

論說報告

土木學會誌 第五卷第二號 大正八年四月

整正ナル水路ニ於ケル不定流 (Unsteady Flow) 二 對シ Chezy 氏流速公式ノ應用ニ就テ

會員 工學博士 市瀨 恭次郎

緒言

整正ナル水路ニ於ケル不定流ニ關シ著者ハ大正五年二月發行ノ土木學會誌第二卷第一號ニ論述
スル所アリ尙ホ補論トシテ同會誌第二卷第四號及第三卷第五號ニ記述スル所アリタリ殊ニ其最
後ニ述ヘシ所ノモノハ北上川洪水觀測所ニ於テ大正五年六月ノ洪水ヲ實測セシ結果ニ基キ研究
ヲ試ミタルモノナリ其當時洪水水位ノ變動ヲ觀測所ノ稍々上流ニアル水越標ト觀測所ノ最下端附
近ニ設置シアル玉山下流標トニヨリテ觀測シ而シテ是等兩標ニ於ケル同時水位ニヨリテ得タル
水面勾配ハ事實上洪水觀測所ニ於ケル水面勾配ヲ示スヘントノ推定ノ下ニ研究ヲ進メタリシカ
其後實測ノ結果ニヨレハ此推定ハ常水位ニアリテハ略ホ當レルモ水越標カ少シク洪水激突ノ衝
ニ設置シアル爲メカ洪水ニ際シテハ頗ル其趣ヲ異ニスルコトヲ知ルト同時ニ論點ニ不備ノ嫌ア
ルヲ感スルニ至レリ此缺點ヲ補フカ爲メ洪水觀測所ノ上端ニ接近シテ新タニ量水標(玉山上流標
ト稱ス)ヲ設置シ該標ト前述玉山下流標兩標間ノ距離千九百五十尺トニヨリテ大正六年七月及十

月ノ洪水ヲ觀測スルト同時ニ洪水流速ノ實測ヲ遂ケ其結果ヲ齎ラスニ至リタルヲ以テ茲ニ研究ヲ新タニシ多少満足スヘキ結果ヲ收ムルト共ニ年來ノ研究カ幸ヒニ徒勞ニ終ラスシテ河川ノ洪水ニ關シ幾分補益スル所アルヘキヲ信スルニ至レリ

整正ナル水路ニ於テ上流ヨリスル水量ノ變動ニ起因スル不定流カ實際此方法ニヨリテ解決シ得ルノ域ニ達セシモノトスレハ此機會ニ於テ當初ノ所論ヲ改訂増補シ一貫セル論說トシテ再ヒ會員諸賢ノ高評ヲ仰クハ著者ノ欣幸トスル所アルヲ以テ重ネテ稿ヲ草スルコトハセリ
本稿ヲ草スルニ當リ内務省仙臺土木出張所登米工區主任並川技師同區在勤山口技師其他非常ノ熱心ヲ以テ北上川洪水實測ノ任ニ膺ラレタル諸君ニ對シ茲ニ謹ンテ滿腔ノ謝意ヲ表ス

第一節 Chezy 氏流速公式ノ由來

水路ニ向ヒ一定ノ水量ヲ斷ヘス供給スルトキハ水路ヲ流ル、水ハ定流 (Steady Flow) ノ狀態ヲ呈ス可ク水路若シ整正ニシテ其勾配齊一ナルトキハ定流ノ特種ノ場合ナル平速流 (Uniform Flow) ヲ現出スヘシ而シテ此場合ニアリテハ水面勾配ハ水路敷ノ勾配ニ並行シ同一ノ水量カ毎秒時間ニ水路ノ各斷面ヲ通過スヘキカ故ニ各斷面ノ平均流速ハ互ヒニ相均シカルヘシ

水路ノ内面カ完全ニ平滑ナルトキハ重力ハ動水ノ流速ヲ促進スヘキ譯合ナルヲ以テ整正ナル水路ニ於ケル動水ノ流速ノ齊一換言スレハ平速流ノ現出ハ全然水路ノ内面ニ起ル抵抗力ニ基因セサルヘカラス故ニ水路ノ長サ l ニ對スル水面ノ落差 h ニ基ク動水ノ加速 (Acceleration) ノ全部ハ此長サニ對スル摩擦カト恰モ相匹敵スヘシ故ニ

W = 毎秒時ニ水路ノ或ル斷面ヲ通過スル水ノ重量

F = 水路ノ内面一平方尺ニ對スル抵抗力

p = 可斷面ノ邊潤周回

v = 可斷面ヲ通過スル水ノ平均流速

トシ而シテ水路ノ内面ノ摩擦ハ l ノ長サニ亘リ齊一ナリト假定スレハ l ニ對スル抵抗力ノ全量ハ $F \times l \times p$ トナリ水路ノ内面ニ沿ヘル流速ヲ假リニ平均流速 v ニ均シトスレハ反抗働ノ全量 (Total resisting work) $\propto F \times p \times l \times v$ ナルヲ以テ

$$F \times p \times l \times v = W \times h$$

又タ水路ノ横斷水面積ヲ a トシ水ノ一立方尺ノ重量ヲ w トスレハ

$$W = w \times a \times v$$

ナルヲ以テ

$$F \times p \times l \times v = w \times a \times v \times h$$

又ハ

$$F \times p \times l = w \times a \times h$$

ヲ得故ニ

$$F = w \cdot \frac{a}{p} \cdot \frac{h}{l}$$

此方程式中 $\frac{a}{p}$ ハ水路ノ動水平均深ヲ示シ $\frac{h}{l}$ ハ其水面勾配ヲ現ハスカ故ニ動水平均深ヲ d ニテ示シ水面勾配ヲ s ニテ示ストキハ

$$F = w d s$$

トナリ而シテ此方程式ハ水路ノ内面ニ平方尺ニ對スル摩擦力ヲ殆ント正確ニ示セルモノナリトス

平均流速ニ關スル公式ヲ構成スルニハ v トノ關係ヲ知悉セサルヘカラスト雖トモ此關係ハ未タ斯學界ニ於テ合理的 (Rationally) ニ示サルノニ至ラサルヲ以テ專ラ實驗ノ結果ニ俟タサルハ

カラス而シテ各種ノ實驗ノ結果ニヨレハ F ハ殆ント v ノ自乗ニ比例スルコトヲ示セルカ故ニ係數ヲ C トスレハ

$$v = CV\sqrt{d} s$$

此公式ノ形態ハ Chezy 氏ニヨリテ定メラタルモノニシテ水路ノ動水平均深 d ト水面勾配 s トニヨリテ平均流速 v ヲ求メ得ヘキモノナリトス

實驗上ヨリ定メラタル C ニ關スル公式ノ中ニ就キ斯學界ニ廣ク用キラレツ、アルハ Bazin 氏及 Kutter 氏ノ公式アリトス而シテ或ル程度ニマテ各種ノ水路ニ對シ最モ事實ニ近キ結果ヲ示スモノハ後者ニヨリテ定メラタルモノナリト云ヘハ本論ニハ暫ク之ヲ使用スルコト、セリ其形態ハ次ノ如シ

$$C_{\text{Kutter}} = \frac{1.49}{n} + 41.79 + \frac{0.00282}{s} \\ 1 + \frac{n}{\sqrt{d}} \left(41.79 + \frac{0.00282}{s} \right)$$

此公式中ノ粗密率 n ハ水路ノ内面ノ粗密如何ニヨリテ變化スルモノナルヲ以テ或ル水路ニ相當スル n ノ價ハ實驗ニヨリテ定ムヘキモノナリトス

水路ヲ流ル、水カ定流ノ状態ニアルトキハ茲ニ示セル所ノ公式ニヨリ或ハ實測ニヨリテ實際ニ近キ流速ヲ知ルコトヲ得ヘシト雖モ一朝洪水ニ際會スルカ若クハ潮汐ノ感及ニヨリ動水カ定流ノ状態ヲ變シ水位ノ變動ニ伴ヒ流速カ刻々ニ變動スルニ當リ或水位ニ對スル實際ノ流速ヲ定ムルハ誠ニ困難ナリトス

不定流ノ場合ヲ研究スルニ先タチ動水ノ流速ヲ定ムヘキ一般公式ニ關シ數理上尙ホ研究ノ地ヲ存スト雖モ彼ノ Chezy 氏ノ公式ニ示セル如ク水路ヲ流ル、水ノ流速ハ其水面勾配ト動水平均

深トノ乘積ノ平方根ニ比例スヘキコトハ實驗上今日ニ至ルマテ一般ニ認識セラル、所ナルヲ以テ此形態ヲ以テ暫ク合理方程式ト見做シ此方程式カ如何ナル程度ニマテ整正ナル水路ニ於ケル不定流ノ場合ニ應用シ得ラル、カヲ研究セント欲ス

第二節 整正ナル水路ニ於ケル不定流ニ對シ Chezy 氏流速公式ノ應用

(上流ヨリスル水量ノ變動ニ基ク場合)

整正ナル水路トハ各断面ノ形狀互ニ相均シクシテ其底敷カ一定ノ勾配ヲ有スルモノヲ云フ斯ノ如キ水路ヲ流ル、水カ定流ノ状態ニアルトキハ其水面勾配ハ水路底敷ノ勾配ニ並行スヘキハ勿論ナリトス此場合ニ於ケル水面勾配ヲ s トシ或ル断面ノ動水平均深ヲ d トシ平均流速ヲ v トシ係數ヲ C トスレハ

$$v = C \sqrt{ds} \dots \dots \dots (1)$$

動水カ定流ノ状態ヲ變シ或ル瞬間ニ於テ水位ニ或ル微量ナル變動ヲ來タストキハ之レニ伴ヒテ d ハ ∂d ニヨリテ變動スヘシ抑モ此水位ノ變動ハ流量ノ變動ニ伴ヒ之レニ要スル流速及ヒ横斷水面積ノ變動ヲ生セシメムトスルニアリ而シテ此横斷水面積ノ變動ハ忽チ其断面ノ動水平均深ノ變動トナリ延キテ其水面勾配ニ變動ヲ來タシ是等相互間ノ關聯作用ニヨリテ流速ノ變動ヲ促カシ横斷水面積ノ變動ト相俟チテ恰モ流量ノ變動ニ應スルモノナルヘキカ故ニ水位ノ變動ニ基因スル動水平均深ノ變動ト水面勾配ノ變動トノ間ニ自カラ相關聯スル所ノモノアルヘシ是故ニ水位ノ或ル微量ナル變動ニ伴ヒ動水平均深 d カ ∂d ニヨリテ變動シ水面勾配 s カ ∂s ニヨリテ變動シ其綜合作用ニヨリテ此断面ノ平均流速 v カ ∂v ニヨリテ變動スルニ當リ假リニ係數 C ニ變化ナキモノトスレ

又ハ

$$v + \partial v = 0 \sqrt{(d + \partial d)(s + \partial s)}$$

$$v^2 + 2v\partial v + (\partial v)^2 = C^2(ds + d\partial s + s\partial d + \partial ds)$$

然ルニ

$$v^2 = C^2 ds$$

ナルヲ以テ是等ノ兩方程式ヨリ次ノ式ヲ得

$$2v \cdot \partial v + (\partial v)^2 = C^2(ds + s\partial d + \partial ds)$$

此方程式中 $(\partial v)^2$ 及ヒ $2s\partial d$ ハ何レモ極微ナルヲ以テ兩者ヲ此方程式ヨリ取り除クコトヲ得ヘシ然ルトキハ

$$2v \cdot \partial v = C^2(ds + s\partial d)$$

然ルニ

$$C^2 = v^2 + (d \cdot s)$$

ナルヲ以テ是等ノ關係ヨリ次ノ方程式ヲ得

$$\partial v = \frac{1}{2} v \left\{ \frac{\partial d}{d} + \frac{\partial s}{s} \right\} \dots \dots \dots (2)$$

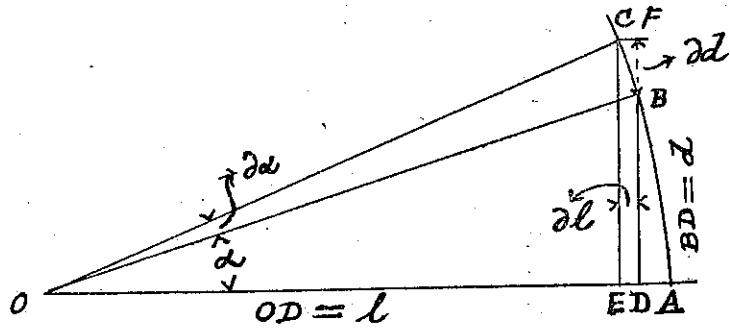
凡ソ動水ノ水面勾配ハ水面ノ傾斜則チ水面カ水平軸ニ對シテナセル角ノ正切ニヨリテ示サレツツアルヲ以テ整正ナル水路ノ或ル水位ニ對スル水面勾配ヲ s トシ其當時ノ水面カ水平軸ニ對シテナセル角ヲ α トスレハ(第一圖參照)

$$s = \tan \alpha$$

又タ其當時ノ動水平均深ヲ d トシ此 d ヲ垂直差トシ之レニ對スル水平距離ヲ l (第一節ニ於ケル) ト混同スヘカラストシ是等ニヨリテ $\tan \alpha$ ヲ示ストキハ

$$s = \tan \alpha = \frac{d}{l} \dots \dots \dots (3)$$

此方程式ヲ d ニ關シ微分スレハ



第一圖

$$\alpha_s = \frac{l \cdot \delta l - d \cdot \delta l}{P}$$

トナリ之レヲ書キ替フレハ

$$\alpha_s = \frac{\delta l}{l} \cdot \frac{d}{l} \cdot \frac{\delta l}{l} - \frac{\delta l}{l} \cdot \frac{\delta l}{l} \cdot \tan \alpha \cdot \frac{\delta l}{l} \dots \dots \dots (3)$$

第一圖中ABCヲOヲ中心トセル圓ノ一部分トシOヲ通シテOAナル水平線ヲ劃シ

$$\angle BOA = \alpha, \quad \angle COB = \alpha + \delta$$

トシBC兩點ヲ通シテ垂直線BD, CEヲ劃シ水平線OA = DEニテ交叉セシムレハ

$$\tan \alpha = \frac{BD}{OD}, \quad \tan(\alpha + \delta) = \frac{OE}{OE}$$

故ニBD = d, OD = l トスレハEDハ方程式(3')中ノδニ相當シFBハ

δニ相當スヘシ而シテ考量ニ上レル場合ニアリテハαハ常ニ微小ナルカ故ニBハAニ接近スルト同時ニDモ亦ヨリ以上ニAニ接近スヘキハ勿論FハBニEハDニ何レモ著シク接近スヘシ又αカ微

小ナルトキハδ < α (此條件ハδ = 45°ヲ限度トシ夫レ以上ナルトキハ反對トナル)ニシテ而シテαカ愈々小ナルニ從ヒδハδニ比シ倍々小ナルヘク從ツテ方程式(3')ノ中ニ就キδ/lハδ/lニ比シ著シク小ナルノミナラスδ/lノ乘數(Multiplier)タルtan αハ“Unit”ヨリモ非常ニ小ナルヲ以テtan α × δ/lハδ/lニ比シ極々小ナルヘク結局

