナル接續桿ノ一端ヲ緊結シCDノ一端ハ錘重上ノ鐵線Dニ接續セシメ斯ク錘重ト自記裝置トヲ連絡ス圓筒ノ周圍ニハ觀測用紙ヲ纏付シ「ペン」先ヲ輕ク壓シ附ケ圓筒ハ其內部ニ時計仕掛ヲ有シ垂直軸ヲ中心トシ一時間二一回轉シ圓筒上水平一「センチメーター」ノ回轉ハ一分時間ニ相當ス觀測用紙ハ一定間隔ニ多數ノ水平線ヲ橫ニ又「ペン」先ノ運動ニ相當セル多數ノ曲線ヲ竪ニ記入シアルモノトス

今測斜臺船ヲ準備シ自記裝置ヲ整齊シテ之レヲ靜水面上ニ浮泛セシムル時ハ「ペン」先ハ圓筒周圍ニ纏付セル觀測用紙ノ中心水平線ヲ指示シ連續セル水平線ヲ畫クニ止マルベシ若シ浮泛箇處ノ水面傾斜セバ臺船モ亦均シク傾斜シテ臺船上ニ固結セル自記裝置ト錘重トノ相互位置ヲ變ジD點ノ移動ヲC點ニ傳ヘ曲柄桿ヲ動カシ「ペン」ハ圓筒面上ニ於ケル中心水平線ヨリ上下ス

水面傾斜擴大ノ二因子

即チABトBCノ臂長ノ比ニ準ジD點ノ移動ヲ擴大シテ之レヲ紙面ニ投寫スベシ圖中ABノ長ハBC長ノ六倍ニ相當セリ

斯ク眞水面傾斜ノ擴大ニ關シテハ二個ノ因子アルモノトス即チ(一)錘重線ノ長(支柱頂點ヨリD點迄ノ長)即チ支柱ノ高ヲ增加セシムルコトニ依リD點ノ移動ヲ增大スルコトヲ得(二)「ベン」ヲ附シタル臂ノ長ト之レト直角ナル臂ノ長BCトノ比ヲ增加セシムルコトニ依リ「ベン」ノ運動ヲ增大スルコトヲ得

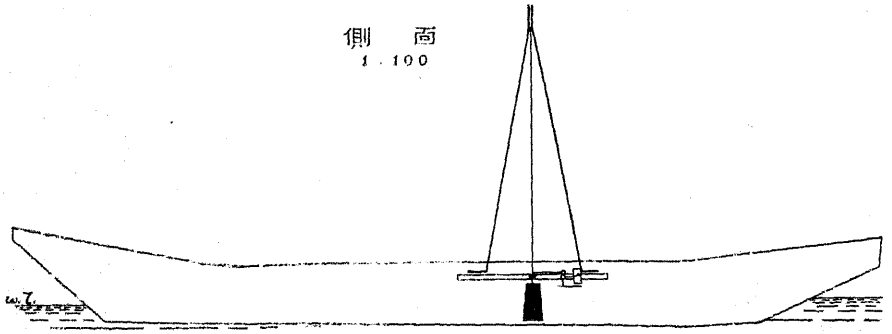
實測ハ無風靜穩ナル日ヲ選ビ流水中ニ測斜臺船ヲ放流シ適當ナル方向ヲ保タシムル時ハ船ノ通過セル各箇所ニ相當セル時間ニ水面傾斜ヲ自動記入シテ各箇處ノ水面勾配ヲ測定スルコトヲ得ルモノトス

五　測斜臺船ヲ使用シ測定シタル結果(局部的水面勾配ト平均水面勾配トノ差)

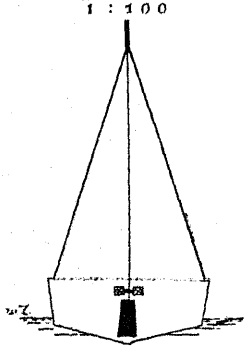
前記測斜臺船ヲ用ヒテ河流ノ局部的水面勾配ヲ實測セルニ其ノ結果ハ之レヲ該實測箇所ヨリ上下流遠距離ニ設置シタル量水標ニテ水面ヲ觀測シ其ノ水位差ニ基キテ平均水面勾配ヲ算定セルモノト比較スルニ著シキ差違ア

第百二十二圖

側面
1：100



橫斷面
1：100



自記裝置之細部
1：4

ルコトヲ發見シタリ例ヘバ千九百十一年十一月石狩川出水時ニ於ケル平均及ビ局部的水面勾配ノ割合ハ甚シキニ至リテハ一對八ヲ示シタリ

左ニ兩者ノ結果ヲ比較スルニ

石狩川ノ實測

千九百十一年十一月同時水面勾配	花畔ビドイ間平均水面勾配兩所共リシヤール自記觀潮器ニテ水位ヲ觀測シタルモノ	一萬八百六十五分ノ一	五分ノ一
花畔ニテ局部水面勾配ヲ一トシテ平均水面勾配トノ比較	花畔ニテ自記測斜臺船ヲ用ヒ實測シタル局部水面勾配	二千百六分ノ一	一
	石狩花畔間平均水面勾配兩所共リシヤール自記觀潮器ニテ水位ヲ觀測シタル	一萬五千九百九十八分ノ一	八分ノ一

但シビドイ石狩間平均水面勾配ハ一萬二千九百分ノ一ニ相當セリ

花畔ニ於ケル本川水深丑ハ十四「メートル」ニシテ前記第一式ニテ押轉力Fヲ計算スルニ六、六「キログラム」ニ當リ河床ト單床トノ摩擦系數ヲ〇、五單床ノ比重ヲ二、五ト見做セバ第二式ニヨリ局部的水面勾配ニ對スル單床厚eハ八、九「ミリメートル」ヲ得局部的水面勾配ヲ用ヒ第二式ニヨリ算出シタル單床厚ハ平均水面勾配ヲ用ヒ算出シタルモノニ比シ約八倍大ニ相當セリ斯クノ如ク兩者ノ差違著シキガ故ニ如何ナル場合ニテモ單床ノ厚ヲ計算スルニ當リ

テハ施行箇所ノ局部的最大水面勾配ヲ測リテ之レヲ基礎トスルノ必要アルモノトス

六　混凝土單床ノ適當ナル幅員ノ決定

施行箇所ニ適應セル混凝土單床ノ幅員ヲ決定スルニ二法アリ

第一法「當初試設的ニ最小幅員ヲ敷設スルコト」先ヅ施行箇所ノ狀況ヲ觀察シテ最小幅員ト思量スベキ程度ノ單床ヲ假リニ敷設スル時ハ施行後流水ノ洗堀作用ヲ受ケ殊ニ單床ノ幅員乏シキガ故ニ其ノ前方ノ河床ガ局部ニ於テ甚ダシク洗堀セラレ又ハ澪筋ガ河岸ニ接近シテ多クノ場合ハ一時ニ單床全長ニ及スコトナキモ單床ハ部分的ニ沈降スベシ若シ(一)當初單床上部ヲ拘束シアル場合ニハ澪筋ガ河岸ニ接近スルカ又ハ局部的洗堀ノタメニ傾斜著シク急峻トナルニ從ヒ單床ハ懸垂狀態ヲ呈シ竟ニ河岸ノ安定狀態ヲ破ルベク(二)單床ヲ拘束セズ單ニ放任狀態ニ敷設シタル場合ニハ單床前面ノ河床洗堀セラレテ急勾配ヲ呈スルニ當リ單床ノ滑動ヲ惹起スベシ二者孰レノ場合ニテモ斯ル狀態ヲ示シタル時ハ單床幅員ノ不足ナルヲ證セルモノナルガ故ニ

試設後ノ狀態

逐次補足ヲ加ヘ最早其ノ沈降又ハ河床不安定ノ虞レナキ程度迄ニ單床幅員ヲ增加スルヲ要スルモノトス斯クシテ出來得ルダケ結局ニ於テ不必要ナルベキ單床幅員ヲ當初ヨリ敷設スルコトヲ避ケ單ニ自然ノ要求ニ應ジ實際的ニ所要ノ幅員ヲ徐々ニ敷設スルニ止メ無益ナル單床ノ幅員ニ對シ贅費ヲ拂フコトヲ避クルヲ以テ該法ノ眼目トス

該方法ハ最モ經濟的ナリ而カモ敷設後絕ヘズ單床ノ變形沈降等ヲ監視スルヲ要スル煩累アリト雖モ當初ノ假設後數回ノ洪水ヲ經過スルマデ繼續的ニ注意ヲ怠ラズ時々實測ヲ行ヒ其ノ異動等ヲ調査シ變化ノ趨勢ヲ研究セバ技術上寧ロ趣味アル問題ナルベシ

當初假ニ敷設シタル單床ノ幅員ヲ增加スルニ際シ單床上端ヲ拘束シタル場合ニハ必要箇所ノ既設單床前面ニ沿ヒ更ニ單床ヲ沈下スルカ又ハ單床上端ノ拘束ヲ解キ單床自身急傾斜面ヲ滑下セシメテ更ニ其ノ上端ニ單床幅員ヲ補足スルカノ二法アリ又當初單床ヲ拘束セザル場合ニ於テ當初ノ假設後單床ガ自然ニ滑下シタル時ハ所要ノ幅員ヲ單床上端ニ接續シ補足セシム斯

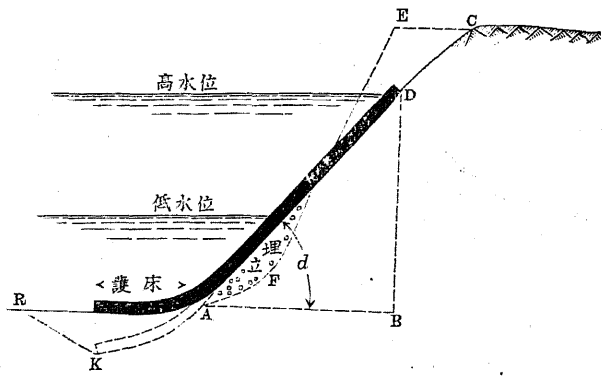
クシテ最早單床降下ノ虞レナキ時ニ至リ單床上部ノ法腹工事ハ各箇所ニ應ジ適當ナル工法ヲ選ビ施行スベキモノトス

假設單床ノ上端ヲ拘束シタル場合及ビ何等ノ拘束ヲ加ヘズ單ニ放任的ニ布置シタル場合ニ於テ敷設後河床及ビ河岸傾斜面ニ甚ダシキ洗堀作用ヲ受ケタル狀況ハ前述混凝土單床試驗工事ニテ實驗シタルガ如シ

第二法「三角形弦長ヲ適用スル方法」　第一法ニ反シ當初直チニ單床全幅ヲ敷設スルモノニシテ此ノ方法ハ當初ニ河岸傾斜面ヲ充分被覆シ爾後ニ於ケル河床ノ異動少ク第一法ニ比スレバ遙ニ安全ニシテ敷設後ニ注意ヲ要スルコト少ク單床變形滑動等永續的觀測ヲ要セザルコト多キモ前述ノ如ク多數ノ場合ニ最經濟的方法ナリト稱シ難シ而シテ所要ノ單床幅員ヲ決定スルニハ左記ノ假定及ビ考慮ニ據ルベキモノトス

先以テ施工箇所ノ河岸ノ土質ヲ調査シ各土質ニ對シ止動角ヲ決定スベシ但シ該止動角ハ從來ノ實驗ニ於テ知ラレタルモノヲ基礎トシテ之レヲ假定スルコトヲ得ベシ

第百二十三圖



(A)　左圖(第百二十三圖)ノRAFEC線ハ缺壞箇所ノ河岸傾斜面ニシテ其ノ水平ト作レル角度ハ當該土質ニ相當スル假定ノ止動角ヨリ大ナルヲ普通トスDハ單床ニテ被覆スベキ上端トシAハ在來河岸傾斜面ノ下端トセバ先ヅ河岸ヲ圖中ADC線ニテ示ス如ク止動角dニ均シキ傾斜面ニ法切ヲ行ハザルベカラズ然ルトキハ直角三角形ABDニ於テBD長ハD點以下該箇處澪筋ノ水深ニ均シクAB長ハBDtanニシテ所要ノ單床全幅ハ敷設後河底洗堀ノ虞ナキ限リハAD線ノ長サトス然レドモ既ニ夕張川試驗工事ニテ實驗シタル如ク多クハ單床施行後其ノ前面ニ於テ河床ノ洗堀ヲ生ジ河岸及ビ護岸工ニ危害ヲ及ボスベキガ故ニ相當豫防工事

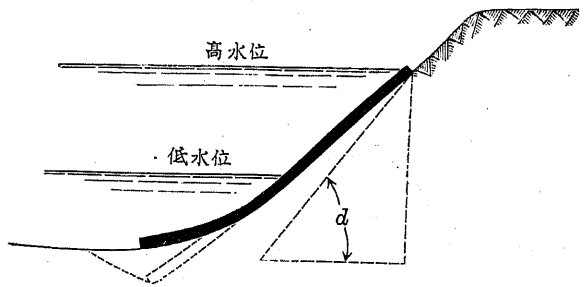
單床幅ノ餘裕

ヲ必要トス卽チ河岸脚下ニ餘裕ノ單床ヲ存シテ犬走リノ如ク護床ヲ加ヘ河床洗堀スル時ハ該部分ハ洗降シ圖中AKノ如ク新河床ヲ被覆スベシ斯クシテ上部河岸ノ崩落及ビ單床ノ變形ヲ防ギ全工事ノ安全ヲ保タシム該護床ノ幅員ハ實地ノ狀況ニ應ジ相當程度ニ定ムベキモノナレドモ而カモ施行箇所附近ノ澪筋ヲ調査シ急劇ニ水深ノ最大ナル凹處ヲ見出シ得ル時ハ該水深ハ施行箇所前面ニ於テ將來河底洗堀ヲ來スベキ程度ト見做シ大差ナキモノトス

護床幅員ハ土地ノ狀況ニヨリ一定セザルモ普通少クモ三尺乃至六尺ヲ必要トス

以上三角形弦長ニ護床幅員ヲ加ヘ永久安定狀態ヲ保スベキ單床全幅ヲ決定スルコトヲ得又河岸土地ノ止動角ハ特別ノ場合ヲ除ク外左記ノ標準ニ則リ採擇スルヲ妨ゲズ

第百二十四圖



假定止動角

土質	勾配 水平距離	勾配 垂直高
礫	一、一	一、五乃至一、五
砂	二、一	三、一
粘土	〇、五一	一、五一
普通土壤	一、一	二、一

若シ河岸ノ現在傾斜ガ上圖ノ如ク假定ノ止動角ヨリ小ナル緩勾配ヲ有スル箇處アラバ別ニ河岸傾斜面ヲ加工セズ直チニ單床ヲ敷設スルヲ得策トス單床全幅ハ前記ト均シク三角形弦長ニ猶護床ノ幅員ヲ加ヘタルモノトシ敷設後河底洗堀ヲ生ジタル時ハ圖中點線ニテ示ス如キ形狀ヲ呈スベシ

七　護岸工事ノ安全率決定ノ困難

著者ノ知ル範圍ニ於テハ護岸工設計ニ關スル安全率ニ對シテハ橋梁又ハ屋蓋等ノ桁若クハ構桁ノ建築物ニ於ケル如ク一ノ定則ヲ存セズ

其ノ原因ハ少クモ(一)河川工事ノ構造物上ニ襲來スル諸種ノ破壞力ハ容易ニ解折的決定ヲナシ難キト(二)同時ニ之レ等破壞力ニ對スル抵抗力ヲ算定ス

ルコトノ困難ナル事實トニ歸因セズンバアラズ畢竟橋梁等ノ如キ建築物ニ於テハ列車通過其他ノ活重等ニ歸因スル外力ハ數學的ニ之レヲ算定スルコトヲ得從ツテ之レニ對スル構造物各部ノ抵抗力亦殆ンド明確ニ算定シ得ルモノナルモ護岸工ノ場合ニ於テハ全然其ノ事情ヲ異ニスルモノトス

八　實地法則

有名ナル先輩ノ指示セル實地法則

前節ノ理由ニヨリ護岸工事ハ實ニ實驗式ト云ハンヨリ寧ロ老練ナル專門家ガ採用セル標準ニ則リ設計スルヲ普通トス而シテ該等專門家ノ創設シタル法則ハ當初各種狀態ノ下ニ試驗的ニ實施セル各工法ノ成績ヲ斟酌シ專ラ實驗上ノ知識ヲ基トセルモノニシテ恐ラクハ單ニ原形ヲ維持セル構造物ハ正當ニ設計セラレタルモノト見做シタルモノナルベク有名ナル先輩「シユメール」氏ハ河川工事ニ施行スル粗朶工ニ關シ左ノ實地法則ヲ設定シタリ

「シユメール」氏ノ法則

水深小ナル箇所ニ於ケル粗朶工容積一立米突ニ對シ沈石ハ〇、五立米突

水深大ナル箇所ニ於ケル粗朶工容積一立米突ニ對シ沈石ハ〇、三乃至〇、三八立米突ヲ使用ス可シ

以上實地法則ノ當否ニ關シテハ格別研究セズシテ廣ク襲用セラルヽガ如シ

著者ハ學理及ビ實驗上ノ見地ヨリ此ノ問題ヲ研究センコト欲シ單ニ其ノ提案ニ係ル混凝土單床ノ厚ヲ決定スルニ必要ナル原理ヲ考究スルノミナラズ出來得ベクバ石狩川ニ施行セル單床工ニ就キ安全率ノ眞價値卽チ該構造物ノ强度內ニ於テ果シテ幾何ノ安全率ヲ有スルカヲ見出サンコトヲ努メタリ

