

參考資料

土木學會誌 第九卷第一號 大正十二年二月

河海工學研究事業ノ現況

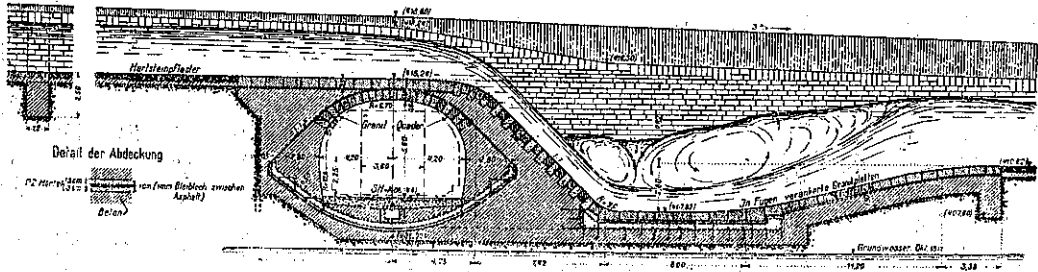
(Schweizerische Bauzeitung, 11. Feb. 1922)

從來工學上ノ研究ニ關シテハ各國相競フテ之ヲ獎勵セシ結果工學ノ各部門ニ亘リテ長足ノ發達ヲ來セシガ殊ニ最近ニ於テハ鋼鐵、鐵筋混凝土及ビ機械工學等ノ實驗的研究最モ盛大ナリ然ルニ河海工學ニ關スル實驗的研究ニアリテハ其效果甚大ナルニ拘ラズ研究困難ナルノ故ヲ以テ今日尙著シキ發展ヲ見ズ河海工學ノ實驗モ其當初ニアリテハ小規模ノ模型ニヨリテ僅カニ水流ノ諸現象ヲ説明スルヲ以テ満足セシガ以來漸次發達シ模型ニ依ル研究ノ結果ヲ或ハ直ニ實際ノ工事ニ應用シ或ハ河海工學一般ノ發達ニ資スル事ヲ得ルニ到レリ而テ今日歐米ノ工科大学ニ於テハ多ク河海工學實驗ノ設備ヲ有シ又政府事業トシテ直轄ノ河海工學研究所ヲ有スルモノ少ナカラズト雖モ就中最モ有名ナルモノハカゝるするトヘ工科大学(獨)どれすてん工科大学(獨)だるむすたツと工科大学(獨)ニ於ケル河海工學研究所及ビ伯林(獨)ラッパ(獨)ニ於ケル政府直屬ノ河海工學研究所等ニシテ此等ノ研究所ハ今日迄河海工學ノ理論及ビ實地ノ發達ノ爲メ多大ノ貢獻ヲ致セリ河海工學ニ關スル模型實驗ノ效果ハ技術者間ニ久シク論議セラレシモ近年研究方法ノ異常ナル進步ニヨリ實驗ノ結果ヲ確實ニ實地ニ適用シ得ルノ域ニ達セリ而テ斯ノ如キ模型實驗ノ原則ヲナスモノハ模型ニ於ケル水流ヲシテ實驗水路ニ於ケルト同様湍流(Turbulente Bewegungen)タラシムルニアルヲ以テ此爲ニハ模型ノ縮尺ヲアル限度以上ニ採ラザルベカラズ(模型寸法小ニシテ流速過小ナル時ハ水ノ各分子ハ直線運動ヲナシ流動ニ對スル勢力消費ハ略此流速ノ一乗ニ流速水頭ハ其二乗ニ比例ス然ルニ實際ノ水流ニ於テハ各分子ハ回轉ト直線運動ノ合成ヨリナル複雑ナル運動ヲ爲シ勢力

消費ト流速水頭トハ共ニ流速ノ二乗ニ比例ス。加之模型ノ縮尺過小ナル時ハ水ノ粘性潤邊ノ粗度等ノ水流ニ對スル影響ハ實際水路ト同ジカラズ且ツ短距離間ノ水頭消費流速水頭ノ差等ヲ測定スル事困難ナルヲ以テ其ノ表ハス所ノ現象ハ單ニ質的ニ自然現象ヲ示スニ過ギズ然ルニ技術上ヨリ見レバ質的ハ勿論量の關係ヲモ等シク必要ナルヲ以テ此意味ニ於テモ模型ハ可及的大規模タルヲ可トス