ト 見 做 ス コ ト ヲ 得 ヘ シ 故 ニ

$$\tan \alpha \times \frac{\partial l}{l} = 0$$

$$\frac{\partial s}{\partial l} = \frac{\partial d}{l} \quad \dots \dots \dots (3'')$$

是 等 (3) (3'') ノ 兩 方 程 式 ヨ リ 次 ノ 式 ヲ 得

$$\frac{\partial s}{\partial d} = \frac{\partial d}{d} \quad \dots \dots \dots (4)$$

此 條 件 ヲ 公 式 (2) ニ 挿 入 ス ル ト キ ハ

$$\frac{\partial v}{\partial d} = \frac{1}{2} v \left\{ \frac{\partial d}{d} + \frac{\partial d}{d} \right\} = v \frac{\partial d}{d} \quad \dots \dots \dots (5)$$

是 故 ニ 整 正 ナ ル 水 路 ノ 水 力 定 流 ノ 状 態 ニ ア ル ト キ ノ 動 水 平 均 深 ヲ d_0 ト シ 而 シ テ 水 位 ノ 變 動 ニ 伴 ヒ d カ d_0 ヨ リ d_i ニ マ テ 變 動 ス ル 間 ニ 於 ケ ル 流 速 ノ 增 加 率 $\frac{\partial v}{\partial d}$ ノ 總 和 ヲ 求 ム レ ハ

$$\int_{d_0}^{d_i} \frac{\partial v}{\partial d} = \frac{v_0}{d_0} \int_{d_0}^{d_i} \frac{\partial d}{\partial d} = \frac{v_0}{d_0} (d_i - d_0)$$

故 ニ d_i ニ 對 ス ル 平 均 流 速 ヲ v_i ト ス レ ハ

$$v_i = v_0 + \int_{d_0}^{d_i} \frac{\partial v}{\partial d} = v_0 + \frac{v_0}{d_0} (d_i - d_0)$$

又 ハ

$$v_i = v_0 \frac{d_i}{d_0} \quad \dots \dots \dots (6)$$

公式(6)ハ極メテ簡單ナル形態ノモノナリト雖モ動水平均深カ t ナル時間内ニ d_0 ヨリ d_t ニマテ變動スルニ當リ係數 C ニ變化ナキモノトシテ得タル結果ニ外ナラサルヲ以テ應用ノ範圍極メテ狭小ナリトス

却說水路ヲ流ル、水力定流ノ状態ヲ變シ時々刻々水位ニ變動ヲ起ストキハ動水平均深ニモ變動ヲ見ルヘキハ勿論之レニ關聯シテ水面勾配ニモ或ル程度ノ變化ヲ起スニ至ルヘシ而シテ公式(4)ノ條件ハ a カ頗ル小ナル限リ存續サル、モノナルヲ以テ定流ノ状態ニアルトキノ動水平均深ヲ d_0 ニテ水面勾配ヲ s_0 ニテ示シ不定流ニ移リシ瞬間ヨリ t 時ノ後ニ於ケルモノヲ夫々 d_t, s_t ニテ示シ d カ t 時ノ間ニ或ル一定率ヲ以テ d_0 ヨリ d_t ニマテ變化スルモノトシ其範圍内ニ於テ公式(4)ヲ積分スルトキハ

$$\int_{d_0}^{d_t} \partial s = \frac{s_0}{d_0} \int_{d_0}^{d_t} \partial d = \frac{s_0}{d_0} (d_t - d_0) \dots \dots \dots (7)$$

トナリ從ツテ

$$s_t = s_0 + \int_{d_0}^{d_t} \partial s = s_0 \left\{ 1 + \frac{d_t - d_0}{d_0} \right\} = s_0 \times \frac{d_t}{d_0} \dots \dots \dots (8)$$

ヲ得故ニ第 t 時ニ於ケル平均流速ヲ v_t トシ係數ヲ C_t トスレハ

$$v_t = C_t \sqrt{d_t} \cdot s_t = C_t d_t \sqrt{\frac{s_0}{d_0}} \dots \dots \dots (9)$$

而シテ此公式中ノ d_t ハ實測横断面圖ヨリ容易ニ決定スルコトヲ得ヘシ
公式(9)ハ動水平均深及ヒ水面勾配ノ變動ニ伴フ係數 C ノ變化ヲ考量ニ加ヘタルモノナリト雖モ

或ル特種ノ場合ヲ想定シテ得タル結果ニ外ナラサルヲ以テ整正ナル水路ニ於ケル不定流ノ場合

ニ適用スルニハ尙ホ修正ノ餘地ヲ存スルモノナリトス而シテ此修正ヲナスニハ先ツ公式(8)ノ性質ニ關シテ考量セサルヘカラス

第二圖中水平長 AB ヲ l ニテ垂直長 CB ヲ d ニテ CAB ヲ α ニテ示ストキハ

$$\tan \alpha = \frac{d}{l}$$

ニシテ而シテ此方程式ハ定流ノトキニ於ケル動水平均深ト之レニ對スル水平長トニヨリテ或ル断面ニ對スル定流水面勾配ヲ現ハシタルモノナリトス試ミニ AB ヲ D ニマテ延長シ D ヲ通シテ DE ナル垂線ヲ劃シ AG ヲ BD ニ均シクシ G C ヲ通シテ直線ヲ劃シ DE ニ E ニテ交叉セシメ C ヲ通シテ CF ヲ AD ニ並行ニ劃シ CF ヲ DI ニテ EH ヲ d ニテ $\angle OGB$ ヲ α' ニテ示ストキハ

$$s = \tan \alpha' = \frac{ED}{GD} = \frac{FD+EF}{GD} = \frac{d+Ad}{l}$$

又タ圖ノ構造上 $\angle ECF$ $\angle OGB$ ニ均シキカ故ニ

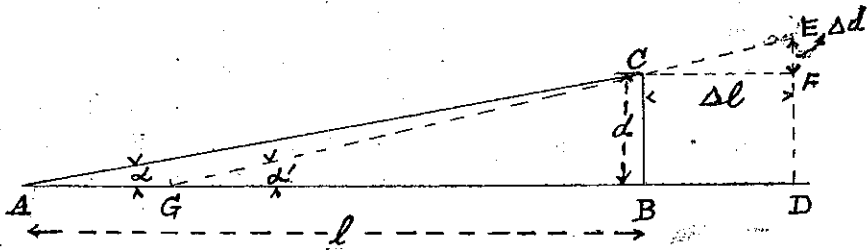
$$\tan \alpha' = \frac{Ad}{Al}$$

是等ノ兩方程式ヨリ

$$\frac{d+Ad}{l} = \frac{Ad}{Al}$$

$$l \times Ad = (d \times Al) + (Al \times Ad)$$

而シテ極限ノ場合ニアリテハ



第 二 圖

$$l \times \partial d = (d \times \partial l) + (d l \times \partial d)$$

此方程式ノ右項中 $d \times \partial l$ ハ極微ナルヲ以テ之レヲ抹削スルコトヲ得ヘシ故ニ

$$\partial l = l \frac{\partial d}{d}$$

ノ定數トシ此算式ヲ積分スレハ

$$\int \partial l = l \int \frac{\partial d}{d} = l \cdot \log d$$

此算式ノ右項ヲ普通ノ對數ニ引キ直ストキハ

$$\int \partial l = l \times 2.302585 \log d = 2.3 \times l \times \log d$$

トナリ不定流ニ移リシ瞬間ヨリト時ニ至ルマテノ ∂l ノ積分ヲ I_L トスレハ

$$I_L = \int_{d_0}^{d_t} \partial l = 2.3 \times l \times \log \left(\frac{d_t}{d_0} \right) \quad \dots \dots \dots (10)$$

トナリ不定流ニ移リシ瞬間ヨリ高極水位ニ達スルマテニ要セシ時ヲ T トシ此間ニ於ケル ∂l ノ積分ヲ I_T トスレハ

$$I_T = \int_{d_1}^{d_T} \partial l = 2.3 \times l \times \log \left(\frac{d_T}{d_1} \right) \quad \dots \dots \dots (11)$$

而シテ公式(10)ヨリ l ノ價ヲ求メ公式(8)ニ入ルノトキハ

$$s_t = \frac{d_t}{I_T} \times 2.3 \times \log \left(\frac{d_t}{d_0} \right) \quad \dots \dots \dots (12)$$

公式(12)ハ水位ノ變動ニ基因スル動水平均深ノ變動ト之レニ伴フ水面勾配ノ變動トノ關係ヲ示ス

モノナリトス而シテ此關係ハ容易ニ之レヲ圖示スルコトヲ得ヘシ即チ試ミニ整正ナル水路ヲ流ル、水カ定流ノ状態ニアルトキノ動水平均深ヲ d_0 (假リニ三尺)トシ之レニ對スル水面勾配ヲ q_0 (假リニ三十分ノ一)トシ高極水位ニ對スル動水平均深ヲ d_T (假リニ三十尺)トシ公式(10)ニヨリテ d ノ變化ニ伴フ L ノ價ヲ算出シ而シテ第三圖ニ示スカ如ク先ツ水平軸 BO ヲ劃シ O ヲ通シテ垂直線 OE ヲ劃シ之レヲ d ノ軸トシ該軸ヲ基準トシテ水平軸ニ並行シテ夫々ノ位置ニ L ノ價ヲ配置シ是等水平線ノ端末ヲ連絡スルトキハ $BEFG$ ニテ示セル如キ平面曲線ヲ得試ミニ此曲線中ノ一點 H ヲ通シテ垂直線 HK ヲ引キ HK ノ長サヲ $2.3 d_i \log \left(\frac{d_i}{d_0} \right)$ ニ均シクシ K ヲ通シテ水平線ヲ劃シ EO ノ延長線ニ M ニテ交叉セシメ MH ヲ通スル直線ヲ劃スルトキハ此直線ハ II ニ於テ平曲線ニ接觸スヘシ而シテ圖ノ構成上ヨリシテ

$$\frac{KM}{HK} = \frac{NP}{HN}$$

ナルカ故ニ

$$NP = HN \frac{KM}{HK} = d_i \times \frac{L_a}{2.3 \times d_i \times \log \left(\frac{d_i}{d_0} \right)} = \frac{L_a}{2.3 \log \left(\frac{d_i}{d_0} \right)}$$

然ルニ公式(10)ニヨレハ

$$l = \frac{L_a}{2.3 \times \log \left(\frac{d_i}{d_0} \right)}$$

ナルカ故ニ

$$NP = l$$

ヲ得而シテ圖中

ナルヲ以テ

$$HN = d$$

$$s = \frac{d}{l}$$

即チ H ニ於ケル接線 HM ハ公式 (8) ノ條件ヲ具備スルヲ以テ此曲線ハ動水平均深 d ノ變動ニ伴フ水面勾配 s ノ變動ヲ示ス所ノ數理的痕線ナリトス

是故ニ若シ第三圖ニ示セル如キ曲線カ水平軸ニ沿ヒ $A \left(= \frac{L_r}{L_t} \right)$ ナル平速度ニヨリテ斷面 OE ヲ通過スルトキハ公式 (8) ニ示セル d ト s トノ關係ハ完全ニ保持セラルヘキ割合ナリトス而シテ整正ナル水路ニ於テ此種ノ曲線カ平速度 V ニテ水平軸ニ沿ヒ右ヨリ左ニ向ヒ或ル斷面 OE ヲ通過スルトキハ動水平均深ハ次第ニ増大スルヲ以テ恰モ水位上昇期間ニ於ケル水面勾配ノ増大ヲ示シ之レト反對ノ方向ニ移動スルトキハ動水平均深ハ次第ニ減少スルヲ以テ恰モ水位下降期間ニ於ケル水面勾配ノ減退ヲ示スコトハナルヘシ又々此曲線カ V ナル平速度ヲ以テ右方ニ又ハ左方ニ移動スルニ當リテハ

$$V = \frac{L_r}{L_t} = \frac{L_r}{L_t}$$

$$l: T = L_r: L_t$$

ナルヘキヲ以テ

隨ツテ次ノ如キ方程式ヲ得

$$l = \frac{I_u}{I_r} \times T = \frac{\log\left(\frac{d_r}{d_0}\right)}{\log\left(\frac{d_r}{d_0}\right)} \times T \dots \dots \dots (13)$$

平 曲 線 カ レ ナ ル 平 速 度 ニ ヨ リ テ 移 動 ス ル ニ 當 リ 動 水 平 均 深 ノ 變 動 率 ノ 流 通 價 “Current value” ヲ
 ∂d_t ト ス レ ハ

$$\partial d_t = \frac{2.3 \log\left(\frac{d_r}{d_0}\right) \times d_t}{l} \dots \dots \dots (14)$$

ナ ル ヲ 以 テ 公 式 (13) (14) ヨ リ 次 ノ 方 程 式 ヲ 得

$$\partial d_t = \frac{2.3 \log\left(\frac{d_r}{d_0}\right) \times d_t}{T} \dots \dots \dots (15)$$

之 レ ヲ 要 ス ル ニ 動 水 平 均 深 カ 公 式 (15) ノ 關 係 ニ ヨ リ テ 變 動 ス ル ト キ ハ 公 式 (8) ノ 數 理 的 關 係 ハ 存 續
 ス ヘ キ 譯 合 ナ リ ト ス 然 ル ニ 前 段 ニ 述 ブ ル カ 如 ク 普 通 ニ 水 路 ニ 起 ル 不 定 流 ニ ツ キ 之 レ ヲ 見 ル ニ 水
 位 ノ 變 動 カ 公 式 (8) ノ 數 理 的 關 係 ヲ 充 タ シ 得 ル 場 合 ハ 殆 ン ト 稀 ナ ル ノ ミ ナ ラ ス 水 位 カ ー ノ 階 段 ヲ
 リ 次 ノ 階 段 ニ 移 ル ニ 當 リ 水 面 勾 配 ハ 單 ニ 公 式 (8) ニ ヨ リ テ 示 サ レ タ ル 關 係 以 外 ニ 自 カ ラ 動 學 的 變
 化 ヲ 受 ク ヘ キ ヲ 以 テ 此 公 式 ヲ 實 際 ニ 適 用 ス ル ニ ハ 公 式 (7) ニ 修 正 ヲ 加 ヘ 次 ノ 如 キ 形 ト ナ ス ヲ 要 ス

$$\int_{d_0}^{d_t} \partial s = \beta \left(\frac{r_1 - d_0}{d_0} \right) S_0 \dots \dots \dots (16)$$

公 式 (16) ノ β ノ 價 ハ 或 ル 水 位 ニ 對 ス ル 動 水 平 均 深 ノ 數 理 的 變 動 率 ∂d_t ト 實 際 ニ 起 ル 變 動 率 ∂d_0 ノ 比 ニ