九　護岸工設計上安全率ニ關スル理論的ノ考究

先ニ說明セル如ク河川ノ平均水面勾配ト局部的水面勾配トノ差違ハ著大ニシテ卽チ單床厚ヲ算定スベキ $e=\frac{HI}{(r-1)bana}$ ……(2) 式中Iナル水面勾配ハ兩者ノ間ニ八倍ノ差アルガ故ニ他ノ數値變化セザル限リハ算定シタル單床厚亦後段ノ場合ニハ前段ノ場合ノ八倍ナルベク從ツテ前段ノ場合ニ對シテ計算シ得タル安全率ハ後段ノ場合ニ於テハ八分ノ一ニ減ジ實例上其ノ差著シク猶洪水時ニハ益〻其ノ間隔ヲ大ナラシムベキヲ以テ次期ノ洪水時ニ於テ更ニ自記測斜臺船ヲ用ヒ實測ヲ遂ゲ左記ノ結果ヲ得タリ

觀測時日					
千九百十二年四月十三日午後四時二十五分	河口花畔間平均水面勾配兩所共リシヤール自記觀潮器ニテ水位觀測	一五、〇八四分ノ一	河口花畔間平均水面勾配ト花畔局部水面勾配トノ比	二〇分ノ一	自記測斜臺船ニテ實測セル花畔局部水面勾配	七六一分ノ一	花畔ビドイ間平均水面勾配兩所共リシヤール自記觀潮器ニテ水位觀測	一一、六四二分ノ一	花畔ビドイ間平均水面勾配ト花畔局部水面勾配トノ比	一五分ノ一
同二十八日午前八時四分	八、九六五分ノ一		一三分ノ一		六七九分ノ一		八、二一一分ノ一		一二分ノ一	
同午前十時五十四分	八、六八七分ノ一		一四分ノ一		六七九分ノ一		八、一〇九分ノ一		一二分ノ一	

上記實測ノ範圍ニ於テ第二式ヲ用ヒ決定セル單床厚ニ對スル安全率ハIノ數値ニ局部的水面勾配ヲ適用セルモノハ平均水面勾配ヲ用ヒタルモノヽ、二十分ノ一ニ低減セルヲ見ル故ニ單床厚ヲ算定スルニ當リテハ常ニ兩者ノ水面勾配ヲ測定シ其ノ結果ヲ比較スルコトヲ要ス換言セバ局部的水面勾配ヲ看過スベカラズ

石狩川護岸工事ニ實施シタル混凝土單床厚ハ一二一「ミリメートル」及ビ一五一「ミリメートル」ニシテ第二式中實測セル最大ノ局部的水面勾配六百七十九分ノ一ヲ適用シ算定セル單床厚ハ二七、五「ミリメートル」ヲ得故ニ該工事ノ安全率ハ其ノ水面勾配ニ對シテ四、四及ビ五、五ニ當ル今算定上ノ各數値ヲ擧グレバ

安全率ノ數値

實測セル澪筋水深丑ハ十四「メートル」

水面勾配Iハ測斜臺船ニテ觀測セル最大六百七十九分ノ一

單床ノ比重ハ二、五

單床ト河床トノ摩擦系數 $\tan\alpha$ ヲ〇、五ト假定ス

以上ノ數値ヲ用ヒ $e=\frac{H.I}{(r-1)\tan\alpha}$ ニ依リテ算定セバ e ハ、〇二七五「メートル」即チ二七、五「ミリメートル」ヲ得即チ安全率ハ 121/27.5 = 4.4 及ビ 151/27.5 = 5.5 トス

第三節　河川改修工事

河川改修工事ハ依テ以テ航運ノ便ヲ開キ河川利用ノ最終ノ目的ヲ達スル所以ナルヲ以テ興益上ヨリ見タル治水事業ノ最モ重要ナル部分ヲ占ムルハ勿論ニシテ多クノ點ニ於テハ又併セテ除害ノ目的ニ斜フヲ常トス此ノ書ニ於テ改修ト稱スルハ運河ノ開鑿及ビ河川ヲ運河ニ改造(Canalization)スルノ工

事ヲ含マズ

改修ノ區域

河川改修ノ區域

河川改修ノ區域ハ通例河口ヨリ山間部ノ下端ニ至ルマデトス是レ荒廢溪川山性溪川及ビ山間部ニ於ケル河川ハ改修工事ニヨリ之レヲ航行ニ利用スルコト困難ナルヲ以テ斯ル區域ニ航運ヲ開クノ必要アル場合ニハ本川ノ外ニ別ニ運河ヲ開設スルカ又ハ之レヲ運河ニ改造スルヲ普通トスレバナリ

標準水位

一　河川改修工事ノ目的トスル水位

河川改修工事ハ依テ以テ水運ヲ開ク所以ナルガ故ニ其ノ利用シ得ベキ日數ヲ成ルベク多カラシムルタメニハ平水以下ノ水位ニ於テ充分其ノ用ヲ爲サヾル可ラズ卽チ河川ノ平水量及ビ渴水量ヲ以テ計畫ノ標準トセザル可ラズ

航行ノ要求

二　河川航行ニ必要ナル要求

河川改修工事ハ其ノ河川ニ與ヘラレタル平水又ハ渴水量ヲ利用シテ航行ニ適セシムル所以ナルヲ以テ平水又ハ渴水位ニ際シテモ猶能ク左ノ要求ヲ充タサヾル可ラズ

(一)河流ノ速度ヲシテ航行ニ適スル範圍內ニアラシムルコト

(二)水深ヲシテ通航スベキ船ノ吃水以上タラシムルコト

(三)航行ニ適スル水面幅ヲ船ノ行違ヒニ際シテ支障ナカラシムルコト

(四)流路ノ彎曲ヲシテ蒸氣曳船ノ操縱上危險ナカラシムルノ程度ニ止ムルコト

(五)河流斷面積ノ狹窄程度ヲシテ船ノ進行ニ對シ多大ノ抵抗ヲ與ヘザル範圍ニ止メシムルコト

(六)曳船ニ對シテハ船曳道ヲ沿岸ニ造ルノ餘地ヲ存スルコト

(七)航行杜絕ノ不便ヲ來スコトナカラシムルタメ河中ニ施行スル工事ハ大速成スルカ又ハ航行ノ休止ヲ要セザル方法ヲ取ルコト

(八)河川工事ノ構造ヲシテ汽船ノ通航ノタメニ生ズル波浪ニ對スルニ足ル抵抗力ヲ有セシムルコト

(九)適當ノ方法ニ依リ航路ノ指導ヲ完全ナラシムルコト

(十)航行ヲ遲延セシメ又ハ危險ナラシムルノ動機トナルベキ河中ノ施設ヲ撤去スルコト

今如何ニシテ此等航行ノタメニ必要ナル條件ヲ充タシメ得ルヤヲ考究セントス

流速ノ限度

(一)急流ハ下航ニ便ナルガ如キモ船ノ操縱上ニ於ケル危險ヲ避クルタメニハ自ラ流速ノ限度ナカル可ラス上航ニ於テハ蒸汽船ノ力ニ限リアルガ故ニ此ノ場合ニ亦流速ニ制限アリ一般ニ毎秒時約二米ヲ以テ實際上ノ制限トスルモノヽ如シ

吃水ノ深

(二)船ノ吃水ハ一般ニ船ノ大小ニヨリ異ナルコト勿論ナルヲ以テ下流ノ部分ニ於テハ大船ヲ航行シ得ルニ關ハラズ上流ニ赴クニ從ヒ水深ノ減少ト共ニ船ノ大サヲ縮少スルコト亦止ムヲ得ザル次第ナリ歐洲ニ於テハ「ライン」及ビ「エルベ」河ノ最上流ニ於ケル航路ノ最小水深ハ順次ニ二米及ビ、九三米トス我國利根川及ビ石狩川ヲ航行スル最小汽船(曳船)ノ吃水ハ、六米トス吃水ノ深サ以外ニ少クモ・二米以上ノ餘裕ヲ有スル水深ヲ要スルコトハ航行

ノ安全及ビ河底ノ維持上當然ニシテ一面船ノ進行ニ對スル抵抗力ヲ輕減セシムルノ點ニ於テモ亦必要ナル要求ナリ

(三)單船航行ノ場合ニハ上下航二艘ノ中間ニ一艘及ビ兩岸ニ對シ各一艘ノ船幅ニ等シキ間隔ヲ存スルヲ以テ支障ナキモノトス例セバ「ドナウ」河ノ中流ニ於テ此ノ比例ヲ有スル水路ニ於テハ大形ノ曳船連繫ノ場合ニモ其ノ航路彎曲ノ半徑ガ千三百米ヲ下ラザルトキハ操縱上不便ナキガ如シ

「ルードウイツク、フランチウス」ノ云フ所ニヨレバ單航ノ場合ニハ各水位ニ應ジ左記ノ如キ幅員ヲ要シ曳船ノ場合ニハ尚多クヲ要スベシトセリ

水深(米)	一、二	一、五	二、〇	二、五	三、〇
河底幅(米)	三六、〇	四〇、〇	四〇、〇	五〇、〇	六〇、〇

實例トシテハ「ライン」河ノ大曳船ニ對シテ三十米ノ河幅ヲ要求シ「エルベ」河ハ「ドレスデン」ニ於テ四十米ヲ「ドナウ」河ニ於ケル多數ノ淺瀨ノ上ニ開設セラレタル新水路ハ六十米「ビンゲン」下流「ライン」河ノ岩石ノ部分ニ於テハ九十米其ノ尚下流ニテハ百二十米又「センゴール」ノ下流ニ至リテハ百五十米

半徑ノ制限

船ニ對スル抵抗力

ヲ備ヘリト云フ

(四) 航路ノ彎曲ノ度ニ對シテハ通例二百米ヲ以テ最小半徑トスト雖モ曳船連繫ノ場合ニハ尚相當ノ緩和ヲ要スベシ

其ノ長サ百尺以内ノ蒸汽船ニアリテハ四艘ノ曳船ヲ連繫シテ半徑百六十幅員四十米ノ曲線流路ニ於テ操縦上支障ヲ來サヾルモノヽ如シ此ノ場合ハ素ヨリ操縦上ノ熟練ヲ要スルコト論ナシ「ドナウ」ニ於テハ幅員一九、五米ノ曳船ノ行違ヒニ對シ六十米ノ河幅ヲ與ヘ半徑千三百米ヲ下ラザル彎曲ニ於テ航行上ノ支障ヲ來サヾルガ如シ

(五) 運河ニ於ケル航行ニ對スル抵抗ハ與ヘラレタル大サヲ有スル船ニ就テハ河流横斷面及ビ航行速度ノ大小ニ應ジ異ナルコト從來屢〻行ハレタル試驗ノ結果ニ徵シテ明カナリ卽チ速力ノ增加及ビ横斷面積ノ縮少ニ伴ヒ牽引力ヲ要スルコト多キガ故ニ舟行ノ便宜上ヨリ之レヲ見ルトキハ無論低水航路横斷面積ノ成ルベク大ナルヲ希望スルコト當然ナリト雖モ既ニ水深ニ對シ船ノ吃水以上ニ若干ノ餘裕ヲ與ヘ河幅亦航行上ノ操縦ニ支障ナキ程度ニ定メラレタル以上ハ斯ノ如クシテ與ヘラレタル横斷面積以上ニ尚其ノ面積ヲ增大シテ航行ニ對スル抵抗力ヲ減ズルノ必要ナキヲ普通トス

船曳道

航行ノ杜絕

作工物ノ强度

(六) 自航原動力ヲ有セザル船ハ多ク陸上ヨリ牽引シテ之レヲ運轉スルヲ便トスルガ故ニ河岸ニ沿フテ洪水ニ際シ浸水セザル位置ニ一貫シタル曳船道ヲ造ルノ餘地ヲ存スルノ計畫ヲ以テ低水航路ノ横斷面ヲ設計セザル可ラズ索條運轉及ビ鐵鎖操縦等ノ施設ニ對シテ亦豫メ相當ノ考慮ヲ要ス

(七) 航行ノ杜絕ハ航行ノ經濟上ニ對シ大打撃タルノミナラズ杜絕期間長キカ又ハ頻發スルトキハ航行者ノ信用ヲ失墜シ終ニ航行事業其ノ者ノ廢頽ヲ招クノ動機トナルベキガ故ニ河中ニ於ケル工事ノ施行ハ成ルベク低水航路ヲ阻碍セザル工法ヲ採リ爲メニ工費ノ增額スルコトアルモ之ニ甘ンズルコトナシトセズ

(八) 低水航路ノ河岸又ハ河底ニ施設セル作工物ヲ通行船ノ最急速度ニ因リ生ズル波浪ノ破壞的作用ニ充分抵抗シ得ル樣設計シ航路開通後ニ於テ此等

作工物ノ破壊又ハ修繕ノタメニ航路ニ支障ヲ來スコト勿ラシムルヲ要ス

航路標識

(九)航路以外ノ水面廣潤ナルカ又ハ水中ニ潛頭スル作工物アルトキハ特ニ正當ナル航路ヲ指示シテ船ノ操縦上ニ於ケル危險ヲ防遏スルタメ適當ナル航路標識ヲ設クルカ又ハ豫テ完全ナル水路圖ヲ調製シ必要ニ應ジ修正ヲ加ヘタルモノヲ各航路者ニ配布シ置キ同時ニ河岸ニ沿ヒ適宜ノ距離毎ニ通過地點ノ位置ヲ船上ヨリ判斷シ得ルニ足ルベキ顯著ナル町杭標ノ如キモノヲ建設シ水路ニ於ケル異動ハ之ヲ發見スルニ應ジ遲滯ナク報告セシメテ水路圖亦報告受領後迅速ニ之ヲ更正スルノ方法ヲ勵行スルヲ要ス

障害物ノ除却

(十)甚シク河中ニ突出スル工作物低キ橋梁、間隔ノ狹キ橋脚及ビ船通シ開閉ノ敏速ナラザル船橋及ビ木材ノ止メ網場等ハ航行ノ支障トナルコト多キガ故ニ成ルベク之レヲ撤去スルヲ要ス

改修工事ノ種類

三　河川改修ノタメニ施行スル工事ノ種類

航行ヲ便ズルタメニ施行スル所謂改修工事ハ多クハ河川自體ノ保護、土地ノ改良又ハ保護等ノタメニスル工事ト矛盾スルコトナクシテ寧ロ相一致スルモノナルガ故ニ其ノ工法亦多クハ同一ナリ今河川改修工事ノ種類ヲ其ノ目的ニ從ヒ列擧スレバ左ノ如シ

(一)平面ニ於ケル河狀ヲ整正スル工事
(二)水面ノ勾配ヲ平均セシムル工事
(三)河底ノ縱斷勾配ヲ整正スル工事
(四)水深ヲ增加セシムル工事
(五)河岸ヲ保護スル工事
(六)河流ノ散逸ヲ防グ工事
(七)側流ヲ遮斷スル工事
(八)河流ヲ馴導スル工事
(九)河川ヲ運河ニ改造スル工事

模範的自然狀態ノ保存

(一)原始的河川ハ多クノ部分ニ於テ其河川ニ固有ナル蜿蜒迂曲セル流路ニ因リ自ラ能ク其ノ彎曲部及ビ轉向點ニ於ケル自然的水深ヲ維持スルモノナルコト既ニ第一篇第二章及ビ三章ニ詳述セル如シ故ニ幾分ノ適當ナル加

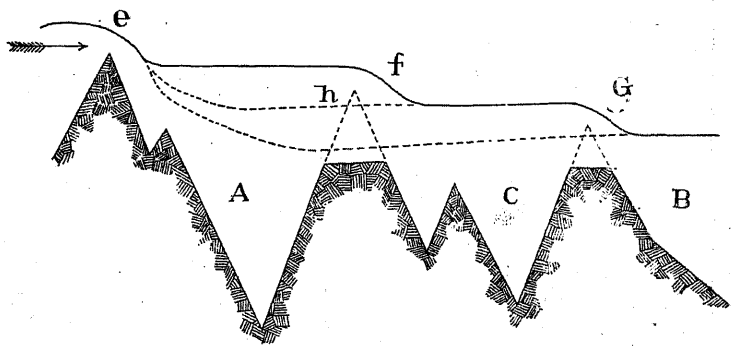
工ニ依リ自然ヲ助ケ自然ノ良好ナル狀態ヲ失ハザラシムルコトヲ努ムルヲ以テ大體ニ於テハ滿足セザル可ラズト雖モ河川ヲ航行ノタメニ利用スルニ當リテハ偶〻天然流路ノ彎曲ガ急ニ過グルカ又ハ轉向點ニ於ケル水深ノ缺乏セルタメ汽船ノ航行ニ不適當ナル場合ナシトセズ是レ卽チ人爲的ニ矯正術ノ應用ヲ要スル唯一ノ舞臺ナリ此ノ場合ニ於テハ懸案河川ノ大部分ニ現存スル卽チ之レヲ其ノ儘ニ保存スルヲ得策トスル部分ノ狀態ニ鑑ミ之レヲ模範トシテ不良部分ヲ矯正スルヲ以テ最良ニシテ又最經濟ノ方法トスルコト亦既ニ前章ニ詳述セル所ノ如シ要ハ自然主義ニ從ヒ成ル可ク自然ヲ助成スルニ止メ決シテ之レヲ破壞シ又ハ之レニ逆行セザルニアリ是レ自然ハ最良ノ敎師ナレバナリ

不良ノ部分ヲ矯正スルニ當リ新設スベキ彎曲部ノ曲線ノ長サ及ビ彎曲ノ狀態等ニ關シテハ特ニ第二篇第三章第一節ヲ參考シ時々ノ流下沈澱物ニ對シ其ノ停留場所ヲ指定シ低水航路ノ維持上ニ都合良ク沈澱物ヲ處理スルノ方針ヲ取ラザル可ラズ