現今河海工學ノ研究ハ之ヲ二部門ニ分ツ事ヲ得即水理學ニ關スルモノト河海工事ニ關スルモノトナリ前者ハ河海水路等ニ於ケル水流ノ現象其自身ヲ研究スルモノニシテ後者ハ河海工作物ト水流トノ關係ヲ研究ス今日著名ナル河海工學研究所ハ凡テ此二部門ヲ併セ研究スルモノナリ一般ニ自然現象ニアリテハ其狀況複雜多樣ニシテ之ヲ科學的ニ分析シ凡テノ原因結果ノ關係ヲ明カナラシムル事困難ナルヲ以テ模型ニヨリテ條件ノ必要ナルモノノミヲ模シ因テ生ズル現象ヲ分析シ以テ原因結果ノ關係ヲ支配スル原則ヲ探求シ之ヲ實地現象ニ適用セントスルモノナリ而テ現今水理學ニ關スル實驗的研究ハ已ニ著シキ發達ヲ遂ゲ曳テ河海工學一般ノ進歩ニ貢獻スル所頗ル大ナリ從來水理學ノ難門タリシ橋脚ニ因ル嵩水堰堤及ビ堰ノ溢流断面ノ急變ニ依ル水流水門ヲ流出スル水流等ノ問題モ最近根本的ノ解決ニ近ツキツツアリ

河海工學ノ方面ニ於テ最近實驗的研究ノ好對象ヲナスモノハ河川水路等ニ於ケル砂礫流動水流ノ洗掘作用船舟推進抵抗等ニシテ壤國河海工學研究所長シ。ふなゝなく博士ノ研究ニヨレバ砂礫ノ流動ハ微細砂ヨリ徑五粒位迄ノ砂ニ關シテハていばい氏ノ法則ノ能ク行ハル、事ヲ明カニシ徑五粒以上ノ粗砂礫ニ關シテハ目下其研究ヲ進メツ、アリていばい氏ノ法則トハ水底ニ横ハル固體ニ作用スル流水ノ推力ノ強度ハ水深ト水面勾配トノ相乘積ニ比例ストナスモノナリ）水理學方面ニ於テハかゝる一へ研究所ノレトていばい教授多年ノ研究ニヨリテ最も重要ナル功績ヲ舉グ就中側收縮ナキ場合ノ堰流量橋脚嵩水不均等定流渦動等ニ關スルモノ最も有名ナリ水路ニ於ケル不均等定流ニ關シテハ從來理論上ヨリ其存在ヲ知ラレタル流動（Schwümmel）射流動（Schüssend）流水ガ已ニ有スル動勢ニヨリテ水深ニ對シアル限度以上ノ流速ヲ有スルモノ）トノ現象ヲ實驗ニヨリテ徹底的ニ研究シ其性状ヲ明瞭ナラシメタリ氏ノ溢流堤ニ關スル研究ハ河川工學上極



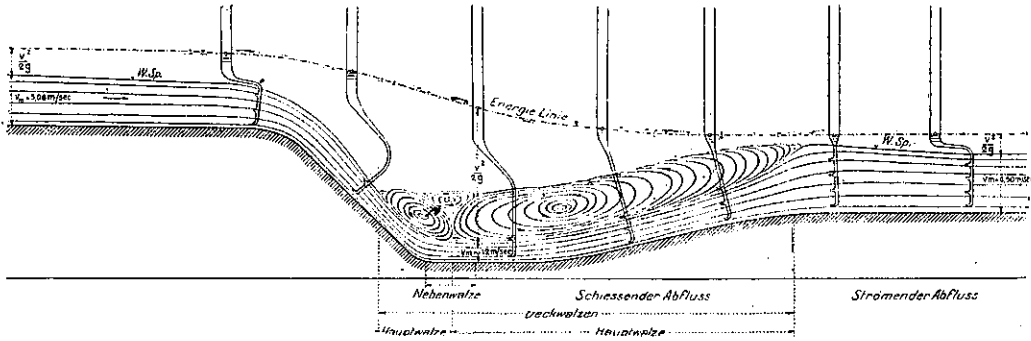
第

圖

メテ重要ナルモノニシテ氏ハ摸型實驗ニヨリテ最モ有利ナル堤下流斜面ノ形狀ヲ創案シ之ニ依テ水叩部ニ強キ水面渦動ヲ發生セシメ流水ノ動勢ヲ殺キ水ノ衝突ニ因ル工作物ノ被害ヲ防止スル事ヲ得タリ此新案ハ瑞西國ちりひ市ノじーの河堰堤ニ應用サレ豫期以上ノ好結果ヲ舉ゲタリ次ニ該研究ノ大略及ビ實地ニ於ケル功果ノ大様ヲ述ベントス