ヨリテ變化スヘク而シテ小規模ノ實驗ノ成績ニ微シβ略ハホ
 リタリシカ次テ大正六年七月及ヒ十月ニ起リシ北上川ノ洪水ヲ精密ニ實測シタル成果ニヨリ幾
 多試算ノ末βハ單ニ $\sqrt{\frac{\partial d_a}{\partial d_i}}$ ニ比例スルノミナラス $\left(\frac{d_0}{d_n}\right)^2$ ニ密接ナル關係ヲ有シ結局

$$\beta = 1 \pm \left(\frac{d_0}{d_n}\right)^2 \times \sqrt{\frac{\partial d_a}{\partial d_i}} \dots \dots \dots (17)$$

t ニ不定流ニ移リシ瞬間ヨリ d_i ニ達スルマテノ數理的時間(公式(13)ニ示セルモノ)
 t_0 ニ不定流ニ移リシ瞬間ヨリ d_i ニ達スルマテノ實際ノ時間(實際ノ水位曲線ヨリ定ムヘ
 キモノ)

d_0 ニ洪水ノ初期又ハ終期ニ於ケル動水平均深
 $\partial d_a = d_i$ ニ對スル動水平均深ノ實際ノ變動率
 $\partial d_i =$ 同上 動水平均深ノ數理的變動率

ナルコトヲ知ルニ至レリ而シテ公式(17)ノ(+)印ハ水位ノ上昇期間ニ對スルモノニシテ(-)印ハ其
 下降期間ニ適用スヘキモノナリトス此關係ヲ公式(8)ニ入ルノトキハ

$$s_i = s_0 \left(1 + \beta \left(\frac{d_i}{d_0} - 1 \right) \right) \dots \dots \dots (18)$$

斯ノ如ク s_i ノ價ヲ定ムルコトヲ得ハ d_i ハ既知數ナルヲ以テ C ヲ求ムルコトヲ得ヘク從ツテ

$$v_i = C \sqrt{d_i s_i} \dots \dots \dots (19)$$

ヲ利用シ流速ノ變化ヲ知ルコトヲ得ヘシ
 茲ニ得タルβノ數値ヲ小規模ノ實驗ノ場合ニ試用セシニ後節ニ述フルカ如ク其結果頗ル良好ナ
 ルコトヲ示セルヲ以テ本節ニ述フル所ノモノハ北上川ノ如キ緩勾配ノ大河川ニ起ル洪水ニ對シ

テハ勿論急勾配ノ小水路ニモ十分ニ適用シ得ヘキモノナリトス

第三節 實驗ノ方法及ヒ其結果

實驗裝置 實驗ニハ矩形ノ斷面ヲ初メトシ各種ノ形狀ヲナセル木樋ヲ準備シ之レヲ堅牢ナル木架上ニ安置シ樋底ノ上下兩端及ヒ其中間部ニ備ヘラレタル楔子ニテ樋ノ勾配ヲ任意ニ加減スルコトヲ得セシメ樋ノ内側必要ノ場所ニ水位ノ變化ヲ觀測スヘキ目盛板(二厘目ノ檢定尺ヲ使用ス)ヲ箝メ込ミ水道ノ消火栓ニヨリテ任意ノ水量ヲ木樋ニ供給スルコト、セリ而シテ給水ニ當リ樋内ノ水ノ躍リヲ防止スル爲メ樋ノ上端ニ第四圖中平面圖ニ示セル如キ形狀ヲナセル箱ヲ設ケ消火栓ヨリスル水ヲ先ツAニ導キ矢ノ示セル方向ニヨリテ樋ニ達セシム又タ木樋ノ下端ト流量ヲ計量スヘキ水槽方三尺深サ亦タ之レニ叶ヘル木製槽トノ中間ニハ一種ノ塵取リ形ヲナセル鐵葉製接續器Bヲ使用シ之レニヨリテ樋ヲ流ル、水ヲ或ハ水槽ノ内ニ或ハ其外ニ隨意ニ導クコトヲ得セシム

此種ノ實驗ニ從事セシモノハ水位ノ觀測者一名消火栓ノ加減兼時刻ノ監視者分飛ヒ時計ヲ使用セシム一名及ヒ接續器Bノ取扱者一名ニシテ先ツ計量水槽ノ水深ヲ計リ(二厘目檢定尺ヲ使用ス)次ニ消火栓ヲ或ル程度ニ開キ木樋ニ給水シ(此時ハ樋ヲ流ル、水ヲ計量用水槽外ニ導ク)樋内ノ水カ定流ノ狀態ヲ現出スルニ至ルヤ茲ニ初メテ或ル時間内ノ流水ヲ接續器ニヨリテ水槽内ニ導キ前後水深ノ差ニヨリテ此時間内ニ樋ヲ流過セシ水量ヲ知り樋ノ橫斷水面積ト流下時間トノ乘積ニテ計量水積ヲ除シ毎秒時ノ平均流速ヲ定メタリ

定流ノ狀態ニアルトキノ水面勾配ノ決定 水路ノ水カ定流ノ狀態ニアルトキ水路ノ内側上下流二個所ニ設ケラレタル目盛板ニテ水位ヲ觀測シタル後水路ノ下端ヲ閉塞シテ水位ヲ或ル程度ニ

マテ増嵩セシメ茲ニ給水ヲ絶チ水路内ノ水カ静止ノ状態トナルヲ待チテ是等目盛板ニツキ更ニ水位ヲ観測シ前後二回ノ水位ノ差ト兩目盛板間ノ距離トニヨリテ定流ノ状態ニアルトキノ水面勾配ヲ定メタリ

Kutter 氏ノ粗密率 n ノ決定 前項ニ記述セル方法ニヨリテ定流ノ状態ニアルトキノ水面勾配ト平均流速及ヒ動水平均深トヲ知ルトキノ係數 C ヲ定ムルニ足ル故ニ是等ノ價ヲ C ノ一般公式ニ當テ籍メ各種ノ場合ニ對スル n ノ價ヲ求メシニ次ニ示ス如キ結果ヲ得タリ該表ニヨレハ前後六實驗ニ用キシ水路ニ對スル n ノ價

| 定流水位 | 横斷水面積 | 滯留時間 | 動水平均深 | 水面勾配 | 流量 | 平均流速 | 計量時間 | 係數 | 粗密率 |
|------|--------|------|--------|--------|-------|-------|------|-------|--------|
| H | A | T | d | s | Q | v | t | C | n |
| 0.25 | 0.7603 | 3.54 | 0.2147 | 0.0194 | 7.445 | 9.80 | 100. | 151.8 | 0.0080 |
| 0.26 | 0.7904 | 3.56 | 0.2220 | 0.0140 | 5.980 | 7.57 | 60. | 135.2 | 0.0090 |
| 0.28 | 0.8512 | 3.60 | 0.2364 | 0.0134 | 8.970 | 10.54 | 100. | 155.0 | 0.0082 |
| 0.30 | 0.9120 | 3.64 | 0.2508 | 0.0134 | 7.973 | 8.74 | 90. | 150.7 | 0.0084 |
| 0.30 | 0.9120 | 3.64 | 0.2508 | 0.0175 | 9.270 | 10.16 | 60. | 153.5 | 0.0083 |
| 0.31 | 0.9424 | 3.66 | 0.2575 | 0.0134 | 9.076 | 9.62 | 90. | 162.1 | 0.0079 |

水路ノ断面ノ數幅三寸四厘ヲ有スル矩形(木製水路)
 Q ハ水櫃ニテ量リシ水櫃ヲ t ニテ除シタルモノナリ

n ノ中數=0.0083

$$Q = \frac{v}{n} \sqrt{d s} = \frac{v}{n} \sqrt{41.79 + \frac{0.0282}{s}}$$

同ノ實驗ニヨリテ得タル n ノ中數ハ 0.0083 ニシテ Kutter 氏ニヨリテ定メラレタル水路ノ内面

カ鉋仕上ケノ木材ニヨリテ構成セラレタル場合ニ使用スヘキルノ價則チ 0.003 ニ比シ稍々小ナリ是レ蓋シ水路ノ内面ヲ構成スル材質及ヒ仕上ケノ如何ニヨリテ此差異ヲ來タセシモノナルヘキカ而シテ此場合ニアリテハ $n \approx 0.0083$ トシテ C ノ價ヲ定ムルコト、セリ

因ニ云フ此試験ニ使用セシ水路ハ木製ナルヲ以テ使用期ノ長短又ハ空氣ノ乾濕如何ニヨリ槪幅ニ幾分ノ伸縮ヲ免レサルヲ以テ實驗ノ都度之レカ檢定ヲナスコト、セリ又タ供試水路ハ餘リニ小型ニ過クルノ憾アリト雖モ之レハ給水量ニ制限セラレタルモノニシテ誠ニ止ムヲ得サルモノナリトス

實驗ノ一 供試水路ハ第五圖ニ示スカ如ク斷面矩形ヲナセル整正ナル木樋ニシテ敷幅三寸一分ヲ有シ其全長ハ九尺ナリ先ツ前段ニ述ヘシ方法ニヨリテ水路ヲ流ル、水カ定流ノ狀態ニアルトキ或ル時間内ニ於ケル流量及ヒ水位ヲ精密ニ觀測シ之レニヨリテ毎秒時ノ流量 Q_0 及ヒ平均流速 v_0 ヲ決定シタル後水路ニ供給スル水量ヲ加減シテ水位ニ變動ヲ起サシメ此水位ノ變動ヲ觀測スルト同時ニ水槽ニヨリテ其時間内ノ全流量ヲ測定セリ又タ既ニ述ヘシ所ノ方法ニヨリ定流水面勾配ヲ求メシニ $s = 0.0220$ ヲ得タリ而シテ其結果ハ第一水位圖表ニ示ス如クナリトス

圖表中橫軸ハ秒ヲ單位トセル時間ヲ示シ縱軸ハ十五秒時毎ニ觀測セル水位ヲ示セルモノニシテ動水カ定流ノ狀態ニアルトキノ水位ハ三分三厘ナリトス此圖表ニヨレハ水位ハ定流ノ狀態ヨリ變シテ漸次ニ上昇シ七十五秒時ノ後ニ最高五分六厘ヲ示シ夫ヨリ次第ニ下降シテ百八十秒時ノ後三分二厘トナレリ而シテ水路ヲ流ル、水カ定流ノ狀態ニアリテ三分三厘ノ水位ヲ示セシトキ水槽ニヨリテ量リタル三分時間ノ流量ハ二千二百八立方寸ナリシカ故ニ當時ノ平均流速ハ

$$v_0 = \frac{2,208.00 \text{ 立方寸}}{180 \text{ 寸} \times 3.1 \times 0.33 \text{ 寸}} = 12.0 \text{ 寸/秒}$$

ニシテ而シテ之レニ對スル水面勾配ハ

$$s_0 = 0.0220$$

ナルヲ以テ是等ノ材料ヲ用キ公式(15)ニヨリテ d_0 ヲ定メ或ル水位ニ對スル實際ノ動水平均深ノ變動率 ∂d_0 ハ其前後ニ於テ觀測セシ水位ニ對スル動水平均深 d ノ差ヲ觀測時刻ノ差ニテ示サル、モノトシ是等ニヨリテ β ヲ定メ次ニ公式(18)ニヨリテ水面勾配及ヒ平均流速ノ變動ヲ求メ延キテ流量ノ變化ヲ定メ又々減水期ニ對シテハ水位カ高極ニ達セシトキノ動水平均深 d_0 水面勾配

$s_1 = 0.0332$ ニシテ増水期ニ於テ公式(18)ニヨリテ算出シタルモノ一及ヒ定流ニ復セシトキノ動水平均深 d_0 ノ價ヲ公式(18)ニ適用シテ s_0 ヲ求メ之レニ基キテ水位ノ變動ニ伴フ水面勾配ノ變化ヲ定メ第一表ニ示セル如キ結果ヲ得タリ該表ニヨレハ水位ノ變動終始間ニ亘レル實際ノ流量則チ水槽ニヨリテ量リタル水積ハ四千二百八立方寸七三之レニ對スル計算流量ハ四千六百五十一立方寸一〇〇ニシテ實測ニ比シ約一割大ナリトス

實驗ノ二 第二水位圖表ハ前ノ實驗ト同一ノ水路ニヨリ同一ノ方法ヲ以テ觀測シタル水位ノ變動ヲ示スモノニシテ第二表ハ之レニ基キテ爲シタル計算ノ結果ナリトス表中定流水位二分八厘ニ對スル動水ノ平均流速ハ一尺零寸二分八厘其水面勾配ハ0.0189ニシテ動水カ定流ノ狀態ヲ變シ水位カ次第ニ増嵩スルヤ流速モ亦々次第ニ増加シテ最高水位五分五厘ニ對スル流速一尺九寸二分四厘ヲ示シ夫ヨリ水位カ次第ニ下降スルニ從ヒ流速モ亦々次第ニ減退シ而シテ動水カ定流ノ狀態ニ復スルヤ水位ハ二分八厘ヲ示シ之レニ對スル平均流速ハ一尺零寸二分八厘トナリ水位ノ變動終始間ニ於ケル計算流量ノ總和ハ六千九百十立方寸〇九五ニシテ實際ノ流量六千二百六十五立方寸二六ニ此シ約九分九厘大ナリトス

實驗ノ三 此實驗ハ水路ノ内側カ傾斜セル場合ニツキテ施行シタルモノナリ供試水路ハ第六圖

ニ示セルカ如ク數幅二寸二厘ニシテ一側ハ底敷ト直角ヲナスモ他ノ一側ハ一割法リノ勾配ヲ有セリ此水路ニツキ前ト同一ノ順序方法ヲ以テ實驗セシニ第三水位圖表ニ示ス如ク水位ハ二分八厘之レニ對スル水面勾配ハ 0.0116 ニシテ其平均流速七寸六分七厘ヨリ漸次ニ上昇シテ七十五秒時ノ後四分八厘ヲ示シ夫ヨリ次第ニ下降シテ二百十秒時ノ終リニ於テ三分トナリ茲ニ定流ノ狀態ニ復セリ

第三表ニヨルニ水位ノ變動終始間ニ於ケル計算流量ノ總和ハ千八百五十立方寸一六〇ニシテ之レニ對スル實測水量ハ千八百四十九立方寸〇六ヲ得兩者殆ント相等シトス

實驗ノ四 此實驗ハ前ト同様ノ水路ヲ使用シ其勾配ヲ變ヘテ施コシタルモノニシテ定流水位四分之レニ對スル水面勾配ハ 0.0049 ニシテ其平均流速ハ六寸二分三厘ナリヨリ變動ヲ開始シ百六十五秒時ノ後最高水位八分二厘ヲ示シ夫ヨリ漸次ニ下降シテ第三百秒時ノ終リニ四分トナリ茲ニ定流ニ復セリ

第四表ハ實驗ノ結果ヲ示スモノニシテ計算ニヨレル流量ノ總和四千七百四十三立方寸〇九〇ニ對スル實測水量四千五百六十八立方寸七九ニシテ前者ノ後者ヨリモ大ナルコト約零割三分八厘ナリトス

實驗ノ五 更ニ特種ノ場合則チ水路内ノ水位カ變動スルニ當リ或ル機會ニ於テ動水ノ水面幅カ急劇ニ變動スル場合ヲ研究スル爲メ第七圖ニ示セル如キ斷面ヲ有スル水路ヲ使用シ前ト同一ノ順序方法ニヨリテ試驗セシニ第五表ニ示ス如キ結果ヲ見タリ

第五水位圖表ニ示ス如ク水路ヲ流ル、水ハ三分六厘ノ水位之レニ對スル水面勾配ハ 0.0052 ニシテ其平均流速五寸八分三厘ニ於テ定流ノ狀態ニアリシカ或ル瞬間ヨリ變動ヲ開始シ百六十五秒時ノ後高極八分二厘ニ達シ夫ヨリ漸次ニ下降シテ三百十五秒時ニ於テ三分七厘トナリ茲ニ定流