(二)水面勾配ヲ平均セシムルコトハ一面ニ於テハ航行ノ便宜ヲ圖ル上ニ於テ之レヲ希望スルハ一應理由ナシトセザルモ局部例セバ轉向點ニ於テ若干ノ急勾配ヲ存スルモ其ノ勾配ノタメニ生ズル流速ノ度ガ航行ニ危險ヲ釀スガ如キ程度ナルニアラザル限リハ之レヲ實行ス可ラズ何ントナレバ次ニ說ク所ニ從ヒ理想的ニ水面勾配ヲ平均ナラシムルコトハ多クノ場合ニ天然流路保存ノ根本手段ニ違背スベケレバナリ

(三)河底ノ縱斷勾配ヲ整正スルコトハ理想トシテハ希望ス可キコトナルベキモ既ニ知レル如ク自然流路ノ轉向點ニ於ケル淺所ハ自然的ニ一種ノ堰堤ヲ形成シ河流ヲ或ル程度ニ堰上ゲ上流ニ於ケル水位ノ低下ヲ防止スル所以ナルガ故ニ若シ懸案ノ淺瀨ヲ掘リ下ゲ河底ノ高サヲ平均セントスレバ水位低下ノ結果上流ニ於ケル次ノ淺瀨ハ之レニ伴フ自然ノ結果トシテ一層其ノ水深ヲ失フニ至ルベシ斯ノ如クニシテ漸次上流ニ向ヒ淺瀨ヲ切リ下ゲ同樣ノ行爲ヲ繼續スルトキハ其ノ底止スル所ヲ知ラズシテ竟ニ甚シキ瀑流ヲ河中ニ生ズルノ地點ニ到達スベシ換言スレバ甲ノ禍ヲ轉ジテ乙

第百二十五圖



且ツ豐富ナル水深ヲ有スルニ若カズト雖モ河底ノ高サヲ各横斷面ニ於テ均一ニシ其ノ水深ヲ均等ニ大ナラシメントセバ恰モ前項(三)ニ述ベタル如ク自然ニ上流水位ノ低下ヲ來スベキガ故ニ河底ヲ堅固ニ被覆シテ一定ノ高サヲ保タシメ人造的ニ開鑿セル運河ノ如ク水理上ノ計算ニ基ク形狀ニ改造シ地形上自然ニ與ヘラレタル勾配ニ適スル所望ノ水深ヲ得ルノ外ナシ其ノ費用莫大ニシテ而カモ其ノ果シテ維持シ得ラルヽヲ期シ難キガ故ニ容易ニ下手スベキ工事ニアラズ

斯ク述ベ來ル如ク河底ノ淺瀨ヲ切下ゲ水面勾配ヲ稍〻平均シ局部ニ於ケル水深ヲ幾分カ增加スルノ目的ヲ以テ例セバ第百二十五圖ニ

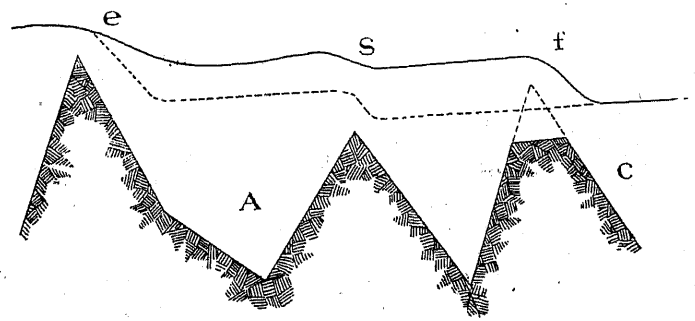
均等水深ノ不可能

ノ害ヲ招クニ異ナラザルコトヲ覺ラザル可ラズ卽チ淺瀨ヲ切リ下ゲ河底ノ縱斷勾配ヲ濫リニ平均ナラシムル可ラザル所以ナリ是ニ於テカ已ムヲ得ザル場合卽チ轉向點ニ於ケル淺瀨ガ航行ニ必要ナル程度ノ水深ニ足ラザル場合ニハ其ノ局部ノ河底ヲ掘下ゲテ以テ所要ノ水深ヲ獲得スルコトヲ圖ル代リニ寧ロ懸案淺瀨ノ下流ニ位スル彎曲部ノ下流部分ニ於テ河底ヲ堰キ上ゲテ淺瀨ノ水深ヲ增スノ方法アルコトヲ思ハザル可ラズ或ハ淺瀨ニ於ケル横斷面ヲ幾部狹窄スルカ又ハ淺瀨ノ中心ニ沿ヒ狹キ幅員ニ河底ヲ若干堀下グルニ止メ著ルシク其ノ上流ニ於ケル水位ノ低下スルコトナカラシムルヲ以テ滿足スルノ方法ナキニアラザルモ此ノ場合ニ於テハ懸案淺瀨ノ河底ガ之レニ加工シタル結果益〻自然ニ洗堀セラルヽヲ防グタメニ床固メ工ノ必要ヲ惹起スルノ場合ナシトセズ結局前項ニ於ケル水面勾配ノ平均ト河底ノ平均トハ相關連セル問題ニシテ兩者共ニ顯著ナル程度ニ之レヲ實行ス可ラザル工事タルコトヲ忘ル可ラズ

(四)航行上ニハ水深ハ多々益〻便ズルモノニシテ航路ノ全區域ヲ通ジテ均一

淺瀬切下ゲノ不結果

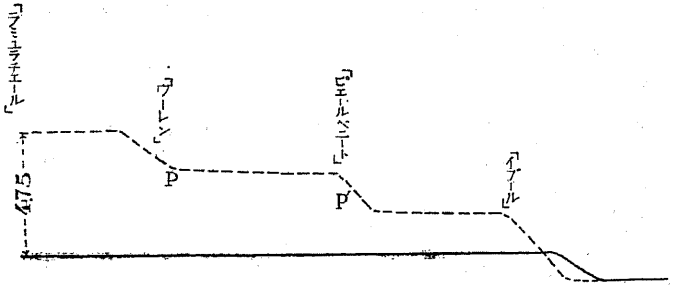
第百二十六圖



於ケルfノ淺瀬ヲ點線ノ程度ニ切リ下ゲタリトセンカfニ於ケル急流ハ消滅シ深所Aノ下流部分ニ於ケル水面ハ假リニ一尺內外程降下スルトスルモAノ大部分ニ於ケル豐富ナル水深ニ對シテハ格段ノ打撃ヲ與フルコトナク從テ又Aノ大部分ニ於ケル水面勾配ハ從前ト大差ナカルベキガ故ニ結局fノ切リ下ゲニ因リテ生ジタルfノ上流ノ水面低下ハAノ上端ニ波及シテ新水面ハ點線ニテ示スelgトナルガ故ニfニ於ケル以前ノ急流ハ圖面ニ示スガ如クeニ移轉シテ該所ニ一層顯著ナル急流ヲ新生スルコト恰モ圖ノ如クナルカ又ハA內ニ於テ存在スル中間ノ淺瀬アル場合ニハ卽チ第百二十六圖Sマデ水面低下ノ波及スルヲ見ルニ止マルベシ卽チ前段ノ場合ニ於テハfニ於ケル淺瀬及ビ急流ヲ

第百二十七圖

「ロー（ヌ）」河ノ淺瀬



改良シタル結果上流ノ淺瀬eニ惡影響ヲ與ヘ又後段ノ場合ニ於テハ從來淺瀬若クハ急流トシテ不便ヲ感ゼザリシ箇所Sニ於テ新ニ淺瀬及ビ急流ヲ現出スルニ至ルベシ幾多ノ實例之レヲ證シテ餘リアリ

又fヲ切リ下ゲタル後更ニgヲ切リ下ゲタリトセンカ第百二十五圖ニ於テ點線ニテ示ス如ク新水面ハ更ニ一層低下シテf及ビgニ於ケル水面ノ落差ヲ加ヘタル量ニ等シキ落差ヲeニ新加スルノ結果トナルコト明ラカナリ

「ローヌ」河ニ於ケル「ラミュラチエール」失敗ノ實例

上記ノ說明ハ確カニ佛國「セーヌ」河ニ於ケル改修工事ノ餘弊ヲモ明瞭ナラシメ得ルモノトス（第二篇第三章參照）元來千八百五十八年前ニハ「リオン」及ビ「サンフォン」間ニ二箇所ノ淺瀬ヲ存在セリ一ハ「ウー

レン」ニシテ他ハ「ピエールベントー」ニ在リ圖中水面卽チ點線中ニ於ケルP P′是レナリ既ニ此等二箇所ノ淺瀨ノ改修ヲ終ヘ下流「イブール」ノ淺瀨亦幾分ノ改修ヲ加ヘラレタルトキニ當リ新水面ハ點線ノ位置ヨリ實線ノ位置ニ低下セル結果「サオン」及ビ「ロース」ノ合流點「ラミユラチエール」ニ於ケル水位四、七五呎ノ降下ヲ惹起セリ今若シ尙下流數箇所ノ淺瀨ヲ切リ下グルニ於テハ一層甚シク水面ノ低下ヲ來ス可キヲ以テ切リ下ゲノ工法ニ依ル改修ノ續行ヲ中止スルノ已ムヲ得ザルニ至レリ(第百二十七圖參照)

護岸ノ必用

(五)一般ニ良好ノ自然的狀態ヲ有セル河川ト雖モ其ノ河岸ヲ天然ノ缺壞狀態ニ放任スルトキハ彎曲ノ度ヲ加ヘ漸次ニ流路ヲ變轉シ流向ヲ攪亂シ少クモ航行上ノ不便ヲ釀スベキガ故ニ適當ノ護岸工事ヲ施シ其ノ不良狀態ニ陷ルコトヲ防グハ航路維持上ニ必要ナルノミナラズ河川及ビ國土保安上急施ヲ要スル施設ナルコト明瞭ナリ

(六)洪水時ニ河流ガ氾濫シテ兩岸原野ニ橫溢スルコトハ必ズシモ直接ニ航行上大ナル支障ヲ來スコトナ「カルベキモ寧ロ兩岸ニ築堤シテ洪水流量ヲ集中セシムルトキハ其ノ洗堀作用ヲ增加セシムルノ所以ナルベキガ故ニ低水航路ノ維持上堤防ヲ築キ洪水防禦ト相俟テ其ノ目的ヲ達スルヲ必要トス

築堤ノ必要

(七)側流ヲ遮斷スルコトハ流水ヲ本流ニ集中スル所以ナルヲ以テ本流ノ水深ヲ增加シ其ノ洗堀力ヲ助成シ單ニ航行ノ便ニ資スルノミナラズ流路維持及ビ河川ノ荒廢防止上必要ナル工事ニ屬ス

側流遮斷ノ必要

(八)河幅廣濶ニ過ギ又ハ彎曲ノ狀態ニ基キ流向不良ニ陷リ又ハ渦流ヲ生ジ之ガタメ縱ヘ航行上水深ノ缺乏ヲ感ズルコトナシトスルモ船ノ操縱上不便又ハ危險ヲ感ズル場合ニハ特殊ノ工事ヲ施シテ流水ヲ馴導シ亂流ヲ集注シテ其ノ流向ヲ一定シ彎曲部及ビ淺瀨ニ於ケル航行上ノ不利ヲ救濟スルノ必要アルモノトス

河流馴導ノ必要

(九)河川ヲ運河ニ改造スルノ工法ハ之レヲ省略ス

四　各種工事ノ設計工法

河川改修工事ノ各種ノ設計工法ハ大體ニ於テ本章第一節及ビ第二節ニ列

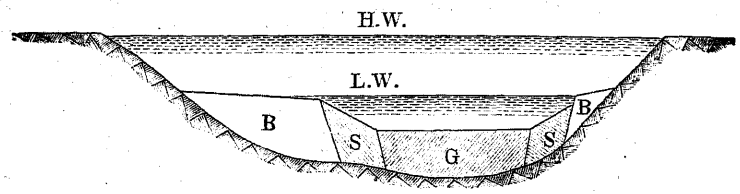
擧シタル直流又ハ斷面矯正工事ニ於ケル各種ノ切開、水制、締切堤防及ビ護岸工等ノ設計ト大差ナキノミナラズ寧ロ一體ニシテ直流ト斷面矯正ト河川改修ノ三者若クハ二者ニ兼用セラルヽ場合多シトス只河川改修ニ於テ水面勾配ヲ平均セシメ河底ノ縱斷勾配ヲ矯正シ水深ヲ增加セシメ又ハ河流ヲ馴導スルノ工事ニ在テハ稍〻特種ノ工法ヲ採用スルコトアルヲ免レズ例セバ獨逸ノ河川殊ニ其ノ中流ニ於テ直流又ハ斷面矯正ノ目的ヲ以テ最モ盛ンニ行ハル、水制橫工ノ存在スル部分ニ就テ專ラ航行ノ便益ニ資スルタメ河川改修ヲ企テ適當ノ一定水深及ビ水面勾配ヲ有スル水路ヲ理想的ニ造製セントスルニ當リ所謂根固メ及ビ床固メ工事ヲ施行シタル場合ノ如シ卽チ

(一)床固メ及ビ根固メ工

圖中ＢＢハ既設ノ水制トセンカ根固メ工ＳＳ(Strom-schwelle)ハＢＢノ前面河底ノ洗堀ヲ禦ギ又河幅ヲ橫リテ在來ノ河底ヲ高メ且ツ其ノ洗堀ヲ禦グタメニ設クルＧナル床固メ工(Grund-schwelle)ヲ接續スル目的ヲ以テ造ラレタル一種ノ中繼工事ナリＧハ所謂床固メ工事ニシテ一面ニハ一種ノ堰堤トナリテ河流ヲ幾分カ堰上ゲ同時ニ河床ノ洗堀低下スルヲ防グベキ目的ヲ有シ獨逸ノ創設ニ係ルモノニシテ依テ以テ河流ヲ運河ノ如キ一定ノ斷面ニ限定シ其ノ水深及ビ水面勾配ヲ安定ノ狀態ニ保タシメ從來ノ工法ノ如ク河岸ニ接近スル兩側ヲノミ保護スルニ止メズ進ンデ河ノ全幅ヲ完全ニ被覆シ絕對的ニ河床ノ變動ヲ防止セントスル所以ナリ該床固メ工ハ素ヨリ縱工ト幷用スルヲ妨ゲズト雖モ獨逸國ニテハ縱工ハ一般ニ下流ノ部分ニ用ヒラレ從ツテ床固メ工ト幷用ノ必用ヲ生ズルコト稀ナリトス

從來河流ノ狹窄ニ依リ局部ノ淺瀨ニ於ケル水深ヲ增加シテ航行ニ便ゼントスルノ計畫ハ引テ河底及ビ上流水面ノ低下ヲ惹起シ多ク不成功ニ終リシモ獨逸ノ床固メ工發明以來之レヲ以テ理想的河川改修工事ノ唯一方

第百二十八圖



法ナリトスルニ至レリ其ノ當然高價ナルハ勿論縱ヘ床固メ其ノ者ノ破壞ハ之レヲ免レ得ルトスルモ河川ハ運河ト異ナリ常ニ一定ノ水量ヲ流過スルニ止マラズ中水又ハ莫大ノ洪水量ヲ受容スルモノナルガ故ニ此等ノタメニ生ズル河底ノ埋沒及ビ工事ノ維持修繕等ノタメニ要スル費用ノ多額ニ上ルベキハ當然ナリ

馴導堤又ハ瀬割堤ノ目的

(二)馴導堤又ハ瀬割リ堤

河川改修工事ニ於テ施行スル馴導堤ノ主要ナル目的ハ航行ノタメニ都合好キ流向ヲ造成シ又ハ兼テ河流ガ本流以外ニ逸出スルヲ調節スルニアリ例セバ本支川ノ合流點ニ於テ兩川間ニ介在スル半嶋形ノ盡端ヨリ馴導堤ヲ下流ニ向ケテ築造シ支流ノ本流ニ及ボス惡影響ヲ受ケ流向ノ攪亂セラルヽヲ避ケ又ハ中島若クハ中洲ノ上流端ヨリ馴導堤ヲ上流ニ延長シテ單ニ流向ヲ馴導スルノミナラズ該所ニ於テ本流外ノ派流ニ逸出スル水量ヲ調節スルノ作用ヲ呈セシムルガ如シ原則トシテハ兩川ノ合流點ニ於テハ其ノ合流狀態ヲ成ルベク小ナル銳角ナラシムベキモノトス上記ノ如キ中島又ハ中洲ノ下流ニ於テ分派流ガ再ビ復歸シテ本川ニ注入スル場合ニモ亦此ノ見地ヨリ馴導堤ヲ要スルコトアルベキハ勿論ナリ

在來ノ低水位ノ保存

五　橫斷面ノ決定方法

與ヘラレタル河川ニ於テ其ノ若干ノ區間ニ對シ新規ニ橫斷面ヲ決定シ之レニ據リテ現在ノ斷面ヲ矯正シ又ハ全ク新ニ流路ヲ開鑿スルノ必要アル場合ニハ

「パラボラ」形ノ斷面

(一)先以テ低水航路ノ水面ノ標準トナルベキ低水位ヲ決定スルノ必要アリ低水位ハ止ムヲ得ズシテ之レヲ變更スル場合ノ外成ルベク現在ノ儘ニ之レヲ襲用スルヲ以テ一般ノ方針トシ改修工事ノ實施ニヨリ自然ノ結果トシテ生ズベキ若干ノ水面異動ヲ豫想シテ之レヲ決定スベシ

(二)新規ニ設定スル橫斷面ノ形狀ハ一般ニ其ノ頂點ヲ河ノ中心ニ置キ其ノ軸ヲ垂直トシタル二次式「パラボラ」ヲ採用シ低水面幅ノ三分ノ一ヲ可航幅員トスルモノトス蓋シ「パラボラ」形ノ採用ニヨリ與ヘラレタル落ノ深サ及ビ斷面積ヨリ水面幅ヲ簡易ニ算出シ得ルノ便アレバナリ但シ施工上ノ便否