瑞西國ちりひ市ノ西部ニ新鐵道線ヲ敷設スルニ當リじーの河橫斷點ニ於テ河床上ニ隧道ヲ設ケテ線路ヲ通ズルノ必要ヲ生ジタルヲ以テ同河ノ屈曲部ヲ直線ニ付替へ必要ナル落差ヲ作り適當ナル位置ニ堰堤ヲ設ケ其内部ヲ隧道ニ利用スルノ案ヲ立テタリ從テ堰堤ハ充分ナル安定ヲ必要トスルヲ以テ全國聯邦鐵道局ハ種々ナル設計ヲ立テちりひ市ノ工科大學内ニ於テ實驗ニヨリテ其利否ヲ研究セシガ遂ニれいぼく教授ニ托シ一層徹底的ナル研究ヲ行フニ到レリ氏ハかゝるする一へ工科大學河海工學研究所ノ摸型用水路ヲ用ヒ其中ニ幅員〇・五米ノじーの河模型ヲ作り模型堰堤ヲ置キ前後ハ側壁ヲ硝子張りトナシ水叩ニ於ケル水流内部ノ現象ヲ充分ニ觀察シ得ル如ク設備シ流量ハ上流靜水室ニ設ケタル特殊ノ銳堰ニヨリテ之ヲ測定セリ模型ノ縮尺ハ二五分ノ一、五〇分ノ一及ビ百分ノ一ノ三種トナシじーの河ノ流量毎秒五〇立米乃至七〇〇立米ニ相當スル水量ヲ流下セシメ溢流及ビ水叩ニ於ケル水流ノ作用ヲ研究セリ先ヅ鐵道局ノ決定案ニ就キ種々實驗ヲ行ヒシガ同案ハ新河數ノ標準幅員ヲ三四米トシ堰堤ノ前後ニ於テ之ヲ四二米ニ擴大シ堰堤ハ其上下游ニ於テ四・六米ノ落差ヲ有シ下流斜面ヲ二段ニ分チ水叩キハ其底面ニ逆勾配ヲ附シ水ノ流勢ニヨリテ沈積セル砂礫ヲ流下セシメ堰ノ下流項點ヨリ上流一〇米ノ所ニ隧道ノ中心線ヲ置クノ設計ナリ氏ハ模型水路内ニ堰堤前後ノ五〇分一ノ模型ヲ作り溢流ノ狀況ヲ研究セシニ一五〇立米ニ相當スル流量以下ノ場合ニ於テハ溢水ハ先ヅ上段ヲ超エ下段上面ニ