ニ復セリ然ルニ第七圖ニ示スカ如ク水位カ四分八厘ニ達スルヤ水面幅カ急劇ニ展開スル爲メ動水平均深ハ其以前ニ於ケルヨリモ減少シ而シテ此影響ハ水位カ高極ニ達シ越ヘテ漸次ニ下降シテ同一水位ヲ示スマテ繼續スルニモ拘ハラズ第五表ノ結果(水面幅カ急劇ニ増ス場合ニ於ケル動水平均深ノ定メ方ハ水面幅カ將サニ擴大セントスル瞬間ニ於ケル前後ノ濡潤週回ニヨリテ動水平均深ヲ別々ニ算出シ其中數ヲ取りタルモノナリ而シテ此種ノ場合ニ對シ執ルヘキ方法ニ關シテハ後節ニ述フヘシ)ニヨレハ水位ノ變動終始間ニ於ケル計算全流量四千四百三十六立方寸二〇ニ對スル實測水量四千八百八十二立方寸八ニシテ前者ハ後者ヨリモ大ナルコト約六分ナリトス以上五回ノ實驗ニ就キテ之ヲ觀ルニ第三實驗ニ於ケルカ如ク實際ノ流量カ計算ニヨリテ得タル所ノモノト殆ント相均シキ場合アルニ反シ第一實驗ニ於ケルカ如ク殆ント一割ノ差ヲ存スルモノアリ此ノ如ク誤差ノ範圍ノ大ナルハ使用セシ水路カ小型ノモノナリシカ爲メ水位觀測上ニ起ル厘位ノ差カ輕カラサル影響 Q_1 ノ價ニモ完全ヲ保證シ難キ點アルモ其影響ハ頗ル小ナルヘシヲ其結果ニ及ホシツ、アルカ如クナルモ大體ニ亘リ其成績佳良ナリトス

第四節 北上川洪水觀測所ニ於ケル實測ノ結果ニ基キテ定ム

北上川筋宮城縣登米郡淺水村玉山地内ニ設置セル洪水觀測所(第八圖參照)ハ河道頗ル整正ニシテ其横斷面ノ形狀モ第九圖ニ示スカ如ク頗ル理想ニ近キモノナリ此觀測所ハ先年北上川ヲ調査セシ時代ニモ流量ヲ測定セシ地點ニシテ大正五年夏秋ノ洪水ヲモ實測シタリシカ其缺點ヲ指摘スレハ最深部カ稍々左岸ニ偏セルコト洪水位カ $K.P. + 28.5$ 以上ニ達スレハ左岸堤外地ニ氾濫スルコト人家ヲ距ルコト稍々遠クシテ常時水位ノ觀測ヲナスニ便ナラサルコト洪水時ニアリテハ觀測所ニ通スル道路ハ往々水底ニ没スルコト等ナリトス

北上川ヲ調査セシ時代ヨリ觀測所ノ稍々上流ナル登米郡淺水村水越ト其下流ナル登米町地内ニ
 量水標ヲ建設シ近年ニ至リテハ特ニ登米ニ自記量水器ヲ置キ水位ノ變化ヲ正確ニ記錄セシムル
 ニ至リシト雖トモ是等量水標間ノ距離ハ稍々遠キニ失シ洪水觀測所ニ於ケル實際ノ水面勾配ノ
 變化ヲ知ルニ適セサルヲ以テ其後觀測所ヲ狹ミ千九百五十尺ヲ隔テ、更ニ玉山上流標及ヒ同下
 流標ヲ假設シ洪水時ニ於ケル水位ノ變化ヲ臨機觀測セシムルコト、セリ今是等各量水標間ノ距
 離及ヒ基面上零點ノ高サヲ表示スレハ次ノ如シ

| 名 稱 | 各 標 間 ノ 距 離 | K.P. 上 零 尺 ノ 高 サ |
|---------------|--------------------|--------------------|
| 水 越 量 水 標 | 945.0 ^R | 1,947 ^R |
| 玉 山 上 流 標 | 1,950.0 | 2,891 |
| 玉 山 下 流 標 | 6,942.0 | 2,943 |
| 登 米 自 記 量 水 器 | | 1,917 |

各標零尺ノ高ハ測量手ヲ替ヘ慎重ニ數回實測シタル結果ヲ平均シタルモノナリ
 斯ノ如ク觀測所ヲ狹ミテ其上流ニ二箇所下流ニ二箇所合計四個ノ量水標ヲ建設シ水位ノ固定セ
 シ場合ニ於ケル水面勾配ヲ比較セシニ水越標ト玉山上流標トノ間ニ於ケルモノハ略ホ玉山上流
 標ト同下流標トノ間ニ於ケルモノニ均シキモ玉山下流標ト登米標トノ間ニ於ケルモノハ水越玉
 山上流標間ニ於ケルモノヨリモ著シク急ナル事ヲ知リシカ故ニ大正五年ノ洪水ヲ捉ヘ研究ヲナ
 スニ當リ水越玉山兩量水標ノ記錄ニ基キβノ數值ヲ定メタリシカ其後洪水時ニアリテハ水越玉
 山上流標間ノ水面勾配ハ玉山上下流兩標觀測所ヲ狹ミテ最モ近ク建設シアルモノ間ニ於ケルモ
 ノヨリモ急峻ナルノ事實ヲ發見シタルヲ以テ大正六年七月及十月ノ洪水ヲ捉ヘ研究ヲ進ムルニ
 當リ洪水觀測所ニ對スル水面勾配ヲ定ムルニハ玉山上流標ト同下流標トニヨリテ觀測シタル水

位ヲ採用シ水越標ト登米自記量水器ノ記錄ハ單ニ參考ニ資スルコト、セリ
 洪水流速ヲ測定スルニハ竹竿製ノ浮子ヲ使用セリ竹竿ノ大サハ目通り五寸乃至六寸ニシテ長短
 各種ノモノヲ豫メ用意シ觀測所ノ斷面ヲ通シ十間乃至二十間毎ニ一浮子ヲ流下セシメ其速度ヲ
 測定シ浮子ノ流速ヨリ浮子カ流下セシ全垂直深ノ平均流速ヲ算出スルニハふらんし氏ノ實
 驗公式

$$V = K \left(1.012 - 0.116 \sqrt{\frac{D'}{D}} \right)$$

V = 全垂直深ニ對スル平均流速(秒尺)

V' = 浮子ノ流下セシ速度(秒尺)

D = 全垂直深(尺)

D' = 浮子ノ下端ヨリ河底ニ至ル深(尺)

ヲ使用セリ同氏ハ實驗ノ結果ニ徴シガハ D ノ四分ノ一ヨリモ大ナラサルヲ宜シトスト云ヘリ然
 レトモ實際ニハ竹竿ノ長サニ制限アリテ止ムヲ得サル場合ニハ此範圍ヲ脱スルヲ免レサリシ
 第六水位圖表ハ大正六年七月上旬北上川ニ起リシ洪水ノ水位ノ變化ヲ水越玉山上流標同下流標
 及ヒ登米ニ於テ觀測シタル結果ヲ基線ノ高サニ換算シ時ヲ橫軸トセル一ノ圖表上ニ收メタル
 モノナリ就中登米ノ水位曲線ハ同所設置ノ自記量水器ノ記錄シタルモノナレハ最モ信憑スヘキ
 モノナリトス該圖表ニヨレハ七月四日午後六時頃ヨリ午後十時四十五分ニ至ルマテ一定ノ水位
 (K.P. + 19.17) ヲ保チシカ其頃ヨリ變動ヲ開始シ六日午前十時頃最高水位三十一尺五寸トナリ夫ヨ
 リ漸次ニ低落シ始メ十一日正午ニハ十八尺トナリ茲ニ此洪水ノ一段落ヲ劃セリ而シテ此洪水ノ
 終始間ニ於ケル水位曲線ハ極メテ行儀正シキモノニシテ何等急劇ナル變化ヲ示スコトナシ圖表

中最上位ヲ占ムル水越標ノ水位曲線ニアリテモ亦タ然リトス又タ玉山上流標及ヒ同下流標ノ水位ノ觀測ハ洪水流速測定期間ノミニ限ラレアルヲ以テ洪水觀測所ヲ通スル断面ノ水位ヲ圖示スルニ當リ記錄ノアル部分ニ對シテハ兩者ノ中間數ヲ取リタルモ其他ノ部分ニ對シテハ水越登米兩所ノ水位曲線ニ準據シ比例算ニヨリ推定圖表中點線ニテ示セリシタルモノナルヲ以テ實際ノモノニ比シ幾分ノ相違アルヘキモ其相違ノ度ハ極メテ微々タルモノニシテ敢テ研究ノ結果ヲ左右スルニ足ラサルヘシト信ス

北上川洪水觀測所ニ於ケル横断面圖第九圖ニヨレハ水位カ基線上二十八尺五寸ニ達スル頃ヨリ左岸ハ急劇ニ展開シ始メ前者カ基線上三十二尺ニ達スル頃ニハ水面幅ハ百八十一間七分(河道部ノ幅員百十二間ニ對シ一倍六分強)トナリ爲メニ第八圖表ニ示スカ如ク是等兩水位ノ前後ニアリテハ動水平均深ノ變化ハ能ク水位ノ變化ニ伴ヘルモ是等兩水位ノ間ニ介在セル部分ニアリテハ動水平均深ノ變化ト水位ノ變化ハ互ヒニ相背反(増水期ニアリテハ水位カ次第ニ増嵩シツ、アルニモ拘ハラス動水平均深ハ次第ニ減退シ減水期ニアリテハ水位カ次第ニ低下スルニモ拘ハラス動水平均深ハ次第ニ増大ス)シツ、アリ隨ツテ大正六年七月ノ洪水ニ當リ觀測所ニ於ケル水位ノ變化ニ伴フ動水平均深ノ變化ハ第六水位圖表中 $PQFHIMNR$ ニテ示セル如ク増水期ニアリテハ P ヨリ G 減水期ニアリテハ N ヨリ R ニ移ルノ間動水平均深ハ水位ノ變化ニ伴ヒ極メテ行儀正シキ變化ヲナシツ、アルモ其他ノ部分ニアリテハ水位曲線ト動水平均深ノ曲線トハ全然關係ヲ絶チツ、アリ元來河川又ハ水路ノ水面勾配ハ相隣接セル二個ノ断面ノ同時水位ノ差ニヨリテ決定セラルヘキモノナルカ故ニ水位及ヒ動水平均深カ其間何等密接ナル關係ヲ有セサルニ當リ動水平均深ヲ根據トシテ構成セラレタル公式(18)(此公式ハ水位ノ變動ト之レニ伴フ動水平均深ノ變動トノ間ニ終始一貫セル關係即チ "Constant Relation" カ存續スル場合換言スレハ水位ヲ横軸トセル

動水平均深ノ痕線カ事實一直線ヲナス場合ニ限リ適當ニ運用シ得ヘキ性質ノモノナリニヨリ水面勾配ノ變化ヲ定メントスルハ恰モ木ニヨリテ魚ヲ求ムルニ均シカルヘキヲ以テ此種ノ場合即チ水位カ平滑ニ變動シツ、アルニモ拘ハラズ斷面不規則ノ爲メ動水平均深カ不秩序ニ變動スル場合ニ於ケル流速公式應用ノ方法ニ關シ豫メ考量ヲナサ、ルヘカラス

第八圖表ヲ見ルニ水位カ基線上二十八尺五寸ニ達スルマテ水位ヲ横軸トセル動水平均深ノ痕線ハ事實上一直線「Practically straight」ナリトス又タ試ミニ第九圖中洪水觀測所ノ左岸ヲ構成スルCA線ヲBニ向ツテ延長シ之レヲ限界トシテ水位ノ變動ニ伴フ動水平均深ノ變化ヲ求メ其結果ヲ同圖表中ニ收ムレハ恰モ水位カ基線上二十八尺五寸ニ達スルマテニ於ケル動水平均深ノ痕線ヲ延伸セル直線上ニ存在スルコトヲ認ム故ニ若シ洪水觀測所ノ左岸カCAB線ニヨリテ構成セラレタル場合ニアリテハ公式(18)ハ故障ナク適用シ得ラルヘキ譯合ナリトス

第六水位圖表中鎖線ニテ示セル平曲線PGQNHハ水位ヲ横軸トセル動水平均深ノ痕線カ一直線ヲナセルモノトシ此洪水ノ終始間ニ於ケル動水平均深ノ變化ヲ現ハシタルモノニシテ同圖表中ノ平曲線PMQハ第二節ノ公式(13)ノ中ニ洪水ノ初期ニ於ケル動水平均深($d_1=9.45$)ト此洪水ノ高極水位ニ對スル動水平均深($d_2=22.15$)及ヒ増水期間ニ要セシ時間($T=33.5$)ヲ當テ籍メ d_1 ヲ變數トシ之レニ伴フテ求メ其結果ヲ圖示シタルモノニシテ而シテQKRハ洪水ノ終期ニ於ケル動水平均深($d_3=8.15$)及ヒ減水期間ニ要セシ時間($T=123.75$)ヲ使用シ同期間ニ於ケル d_1 ヲ求メ其結果ヲ圖示シタルモノナリ圖表ニヨレハ公式(13)ニヨリテ得タル動水平均深ノ曲線ハ水位ノ變動ニ伴フテ起ル實際ノ動水平均深ノ變化ヲ示ス曲線ニ對シ著シク一致ヲ缺キツ、アリ而シテ是等兩曲線ノ相異ナレル彎曲率相互間ノ比ハ正ニ數理上ノ推論ノ結果ヲ事實其者ニ結合スヘキ唯一ノ要素ヲナスモノナリトス