ハ別問題トス

(三)懸案區間ニ對シ必要ナル汽水ニ適當ナル餘裕ヲ加ヘタル水深tノ9/8ヲ溏ノ最大水深Hトシ新橫斷面ニ對スル動水半徑Rヲtノ四分ノ三ト假定シ豫メ測定セラレタル懸案區間ノ流速係數、水面勾配及ビ懸案水位ニ該當スル流量ヲ用ヒテ$D/A=C\sqrt{Ri}$ナル式ヨリAノ値ヲ求ムベシ

(四)前項ニ依リ求メタル斷面積及ビ最初ニ假定シタル水深ニ基キ「パラボラ」形ノ上幅卽チ所要橫斷面ノ水面幅ヲ算出スベシ

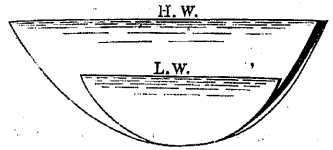
(五)中水位及ビ洪水位等ニ對シテモ同樣ノ方法ヲ反覆シテ異ナリタル二次「パラボラ」ヲ作製シ此等各「パラボラ」ノ頂點ヲ共通セシメテ同一圖上ニ總テノ曲線ヲ重ネテ描クベシ

(六)該圖ニ就キ中水位ニ該當スル曲線ト水面線トノ交叉點ヨリ低水ニ該當スル曲線ニ觸線(圖中ノ太キ線)ヲ描キ之レヲ連結シテ造リタル圖形ヲ以テ所要ノ橫斷面トスベシ該觸線ハ卽チ新タニ開鑿ス可キ岸腹線ニシテ其ノ勾配ハ都合好キ分數ヲ以テ顯ハシ得ル樣ニ加減スベシ之レニ因リ眞正ノ觸線ヨリ多少偏寄スルヲ妨ゲズ圖ニ示スガ如シ

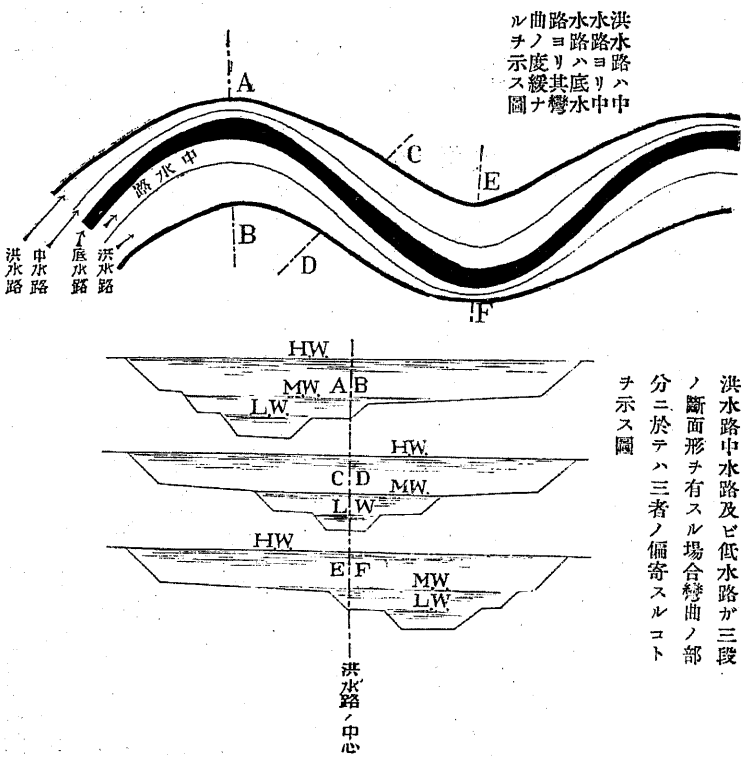
(七)彎曲ノ部分ニ於テハ直線ノ部分ニ於ケルヨリモ稍ゝ大ナル面積ヲ採用スベキコト第二篇第二章及ビ同第三章ニ述ベタル如ク又岸腹ノ勾配ハ凹岸ニ急ニシテ凸岸ニ

斷面積ノ算出
水面幅ノ算出
各水位ニ對スル「パラボラ」
兩曲線ノ折衷

第百二十九圖



第百三十圖



洪水路中水路及ビ低水路ガ三段ノ斷面形ヲ有スル場合彎曲ノ部分ニ於テハ三者ノ偏寄スルコトヲ示ス圖

偏寄斷面ニ對シ二個ノ「パラボラ」ノ應用

分流ノ不利

緩ナラシムルベク横斷面形ヲ決定スベシ卽チ彎曲部ニ於テハ圖面ニ示ス如ク低水航路ノ平面上ノ位置ヲ定メ中水ノ流路及ビ洪水ノ流路ハ漸次ニ遠ク低水航路ヲ包擁シ其ノ彎曲ノ度ヲ減ズル樣ニ各偏寄シタル斷面形ヲ選ムベシ偏寄シタル横斷面形ニ對シテハ其ノ頂點ヲ澪ノ最深底ニ有シテ相接觸スル二個ノ「パラボラ」ヲ左右ニ配置スルヲ以テ足レリトス此ノ場合ニ於テ單一「パラボラ」ノ場合ト同樣ニ可航幅員ヲ左右各曲線ノ水面幅ノ三分ノ一ニテ供給シ最大水深及ビ動水半經及ビ航行所要ノ關係亦單一形ノ場合ニ同ジトス

(八)

分流ハ河川ノ維持上歡迎ス可キコトニアラザルモ現存セル兩派流ヲ存續セシメテ兩者共ニ航行ニ便スルノ必要アル場合ナシトセズ此場合ニ於テ若シ兩者共其ノ勾配及ビ延長ヲ同クスルトキ兩者ニ等分ノ流量ヲ配給スルノ工事ヲ施行スルヲ以テ足レリトスト雖モ多クノ場合ハ然ラズシテ兩者ノ延長及ビ勾配ヲ異ニシ從テ其ノ流速ヲ異ニスルガ故ニ常ニ兩者ノ航行ニ支障ナカラシムルコトハ至難ノ事業ニ屬スベシ何ントナレバ分岐點

分流ニ對スル弊害ノ豫防

ニ於ケル分水狀態ハ寄洲ノ移動氷堤又ハ上下流ニ於ケル各種ノ變化ニ基ヅキテ變動シ兩者ニ當初附與シタル横斷面ニ恰適ナル流量ヲ各自ニ分配スルコト困難ナルガ故ニ此ノ場合ニハ分岐點及ビ兩派流ニ於テ不斷浚渫ヲ行ヒテ分配上ノ調制ヲ努メザル可ラザレバナリ

今若シ兩派流ニ配當スベキ水量ノ比ヲ$m:n$其ノ勾配ヲ順次ニ$a:b$ナリトセバ「ハーゲン」氏ノ考究ニ基ヅキ兩派流ニ於ケル規定横斷面ノ幅員ノ比ハ$(n/m)^{2/5}:\sqrt[15]{B}$ナルベシ而シテ長キ派流ハ短キ派流ニ比シ其ノ勾配少ナキガ故ニ埋沒ノ患ヒ多ク漸次ニ其ノ流量ヲ減ジ反之短流ノ流量ハ益〻增大シテ竟ニ本流トナルノ傾向ヲ生ズベシ之レヲ避クルニハ當初ニ規定横斷面ヲ決定スルニ當リ長流ノ水深ヲ短流ノ夫レヨリ深カラシメ開通後ト雖モ不斷浚渫等ノ方法ニ依リ其ノ水深ヲ維持シ斯クシテ長流ニ於ケル流速ヲ增大シ其ノ埋沒ノ傾向ヲ減ジ得可シ要スルニ第二篇第四章第四節ニ述ベタル押轉力$S=1,000\,t\varphi$ノ値ヲシテ兩流ニ對シ成ルベク相等シカラシメザレバ一方ハ他方ヨリモ多量ニ埋沒セラルヽヲ免レザルコトヲ忘ル可ラズ

六　各種改修工事ノ長短及ビ其ノ工費ノ比較實例

河川ノ改修ハ本節第三項ニ列擧セル工事ニ依ラズシテ(一)水原ニ巨大ノ容積ヲ有スル貯水池ヲ造リ出水時ノ餘水ヲ貯積シテ渴水時ニ之レヲ放流シ流量ノ不足ヲ補ヒ依テ以テ航路ノ水深ヲ增加シ(二)本川ノ不良部分ニ對シ別ニ本川ノ沿岸ニ平行運河ヲ開鑿シテ之レヲ代用シ(三)浚渫工事ヲ行ヒ隨時河底ノ淺所ヲ開鑿スル等ノ方法ノ一ニ依ルカ又ハ其ノ併用ニ依リテ以テ航路ノ水深ヲ維持スルノ目的ヲ達シ得ル場合ナシトセズ

今其ノ各個ノ得失長短ヲ概括的ニ說明スルトキハ(一)水源地ニ於テ所期ノ目的ヲ達スルニ足ル程度ノ大貯水池ヲ造ルニハ稀ニ存在スル天與ノ好地形ヲ利用シ得ル場合ニ遭遇スルニ非レバ爲メニ莫大ノ費用ヲ要シ多クノ場合ニ其ノ實行不可能ナリ彼ノ密士必河ノ上流ニ於ケル貯水池ノ作用ニ依リ九百三十七億餘立方尺ノ貯水量ヲ徐々ニ放流シテ「セントポール」以下「ペピン」湖ニ至ル間ノ低水ニ約一呎半乃至二呎ノ水深ヲ增加シ得タルガ如キ良好ナル實例ハ稀ニ見ル所ナリ此方法ニ依リ獲得スル所ノ水深ハ概シテ多キヲ望ム

能ハズ(二)急流ノ箇所其ノ他矯正工事ニ依リ救濟シ難キ不良部分ノ沿岸ニ平行運河ヲ開鑿シテ本川ト獨立シタル水路ヲ造ルトキハ確實ニ良好ナル航路ヲ得ルコト疑ナシト雖モ其ノ費用ノ多額ニ上ルハ勿論ナリ(三)浚渫工事ハ必シモ多大ノ設備費ト運轉費トヲ要セズ一時的ノ應急手段ニ過ギズシテ一旦浚渫シタル淺瀨ハ暫時ニシテ再現スルヲ常トスルガ故ニ隨時之レヲ反復施行スルノ必要アリト雖モ近頃浚渫機ノ構造大ニ改良セラレ密士必河下流ニ於テ作業セル「ビータ」式「ハイドローリック」浚渫機ノ如キハ其ノ浚渫能力ニ於テ侮ル可ラザルモノアリ其ノ一時間ノ浚渫功程二百五十立坪ニ達スルガ故ニ一箇所ノ淺瀨ヲ堀鑿スルニハ時ヲ移サズシテ之レヲ遂行シ得ルヲ以テ近來浚渫ニ依ル低水航路ノ維持ハ固定工事ヲ行フ河川改修ト匹敵シ若クハ之レヲ凌駕シ實用的ニ有効ナリトシテ應用セラル、場合尠カラズ固定的工事ノ如ク最初ニ巨額ノ建設費ヲ要セズト雖モ比較的ニ多大ノ運轉費ヲ要スルノ不利益アルヲ免レズ蓋シ河底ノ異動シ難キ河川ニ於テハ固定工事ト相俟ツテ最有効ナル河川改修工事タルベキコト勿論ナリ

河川改修ノ効果ニ對スル達觀

彼ノ河川ヲ運河ニ化成スル方法卽チ運河法一名堰閘法「カナリゼーション」ハ流量過少ニシテ河底ノ勾配急峻ナルタメ普通ノ工法ニ依リテハ到底其ノ航行ニ必要ナル河幅及ビ水深ヲ得ル能ハザルガ如キ場合ニ最モ有効ナル方法ナルモ之レニ伴フテ沿岸局部ノ水位ヲ上昇シ又ハ航行ノ敏速ヲ缺ク等ノ不利及ビ堰閘ノ操縱上ニ避ク可ラザル不便アルヲ免レズシテ其ノ費用ノ比較的ニ多大ナルノ缺點アリト雖モ河川ニ現存スル水深ヨリ以上ニ多大ノ水深ヲ得ルコトヲ企ツル場合ニハ佛獨及ビ米ノ諸國ニ於テ盛ニ行ハル、方法ナリ

今既往ノ實例ヲ通ジテ達觀ヲ試ムルトキハ其ノ流量ノ莫大ナラザル限リ河底ノ異動シ易キ河川殊ニ上流ノ部分ニ於テハ沿岸平行運河及ビ堰閘法ニ依ル以外ノ改修工法卽チ固定工事ヲ主トスル普通ノ改修工事大貯水池及ビ浚渫ノ三者中ノ一若クハ其ノ併用ニ依リ確實ニ期待シ得ベキ低水航路ノ水深ノ增加ハ一般ニ二三尺內外ノ範圍ニ止マルガ如シ大河ノ流末ニ位シテ流量豐富、勾配緩徐ナル箇所ハ此ノ限リニ非ルコト勿論ナリ

各種改修工事ノ工費ノ比較

同一河川ニ於ケル比較

各國改修河川ノ水深ト其可航區間長

今各種改修工事ノ工費ノ比較ヲ試ムルニ當リ曾テ「バン、ヲルナム」氏ガ獨佛米ノ諸國ニ於ケル實例ニ基ク建設費ニ就テ調査シタル結果ニ從ヘバ數字的材料ヲ具備セル河川中普通ノ改修工事ヲ施セル總延長二千四百哩ノ建設費ハ一哩七萬貳千圓ニ相當シ又堰閘法ニ依ル二千二百哩ノ改修工費ハ一哩八萬八千圓ニ相當シ又並行運河三百哩ニ對シテ一哩ニ付キ三十萬圓ヲ要シタルヲ發見セリ尙第十二回萬國航行會議ニ發表セラレタル所ニ從ヘバ十四個川ニ就キ上記ノ如キ調査ノ結果堰閘法ハ普通改修工事ニ比シ約三割三分高價ナリトセリ今若シ同一河川ニ就キ其ノ異ナリタル改修工法ヲ採用シタル部分ノ工費ヲ比較スルトキハ左ノ如キ結果ヲ示スベシ

河川名	普通改修工事一哩ノ工費	堰閘法一哩ノ工費	沿岸平行運河一哩ノ工費
ヲーダー河	七二、〇〇〇円	一七四、〇〇〇円	
ロワール河	四〇、〇〇〇		二〇〇、〇〇〇円

左ニ世界各國ニ於ケル改修河川ノ低水時ノ水深ト之レニ對スル可航區間ノ延長ヲ表揭シ其ノ水深維持ノ手段ト對照セシム

第四節　荒廢溪川ノ修理工事(俗稱谷留メ工事)

荒廢溪川ノ修理工事ハ俗ニ谷留メ工事ト稱シ其ノ目的ガ直接ニ航行ノ便ニ資スルタメニ非ズシテ溪川其ノ者ノ荒廢及ビ之レニヨリ生ズベキ各種ノ害ヲ防禦スルニアルガ故ニ所謂河川改修工事トハ根本的ニ其ノ目的ヲ異ニスルト雖モ荒廢溪川ヲ修築スルハ所謂水源ヲ治ムル所以ナルヲ以テ其ノ下流部分ニ屬スル可航區域ノ荒廢スル原因ヲ防遏スルノ點ニ於テ間接ニ航行ニ貢献スルノ工事タルコトヲ忘ル可ラズ特ニ荒廢溪川ノ修理工事ニ對シ一節ヲ設クル所以ナリ

荒廢溪川ノ修理工事ノ目的

一　荒廢溪川ノ三區域

荒廢溪川ノ全長ヲ分ツテ其ノ荒廢ノ狀況ニ從ヒ一般ニ上中下ノ三區トスルコトヲ得可シ上區ハ卽チ最上流ノ部分ニシテ該區ニ於テハ隨所ニ多量ノ流下沈澱物ヲ受容スルニ係ハラズ河底漸次ニ洗堀セラレテ低下スルノ特徴ヲ顯ハシ中區ハ上區ニ接續スルモ該區間ニ於テハ兩岸ガ隨所缺壞シテ河中ニ崩落シ從テ河流ハ兩岸高地ノ間ニ蜿蜒迂曲シテ其ノ流心ハ不斷左右ニ移

三區域ノ特徴

河川名	里程（哩）	百呎水深	摘要
ラッパハンノック		呎	
ゼームス	一〇五	呎	
サバンナー		呎	
アルタマハ		呎	
ナクマルジー		呎	
ナコニー		呎	
スリニー		呎	
フリント		呎	
サフーナタ		呎	
アラバマ		呎	
パール		呎	
レッド		呎	
ビッグリトルロック		呎	
アーカンサス		呎	
ブラック		呎	
テンネッシー		呎	
ミツスーリー		呎	
スネーク		呎	
サクラメント		呎	
以上北米合衆國			
ロアノーク		呎	
ライン	獨領一〇	呎	
ワール	二五	呎	
ホーゼール	七九	呎	
エルベ	若干	呎	
ヲーダー		呎	
ウヲルテ		呎	
ウエーザー	若干	呎	
ヴイスチユラ		呎	
ドニーパー		呎	
ドン		呎	
ダニユーブ	若干	呎	
以上歐洲ノ河川			
ケープフイヤー		呎	
クーサ		呎	
トンヒグビー	一四五	呎	
ウヲーリガー		呎	
ウンドブラック		呎	
カンバーランド		呎	
グリーンエンドバレン		呎	
ケンタツキー		呎	
マスキンガム		呎	
グレイトカナワー		呎	
モノンガヘラ		呎	
イリノイス	一三五	呎	
以上ハ閘堰法ニ依ルモノニシテ何レモ北米合衆國ニアリ			
マルヌ		呎	
サヌヌ	一三三	呎	
サリユ		呎	
モスクバ	一四	呎	
以上ハ閘堰法ニ依ルモノニシテ何レモ北米合衆國以外ノモノ			
ボルガ	三六〇	呎	
チカマ	九一	呎	
ボ	九〇	呎	
ローノーク	三四二	呎	
パムリコ	一〇二	呎	
ロツカモール	若干	呎	
ヘーガー		呎	
ベイヨンヌ	若干	呎	
ビーコンスト		呎	
ミシシツピー		呎	
セントローレンス	一七〇	呎	
ウイラメット	三	呎	
仝	八〇	呎	
上		呎	
セイヤ	一四〇	呎	
仝		呎	
上	二〇	呎	
仝		呎	
上	七〇	呎	
以上ハ凌渫ニ依ルモノ			
以上ハ同一河川ニシテ其區間ニ從ヒ水深維持ノ手段ヲ異ニセルモノ			