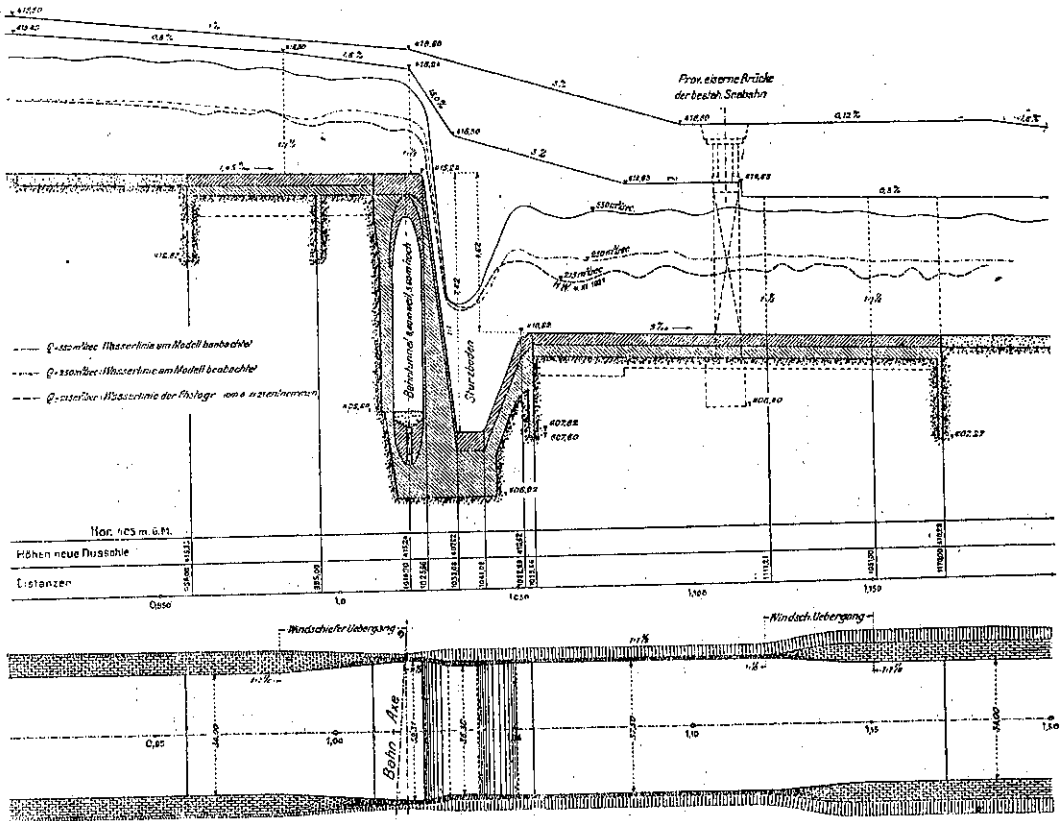
衝突シ次ニ下段ヲ超流シテ水叩ニ落下シ次テ水流ノ動勢ヲ分散セシメ得ルモ其以上ノ流量ニ於テハ溢流ハ其流勢大ニシテ段階ヲ躍流シテ直チニ水叩上ニ落下シ所期ノ目的ヲ達セズ中水以下ノ流量ニ於テハ下段上部並ニ水叩ニ粗礫ノ堆積ヲ來シ洪水時ニ於テハ水叩ニ生ズル水底ノ渦流ニヨリ此等ノ石礫ハ烈シキ勢ヲ以テ側壁及底面ニ衝突シ工事ノ安定上頗ル不利ナルヲ發見セリ依テレハ「ぼく」教授ハ上下兩段ノ鉛直面ヲ一割勾配ノ斜面ニ改メ溢流ノ狀況及砂礫流下ノ現象ヲ研究セリ然ルニ此形狀ニアリテハ不水以下ニ於テ水叩ノ底面ニ強キ逆渦流ヲ生ジ玆ニ砂礫ノ堆積ヲ來シ小洪水ノ場合ニハ下段上ニ逆渦流ヲ生ジ水叩キト同様砂礫ノ堆積ヲ生ズ中洪水以上ノ場合ハ溢水上段ヨリ飛流シテ直ニ水叩ニ落下シ其ノ背面ト堤下面トノ間ニ強キ逆渦流ヲ生ジ石礫ヲ堤體ニ激突セシム斯クシテ二段式堰堤ノ有利ナラザルヲ確メタリ此ニ於テ氏ハ砂礫ノ沈積及ビ衝突ヲ防止スルニハ堤面ニヨリテ溢流ヲ順導スルノ方法ヲ有效ト認メ水叩ノ適當ナル形狀ニ依リ流水ノ上面ニ渦流ヲ生ゼシメ以テ水ノ流勢ヲ減却スルノ得策ナルヲ主張シ此種ノ種々ナル形狀ニ就キ多數ノ實驗ヲ行ヒタリ此ヨリ先づ「ら」市(現今ノ「ちえ」國首府)附近ノもるだう河ニ設置スベキ堰堤ノ形狀ニ關シ舊埃國ニ於テ實驗セル結果ニヨリ溢水ヲ順導スルおぎ一式斜面ヲ不利ナリト結論セシモレ「ぼく」氏ノ主張スル所ニ依レバ該實驗ハ主トシテ水叩キノ形狀ニツキ研究セルモノニシテ順導式堰堤ノ全部ヲ不利ナリトスルモノニアラズ該實驗ニ用ヒシおぎ一斜面ハ法緩ニ過ギ水叩ニ於テ有效ナル渦流ヲ生ゼズ爲メニ床固下流ニ於テ流水ハ尙強大ナル動勢ヲ有シ河床及河岸ヲ洗掘スルモノニシテ導水斜面及ヒ水叩ノ形狀ヲ適當ニスルニ於テハ順導式ニ依リテ有利ナル結果ヲ得ベシトナセリ依テレ「ぼく」教授ハ順導式堰堤ニツキ最モ有利ナル斜面形ヲ求メン爲メ多數ノ模型實驗ヲ行ヒ其結果堤ノ下流斜面ヲ一割乃至三分ノ二割勾配トナシ頂面ニ半徑二米堤趾ニ半徑一・二五米位ノ曲線ヲ入ル、場合最良ノ功果ヲ得ル事ヲ發見セリ而テ法面 $\frac{2}{3}$ ニ近キ場合ハ落下セル水ハ水叩ニ於テ急速ニ水勢ヲ減シ法一割ニ近キ場合ハ堤ノ安定ヲ増シ水叩底面ノ磨損ヲ減殺スルノ利アリ次ニ水叩ノ形狀ニ就テ研究セシカ落下セル水ノ速度ハ每秒一〇米ニ達スルモ水叩ノ作用ニヨリ之ヲ四乃至五米ニ減却サレ下流ノ河床ニ對シ危險ナラザル事ヲ明カニセリ此種ノ堤形ニテハ水叩ノ深サ過大ナル時ハ其下部ハ效力