第六表ハ大正六年七月北上川ニ起リシ洪水カ玉山觀測所ヲ通過スルニ當リ水位ノ變化ニ伴フ水面勾配ノ實際ノ變化ヲ公式ニヨリテ得タル結果ニ對照シタルモノナリ表中ノ d ハ此洪水終始間觀測所ノ中央断面ニ於ケル各水位ニ對スル動水平均深ヲ示シ實測水面勾配ハ玉山上流標及ヒ同下流標ニヨリテ觀測シタル同時水位ノ差ヲ兩標間ノ距離ニテ除シタルモノナリ又表中 $1/s$ ノ欄ニ公式 (8) 下アルハ高極水位ニ對スル實際ノ水面勾配 s_p 動水平均深 d_p ヲ既知數トシ是等ノ數值ヲ公式 (8) ニ適用シ d ノ變化ニ伴フ s ノ數值ヲ求メ其結果ヲ收メタルモノナリ試ミニ算出ノ結果ヲ實測ノモノニ對照スルニ増水期間ニアリテハ前者ハ常ニ後者ヨリモ緩ニシテ減水期間ニアリテハ恰モ反對ノ結果ヲ示セルノミナラス一般ニ互リ水位ノ變動ニ伴フ動水平均深ノ變動カ急劇ナルニ從ヒ公式 (8) ノ結果ハ實測ノモノヨリモ次第ニ遠カレルコトヲ示セリ是故ニ數理的動水平均深ノ曲線 PMQ, QNR ノ變動率ヲ ∂d_t トシ實際ニ起リシ動水平均深ノ變動率ヲ ∂d_a トスレハ公式 (18) ノ β ノ價ヲ左右スヘキ重要ナル部分ヲ占ムヘキ譯合ナルヲ以テ幾多ノ形式ヲ作製シ其結果如何ヲ驗セシニ

$$\beta = 1 \pm u \sqrt{\frac{\partial d_a}{\partial t}}$$

(+) 印ハ増水期間ニ適用スルノキモノ
 (-) 印ハ減水期間ニ適用スルノキモノ

ナル形式カ最モ事實ニ近キコトヲ知ルニ至レリ此公式中ノ u ハ管ニ洪水毎ニ變化スルノミナラス同一洪水ニアリテモ増水期ニ適スルモノハ減水期ニ不満足ナル結果ヲ齎ラシ其眞價ヲ捕捉スルニ苦ミシカ種々試算ノ末 u ハ洪水ノ振幅換言スレハ動水平均深ノ振幅ト密接ナル關係ヲ保チ結局

$$\alpha = \left(\frac{d_0}{d_s} \right)^2$$

則チ洪水毎ニ變化スルモノノ洪水ノ増水期間又ハ減水期間ヲ通シ一定セルモノナルコトヲ知ルニ至レリ

前段ニ掲ケタル β ノ公式ヲ吟味スルニ αd_s ハ曲線ノ性質トシテ洪水ノ初期ヨリ増水期ヲ通シ其高極ニ達スルマテ次第ニ増大シ高極水位ヲ過キ減水期ヲ通シ次第ニ減少スヘキモ αd_s ハ洪水ノ初期ニハ零ニシテ水位ノ上昇スルニ從ヒ次第ニ増大シツ、或ル水位ニ於テ最大價ヲ示シ夫ヨリ次第ニ減少シツ、高極水位ニ於テ零トナリ減水期ニ入ルヤ再ヒ次第ニ増大シツ、或ル水位ニ於テ最大價ヲ示シ夫ヨリ次第ニ減少シツ、洪水ノ終期ニ於テ再ヒ零トナルヘキ特性ヲ有スルカ故ニ洪水ノ狀態カ不規則ナラサル限リハ其初期終期及ヒ高極水位ナル三ツノ場合ニアリテハ

$$\beta = 1$$

ニシテ而シテ増水期間ニアリテハ

$$\beta > 1$$

減水期間ニアリテハ

$$\beta < 1$$

又タ $d_0 = 0$, $\alpha d_s = 8$, 又ハ $d_0 = 8$ ナル場合ニモ $\beta = 1$ トナルモ第一ノ場合ハ流水ナキコトヲ意味シ其他ハ水位又ハ其上昇率カ無限ニ大ナル場合ヲ意味スルヲ以テ何レモ論外ニ置クヘキモノナルヘク而シテ $\alpha d_s = 0$ ナル條件ハ既ニ述ヘタル以外出水ノ狀況ニヨリ水位カ其高サニ於テ一時靜止スル場合ニ相當スヘキモノナリトス

上來説述スル所ニヨレハ動水平均深ノ變動カ水位ノ變動ト終始一貫セル關係ヲ持續スルトキハ

或ル断面ヲ通過スル洪水ノ初期ニ於ケル水面勾配ヲ實測スルト同時ニ其断面ニ於ケル水位曲線及其断面ノ形狀ヲ知ルトキハ其洪水ノ凡テノ水位ニ起ルヘキ實際ノ水面勾配ヲ定ムルニ足ルヘク假令ヒ洪水ノ初期ニ於ケル水面勾配ノ測定ヲ缺ケル場合ト雖トモ其洪水ノ或ル水位ニ對スル水面勾配ヲ實測シアルトキハ之レニ基キ其洪水ノ初期終期ニ於ケル水面勾配ヲ定メ得ヘキハ勿論延キテ其洪水ノ各水位ニ對スル實際ノ水面勾配ヲ定ムルコトヲ得ヘシ

第六水位圖表ニヨレハ大正六年七月ニ於ケル北上川ノ洪水ハ七月四日午後十時四十五分ニ於ケル水位觀測所ノ中央断面ニ於ケルモノ即チ基線上二十尺〇寸二分^R之レニ對スル $d_0 = 3.45$ ニ起リ十三時間半ノ後即チ六日午前八時十五分高極水位三十三尺七寸二分^R之レニ對スル $d_1 = 22.15$ ニ達シ百二十三時間半ノ後即チ十一日正午ニ於ケル水位基線上十八尺五寸六分^R之レニ對スル $d_2 = 8.15$ ヲ以テ定流ノ狀態ニ復セリ此洪水ニ當リ觀測所ニ於テ流速ヲ實測セシハ五日午後二時頃ヨリ七日午前十時頃ニ至ルノ間ニシテ増水期中水位ノ上昇率カ最モ急峻ナル頃ニ始マリ高極水位ヲ越ヘ減水期ニ於ケル水位ノ下降率カ最モ急峻ナル部分ヲモ包含シ流速ノ實測二十回ニ達シ此間ニ於ケル水面勾配ノ變化及ヒ之レニ伴フ流速ノ變化ヲ知ルニ足ルヘキモノナリトス不幸ニシテ其初期及ヒ終期ニ於ケル水位ノ觀測ヲ缺ケルヲ以テ高極水位ニ對スル實測水面勾配 $\frac{1}{3.421}$ ヲ基準

トシ公式(8)ニヨリテ初期及ヒ終期ニ於ケル水面勾配 q_0 ヲ推定シ前者ニ對シテハ $\frac{1}{8.012}$ 後者ニ對シテハ $\frac{1}{9.206}$ ヲ採レリ

第六表中ノ t 及ヒ Qd_0 ハ公式(13)及ヒ同(15)ヨリ得タルモノニシテ u ハ増水期ニ對シテハ 0.183 減水期ニ對シテハ 0.135 ナリトス而シテ Qd_1 及ヒ實測水面勾配ヲ定ムルニ當リテハ特ニ縮尺ノ大ナル水位曲線ヲ作製シ一見水位觀測ノ誤謬ト認ムヘキモノニ對シテハ多少ノ修正ヲ加ヘタリ表

中公式(18)ニヨリテ得タル水面勾配ヲ實測ノモノニ對照スルニ其比率ノ最大値ハ $1:1.092$ ニシテ其總平均ハ $1:1.035$ トナリ頗ル良好ナル結果ヲ示セリ試ミニ是等ノ結果ヲ第六水位圖表中ニ收ムレハ $1/8$ ノ曲線ニテ示セル如クナリトス圖表中實線ニテ示セルハ觀測所ニ於テ水位ノ觀測ヲナシツ、アリシ期間内ニ屬スルモノ其他ハ推定水位曲線ヨリ推算シタルモノニシテ點線ニテ聯絡セル△印ハ實測ニヨレルモノナリ該圖表ニヨレハ水面勾配ハ洪水カ高極水位ニ達スル以前即チ七月六日午前四時頃ニ最モ急峻ニシテ高極水位ニ達スル頃ニハ既ニ幾分カ緩和セラレツ、アルコトヲ示セリ

第七表ハ大正六年十月ニ起リシ北上川ノ洪水水面勾配ヲ同一觀測所ニ於テ實測シタルモノヲ公式(18)ニヨリテ求メタル結果ニ對照シタルモノナリ此洪水ハ第七水位圖表ニ示スカ如ク九月三十日午後六時ニ於ケル中央斷面ノ水位即チ基線上十九尺三寸六分三厘($19\frac{33}{100}$)ニ起リ十月二日午前九時最高水位基線上三十五尺六寸七分六厘之レニ對スル動水平均深 d_p ハ二十三尺二寸一分ニ達シ夫レヨリ漸次下降シテ六日午前七時ニ於ケル水位即チ基線上二十一尺六寸四分四厘($21\frac{50}{100}$)ヲ以テ終レリ此洪水ニ對シテモ觀測所ニ於ケル實測ハ十月一日午前五時頃ニ始マリ三日午後四時ニ終リシモ大體ニ涉リ水位ノ變動ニ伴フ水面勾配ノ變化ヲ知ルコトヲ得ヘシ又タ此場合ニアリテモ觀測所ニ於ケル洪水初期及ヒ終期ノ水面勾配ヲ實測シアラサルヲ以テ二日午前九時高極水位ニ達セシトキノ實測水面勾配 $\frac{1}{3.038}$ ヲ基準トシ推定ニヨリ前者ヲ $\frac{1}{8.446}$ 後者ヲ $\frac{1}{6.721}$ トシ七月ノ洪水ニ於ケルト同一ノ順序方法ニヨリ水位ノ變動ニ伴フ水面勾配ノ變化ヲ算出セリ表中實測ノ結果ニ對スル公式(18)ノ成果ノ割合ハ $1:0.982$ ニシテ七月ニ起リシ洪水ノ場合ニ於ケルヨリモ尙ホヨリ以上ニ佳良ナリトス試ミニ是等ノ結果ヲ第七水位圖表中ニ收ムレハ $1/8$ ノ曲線ニテ示セル如ク此洪水ニアリテモ最モ急峻ナル水面勾配ハ高極水位ニ達スル前即チ十月二日午前

六時頃ニ起リ高極水位ニ達セシ頃ニハ既ニ幾分カ緩和セラレツ、アルコトヲ示セリ
 第九表又ヒ第十表中ノ計算流速及ヒ同流量ハ大正六年七月及ヒ十月北上川ニ起リシ洪水ヲ觀測
 所ニ於テ實測シタル當時ノ動水平均深之レニ相當スル k ニヨリテ求メタル水面勾配ヲ適用シテ
 而シテ此表ニ關シテハ後段ニ述フル所アル n 及公式(18)ニヨリテ求メタル水面勾配ヲ適用シテ
 係數 C ヲ定メ中央断面ノ各水位ニ對スル平均流速及ヒ流量ノ變化ヲ算出シタルモノニシテ第九
 圖表及ヒ第十圖表ハ動水平均深ヲ横軸トシ是等兩回ノ洪水ニ於ケル水面勾配平均流速及ヒ流量
 ノ變化ヲ圖示シタルモノナリ圖表中實線複雜ヲ避クルカ爲メ流量ニ對シテハ特ニ複線ヲ用フニ
 テ示セルハ計算ノ結果ニシテ點線流量ニ對シテハ一劃線 "Data line" ヲ用フハ實測ニヨルモノ
 ナリ是等ノ圖表ニヨレハ同一動水平均深ニ對シ増水期間ニ於ケル水面勾配ハ常ニ減水期間ニ於
 ケルモノヨリモ急峻ニシテ從ツテ此断面ニ於ケル流速及ヒ流量モ前者ニ於ケルモノハ後者ニ於
 ケルモノヨリモ大ナリトス又タ七月ノ洪水ニ當リ高極水位附近ニ於ケル水面勾配ハ其實測ニカ
 カルモノト算定ノ結果ト極メテ相接近スルニモ拘ハラズ實測流速ハ計算ノ成果ヨリモ小ニシテ
 増水期ヨリ減水期ニ移ラントスル場合ニハ流速ハ單純ナル公式ニヨリテ支配セラレサルカ如キ
 感アルモ十月ノ洪水ニアリテハ恰モ反對ノ事實ヲ呈セルニ徴スレハ蓋シ推論ノ不備ト云フヨリ
 モ寧ロ實測ノ誤差ト見ルヘキモノナルヘシ尙ホ是等ノ結果ヲ第六及ヒ第七水位圖表中ニ收ムル
 ニ七月ノ洪水ニ當リテハ流速ノ高極ハ増水期間高極水面勾配カ起リシ時刻ヨリモ稍々遅レテ出
 顯シ流量ノ最大値ハ同シク増水期間ニ存在スルモ高極流速ノ出顯時刻ヨリモ尙ホ稍々遅ル、コ
 トヲ示シ而シテ十月ノ洪水ニアリテハ水面勾配流速及ヒ流量ノ最大値ハ何レモ高極水位ニ達ス
 ル約二時間前ニ同時ニ出顯スルコトヲ示セリ
 最後ニ實測ニ基ク平均流速動水平均深横断面ノ急劇ナル展開部ヲ除外シ純然タル河道ト認ムヘ

キ部分ニ對スルモノヲ採ル)及ヒ公式(18)ニヨリテ算定シタル水面勾配ヲ使用シクッタ。I氏ノ係數
 nヲ求メ其ノ結果ヲ表示スレハ第八表ノ如クニシテ而シテ動水平均深ヲ横軸トシ是等ヲ圖示ス
 レハ第十一圖表ノ如クナリトス此圖表中七月ノ洪水ニ對スルモノハ○印ニヨリ十月ノ洪水ニ對
 スルモノハ△印ニヨリ便宜區別シタリ是ニ由リテ之ヲ觀レハnハ0.032ヨリ0.045ノ間ニ散亂シ一
 見統一ヲ缺ケリ而シテ此不規則ナル散亂ハ蓋シ流速測定ノ誤差ト見ルヘキモノナルヘシ試ミニ
 第八表ヨリ兩回ノ洪水ヲ通シテnノ總平均ヲ求ムレハ0.038ニシテ是等散亂セルnニ對スル動水
 平均深ノ總平均ハ二十尺○寸三分五厘ナリトス次ニ第十一圖表ニヨリ此動水平均深ノ平均値ヲ
 限界トシ其左右ニ區分シテnノ平均値ヲ求ムレハ左區劃ニ屬スルnノ平均値ハ0.0367之レニ對
 スル動水平均深ノ平均値ハ十七尺四寸右區劃ニ屬スルnノ平均値ハ0.0388之レニ對スル動水平
 均深ノ平均値ハ二十二尺○寸三分三厘トナリ是等ノ値ヲ圖表中ニ收ムレハnノ總平均點ト共ニ
 一ノ平曲線内ニ存在スルヲ認ム故ニ動水平均深ノ總平均値ヲ d_m トシ之レニ對スル粗密率ヲ n_m ト
 シ動水平均深及ヒ之レニ相當スル粗密率ノ流通價ヲ d 及 e トシ其關係ヲ求メシニ

$$\frac{n}{n_m} = \left(\frac{d}{d_m} \right)^{\frac{1}{2}}$$

ヲ得タリ第十一圖表中ノnノ痕線ハ此方程式ニヨリテ得タルモノナリトス
 北上川ハ本邦屈指ノ大河ニシテ洪水觀測所ニ於ケル水面勾配ハ平水時ニアリテハ一萬分ノ一内
 外洪水ニ當リテハ三千分ノ一内外ニ居リ緩流ノ部類ニ屬スルモ茲ニ得タル結果ニヨレハ粗密率
 nノ數值ハ豫想以上ニ大ナリトス