「ルーアン」「パリ」間一四〇哩及其上流六一哩間ハ堵開堰法ニ依ル

「ルーアン」河口間八〇哩ハ全部河川改修工事ニ依ル一哩ハ三呎ノ水深ニ對スル一哩ハ背浚ニ依リ他一〇四呎ノ水深ニ對スル一七〇哩ハ並行運河ニ依リ他ハ浚渫ニ依ル

「ミスリー」川落口上流六五八哩ノ中「ケアロック」ニ於ケル五哩ノ平行運河ヲ設クルノ外他ハ背河川改修工事ニ依ル

「ミスリー」河口及「ヘーガー」河口間二一〇哩ハ浚渫ト改修工事トヲ並用ス「ベイヨーヌ」河口及「レッド」河口間七五〇哩ハ主トシテ浚渫ニ依ル

一〇八哩ハ二、五呎以上ノ水深ヲ有スル全長ナリ九七哩ハ二呎以上ノ水深ヲ有スル全長ナリ

一六〇哩ハ二呎以上ノ水深ヲ有スル全長ナリ

一六七哩ハ三、五呎以上ノ水深ヲ有スル全長ナリ二七六哩ハ五呎以上ノ水深ヲ有スル全長ナリ

一四〇哩ハ六、五呎以上ヲ有スル總延長ナリ

六八哩ハ獨領ニシテ水探三、五呎以上ヲ有スル總延長ナリ三〇三哩ハ水深三呎以上ヲ有スル總延長ナリ

二二七哩ハ水深三呎以上ヲ有スル總延長ナリ

リヨン以下トス

獨領ノ部分延長四三五哩中關國境コロン間ハ水深十尺トス

三一二哩中若干ハ五呎ナリ二四六哩中上流半分ハ稍淺シ八〇〇哩中下流半分ハ三呎他ハ二呎トス一八〇哩中下流三呎上流二呎トス四六三哩中若干ハ三呎トス二三九哩中若干ハ三呎トス六五二哩中若干ハ二呎及ビ三呎トス二二八五哩ハ三呎以上ノ水深ヲ有スル全長ナリ

二六二哩ハ三呎以上ノ水深ヲ有スル全長ナリ

動スト雖モ之レニヨリ生ズル流下沈澱物ハ上區ヨリ流下シ來ルモノト共ニ殆ンド全部之レヲ流過セシメテ此區域ニ著シキ埋沒ヲ來サズ河底ノ高サハ實際的ニ不變ノ狀態ニ止マルモノトス卽チ或ル意味ニ於ケル靜止區域トス

下區ニ於テハ之レニ反シ上區及ビ中區ヨリ搬出セラレタル流下沈澱物ノ大部分ヲ沈澱シ河底ハ全幅ニ亙リ漸次ニ埋沒セラレ其ノ高サヲ增スモノニシテ是卽チ堆積區域ナリ斯クノ如クニシテ生ジタル沈澱物ハ川口ニ於テ所謂「シユットケーゲル」(Schut-Kegel)ナル圓錐狀ノ堆積ヲ形成シ流路多クハ數條ニ分派シテ恰モ大河ノ海ニ注グ所ニ於テ三角洲ヲ生ズルノ狀ニ類似シ漸次ニ其ノ歩ヲ進メ荒廢溪川ノ川口ヨリ本川ニ侵入シ竟ニ之レヲ橫斷シテ本川河底ヲ甚シク增高シ其上流ノ水位ヲ上昇セシメ往々沿岸ノ排水狀態ヲ不良ナラシムルコトアリ

斯ル區分ハ素ヨリ便宜上任意ニ設ケタルモノニシテ各區ノ間ニ截然タル分界ノ存スルモノニ非ザルハ勿論一溪川ニシテ三區ヲ具備セザル場合ナシトセズ

二　溪川荒廢ノ原因

溪川荒廢ノ原因ハ一般ニ河川荒廢ノ原因トシテ第一篇第一章第三節ニ列擧シタルモノニ外ナラズト雖モ就中寒暖ノ差異、降水ノ强度及ビ期間、森林ノ荒廢、家畜放牧、土地ノ急傾斜、土質ノ軟弱、經鬆ナルコト、裸地ノ存在、土地ノ急傾斜及ビ水深ニ歸因スル河流押轉力ノ激烈ナルコト、土功ノ施工、地殼動、地震、噴火等ハ特ニ溪川ヲ荒廢セシムル有力ナル動機トナルモノニシテ人爲的ニ基ヅク森林ノ荒廢土切及ビ家畜放牧ノ外ハ孰レモ天然作用ニ歸因シ消極的ニ人爲ヲ節制スルコトニ依リ之レヲ防ギ得ルモノニ非ズ進ンデ特殊ノ施設ヲ實行シテ之レヲ防遏スルノ外ナキモノトス

天然及人爲的ノ原因

三　碎岩流下ノ動機

碎岩ノ定義

此ノ章ニ於テ碎岩ト稱スルハ其ノ硬軟ノ程度及ビ成分ノ如何ニ關セズ表土若クハ地盤ノ各種ノ碎片ヲ指スモノニシテ又其ノ碎片ノ大小如何ニ拘泥セザルモノトス卽チ硬岩ノ大塊及ビ細未ノ土砂ヲモ含ミ多クノ場合ニハ硬軟大小ノ程度ヲ異ニシタルモノ、混合シテ存在スルヲ常トス碎岩堆ニ於ケル止動角ハ碎片ノ形狀、大小、岩質ノ種類及ビ各種類ノ混合、結合狀態等ニ因リ差異アルヲ免レザルハ當然ノコトニシテ又其ノ濕潤ノ程度ニ應ジ止動角ヲ異ニシ例セバ細砂及ビ粘土ノ如キハ或ル程度ノ水分ヲ含ムトキハ乾燥狀態ニアルトキヨリ却ツテ急角ヲ保ツコトナシトセザルモ一般ニハ充分濕潤シタル碎岩ハ乾燥シタル同一ノ碎岩ヨリモ其ノ止動角ノ緩ナルヲ普通トス一旦運動ヲ始メタル碎岩ハ其ノ外面ノ勾配ガ止動角ヨリ小ナルニ至リテ再ビ靜止ノ狀態ニ復歸スベシ

碎岩帶ノ傾斜角度

丘腹斷崖上等ニ於ケル碎岩堆ハ多ク乾燥狀態ニアリ其ノ側面勾配ガ通例十五度乃至四十度平均約三十度ヲ示シ若シ之レニ對シ一蹈足ヲ試ムルモ忽チ靜止狀態ヲ破リ崩壞運動ヲ開始スベシト雖モ之レニ反シ一旦流出シテ川中ニ堆積セル碎岩堆ハ一般ニ緩勾配ノ側面ヲ有シ通例數分乃至三十度平均三乃至十度ヲ示シ一旦濕潤シタル泥土ノタメ碎岩堆ノ各分子間ニ於ケル結合狀態ヲ增進スルガ故ニ其ノ上面ヲ徒歩スルモ容易ニ靜止狀態ヲ破ルコトナシ

碎岩ノ押轉力

碎岩流トハ碎岩ノ運動ヲ稱スルモノニシテ水ニ關係ナク碎岩ノ運動スルトキト單ニ其ノ水分ヲ含有スルニ至リテ初メテ運動スルトキト流水ノ押轉力ニ依リテ運動流下スルトキノ三ツノ場合アルモノトス

流水ノタメニ碎岩ヲ流下セシムル場合ニハ第二篇第四章第四節所說ノ押轉力ニ依リ碎岩ヲ移動スルモノナルガ故ニ其ノ力Sハ1.000 t_{sp}ニテ示スコトヲ得可ク卽チ水面勾配及ビ水深ニ比例スルモノナルガ故ニ例外ナキニ非ルモ一般ニハ洪水ノ際ニ水深及ビ水面勾配ノ增加スルニ伴ヒ多量ノ碎岩ヲ流下スルヲ常トス

四　荒廢溪川ニ於ケル碎岩ノ出生地及ビ流下狀態

荒廢溪川ニ於テ處理上最モ困難ヲ感ズルモノハ碎岩ナリ而シテ碎岩ハ大體ニ於テ河川荒廢ノ原因ト同樣ノ各種ノ原因ニ基キ生ズルモノニシテ其ノ出生地ニ從ヒ之レヲ大別シテ(一)溪川ノ流路內ニ起ルモノト(二)流路以外ノ兩岸ノ高地ヨリ來ルモノトノ二種トス前者ハ概シテ洪水時ニ於ケル流水ノ押轉力及ビ流下物自身ノ擊力ノタメニ河底ヲ洗堀セラレ又ハ河岸ヲ崩壞セラ

湛水ノ破突

ル、ヨリ起ルモノニシテ後者ハ概シテ源流路側溪又ハ兩側ノ斷崖若クハ尙其ノ上方丘嶽ヨリ起リ多クハ崖腹又ハ地盤ノ傾斜ガ急ニ過グルニ起因スル而シテ二者孰レノ場合タルヲ問ハズ兩河岸斷崖又ハ傾斜地ノ崩壞ハ無數ノ小破片ト成リ又ハ大罅裂ヲ生ジ單一ナル大塊ノ儘ニテ落下スルモノトス斯ル崩壞ニ基ク碎岩ハ流路ヲ占塞シテ一種ノ自然的堰堤ヲ形成スルコト往々アリ此ノ場合ニハ河水ハ漸次其ノ上流ニ湛ヘラレ一大池ヲ生ジ竟ニ越流又ハ漏水ニ因リ一時ニ堰堤ヲ突破シ劇烈ナル水流ト共ニ碎岩ヲ流下シ恰モ一種ノ瀑流ヲナシテ溪谷ヲ下リ漸次ニ流速ヲ減ジ徐々ニ前記ノ中區ヲ通過シテ竟ニ下區ニ至リ沈澱スルモノトス此ノ旅行ハ素ヨリ長期間ヲ要スルコトナシトセズ

五　荒廢溪川修理工事ノ要點

溪川荒廢ノ原因中寒暖ノ差異降水ノ强度及ビ期間ノ如キ自然的ノ現象ハ人爲ヲ以テ左右シ得可キモノニ非ルモ森林ノ荒廢就中人爲ニ基ク濫伐火災等ハ節制若クハ注意ニ依リ之レヲ防止シ得可ク又荒廢シタル森林ハ更ニ造

林ヲ行ヒテ之レヲ保護シ得可ク裸地及ビ急傾斜ノ地亦植樹若クハ積苗工等多クハ山林家ノ手腕ニ依賴シテ之レガ保護ヲ期待シ得可シト雖モ獨リ溪川自身ニ於ケル直接ノ荒廢防止ノ計畫及ビ實施ニ至リテハ主トシテ治水工事專門家ニ俟タザル可ラズ左ニ之レニ關スル要點ヲ說述スベシ

(一) 溪川內ニ起ル荒廢卽チ碎岩ノ出生及ビ其ノ輸送ノ動機タル懸案河流ノ押轉力ヲ節制スルコトハ溪川ノ荒廢ヲ防止スル所以ナルヲ以テ之レヲ實現スルノ手段トシテ河底ヲ各所ニ於テ堰上ゲ卽チ一種ノ堰堤ヲ設ケテ其ノ上流ニ於ケル水面勾配ヲ緩和セシメ$S=1{,}000tg\varphi$中ノφヲ甚シク減少シ其ノ減少ノ割合ヲシテ堰堤ノ設置ニ伴フテ自然的ニ生ズル各堰堤ノ上流ニ於ケル水深ノ增加スル割合以上タラシメ結局押轉力Sノ數値ヲ著ルシク縮少セシメテ押轉力ノタメニ溪川內ヨリ生ズル碎岩ノ發生及ビ溪川ノ上流ヨリ來ル碎岩ノ流下ヲ阻止シ堰堤ノタメニ其ノ上流ニ生ズル空積ハ以テ碎岩ノ停滯蓄積ニ便ズルコト

(二) 甚シキ彎曲部ニ於ケル河心ヲ切替ヘテ成ルベク直線ニ近カラシムルコト

(三) 崩壞シ易キ崖腹ニ接近セル河心ヲ切替ヘ崖腹ヨリ落下スル碎岩ヲシテ舊川敷ニ堆積シテ靜止狀態ニ達スルノ餘地ヲ與ヘ其ノ新川ニ襲來スルコトナカラシムルコト

(四) 適當ナル護岸及ビ導流堤ヲ設ケテ河岸ノ缺壞及ビ後方兩側ノ高地ヨリ襲來スル碎岩ノ河中ニ侵入スルヲ防グコト

(五) 床固工ヲ設ケテ河底ノ低下スルヲ防グコト

(六) 泉水及ビ地下水ヲ排除スルコト

一言以テ之レヲ掩ヘバ荒廢溪川修理工事ノ要領ハ溪底ヲ高メ勾配ヲ和シ流路ヲ溪ノ中央ニ導キ兩岸崖地ノ麓ニ相當ノ低地ヲ與ヘ尙且ツ其ノ兩岸ノ洗堀崩壞ヲ防禦シ又泉水地下水ヲ排除シテ崖地ノ崩壞ヲ防止スルニアリ

溪川ノ定規斷面ノ決定ニ關シテハ旣ニ第二篇第四章第六節ニ於テ一般河川ノ場合ニ述ベタル所ニ從フベキモノトス

修理ヲ要スル溪川ニ附與ス可キ適當ナル縱斷勾配ヲ決定セントセバ先ヅ以テ川底ニ存置セシメントスル碎岩ノ性質ヲ調査シ山間河ニ於テ現存スル

同質ノ碎岩ニ對シ測定ノ結果ヨリ其ノ附近ニ於ケル實際ノ押轉力ヲ算定シ之レヲ基礎トシ懸案ノ溪川ニ對スル實測ノ結果ヲ用ヒテ所要ノ縱斷勾配ヲ算定スルヲ順序トス

縱工ノ利益

六　各種ノ修理工事

在來若クハ新タニ切換ヘタル溪川ノ兩岸ニ對スル護岸ノ工法トシテハ主トシテ單獨ナル縱工又ハ之レニ連結工ヲ加ヘタルモノヲ用ヒ(第二篇第六章第一節參照)單獨ナル橫工ヲ用フルコト稀ナリ蓋シ縱工バ單ニ兩岸斷崖ノ脚部ヲ保護スルノミナラズ斷崖ノ崩壞ヨリ來ル碎岩ガ流路中ニ侵入スルヲ防グノ効果アルヲ以テナリ溪底ノ深堀ヲ防グタメニハ前節ニ於テ述ベタル如ク河川改修工事ニ使用シタル床固メ工、張石又ハ堰ヲ應用ス可キモノトス

床固メ工ノ功能

床固メ工事、張石又ハ堰堤ヲ施行シ河底ヲ保護スル所以ノモノハ獨リ本溪川底ノ洗堀低下スルヲ防クニ止マラズシテ本溪川底ノ低下ニ伴フテ自然的ニ來ルベキ支溪ニ於ケル溪底ノ低下ガ益〻溪川荒廢ノ動機トナルヲ未然ニ防禦スルニアルコトヲ忘ル可ラズ就中溪川ノ各所ニ堰堤ヲ設クルコトハ單ニ本溪川底ノ低下、兩岸ノ崩壞及ビ碎岩流下ノ阻止ニ止マラズ各堰堤ノ上流ニ堆積シタル碎岩ニ依リテ溪底ヲ高メ同時ニ溪床ノ幅員ヲ增加シ尙且ツ併セテ支溪ノ荒廢ヲ防止スルノ目的ヲ達スル所以ナルコトヲ見ルベシ堰堤ニ依リ河底ノ低下ヲ防ギ得タリトセン爾後ニ於ケル護岸工事ハ比較的ニ容易ナリ故ニ此ノ節ニ於テハ特ニ堰堤ノ築造ニ關シテ詳述スルニ止メントス護岸工事ハ一般河川ノ場合ニ於ケル如ク主トシテ押轉力ノ原理ニ基キ之レガ設計ヲ立テザルベカラザルハ勿論此ノ場合溪底ノ洗堀ハ一層劇烈ナルヲ常トスルガ故ニ護岸工事亦一層屈撓性ニ富ムヲ要スルコトヲ忘ルベカラズ

堰堤ノ功能

泉水地下水ノ排除ノ必要

碎岩ノ水分ニ對スル飽和狀態ハ其ノ安定ニ至大ノ關係ヲ有スル場合尠カラズ山嶽又ハ丘陵ノ崖腹ニ於テ殊ニ然リトス故ニ斯ル場合ニ於テハ地下水及ビ泉水ノ排除ニ努メ成ルベク碎岩ノ乾燥ヲ圖ラザル可ラズ今若シ河身ニ向ヒ降下スル傾斜ヲ有スル不滲透性ノ地層ノ存在スル場合アリトセンカ其ノ上ニ堆積スル碎岩ハ地下水ノ作用ニ起因シ懸案ノ地層ニ沿ヒ滑落スルコトアリ此ノ場合ニハ地下水ヲ豫メ地表ニ於テ阻止シ適當ノ方法ニ依リ之レ