少ナキヲ以テ其深サヲ三米位トシ其底面ヲ下流ニ向ツテ隆起セシメ以テ水ヲ順導スレバ
 主流ハ底面ニ添フテ流レ上面ニ激シキ渦流ヲ生シテ水勢ヲ殺グ今溢流ニヨリテ流水ノ有
 スル勢力ノ變化ハ第二圖ニ示スガ如ク其勢力線(其高サハ水面ニ於ケル單位質量ノ水ノ
 有スル位置並ニ運動ノ勢力ノ和ヲ示ス)ハ水叩ニ於ケル渦動ニヨリテ急激ニ低下ス(圖
 中ノ勢力線ハ模型ニ於テピト一管ニ依リテ直接測定セルモノナリ)尙如斯形狀ヲ用フレ
 バ上流ヨリ流下シ來レル砂礫ハ水叩底部ノ強キ流勢ニヨリ容易ニ下流ニ押シ流サル、事
 ヲ明カニセリ

斯クシテレ一ぼく教授ハじゝる河堰堤ニ對シ第一圖ニ示スガ如キ設計ヲ立テシガ聯邦
 鐵道局ハ氏ノ研究ニ信賴シ之ヲ實際ニ築造シ尙模型ト實際堰堤トノ水理現象ヲ比較セン
 ニ爲メ種々ノ設備ヲナセリ即堰堤前後ノ河床ヲ模型ノソレニ類似セシメンガ爲メ上下遊各
 二〇〇米ノ間ニ張石ヲ爲シ所々ニ水位計ヲ配置シテ水位ヲ觀測シ一方種々ノ流量ニ對ス
 ル各斷面ノ水位ヲ理論上ヨリ算定シ置キ之ヲ水位計ノ記錄ト對比セリ一九二一年十一月
 第ノ洪水(堰堤築造後第一回ノ洪水)ニ際シテハ水位ノミナラズ渦動其他種々ノ水理現象

ヲ調査セリ今其結果ノ重要ナルモノヲ擧ゲレバ先ヅ堰堤ヨリ上流約四〇米ニ於テ著シキ
 水位ノ低下ヲ生ジ茲ニ水頭ハ變ジテ流速トナリ水ハ流動ヨリ變ジテ射流動ニ遷ル事ヲ示
 シ堤下游ニ於テハ水叩ノ下端ニ近ク顯著ナル躍流ヲ生ジ流速ハ化シテ水頭ニ變ジ射流動
 變シテ流動トナル此躍流點ノ上流ノ水叩ニハ水面ニ當ツテ激烈ナル渦動ヲ生ジ水ノ動勢
 ノ一半ヲ減殺スル事ヲ示セリ如斯現象ハレ一ぼく氏ノ模型ニヨリテ得タル所ト全々同
 一ニシテ即チ氏ノ模型實驗ハ量的ニモ質的ニモ能ク實驗現象ヲ表現シ得タル事ヲ示セリ



第三圖

第三圖ニ於テ三種ノ水面線中實線ハ模型ニ於テ五
 五〇立米ニ相當スル流量ヲ流ス場合ノ水面形狀ヲ
 實際水路ノ寸法ニ引伸シタルモノニシテ鏈線ハ同二五〇
 立米ニ對スルモノニシテ點線ハ該洪水ニ際シ流量
 毎秒二一五立米ノ時ニ實際ニ觀測セル水面形狀ナ
 リ即チ模型ト實際トノ驚クベキ一致ヲ示セリ
 上來述べタル如ク模型ニ係ル實驗的研究ハ技術者
 ニ對シ有力ナル新方法ヲ提供スルモノニシテ從來
 ノ工法ヲ改良シ又ハ從來經驗セザリシ狀況ニ對シ
 工作物ヲ計畫スル場合ハ其腹案ヲ直チニ實際ニ應
 用スルノ危險ヲサケ先ヅ適當ナル設備ヲ設ケ模型
 ニ依リテ其適否ヲ研究シ然ル後ニ之ヲ實地ニ施ス
 ヲ以テ得策トス(完)