第五節 結論

上來説述セシ所ノモノヲ綜合スレハ次ノ如キ結論ヲ得ヘシ

- (1) 事實上整理 ("Practically regular") ナル河川又ハ水路ノ流水カ不定流ニ移ルヤ或ル断面ノ或ル水位ニ對スル水面勾配ハ必スシモ一定セルモノニアラスシテ其瞬間ニ於ケル動水平均深ノ實際ノ變動率ノ大小如何ニヨリテ緩急ヲ異ニスルモノナリ換言スレハ洪水カ劃出スル水位曲線ノ形態如何ニヨリテ千變萬化スヘキモノナリト云フコトヲ得ヘク從ツテ一ノ洪水ニアリテモ或ル水位ニ對シ増水期間ニ起ル水面勾配ハ同一水位ニ對シ減水期間ニ起ルモノト一致セサルハ勿論公式(19)ニヨレハβハ増水期間ナルト減水期間ナルトニヨリ第二項ノ符號ヲ異ニスルカ故ニ假令ヒ増水期間ニ於ケル水位曲線カ減水期間ニ於ケルモノト相一致スル場合ニアリテモ或ル水位ニ對シ前者ニ起ル水面勾配ハ後者ノ同一水位ニ對シ起ルモノヨリモ急峻ナルヘキ譯合ナリトス
- (2) 公式(8)ハ不定流期間ノ特殊ノ場合即チ $Q_{11} = 0$ ナル條件ノ下ニ起ル水面勾配洪水ノ初期終期及ヒ高極水位ニ起ルモノヲ定メ得ヘキモノナルカ故ニ是等ノ場合ヲ除キ此公式ニヨリテ得タル結果ハ増水期間ニアリテハ實際ニ出顯スルモノヨリモ小減水期間ニアリテハ實際ニ起ルモノヨリモ大ナリトス

因ニ云フ會誌第三卷第五號ニ述ヘシ一時的定流水面勾配ニ關スル著者ノ所論ハ其儘ニ存置シ得ヘキモ公式(8)ヲ適用シテ構成セラレタル對數曲線(第三圖參照)カ河川ノ或ル断面ノ動水平均深カ水位ノ變動ニ伴ヒ或ル規率ノ下ニ變動スル場合ニ起ルヘキ理想的水面勾配ヲ示スモノナリトノ見解ハ穩當ナラサルヲ以テ茲ニ之レヲ訂正ス

- (3) 要スルニ(1)ノ項ニ述ヘシカ如ク河川又ハ水路ノ或ル断面ノ或ル水位ニ對スル水面勾配ハ獨リ公式(8)ニヨリテ支配セラル、モノニアラスシテ其瞬間ニ於ケル水位ノ變動ニ伴フ動水平均深ノ變動率ニヨリテ或ル程度ニマテ動的ニ左右セラル、モノナルカ故ニ或ル断面ノ各水位ニ對シ

テ起ルヘキ水面勾配ヲ一般的ニ圖示スルコトハ結局不可能ナルハ勿論是等ノ水位ニ起ルヘキ平均流速及ヒ流量モ亦タ一般的ニ圖示シ得ヘキニアラスト雖トモ(2)ノ項ニ述ヘシ特種ノ場合ニ出顯スヘキ水面勾配及ヒ之レニ伴フテ實現スヘキ流速及ヒ流量換言スレハ洪水ノ高極カ是等ノ水位ニ於テ起リシトキ其場合ニ於テ出顯スヘキ水面勾配及ヒ之レニ伴フテ實現スヘキ流速及ヒ流量ヲ圖表ニ劃出スルハ管ニ容易ノ業ナルノミナラス此種圖表ハ河川ノ調査ヲナスニ當リ有益ニ使用セラルヘキモノナリトス

(4) 河川又ハ水路ノ断面カ或ル機會ヨリ俄カニ展開スル爲メ動水平均深ノ變化カ實際ノ水位ノ變化ニ比例セサル場合ニ處スルノ方法トシテ著者ハ試ミニ其急劇ニ展開スル部分ヲ除外シ純然タル河道ト認ムヘキ部分ノミヲ採リ之レニ對スル水位ノ變動ニ伴フ動水平均深ノ變化ヲ求メシニ第八圖表中點線ニテ示セル如ク其變化ハ直接水位ノ變化ニ比例スルコトヲ示シ而シテ之レニヨリテ算定シタル水面勾配ハ實測ノモノト殆ント一致スルコトヲ知り得タリ事實斯ノ如クナリトスレハ此展開部ニ對スル流速ハ水位ノ變動ニ伴ヒ如何ニ變化スヘキカハ別ニ攻究スルコト、シ一般ニ亘リ水位ノ變動ニ伴フ水面勾配ノ變化ヲ知ル爲メ公式(18)ヲ適用スルニ當リテハ豫メ考量ニ上レル断面ノ水位ノ變動ニ伴フ動水平均深ノ變化ヲ圖示第八圖表參照シ動水平均深ノ痕線カ事實直線ヲナセル部分ヲ選ミ之レヲ雙方ニ延伸シ之レニ基キ時ヲ横軸トセル水位曲線(第六第七水位圖表參照)ニ準セル動水平均深ノ曲線ヲ劃シ直線部ヲ求メ難キ場合ニハ洪水ノ初期又ハ終期ニ於ケル動水平均深及ヒ高極水位ニ對スルモノヲ夫々ノ位置ニ收メ兩者ヲ直線ニテ連絡ス可シ之レヲ根據トシテ公式(18)及ヒ(19)ヲ運用スルトキハ水位ノ變動ニ伴フ水面勾配ノ變化ヲ定ムルコトヲ得ヘシ

(5) 前項ニ述フル如ク水位ノ變化ト動水平均深ノ變化カ一次方程式 (“Lineal equation”) ニテ示

ナルニキ條件ノ下ニ公式 (18) カ其眞價ヲ發揮スルモノトスレバ動水平均深ヲ根據トシテ構成セラ

レタル公式 (18) 及ヒ (19) ハ水位ヲ根據トセル形態ノモノニ

容易ニ變形スルコトヲ得ヘシ即チ第二ノ甲圖中 OA ヲ

水位ノ軸トシ OB ヲ水位ノ零尺ニ相當スル O ヲ通シテ

OA ニ直角ニ劃サレタル動水平均深 d ノ軸トシ直線 CB

ヲ d ノ痕線トシ CE ヲ變動開始ノ瞬間ニ於ケル動水平

均深 d_0 ノ CE ヲ變動開始後ノ或ル機會ニ於ケル動水平均

深 d_t トス此場合ニ於テ DO ヲ延伸シテ OA ニ F ニテ交

又セシメ OF ヲ h_0 (量水標ニテ讀ミタル尺數) OB ヲ h_t (定

流水位ヲ量水標ニテ讀ミタル尺數) OF ヲ H トシ $\angle DFA$

ヲ θ トスレバ

$$d_t = (h_t - H) \tan \theta$$

$$d_0 = (h_0 - H) \tan \theta$$

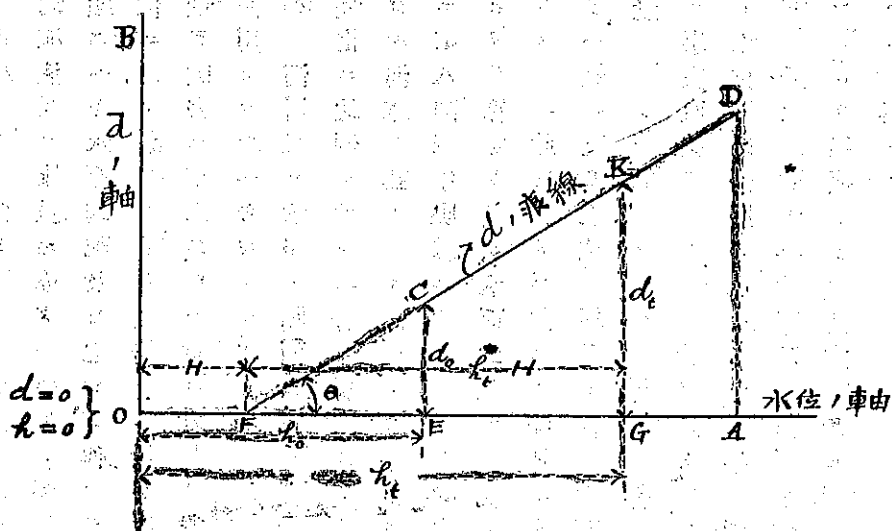
ナルカ故ニ

$$\frac{d_t}{d_0} = \frac{h_t - H}{h_0 - H}$$

此關係ヲ公式 (18) ニ入ルノトキ

$$s_t = s_0 \left\{ 1 + \beta \left(\frac{h_t - H}{h_0 - H} - 1 \right) \right\} \dots \dots \dots (20)$$

又水位ヲ横軸トセル動水平均深ノ痕線カ一直線ヲナス



第二ノ甲圖

限リハ

$$\partial h_a = m \times \partial d_a$$

$$\partial h_s = m \times \partial d_s$$

∂h_a = 水位ノ實際ノ變動率
 ∂h_s = 動水平均深ノ對數曲線ニ準スヘキ水位ノ對數曲線(洪水終始ノ瞬間ニ於ケル水位ト高極水位トニヨリ定ムルコトヲ得
 m = 定數

ナル關係ヲ保有スヘキヲ以テ

$$\frac{\partial d_a}{\partial d_s} = \frac{\partial h_a}{\partial h_s}$$

ヲ得隨ツテ公式(17)及ヒ(15)ハ次ノ如キ形態トナルヘシ

$$\beta = 1 \pm \left(\frac{h_0 - H}{h_s - H} \right)^2 \times \sqrt{\frac{\partial h_a}{\partial h_s}} \dots \dots \dots (21)$$

$$\partial h_s = \frac{2.3 \log \left(\frac{h_m - H}{h_0 - H} \right)}{T} \times (h_s - H) \dots \dots \dots (22)$$

(6) 大正六年十月北上川ニ起リシ洪水ヲ觀測所ニ於テ實測セシ結果ニヨレハ水位カ増嵩シテ或ル高サニ達セシ頃ヨリ水面幅カ急劇ニ擴大スル場合ニ當リ此擴大セル部分ヲ除外シタル河道部ノミノ高極水位ニ對スル平均流速ハ六尺三寸二分二厘ニシテ此流速ト河道ノミノ橫斷水面積トニヨリ得タル流量ハ十萬立方尺第十表參照ナリトス又タ計算ニヨレル流速ノ最大ハ六尺〇寸七分一厘ニシテ水位カ高極ニ達スル以前ニ顯出シ之レニ對スル流量ハ約九萬五千七百立方尺ナリ

トス

次ニ断面圖ヨリ高極水位ニ於ケル展開部ノ横斷水面積及ヒ動水平均深ヲ求ムレハ

高極水位ニ對スル展開部ノ横斷水面積... = 1,870.86^{DR}

同上滯潤週回... = 433.80^F

同上動水平均深... = 4.31^F

ヲ得假リニ水面勾配ハ河道ニ於ケルト同様ナリトシニ 0.0394 (此水位ニ對スルモノヲ第十一圖表ヨリ求ム)トシ此部分ニ對スル平均流速及ヒ流量ヲ求ムレハ

展開部ノ平均流速 = 35.22 $\sqrt{4.31 \times \frac{1}{3.038}}$ = 1.324^R

展開部ノ流量 = 1,870.86^{DR} × 1.324^R = 2,477.02^{DR}

更ニ此高極水位ニ對スル全横斷水面積(展開部ヲ含ム)ト之レニ對スル滯潤週回トニヨリ動水平均深ヲ求ムレハ十七尺四寸八分ヲ得故ニ此動水平均深ニ對スルニ 0.0365 (假リニ第十一圖表ヨリ動水平均深十七尺四寸八分ニ對スルモノヲ求ム)トシ流速及ヒ流量ヲ算定スレハ

平均流速 = 69.54 $\sqrt{17.48 \times \frac{1}{3.038}}$ = 5.27^R

流量 = 17,633.86 × 5.27 = 92,930.34^{DR}

ニシテ此結果ハ河道ノミノ流量(實測流速又ハ計算流速ヨリ定メタル流量)ヨリモ小ニシテ事實ニ遠カレルコトヲ示セルカ故ニ斯ノ如キ場合ニアリテハ河道部ト展開部トヲ區分シ別々ニ流量ヲ定メ其和ヲ以テ全断面ニ對スル流量トナスヲ可トス只々惜ムラクハ當時展開部ニ於ケル流速ノ實測ヲ缺ケルヲ以テ此部分ニ對スル實際ノ流量ヲ知ルニ由ナシ他日機ヲ得テ更ニ此問題ヲ解決セント欲ス (完)

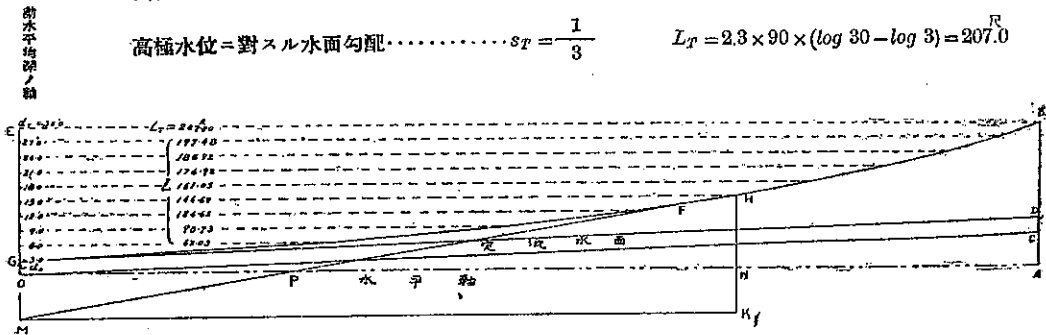
公式(10)ノ關係ヲ圖表ニ現ハシタルモノ

定流ノ状態ニアルトキノ動水平均深... $d_0 = 3.00$ $AB = d_T = 30.00$

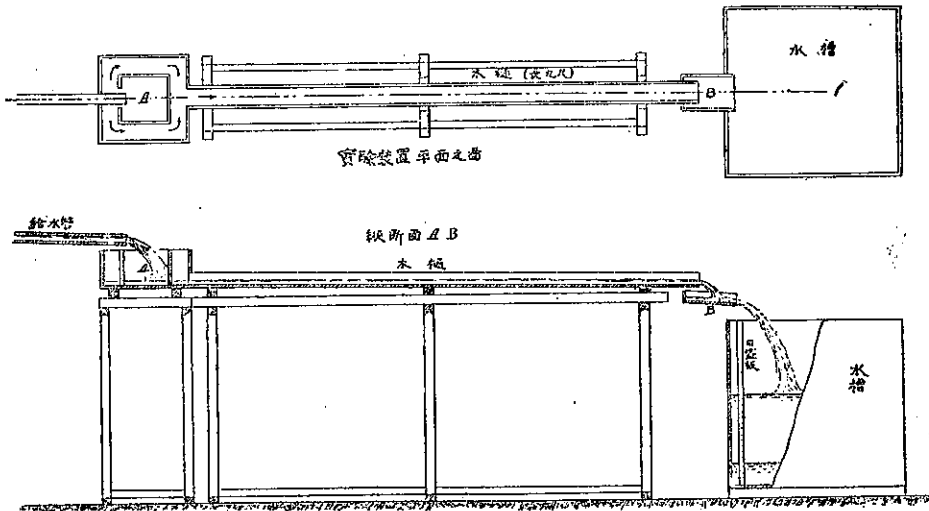
定流ノ状態ニアルトキノ水面勾配... $s_0 = \frac{1}{30}$ $DU = d_0 = 3.00$

高極水位ニ對スル動水平均深... $d_T = 30.00$ $l = 90.00$

高極水位ニ對スル水面勾配... $s_T = \frac{1}{3}$ $L_T = 2.3 \times 90 \times (\log 30 - \log 3) = 207.0$