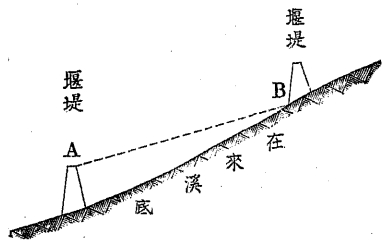
ヲ他ノ支障ナキ地點ニ誘導シ其ノ懸案地層ニ達スルコトヲ防グノ方法ヲ講ゼザル可ラズト雖モ該地層ガ山腹ノ上部ニ露頭セザルトキハ之レヲ實行スルコト容易ナラズ

七　堰堤工事

堰堤工事ハ其ノ各個ノ高サ及ビ溪底ノ縱斷傾斜ノ度ニ從ヒ相互ノ間隔ヲ決定スベキモノニシテ圖ニ示ス如ク新タニ採用セントスル溪底勾配線ABヲ下流堰堤Aノ頂點ヨリ上流ニ向ケ延長シテ其ノ在來溪底ニ結合スル點ノ附近ヲ以テ上流堰堤Bノ位置トシ同樣ノ方法ヲ反覆シテ堰堤ノ數ヲ加ヘ順次上流ニ及ボシ終ニ溪底侵蝕ノ虞ナキ地點ニ至リテ止マルモノトス卽チ堰堤Aノ上流ニ於ケル空所ガ漸次ニ碎岩ヲ以テ塡充セラレテ新溪底ABヲ造製スルニ至レバ上流堰堤ノ脚部ニ當ルB附近ハ碎岩ノ堆積ニ據リテ堤頂ヨリ越流シ來ル落水ノタメニ深堀ノ生ズル傾向ヲ輕減スルガ故ニ堰堤B

堰堤ノ間隔決定方法

第百三十一圖



ノ維持上ニ有利ナルコト論ヲ俟タズ斯ノ如ク各堰堤間ノ距離ハ堰堤ノ高及ビ溪底傾斜ノ角度ニ相關係スルモノニシテ尙一面ニハ堰堤ヲ築造ス可キ地點ハ其築造上成ル可ク有利ナル箇所ヲ選定セザル可ラズ換言スレバ單ニ理論ニ基ク計算上ヨリ之レヲ決定スルヲ許サヾルノ事情アルガ故ニ先以テ堰堤ノ築造ニ對スル天與ノ好位置ヲ實地ニ於テ選定シ斯ノ如クニシテ堰堤築造地點ノ相互ノ距離自ラ決定セラレ新溪底ノ假定勾配ト相俟ツテ之ニ適合スベキ堰堤ノ高サヲ算定スルノ止ムヲ得ザル場合ナシトセザルモ堰堤ノ高サ亦實施上自ラ無制限ナル能ハザルガ故ニ此等ノ關係ヲ斟酌シテ最モ有效ニ且ツ經濟ナル方法ヲ採ラザル可ラズ此ノ場合ニ於テハ獨リ當初ノ建設費ノミニ拘泥セズ築造後ニ於ケル維持費ヲモ考慮スルヲ要スルコト勿論ナリ

堰堤ノ理想的位置ハ兩岸堅岩ヨリ成立シ河底亦同樣ナルカ又ハ少クモ大石塊ヨリ成立シ尙且ツ安全ト經濟ヲ期シ得ル河幅ノ成ル可ク狹キ箇所ニアリ若シ兩岸ガ堅岩層ヲ缺クトキハ人工的ニ石造ノ基面ヲ造リテ堰堤ヲ支ヘシムルカ又ハ堰堤ヲ深ク兩岸ノ崖腹ニ挿入スルヲ要スレバナリ

荒廢溪川ノ修理工事ノ沿革

主トシテ堰堤ニ依リ荒廢溪川ヲ修理スルノ工法ハ必シモ輓近ノ發明ナリト云フヲ得ズ既ニ墺國「チロール」州ニテハ十六世紀ノ中期ニ於テ優良ナル孤獨的工事ノ實行セラレタル事實アリ其ノ工事ノ幾分ハ今猶存在スト云フ又「チロール」ニ於テハ彼ノ有名ナル「ヅイレ」氏ガ其ノ得意トスル修理工事ヲ十九世紀ノ初期ニ於テ實施シタル場合ナキニアラズト雖モ未ダ微々トシテ振ハズ其ノ最モ盛ンニ行ハルヽニ至リシハ晩ク十九世紀ノ終期ニアリ就中佛國ニ於テハ其ノ施工ノ分量豐富ナルノミナラズ其ノ成績亦最顯著ナリシヲ以テ一般ニ之レヲ模範トスルニ至リ瑞西國之レニ次ギ千八百七十年ニハ「バイエルン」州ノ「アルゴイ」又之レニ次ゲリ「チロール」州ニ於テハ疾クニ修理工事ノ施行セラレタルモノ若干存在セシニ關ハラズ千八百八十二年秋季ニ墺國ノ「チロール」及「ケールンテン」州ニ起リタル大洪水ノタメニ既設ノ工事ノ破壞セラレタルモノアルノ外溪底ノ深堀、山腹ノ崩壞、碎岩ノ堆積等ニ起因スル損害ハ實ニ悲慘ヲ極メタリ茲ニ於テカ政府ハ急ニ該地方ニ於ケル溪川修理工事ノ復舊及ビ增設ノ必要ヲ認メ當時ノ農省務大臣「フアルケンハイシ」氏ハ親シク佛國ニ於ケル模範的溪留工事ヲ視察シ續テ技師ニ見學ヲ命ジタル結果根本的ニ溪留工事ノ實施ニ關スル方針ヲ定メ新ニ法規ヲ制定シ完全ナル執行機關ヲ組織シ爾來政府ニ於テ土地改良資金ヲ設ケ水害ニ對スル土地ノ保護ヲ企ツル者ニハ適當ノ補助ヲ與ヘルコトトシ新計畫ノ下ニ施設セラレタル工事ハ既ニ多數ニ上リ其ノ設計工法亦著シク改良セラレ今ヤ却テ元祖ノ佛國ヲ凌駕スルノ盛況ニ達セリ其ノ設計工法ニ關シテハ後ニ說述スベシ

「チロール」洲其他ノ新計畫ニ係ル修理工事

堰堤ヲ襲フ外力

堰堤ノ形狀

堰堤ノ形狀及ビ大サヲ決定スルニハ先ヅ以テ堰堤ニ襲來スル外力ヲ考慮セザル可ラズ今其主要ナルモノヲ擧グレバ(一)流氷木及ビ碎岩ノ打擊及ビ摩擦(二)水壓及ビ土壓(三)流水及ビ落水ノ打擊及ビ摩擦トス

以上ノ外力中摩擦ヲ除キタルモノニ對シテハ堰堤ノ形狀ヲ直線式トセズ兩岸ヲ基面トスル臥拱トシ相當ノ彎曲ヲ與ヘ水平ニ來ル外力ヲ拱ノ作用ニ據リ兩岸ニ傳達セシムルヲ有利ナリトスルガ故ニ從來實施セラレタル實例亦多ク拱形ナルヲ普通トス

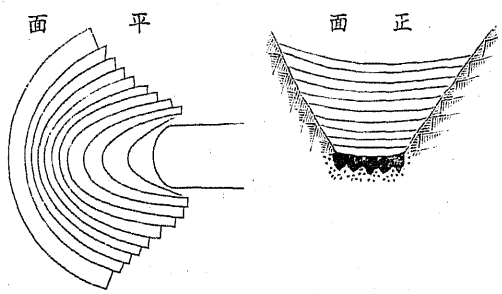
「ウイトマン」氏ハ圖ニ示ス如ク堰堤ヲ構成スル各層ヲシテ其ノ中心ニ於

テ水平トシ左右ノ兩岸ニ接近スルニ從ヒ徐々ニ上昇スルノ拱形トシ各層ノ下流ニ階段ヲ設ケテ水叩トシ尙且ツ拱形ニ對シテハ最上層ノ彎曲率ヲ最小トシ下層ニ赴クニ從ヒ其ノ彎曲率ヲ遞增シ平面ニ於テ稍「パラボラ」形ニ類以セシムルコト圖面ニ示ス如クセリ又以テ一法タルヲ失ハズ此場合ニ於テハ下流ノ階段ハ水叩トナリ落水ノ打撃ハ廣キ面積上ニ分布セラレテ微弱トナルベシ最下層ハ充分深ク溪底ニ堀込ミ置クコト必要ナリ

堰堤ノ厚サノ決定

堰堤ノ厚サノ決定上水壓及ビ堤後ニ堆積スル碎岩ノ壓力等ニ關シテハ恰モ普通ノ擁壁ノ場合ニ於ケルト同樣ノ方法ニ依リ之ヲ定メ得ベシト雖モ上記ノ如キ各種ノ撃力ニ關シテハ流下物ノ容積速度等複雜ナル關係アリテ之レヲ確定スルノ困難ナルモノアリ單純ナル學理ニノミ據リテ之レヲ決定スルノ妥當ナラザルハ勿論ナルガ故ニ實地

第百三十二圖



ノ事情ニ對シ安全ナル假定ヲ用ヒ尙且ツ今日ノ場合ニ於テハ多數既設ノ作工物ニ鑑ミ其ノ結果ヲ參酌シテ適當ナル厚サヲ決定スルヲ得策トス然シテ堰堤ノ形狀ノ如何ニ關セズ各部ヲ構成スル個々ノ材片ハ出來得ル限リ最大ノモノヲ使用スルヲ有利トスルコトハ自明ノ理ナリ

木材ノ被覆

堰堤頂又ハ堰堤脚ノ如キ直接ニ流下物ノ打撃及ビ摩擦ヲ受クベキ部分ニ對シテハ既ニ「ヅイル」氏ノ主唱セル如ク他日取換ヘ得ベキ取付ケ方法ニ從ヒ木材ヲ以テ被覆ヲ施スモ亦一良法タルヲ失ハズ

堰堤前面ノ法勾配

堰堤ノ前面(下流ノ面)ハ流下物ノ打撃及ビ摩擦ヲ避クルタメ之レヲ垂直トスルカ又ハ極メテ僅少ナル傾斜ヲ與フルニ止ムルヲ以テ理論上得策トス可キニ似タリト雖モ實際ニ於テハ必ズシモ然ラザルガ如シ例ヘバ有名ナル「ブリクセン」ノ堰堤ノ前面ハ六分ノ一ノ傾斜ヲ有スル空積堰堤ナルモ今日猶存在シテ何等ノ異狀ヲ認メザルガ如シ「ウイトマン」氏ノ築キタル「アルゴイ」ノ堰堤ハ下流ニ階段ヲ有スルモ今猶支障ナシト云フ

堰堤頭部ノ刎出シ

堰堤ノ頂頭ニ於テ下流ニ突出スル一種ノ床ヲ造リ軒ノ如ク堤ノ前面ヨリ

若干ノ長サニ刎出ヅル樋狀ノ構造物タラシメ堰堤ヲ越流スル落水ヲシテ毫モ堤ノ前面ヲ擊ツコトナカラシムルノ實例ハ之レヲ「マドルツツア」堰堤ニ就テ見ルベシ

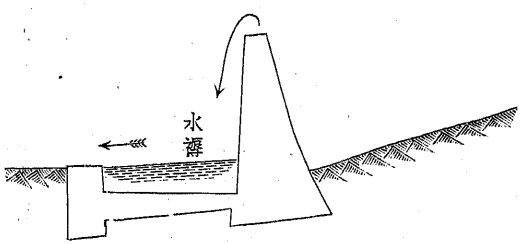
越流口ノ形狀

堰堤ヲ越流セシムル場合ニ於テ如何ナル形狀ノ越流口ヲ其ノ頂頭ニ附與スベキカニ就テハ「サリス」氏ト「ウイトマン」氏トハ其ノ說ヲ異ニス卽チ後者ハ越流ヲシテ堤前地盤ノ最堅牢ナル箇所ニノミ落下セシムルタメ堰堤頂頭ノ一部分ヲ著シク低メ越流ヲ此ノ低凹部分ニ集注セシムルノ可ナルヲ主張シ前者ハ越流ノ厚ヲ成ル可ク淺薄ナラシムルタメ殆ンド堰堤ノ全幅ニ渉リ其ノ頂頭ヲ一平ナラシメテ越流ノ擊力ヲ廣ク散布セシムルヲ可トシ何レモ一理アリ必シモ固執スルヲ要セズ畢竟各其ノ場合ニ於ケル特殊ノ事情ニ從ツテ之レヲ決定スベキモノトス

水叩ニ於ケル水褥

堰堤前面ノ脚下ニ於ケル所謂落水ノ水叩ニ於ケル溪底ハ假ヘ天然ニ堅岩ヨリ成立スル場合ト雖モ水及ビ流下碎岩ノ量ト落差ト時間トノ因子ニ基キ著シキ摩滅ノ形跡ヲ留ムルニ至ルモノトス況ンヤ溪底地盤ノ堅固ナラザル場合ニ於テヲヤ斯ノ如ク堰堤ノ前脚ニ於ケル堰底ハ落水及ビ流下碎岩ノタメニ甚シク打擊セラレ堰堤工事中ノ最危險點ナルヲ以テ從來該點ニ於ケル床固メ工事ノ破壞及ビ河底洗堀ノタメ堰堤ノ全滅ヲ來シタル場合尠シトセズ之レニ備フルタメニ充分堅牢ナル施設ヲ要スルコト論ヲ俟タズト雖モ玆ニ考慮スベキハ落水ノ直下ニ於ケル深穴卽チ謂ユル瀑壺內ニ存在スル死水換言スレバ湛水層ノ厚サ大ナルニ從ヒ謂ユル水褥ノ作用ヲ呈シ落水ノ生力ヲ殺減スルノ效果益〻著大トナルヲ以テ終ニ瀑壺ノ河底ヲ破壞洗堀セラルヽヲ防グタメニハ左程堅牢ナル工事ヲ必要トセザルニ至ルベキノ一事ナリ故ニ若シ斯ル水褥ノ作用ヲ巧ニ利用スル計畫ヲ取ルニ於テハ當初費ス所ノ工費必ズシモ莫大ナラズシテ維持上極メテ安全ナル設計ヲ立ツルコトヲ得可シ此ノ水褥ヲ造ラントスルニハ圖ニ示ス如ク瀑壺ノ前方ニ於テ溪底ヲ

第百三十三圖



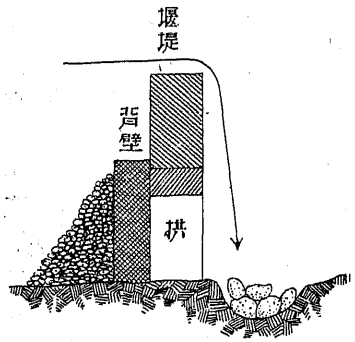
横斷スル障壁ヲ築キ其ノ頂點ヲシテ所望ノ水褥ノ深サヲ得ルニ足ラシムルヲ要ス

堰堤以外ニ設クル隧道放水路

堰堤頂頭ノ越流ヲ皆無トスルカ又ハ少クトモ之レヲ輕減スルノ目的ヲ以テ堰堤以外ニ堅岩ノ崖腹ニ隧道ヲ貫通シテ別ニ疏水路ヲ設ケタル實例ニ乏シカラズト雖モ流下碎岩ノ多量ナル場合ニハ隧道内面ガ堅岩ヨリ成立スルカ若クハ極メテ堅硬ナル張石ヲ施セルニモ關セズ摩滅破壞ノ程度甚シク意想外ニ早ク隧道其ノ者ノ壽命ヲ失ヒタル場合勘シトセズ斯ル場合ニハ内面ノ張石ヲ機敏ニ修理シテ隧道ノ維持ヲ圖ルヲ要スルコト勿論ナリ

拱形ノ堰堤

第百三十四圖



堰堤ノ前面ニ於ケル溪底ノ洗堀破壞ガ延テ堰堤ニ危害ヲ及ボスヲ防グノ目的ヲ以テ堰堤最下部ノ構造ヲ拱トスルコトアリ換言スレバ兩岸ノ堅硬ナル地盤ヲ橋臺トシテ石造ノ拱橋ヲ架シ其ノ上部ニ堅壁ヲ積疊シ堰堤ノ實體ヲ造リテ後拱橋下ノ空間ノ上流ニハ拱橋ニ接續シ別ニ小壁ヲ築造シテ上記空間ノ背後ヲ閉塞シ拱下ヨリ流水及ビ各種流下物ノ通過スルヲ防グニ備ヘ斯ノ如クシテ拱下ノ空地ハ堰堤越流ノ結果トシテ自然ニ生ズル溪底ノ深堀レニ對シテ餘地ヲ與フルガ故ニ其ノ波及シテ堰堤ノ基礎ニ危害ヲ及ボスコトナカラシムルヲ該工法ノ主眼トス

堰堤ノ分類

堰堤ヲ構成スル主要材料ニ從ヒ之レヲ三種ニ大別スルコトヲ得可シ卽チ

(一)石造堰堤(各種ノ煉瓦混凝土造ヲモ含ム)

(二)木造堰堤

(三)木石混合堰堤

石造堰堤ニ在テハ「セメント」及ビ鐵筋混凝土ノ應用以來以前ニ比シ小形ノ構造ヲ以テ能ク堅牢ナルヲ期シ得ルニ至リ輓近斯ル進歩シタル工法ノ實施セラレタルモノ勘カラズト雖モ往時ニ於テ實施セラレタル空積ノ石造又ハ木石混合堰堤ニシテ今尙現存シ其ノ功能ヲ奏スルモノ亦勘カラズ蓋シ山間僻遠ノ地ニ施行スルヲ要スル溪川修理工事ヲ行フニ當リテ其ノ速成ト經濟