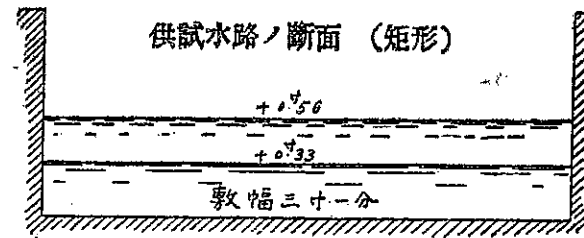
第三圖



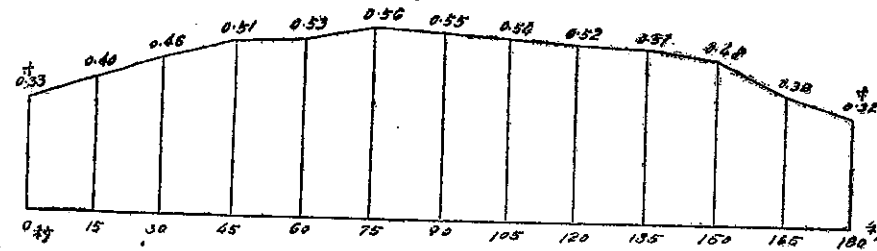
第四圖

(土木學會誌第五卷第二號附圖)

第五圖



第一水位圖表



第一表

| 観測時 | 水位 | d | d_t/d_0 | ∂d_a | ∂d_t | $\sqrt{\frac{\partial d_a}{\partial d_t}}$ | $a\sqrt{\frac{\partial d_a}{\partial d_t}}$ | β | $1+\beta\left(\frac{d_t}{d_0}-1\right)$ | s_t | C | v | a | q | |
|----------------|------|-------|-----------|----------------|----------------|--|---|---------|---|-------|--------|--------|-------|--------|--------|
| 0 ^秒 | 0.33 | 0.272 | | | | | | | | .0220 | 156.22 | 12.00 | 1.023 | 12.276 | |
| 水位上昇期 | 15 | 0.40 | 0.318 | 1.170 | .0028 | .0018 | 1.265 | .554 | 1.554 | 1.215 | .0267 | 161.00 | 14.81 | 1.240 | 18.364 |
| | 30 | 0.46 | 0.355 | 1.310 | .0022 | .0020 | 1.050 | .460 | 1.460 | 1.453 | .0320 | 164.02 | 17.39 | 1.426 | 24.798 |
| | 45 | 0.51 | 0.384 | 1.410 | .0013 | .0021 | 0.770 | .337 | 1.337 | 1.548 | .0341 | 167.17 | 19.06 | 1.581 | 30.134 |
| | 60 | 0.53 | 0.395 | 1.450 | .0009 | .0022 | 0.644 | .282 | 1.282 | 1.577 | .0347 | 168.25 | 19.69 | 1.643 | 32.351 |
| | 75 | 0.56 | 0.411 | 1.510 | 0 | .0023 | 0 | 0 | 1.000 | 1.510 | .0332 | 169.13 | 19.79 | 1.736 | 34.355 |
| 水位下降期 | 90 | 0.55 | 0.406 | 1.530 | .0008 | .0017 | 0.440 | .183 | 0.817 | 1.433 | .0307 | 169.35 | 18.97 | 1.705 | 32.344 |
| | 105 | 0.54 | 0.401 | 1.510 | .0005 | .0017 | 0.558 | .232 | 0.768 | 1.392 | .0298 | 168.26 | 18.34 | 1.674 | 30.701 |
| | 120 | 0.52 | 0.390 | 1.470 | .0006 | .0016 | 0.592 | .246 | 0.754 | 1.354 | .0290 | 167.19 | 17.72 | 1.612 | 28.565 |
| | 135 | 0.51 | 0.384 | 1.450 | .0008 | .0016 | 0.690 | .287 | 0.718 | 1.321 | .0283 | 167.18 | 17.39 | 1.581 | 27.494 |
| | 150 | 0.48 | 0.367 | 1.380 | .0003 | .0015 | 1.414 | .588 | 0.412 | 1.157 | .0248 | 165.70 | 15.74 | 1.488 | 23.421 |
| 165 | 0.38 | 0.305 | 1.150 | .0003 | .0013 | 1.617 | .673 | 0.327 | 1.049 | .0225 | 159.73 | 13.26 | 1.178 | 15.620 | |
| 180 | 0.32 | 0.265 | | | | | | | | .0214 | 155.63 | 11.67 | 0.992 | 11.577 | |

水位上昇期間ノ $\alpha = \left(\frac{d_0}{d_T}\right)^2 = \left(\frac{.272}{.411}\right)^2 = .438$

水位下降期間ノ $\alpha = \left(\frac{.265}{.411}\right)^2 = .416$

s_0 (水位上昇期間ニ對スルモノ) = .0220

s_0 (水位下降期間ニ對スルモノ) = .0214

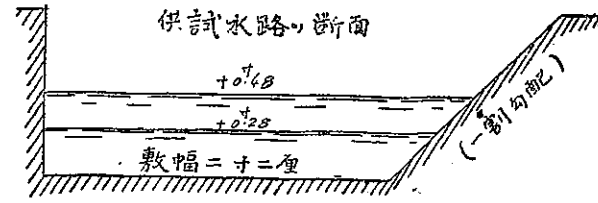
$n = .0083$

水位上昇期間ニ對スル $T = 75$ 秒

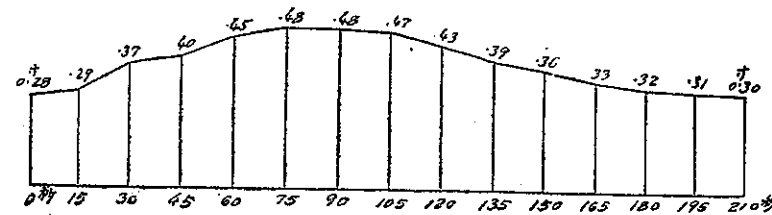
水位下降期間ニ對スル $T = 105$ 秒

$\Sigma q = 4,651.110$
 $\frac{\Sigma q}{\text{水槽ニテ計量セシ水積}} = \frac{4,651.11}{4,218.73} = 1.102$

第六圖



第三水位圖表



第三表

| 観測時 | 水位 | d | d_t/d_0 | ϵd_t | ϵd_t | $\sqrt{\frac{\partial d_a}{\partial d_t}}$ | $\alpha \sqrt{\frac{\partial d_a}{\partial d_t}}$ | β | $1 + \beta \left(\frac{d_t}{d_0} - 1 \right)$ | s_t | C | v | a | q |
|-----|------|-------|-----------|----------------|----------------|--|---|---------|--|-------|--------|-------|-------|-----------|
| 0 | 0.28 | 0.224 | | | | | | | | .0116 | 150.08 | 7.67 | 0.605 | 立方寸 4.640 |
| 15 | 0.29 | 0.231 | 1.031 | .00020 | .00123 | .385 | .167 | 1.167 | 1.036 | .0120 | 151.10 | 7.95 | 0.628 | 4.993 |
| 30 | 0.37 | 0.280 | 1.250 | .00220 | .00155 | 1.191 | .517 | 1.517 | 1.579 | .0160 | 157.45 | 10.55 | 0.816 | 8.609 |
| 45 | 0.40 | 0.297 | 1.326 | .00146 | .00164 | .950 | .412 | 1.412 | 1.460 | .0169 | 159.17 | 11.30 | 0.888 | 10.034 |
| 60 | 0.45 | 0.324 | 1.446 | .00143 | .00179 | .895 | .388 | 1.388 | 1.619 | .0188 | 161.32 | 12.58 | 1.003 | 12.681 |
| 75 | 0.48 | 0.340 | 1.518 | 0 | .00190 | 0 | 0 | 1.000 | 1.518 | .0176 | 163.04 | 12.39 | 1.082 | 13.406 |
| 90 | 0.48 | 0.340 | 1.435 | 0 | .00090 | 0 | 0 | 1.000 | 1.435 | .0171 | 163.04 | 12.39 | 1.082 | 13.406 |
| 105 | 0.47 | 0.335 | 1.413 | .00087 | .00089 | .990 | .485 | 0.515 | 1.213 | .0144 | 163.07 | 11.33 | 1.058 | 11.987 |
| 120 | 0.43 | 0.314 | 1.325 | .00146 | .00084 | 1.318 | .643 | 0.374 | 1.115 | .0133 | 159.39 | 10.31 | 0.961 | 9.908 |
| 135 | 0.39 | 0.291 | 1.228 | .00133 | .00077 | 1.314 | .646 | 0.356 | 1.081 | .0129 | 158.62 | 9.72 | 0.862 | 8.379 |
| 150 | 0.36 | 0.274 | 1.156 | .00116 | .00073 | 1.260 | .613 | 0.387 | 1.060 | .0126 | 156.25 | 9.22 | 0.792 | 7.362 |
| 165 | 0.33 | 0.256 | 1.080 | .00080 | .00060 | 1.155 | .566 | 0.424 | 1.035 | .0123 | 154.40 | 8.65 | 0.721 | 6.237 |
| 180 | 0.32 | 0.250 | 1.055 | .00043 | .00070 | .784 | .384 | 0.616 | 1.034 | .0123 | 153.50 | 8.44 | 0.698 | 5.891 |
| 195 | 0.31 | 0.243 | 1.025 | .00043 | .00065 | .813 | .398 | 0.602 | 1.015 | .0121 | 152.86 | 8.25 | 0.674 | 5.591 |
| 210 | 0.30 | 0.237 | | | | | | | | 0.119 | 152.00 | 8.09 | 0.650 | 5.259 |

水位
上
期
昇

水
位
下
降
期

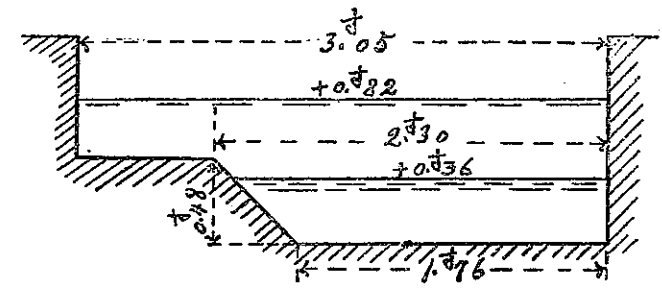
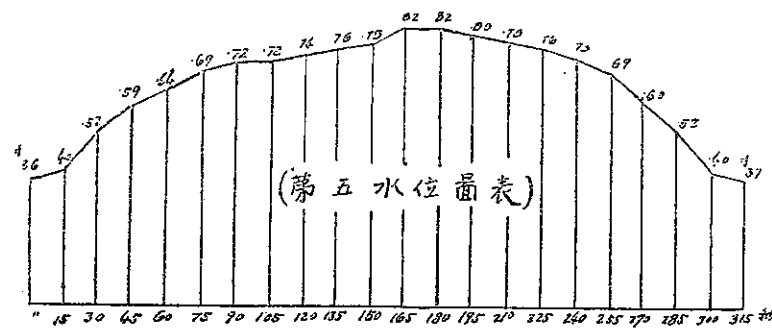
水位上昇期ノ $\alpha = \left(\frac{.224}{.340} \right)^2 = .434$

水位下降期ノ $\alpha = \left(\frac{.237}{.340} \right)^2 = .490$

- s_0 (水位上昇期=對スルモノ) = .0116
- s_0 (水位下降期=對スルモノ) = .0119
- T (水位上昇期=對スルモノ) = 75秒
- T (水位下降期=對スルモノ) = 135秒

$\Sigma q = 1,850.160$
 $\frac{\Sigma q}{\text{水槽=テ量リシ流量}} = \frac{1,850.160}{1,849.059} = 1.000$

(土木學會雜誌五卷第二號附出)



第五表

| 観測時 | 水位 | d | d _t /d ₀ | ∂d _u | ∂d _t | √(∂d _u /∂d _t) | α√(∂d _u /∂d _t) | β | 1 + β((d _t /d ₀) - 1) | s _t | C | v | a | q |
|-----|------|-----------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------|--|----------------|--------|-------|-------|--------|
| 0 | 0.36 | 0.267 | | | | | | | | .0052 | 155.50 | 5.83 | 0.713 | 4.157 |
| 15 | 0.40 | 0.239 | 1.082 | .00440 | .00093 | 2.120 | .729 | 1.729 | 1.142 | .0059 | 153.30 | 6.43 | 0.800 | 5.144 |
| 25 | 0.48 | {0.339 0.266 | 1.248 | .00435 | .00102 | 2.065 | .710 | 1.710 | 1.213 | .0063 | 159.53 | 7.31 | 0.974 | 7.120 |
| 30 | 0.52 | 0.290 | 1.086 | .00600 | .00107 | 2.132 | .710 | 1.710 | 1.147 | .0060 | 158.30 | 6.60 | 1.086 | 7.168 |
| 45 | 0.59 | 0.334 | 1.250 | .00340 | .00107 | 1.792 | .613 | 1.613 | 1.403 | .0073 | 163.19 | 8.06 | 1.209 | 10.470 |
| 60 | 0.64 | 0.360 | 1.318 | .00180 | .00115 | 1.251 | .430 | 1.430 | 1.498 | .0078 | 164.92 | 8.74 | 1.451 | 12.682 |
| 75 | 0.69 | 0.388 | 1.453 | .00147 | .00121 | 1.089 | .375 | 1.375 | 1.623 | .0084 | 167.34 | 9.54 | 1.603 | 15.293 |
| 90 | 0.72 | 0.404 | 1.513 | .00053 | .00129 | .641 | .221 | 1.221 | 1.626 | .0085 | 168.41 | 9.87 | 1.691 | 16.720 |
| 105 | 0.72 | 0.404 | 1.513 | .00037 | .00129 | .536 | .124 | 1.184 | 1.607 | .0084 | 168.20 | 9.79 | 1.694 | 16.584 |
| 120 | 0.74 | 0.415 | 1.554 | .00070 | .00133 | .725 | .249 | 1.249 | 1.692 | .0088 | 169.17 | 10.22 | 1.755 | 17.936 |
| 135 | 0.76 | 0.425 | 1.592 | .00067 | .00136 | .702 | .211 | 1.241 | 1.735 | .0090 | 170.00 | 10.54 | 1.815 | 19.130 |
| 150 | 0.78 | 0.435 | 1.629 | .00100 | .00139 | .848 | .293 | 1.293 | 1.813 | .0094 | 170.60 | 10.92 | 1.876 | 20.486 |
| 165 | 0.82 | 0.455 | {1.714 1.667 | 0 | .00146 | 0 | 0 | 1.000 | 1.714 | .0069 | 171.73 | 10.92 | 1.998 | 21.818 |
| 180 | 0.82 | 0.455 | 1.667 | .00033 | .00153 | .464 | .167 | .833 | 1.556 | .0082 | 171.72 | 10.48 | 1.998 | 20.939 |
| 195 | 0.80 | 0.445 | 1.630 | .00067 | .00150 | .668 | .240 | .760 | 1.479 | .0078 | 171.31 | 10.11 | 1.937 | 19.583 |
| 210 | 0.78 | 0.435 | 1.593 | .00067 | .00147 | .675 | .243 | .757 | 1.449 | .0077 | 170.65 | 9.90 | 1.876 | 18.572 |
| 225 | 0.76 | 0.425 | 1.557 | .00083 | .00143 | .580 | .209 | .791 | 1.441 | .0076 | 169.75 | 9.68 | 1.815 | 17.569 |
| 240 | 0.73 | 0.410 | 1.500 | .00123 | .00138 | .944 | .340 | .660 | 1.330 | .0071 | 168.78 | 9.11 | 1.724 | 15.706 |
| 255 | 0.69 | 0.388 | 1.420 | .00247 | .00131 | 1.373 | .494 | .506 | 1.213 | .0064 | 166.87 | 8.31 | 1.603 | 13.321 |
| 270 | 0.60 | 0.336 | 1.281 | .00327 | .00113 | 1.700 | .612 | .388 | 1.090 | .0058 | 162.74 | 7.16 | 1.329 | 9.516 |
| 285 | 0.52 | 0.290 | 1.224 | .00480 | .00111 | .657 | .237 | .763 | 1.171 | .0062 | 158.29 | 6.71 | 1.083 | 7.287 |
| 290 | 0.48 | {0.266 0.339 | 1.248 | .00435 | .00106 | 2.051 | .738 | .262 | 1.065 | .0057 | 162.44 | 7.08 | 0.974 | 6.896 |
| 300 | 0.40 | 0.239 | 1.060 | .00053 | .00097 | .547 | .197 | .803 | 1.043 | .0056 | 158.12 | 6.36 | 0.800 | 5.088 |
| 315 | 0.37 | 0.273 | | | | | | | | .0053 | 155.50 | 5.91 | 0.735 | 4.314 |