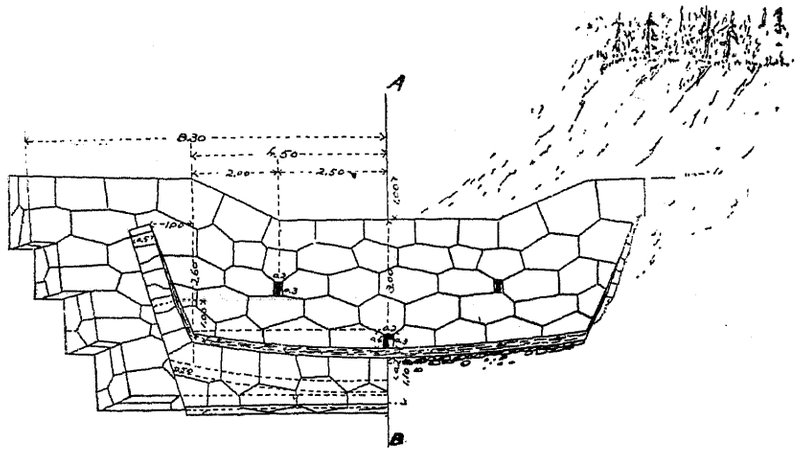
ヲ圖ルノ點ニ於テ成ル可ク其ノ土地ニ存在スル物料ヲ使用スルコトヲ得策トスルガ故ニ今日ト雖モ猶盛ンニ舊慣ニ依ル工法ヲ採用スル場合尠カラザル所以ナリ

石造堰堤ノ標準

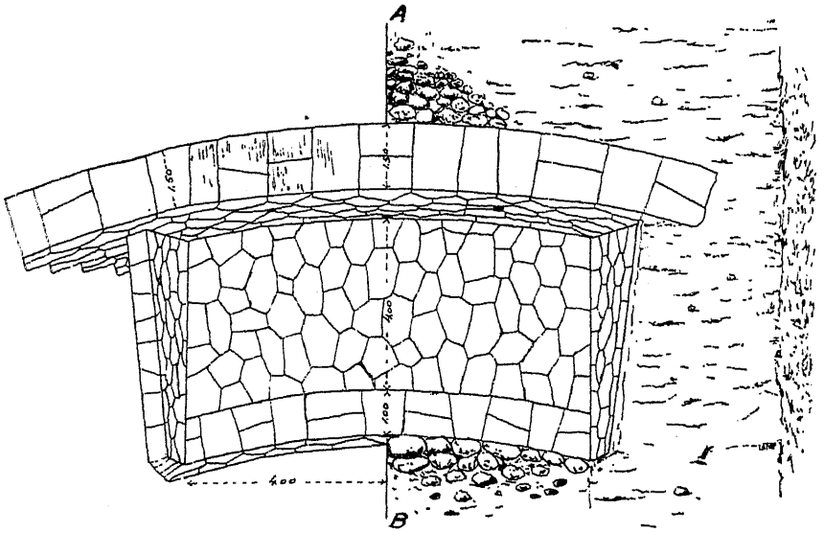
石造堰堤ヲ大別シテ空積石堰堤、練積石堰堤、及ビ混凝土堰堤トス左ニ墺國「ケーニツヒリツヒ、ワインベルゲル」及ビ「サムボール」監督署ニ於テ使用セル標準ヲ示ス（第百三十五乃至百三十七圖）

第百五十三圖

石堰堤

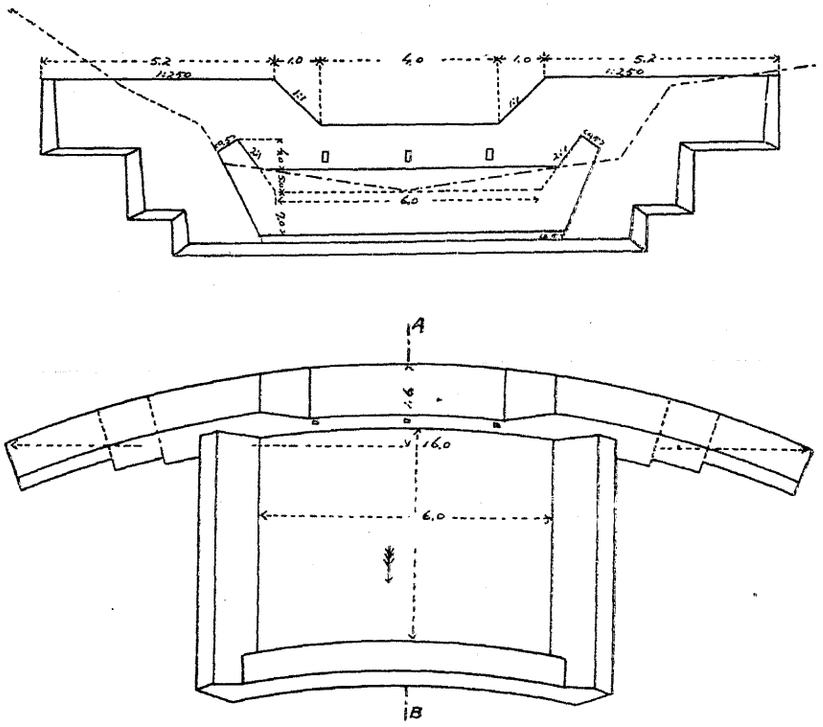


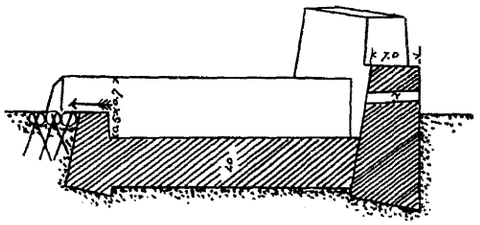
平面



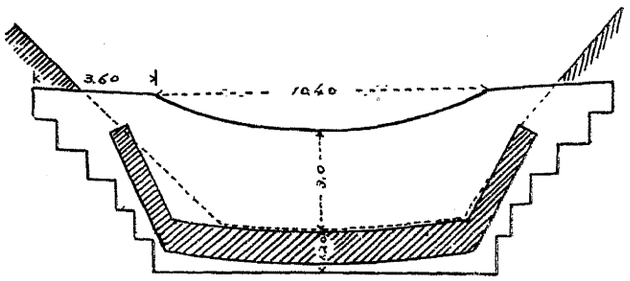
A.B. 面斷

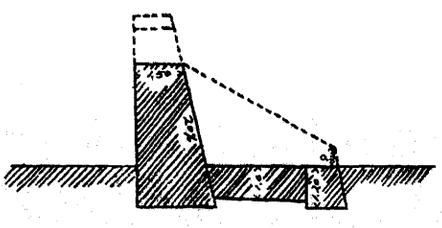
第百六十三圖

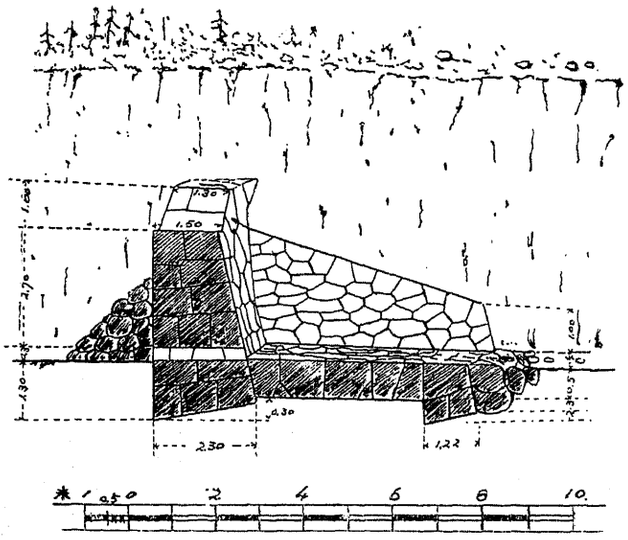




第百七十三圖

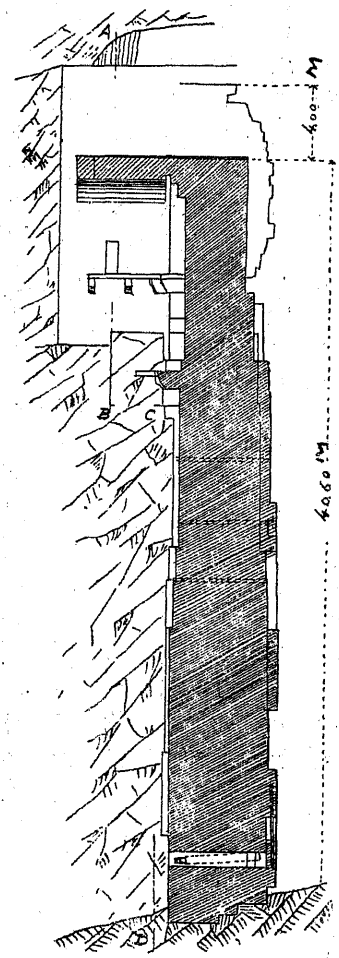






以上示ス所ノ各種石造堰堤ノ標準ハ孰レモ其ノ高ノ大ナラザル者ノミナリシガ今既設ノ堰堤中其ノ高極メテ大ナル實例ノ一二ヲ擧グレバ一ニ「マドルツツア」堰堤ハ「チロール」州中最惡性ノ荒廢溪川ノ一ナル「フエルジナ」ニ屬シ「ドリトル、カール、ヅプレヒチー」氏ノ設計ニ係リ千八百八十四年ヨリ千八百八十六年ニ亙リ硬質ノ石灰岩ヨリ成立シ其ノ深七十三米ヲ有スル深溪谷中ニ設ケラレタルモノニシテ高四十米ニ達スル臥拱形トシ溪底及ビ兩岸共上記ノ硬岩ニ據リテ支持セラルル石堤ヨリ成立シ大形ノ石材ヲ用

第百三十八圖

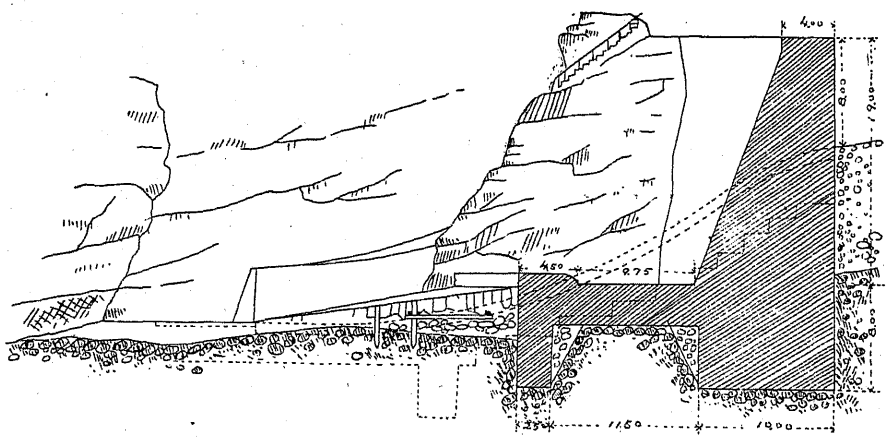


ヒ「セメントモルタル」積トナシタリ堤頂ハ堤幅以外ニ尚六米ヲ下流ニ於テ突出スル様床狀ニ之レヲ擴張シ別ニ兩岸ノ硬岩ヲ橋臺トスル拱ニヨリテ之レヲ支持シ越流ヨリ生ズル落水ヲシテ堤脚ニ危害ヲ及ボスコトナカラシメタリ其ノ構造ハ圖ニ示ス如シ(第百三十八圖)

二、「セントギヲルギヲ」堰堤ハ前記「フエルジナ」ノ北方約十粁ニ於テ「エツチユ」川ニ合流スル「アビジヲ」溪ニアリ千八百八十五年ニ建造セラレ其ノ高二十七米ノ石堤ヲ構成スル拱ハ兩岸共ニ硬岩ニ據リ支持セラル、モ基礎ハ單ニ川底上ニ「存在スル大形ノ碎岩上ニ置カル、ニ止マレリ堤ノ實體ハ極メテ大形ノ石材ヲ使用シ「セメントモルター」積ミトナセリ該溪ハ其ノ平均勾配約四分ノ一ニ相當シ流域面積約九百五十六方粁ヲ有シ千八百八十二年ノ大洪水ニハ其流量千立方米ニ達シ堰堤箇所ニ於ケル押轉力Sハ毎平方米ニツキ四十乃至五十瓲ニ達シタリト云フガ如キ狀態ニアルガ故ニ水叩キノ危害ヲ懸念シ當初ヨリ別ニ放水路ヲ右岸ニ設ケ堰堤ノ下流ニ於テ落水セシムルコト、セシガ既ニ千八百九十二年ニ於テハ當初堰頂以下五米ニ位スル底ヲ有セシ放水路ハ可成リノ硬岩ヨリ成立セルニ拘ハラズ漸次摩滅セラレテ其ノ深サ約二倍ニ達シ剩ヘ放水路ノ落口ハ漸次上流ニ向ヒ侵蝕セラレテ臥拱形ノ本堰堤ヲ支持スルタメニ保存セラレタル右岸ノ堅岩支壁ヲ危クスルニ至レルヲ以テ更ニ「セメントモルタル」ヲ使用シ堅岩ヲ以テ放水路ノ側底共ニ之レヲ張詰ムルコト、シタリ大體ノ構造ハ圖ニ示ス如シ

堰堤ノ下流ニ位スル兩岸ニハ之レニ沿ヒ特ニ導水工ヲ設クルカ又兩岸ニ擁壁ヲ築キテ越流ノタメ漸次兩岸ヲ侵蝕セラレ延テ堰堤ニ危害ヲ波及スルコトナカラシメザル可ラズ又堤頂ニ於ケル越流ノ幅員

第百三十九圖



ヲシテ上記ノ導水工及ビ擁壁ノ間隔ヨリ小ナラシメ此等構造物ガ直接ニ越流ノ打撃ヲ受クルコトナカラシムルヲ要スルハ勿論ナリ

堰堤上流ノ翼壁

堰堤ノ上流ニモ亦之レニ接續シテ兩岸ニ擁壁ヲ設クルコトアリ殊ニ堰堤ヲ構成スル石壁ガ兩岸ノ硬岩ニ據リ直接ニ支持セラレザル場合卽チ兩岸ノ土質堅硬ナラザル場合ニ於テ然リトス(第百三十九圖)

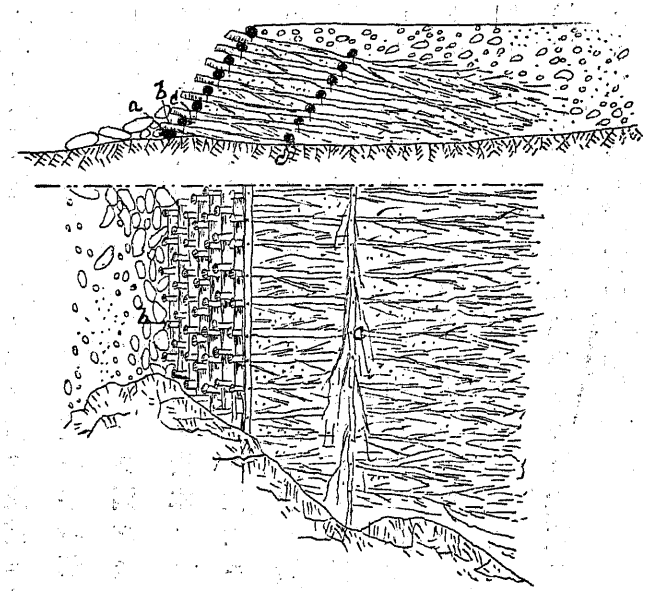
舊キ木造堰堤ノ存在

其ノ高サ大ナラザル堰堤ハ木造トシテ充分其ノ用ヲナス場合尠カラズ例セバ十九世紀ノ初期ニ於テ「ドイル」氏ガ建設シタル粗木堰堤ニシテ今尙存在セルモノアリ又其ノ高サ十米其長五十米ナルモノガ「シムメ」ノ本流ナル「ローテンバツハ」ニ於テ五十年ヲ經過シテ猶能ク其効能ヲ維持シタリト云フノ事實ニ徵セバ其ノ施工箇所ニシテ宜シキニ適スルニ於テハ木造堰亦侮ル可ラザル功果アルモノト云ハザル可ラズ蓋シ木材ハ曝化作用ヲ受ケザル良好ノ石材ニ比スレバ其ノ保存年間ノ短キヲ免レズト雖モ之レニ反シ石造ノ構造物ハ其ノ一部分ニ生ジタル微細ノ瑕瑾ヨリ全體ニ危害ヲ及ボスモノナルニ關ハラズ木造ノ堤ニ於テハ容易ニ各部ノ結合狀態ヲ破壞セラルヽガ如キコトナキノ特長アルベケレバナリ

「ドイレ」氏ノ先輩ナル「フオルデラウエル」氏ガ初メテ「クレムメルタール」ニ於テ施工シタリト稱セラルヽ粗木堰ハ其ノ構造極メテ簡單ナリ卽チ先以テ使用セントスル粗木ノ長サニ等シキ區間ノ溪底ヲ全幅水平ニ掻均シ堰ノ「水叩トナルベキ箇所ニ粗木ヲ構ヘ溪底ノ全幅ニ亙ラシムルニ當リ其ノ地盤ニ馴染良カラシムルタメ豫メ粗木ノ下面ニ於ケル枝ヲ切拂ヒテ之レヲ一列ニ据ヘ付ケ該横木aノ列上ニbナル粗木ヲ敷列ネ其ノ各ノ根元ヲ三十乃至五十粉ダケ

粗木堰

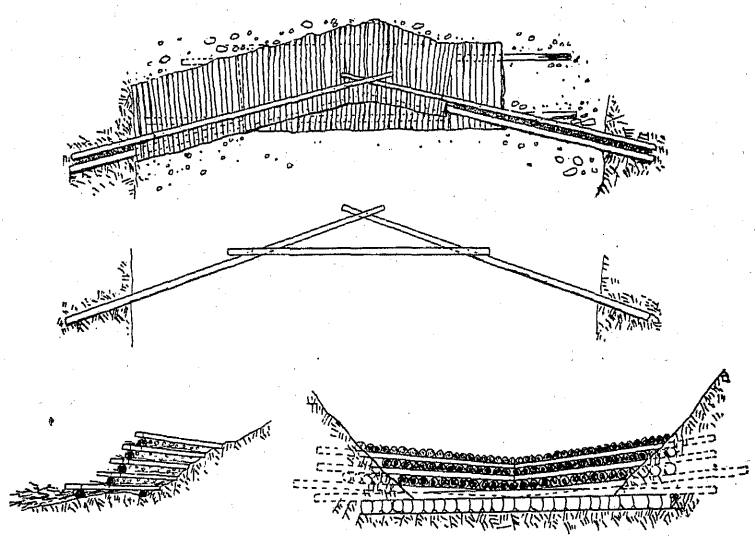
第百四十圖



aヨリ下流ニ突出セシメ其ノ梢ヲ上流ニ向ハシメ又横木ニ接著スル部分ニ於ケル枝ヲ取去ルニ止メ他ノ枝ハ半バ切リ缺キヲ加ヘテ之レヲ曲ゲ付ケ相隣レル粗木ノ成ル可ク密接スルヲ圖ルモノトス斯ノ如ク敷キ込ミタル粗木層ノ上ニハ更ニ一列又ハ二列ノ横木ccヲbニ釘付ケトシcハaニ比シ若干ノ距離ヲ上流ニ向ケ退却シタル位置ニ取付クルモノニシテ且ツcナル横木ハ其ノ上下ノ枝ヲ伐リ拂ヒ上下層ニ對シ馴染良カラシメ同様ノ方法ヲ順次反覆シテ所要ノ高サニ達セシムベシ但シ後列横木cハ其ノ下ニ位スルモノヨリ上流ニ向ヒ若干ヲ退却シタル位置ヲ取ルコト恰モ前列ニ於ケルト同様トナス可シ全部ノ構成ヲ終ルトキハ其ノ上部ニ碎岩ヲ以テ被覆ヲ行フコト圖ニ示ス如シ竣功當時ニ於テハ該種ノ堰堤ハ其ノ空隙ヲ通ジテ自由ニ水ヲ透流スト雖モ漸次ニ碎岩ノタメ空隙ヲ塡塞セラレ竟ニ水蜜ノ堰堤トナルモノト知ルベシ(第百四十圖)

輓近「チロール」州ニ於テ「リンドネアー」及ビ「ロチカ」氏ノ指導ノ下ニ盛ンニ流行スルニ至レル丸太堰堤ハ小ナル溪川ニ適用セラレテ能ク其ノ目的ヲ達スルコト人ノ知ルトコロナリ今其一例ヲ擧グレバ最初溪底ヲ掻均ラシ圖ニ示ス如ク適當ノ距離ニ溪底ヲ横斷シテ二本ノ丸太ヲ挿入シ其ノ上ニ縱丸太ヲ並列シテ一種ノ基礎ヲ造リ其ノ上ニ二本ノ丸太ヲ上流ニ向ケ溪心ニ於テ交叉セシメ尚必要ニ應ジ別ニ一本ノ横木ヲ取付ケタル後其ノ徑ヲ異ニスル丸太ヲ用ヒ小徑ノモノヲ中心ニ置キ漸次兩岸ニ向ヒ大徑ノモノヲ配列シテ之レニ因リ生ズ可キ上面ガ溪心ニ於テ低下スル卽チ三角形ノ溪底ヲ造成スル様ニ工夫シ同様ノ方法ニ依

第百四十一圖



リ順次上層ヲ加ヘ所定ノ堰堤高ニ達セシメ水流ノ中心ニ集注スルヲ圖ルモノトス而シテ各層ノ間隙ハ木枝及ビ堀鑿ヨリ生ズル碎岩等ヲ以テ塡充シ最下層卽チ基礎ハ地盤ニ緊ク繫定シ上層ハ長キ釘ニテ良ク下層ニ取付クルモノトス(第百四十一圖)

丸太堰ノ距離

丸太堰ハ上流ヨリ下流ニ向ヒ漸次ニ其ノ數ヲ加ヘ其ノ相互ノ間隔ハ溪底ノ傾斜ニ應ジテ之レヲ定メ例セバ八度ノ傾斜ニ對シテ十五乃至十六米ノ間隔ヲ與ヘ四十度ノ傾斜ニ對シテハ約三米ヲ標準トス

生木堰

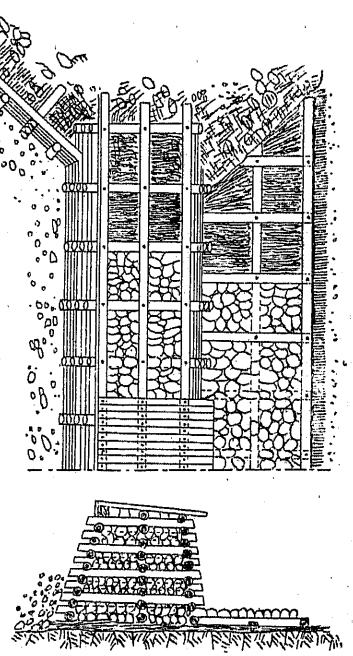
以上ノ外生木堰ト稱スル工法アリ卽チ萠芽力アル連柴ヲ杭打ニ依リテ支持シ又其ノ上ニ萠芽力アル編柵ヲ施工シ後日ニ於テ萠芽スルヲ期スルモノトス橫連柴ハ堰ノ作用ヲ呈シ縱連束ハ之レト相俟ッテ導水護岸ノ作用ヲ呈スト雖モ固ヨリ極メテ小ナル溪川ニ適スルニ過ギズ

木石混合堰堤

木石混合ノ堰堤ハ獨リ歐洲ニ於テ行ハル、ノミナラズ米國ニ於テハ大規模ノモノ各處ニ施行セラレタリ抑モ木石混合ノ堰堤ハ溪ノ大小ヲ問ハズ應用セラレ得ルモノニシテ其ノ工法亦千差萬別ナリ輓近我國ニ於テ流行セル木構沈床ノ如キ亦其ノ一例ナリ枠若クハ杭打工事ニ據ル木壁又ハ木墻間ニ碎岩ヲ塡充シタルモノ、如キニ至ッテハ「チロール」州ノ修理工事ニ於テ其ノ實例ノ豐富ナルヲ見ルベシ其ノ極メテ簡單ナルモノハ上圖ニ示スガ如シ

「セントガレン」ノ木石堰堤

第百四十二圖



其ノ大ナルモノニ至リテハ「カントン」州「セントガレン」ニ於テ石枠上ニ巨大ナル石材ヲ並列シテ堤頂ヲ造リタルキ如キ極メテ頑丈ナル木石混合ノ堰堤ノ存在スルハ良ク人ノ知ル所ナルヲ以テ今此等ノ方法ニ就テハ玆ニ詳述セズ

木造及ビ木石混合ノ堰堤ハ孰レモ附近ニ木材ノ豐富ニシテ優良ナル石材ノ乏シキ場合ニ應用スルモノト知ル可シ

以上ハ主トシテ前ニ述ベタル荒廃溪川中ノ上區及ビ中區ニ對スル施設ナリトス

八　下區ニ於ケル碎岩圓錐堆上ノ修理工事

下區修理工事ノ時機

荒廃溪川ノ下區卽チ溪川ガ本流ニ合スル附近ノ謂ユル碎岩圓錐堆上ニ於ケル部分ノ修理工事ハ一般ニ該所ニ於ケル亂流狀態ヲ改良シ一條ノ流路ヲ設定シ上記圓錐堆ヨリ成立スル土地及ビ之レニ接續スル土地ノ安全ヲ圖リ又新タニ設定シタル流路ノ埋沒又ハ洗堀ヲ防止スルヲ以テ其ノ主要ナル目的トス

該區ノ上流ニ於ケル修理工事ノ未ダ行ハレザルトキハ流下碎岩ノ大部分ハ該區ニ沈澱堆積シテ謂ユル圓錐堆ヲ不斷增大セシムルモノナルヲ以テ直ニ該區ヲ修理スルコトハ到底難事タルヲ免レズト雖モ旣ニ上流ノ修理工事ガ完成シテ充分其ノ功能ヲ遂グルニ至レバ稍〻其ノ趣ヲ異ニシ少クモ流下碎岩ノ粒大及ビ數量ヲ減ズルガ故ニ其ノ方法宜シキヲ得レバ該區ニ行ヒタル修理工事ニ因リ相當ノ効果ヲ期待シ得ベキモノトス

橫斷面ノ決定

該區ニ於テ新タニ設定セントスル流路ノ定規橫斷面ノ決定ニ關シテハ其ノ要素トナルベキ材料トシテ勾配及ビ流下碎岩ノ性質ヲ知リ得ルニ止マリ其ノ流量ニ至リテハ之レヲ推定スルコト殆ンド困難ナリ何ントナレバ假リニ流域面積及ビ降雨量ヨリ普通ノ方法ニ從ヒ流量ヲ推定スルモ荒廢溪川ノ場合ニ於ケル洪水及ビ碎岩ノ最大流量ハ單ニ降雨量ノミニ關セズ寧ロ崩壞等ノタメニ不意ニ堰止メラレタル湛水ガ此ノ自然ニ基キタル碎岩ノ急造的堰堤ヲ突破シテ一時ニ流下スルニ基クモノニシテ之レヲ豫測スルノ方法ナケレバナリ卽チ正當ニ定規斷面ヲ決定スルノ困難ナルヲ知ルベシ又下區ノ修理ヲ加ヘタル新流路內ノ押轉力Sハ該所ニ來ル流下碎岩ヲ遲滯ナク流過セシムルニ充分ナラザルベカラズト雖モ之レニ反シテ新溪底ガ急ニ磨滅セラルヽガ如キ程度ニ大ナルベカラズ

流水ノ突飛狀態

今若シ碎岩ヲ含有セザル淸水ト雖モ其ノ急溪ヲ流下スル狀態ヲ視レバ其ノ流速ハ必ズシモ一樣ニ遞加セズシテ極メテ突飛的ナルヲ目擊シ得ベシ蓋シ流路ノ彎曲ハ落差ノ急變ト相俟ツテ同樣ニ其ノ動機トナルモノナルベシ

碎岩堆上ニ開設スベキ流路ノ要素

碎岩圓錐堆上ニ新タニ開設セントスル流路ニ對シテハ(一)流路内ニ著シキ沈澱ヲ生ゼシメザルコト(二)疏通ノ一時的阻止ニヨリ河岸ニ破損ヲ生ゼシメザルコト(三)流向ヲシテ成ルベク河岸ニ直衝セシメザルコトヲ圖ラザルベカラザルガ故ニ(甲)流路ハ成ル可ク直線ヲ採用スルコト(乙)止ムヲ得ズシテ曲線ヲ採用スルトキハ成ル可ク其ノ半徑ヲ大ナラシムルコト(丙)護岸ノ工法ハ成ル可ク流勢ヲ激勵スルコトナク單ニ水流ヲ圓滑ニ誘導セシムルモノヲ採用スルコト(丁)瀑流ヲ避クルタメ川底ニ階段狀ノ生ズルコトナカラシメ川底勾配ヲ成ルベク均等ナラシムルヲ要ス

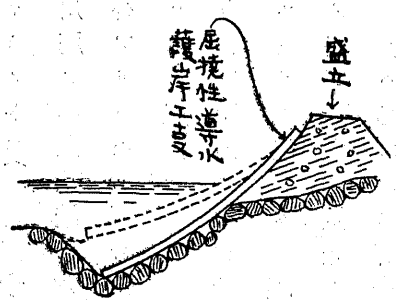
導水護岸工事ニ止ムル自然法

上記ノ如ク適當ナル横斷面ヲ豫定スルコトハ頗ル難事ナルノミナラズ碎岩圓錐堆上ニ新タニ流路ヲ堀鑿シテ同時ニ之レニ護岸及ビ底固メ工事ヲ施行スルコトハ其ノ經費ヲ要スルコト亦多額ナル可キガ故ニ別法トシテ寧ロ最初ニ碎岩圓錐堆上ニ選定シタル新流路線ニ沿ヒ片側又ハ兩側ニ一種ノ導水兼護岸工事ヲ施行シ漸次之レヲ延長シテ碎岩堆ノ增長ニ伴ハシメ斯クノ如クシテ自然ノ作用ニ依賴シ新流路ノ堀鑿ヲ行ハシメ自然ノ要求ニ適合スル流路横斷面ノ大體ニ造成セラレタル後必要ニ應ジ徐ロニ底固メ又張石等ノ工事ヲ施行スルヲ得策トス是レ蓋シ自然力ヲ利用シテ土功ノ費用ヲ省略スルニ止マラズ導水護岸以外ノ工事ハ單ニ實際ニ於テ自然ガ必要ナリトシテ要求スル範圍ニ止メ將來ニ於テ或ハ不必要ナルベキガ如キ部分ニ對シ一律ニ最初ノ建設費ヲ冗費スルノ弊害ニ陷ラザルノ良法ナレバナリ

屈撓性混凝土ノ單床ノ推奬

斯ル意味ニ於テ最初ニ施行スル導水護岸工事ハ其ノ施行後ニ其ノ前面ニ於ケル川底ノ自然的ニ洗堀セラルヽコトヲ豫期スベキモノナルガ故ニ著者ガ提案セル四十二年式ノ如キ堅牢ニシテ而カモ屈撓性ニ富メル工法ヲ採用スルヲ得策トスベシ而シテ川底ノ漸次ニ深ク洗堀セラルヽニ從ヒ小粒ノ碎岩ハ流去シテ單ニ大粒ノ碎岩ノミヲ川底ニ止ムルカ又ハ川底ガ洗堀ニ堪ユル程度ノ硬盤ニ達スルトキハ導水護岸工事以外ニ何等ノ底固工ヲ施行スルノ必要

第百四十三圖



ナキモノトス（第百四十三圖參照）

下區ノ低堰堤ノ應用

川底ノ勾配急峻ナルニ從ヒ單ニ導水護岸工事ノミニ據リ安全ヲ期シ難キ場合アリトセバ低キ堰堤ヲ築造シテ水面勾配ヲ緩和シ擊力ヲ堰堤ノ施工箇所ニノミ集注セシメ主トシテ之レニ抵抗スルニ止メ護岸ヲ容易ナラシムルノ方法ヲ採用スベシ此ノ場合ニ於テハ堰堤ノ作用ハ上區及ビ中區ノ修理工事ニ於テ築造シタル堰堤ノ作用ト稍〻其ノ目的ヲ異ニシ卽チ後者ニ因リ大粒ノ流下碎岩ノ阻止セラル、ニ至リ初メテ安全ニ下區ノ修埋ニ著手シ得ベク前者ハ必ズシモ碎岩ノ阻止ヲ主眼トスルニ非ザルモノト知ルベシ

堰堤築造の順位

下區ニ於ケル堰堤ノ高サハ大ナルヲ要セズ寧ロ低キヲ以テ一般ノ場合トスト雖モ其ノ水叩キニ接續スル下流若干ノ部分ノ川底ハ落水ノ影響ヲ受ケテ深堀レヲ生ズルノ傾向アルヲ免レズ而カモ堰堤ニ依リ流下物ノ補充ヲ阻止スルガ故ニ此ノ傾向ヲ利用シテ自然的ニ流路ヲ開鑿セシムルノ便法ヲ採用セントセバ豫メ堰堤ヲ築造スルニ當リ先ヅ懸案區域ノ最上流ニ之レヲ設置シ自然作用ニ依リ流路ヲ開鑿セシメツ、漸次ニ下流ニ向ヒ堰堤ヲ增設スルノ順序ニ從ハザル可ラズ

新流路横斷面ノ形狀

今若シ新流路ノ斷面ニ一定ノ形狀ヲ附與シ川岸及ビ川底ヲ固定的ニ加工スルノ必要アルトキハ其ノ形狀ヲ如何ニスベキカヲ考慮セザル可ラズ從來一般ニ用ヒラレタルモノハ圓弧形、直角形、梯形ノ三種トス三者何レモ長短ナキ能ハズ

圓弧形ノ特長

圓弧形ニ選ム所以ノモノハ減水ニ當リ水流ガ流路ノ中心ニ集注スルノ傾向ヲ有シ從テ左右ニ蜿蜒曲流スルコトナク自然ニ流路ヲ掃蕩スルニ在リト雖モ其ノ底部ノ彎曲强キニ失スルトキハ中央ニ於ケル底部摩滅ノ著ルシク速カナルノ不利益アリ而シテ微小ノ彎曲ヲ附與スルノ利益ハ主トシテ其ノ流量ノ少ナキトキニアリ若シ夫レ洪水ニ際シテハ川底ガ微小ノ彎曲ヲ有スルト其ノ水平ナルトニ因リ其ノ効力ニ大差アルコトナシ此ノ場合ニハ岸壁又ハ法腹被覆工ヲ要スルコト勿論ナリ

直角形

直角形ハ兩岸ニ石壁ヲ有スル場合ノ斷面形ニシテ私有地ヲ經過スル場合ニ多ク用ヒラル而シテ設計上必要ナル押轉力ヲ減少スルコトヲ許サザルガ

梯形

故ニ勢ヒ其ノ幅員ヲ或ル限度以外ニ超過セシムルコト能ハズ卽チ幅員ノ狹キハ偶〻以テ流氷木ノ停滯ヲ招ギ易ク引テ不斷嚴重ナル監視ヲ行フニ關ハラズ流路閉塞ノ難ニ罹ルコト往々之レアルヲ免レズ

梯形ハ其ノ上幅廣キヲ以テ流氷木ノ停滯ヲ來スノ傾向少ナキノミナラズ假ヘ一旦停滯スルコトアルモ其ノ除却容易ナルノ利益アルヲ以テ直角形ニ比シ安全ナリ若シ其ノ底ニ圓弧形ヲ附與シ得可クンバ最理想的ナリ

治水 終