水位上昇

水位下降期

$$\alpha \begin{cases} \text{水位上昇期間} = \left(\frac{.267}{.455}\right)^2 = 0.344 \\ \text{水位下降期間} = \left(\frac{.273}{.455}\right)^2 = 0.360 \end{cases}$$

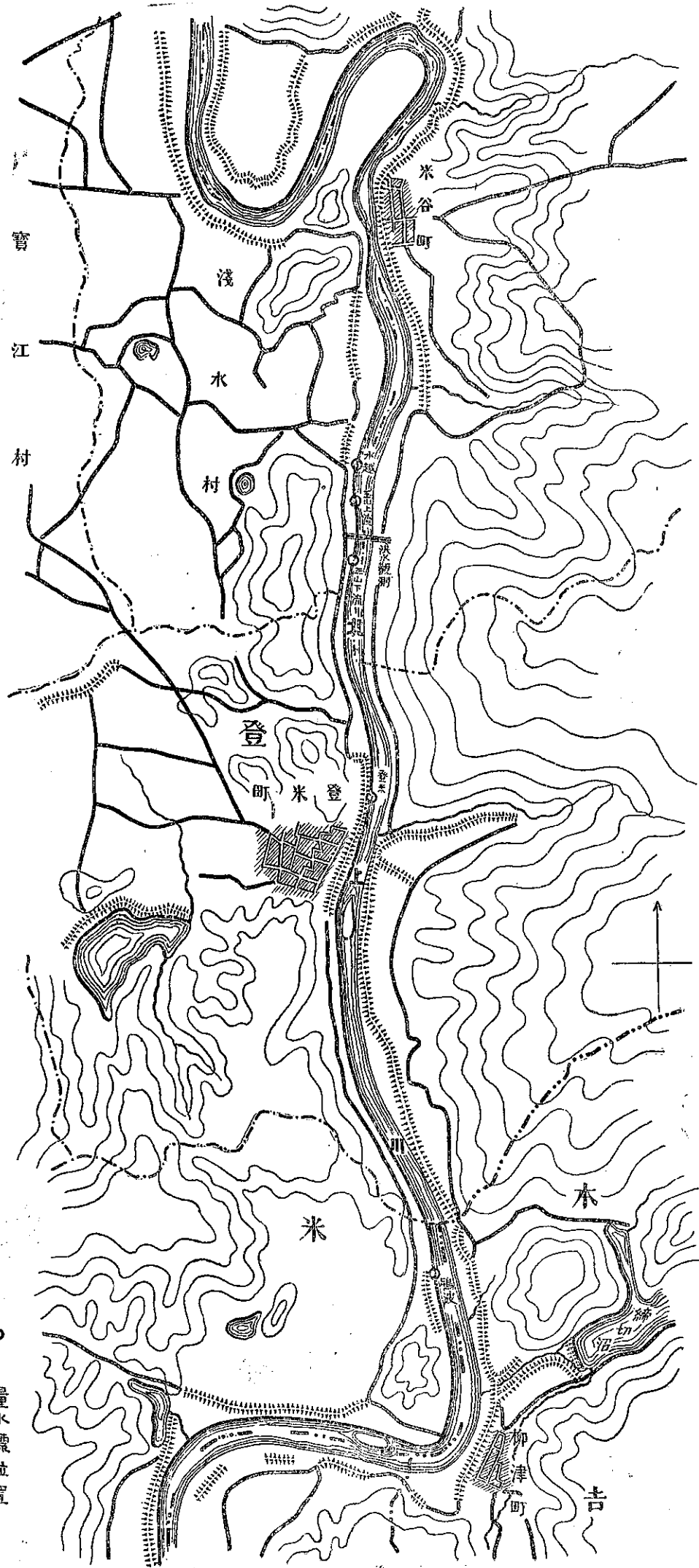
$$T \begin{cases} \text{水位上昇期間} = 165 \text{秒} \\ \text{水位下降期間} = 15 \text{秒} \end{cases}$$

$$s_0 \begin{cases} \text{水位上昇期間} = .0052 \\ \text{水位下降期間} = .0053 \end{cases}$$

$$\sum q = 4,456.220$$

$$\frac{\sum q}{\text{水槽ニテ量リシ水積}} = \frac{4,436.220}{4,182.820} = 1.0605$$

(第八圖)



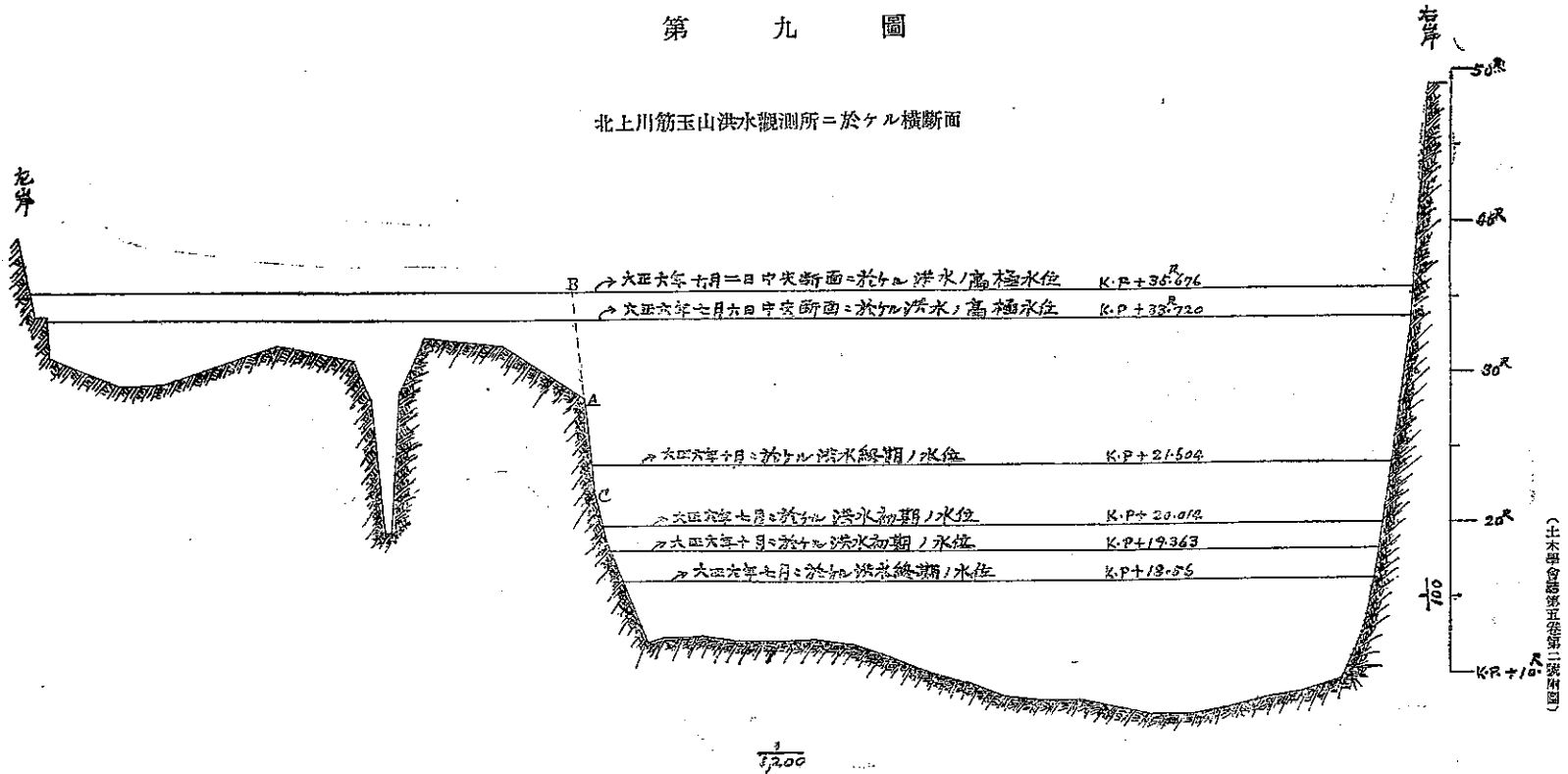
縮尺五万分之一

○ 量水標位置
 || 洪水觀測位置

(土木學會誌第五卷第三號圖)

第九圖

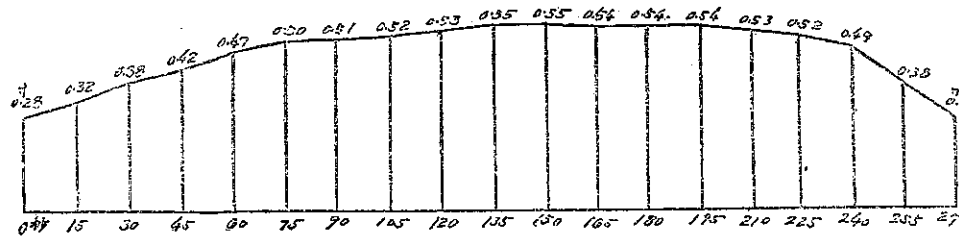
北上川筋玉山洪水観測所ニ於ケル横断面



(土木學會誌第五卷第二號附圖)

第二水位圖表

供試水路ノ断面ハ第三圖ニ示セルモノナリ



第二表

| 観測時 | 水位 | \bar{d} | $\frac{d_t}{d_0}$ | ∂d_a | ∂d_t | $\sqrt{\frac{\partial d_a}{\partial d_t}}$ | $\alpha \sqrt{\frac{\partial d_a}{\partial d_t}}$ | β | $1 + \beta \left(\frac{d_t}{d_0} - 1 \right)$ | s_0 | Q | v | a | l |
|-----|------|-----------|-------------------|----------------|----------------|--|---|---------|--|-------|--------|-------|-------|--------|
| 0 | 0.28 | 0.237 | | | | | | | | .0188 | 152.48 | 10.28 | 0.868 | 8.920 |
| 15 | 0.32 | 0.265 | 1.120 | .00227 | .00110 | 1.437 | 0.490 | 1.490 | 1.179 | .0222 | 156.17 | 12.03 | 0.992 | 11.934 |
| 30 | 0.33 | 0.305 | 1.290 | .00220 | .00122 | 1.343 | 0.458 | 1.458 | 1.423 | .0268 | 160.11 | 14.41 | 1.178 | 16.975 |
| 45 | 0.42 | 0.331 | 1.400 | .00187 | .00132 | 1.190 | 0.406 | 1.406 | 1.502 | .0294 | 163.06 | 16.14 | 1.302 | 21.014 |
| 60 | 0.47 | 0.361 | 1.520 | .00157 | .00144 | 1.044 | 0.356 | 1.356 | 1.705 | .0321 | 165.07 | 17.83 | 1.457 | 25.978 |
| 75 | 0.50 | 0.378 | 1.600 | .00077 | .00151 | 0.714 | 0.243 | 1.243 | 1.746 | .0328 | 166.11 | 18.27 | 1.550 | 29.075 |
| 90 | 0.51 | 0.384 | 1.620 | .0037 | .00154 | 0.490 | 0.167 | 1.167 | 1.724 | .0324 | 167.18 | 18.39 | 1.581 | 29.075 |
| 105 | 0.52 | 0.389 | 1.640 | .00037 | .00156 | 0.487 | 0.166 | 1.166 | 1.746 | .0328 | 167.18 | 18.89 | 1.611 | 30.432 |
| 120 | 0.53 | 0.395 | 1.670 | .00057 | .00158 | 0.600 | 0.205 | 1.205 | 1.807 | .0340 | 168.31 | 19.52 | 1.643 | 32.071 |
| 135 | 0.55 | 0.406 | 1.710 | 0 | .00162 | 0 | 0 | 1.000 | 1.710 | .0322 | 168.80 | 19.24 | 1.705 | 32.804 |
| 150 | 0.55 | 0.406 | 1.710 | .00017 | .00162 | 0.324 | 0.111 | 0.889 | 1.631 | .0307 | 169.02 | 18.51 | 1.705 | 31.560 |
| 165 | 0.54 | 0.401 | 1.692 | .00017 | .00160 | 0.326 | 0.111 | 0.889 | 1.615 | .0304 | 168.26 | 18.51 | 1.674 | 30.986 |
| 180 | 0.54 | 0.401 | 1.692 | 0 | .00160 | 0 | 0 | 1.000 | 1.692 | .0318 | 168.26 | 19.01 | 1.674 | 31.823 |
| 195 | 0.51 | 0.401 | 1.692 | .00020 | .00160 | 0.354 | 0.121 | 0.879 | 1.608 | .0302 | 168.26 | 18.51 | 1.674 | 30.986 |
| 210 | 0.53 | 0.395 | 1.667 | .00047 | .00158 | 0.348 | 0.187 | 0.813 | 1.542 | .0290 | 168.26 | 18.00 | 1.643 | 29.574 |
| 225 | 0.52 | 0.387 | 1.590 | .00077 | .00155 | 0.707 | 0.241 | 0.759 | 1.448 | .0272 | 167.19 | 17.05 | 1.597 | 27.229 |
| 240 | 0.49 | 0.372 | 1.570 | .00273 | .00150 | 1.350 | 0.460 | 0.540 | 1.308 | .0246 | 166.13 | 15.78 | 1.519 | 23.970 |
| 255 | 0.38 | 0.305 | 1.283 | .00453 | .00122 | 1.927 | 0.657 | 0.343 | 1.098 | .0206 | 160.31 | 12.50 | 1.178 | 14.725 |
| 270 | 0.28 | 0.237 | | | | | | | | .0188 | 152.48 | 10.28 | 0.868 | 8.920 |

水位上昇期間

水位下降期間

$\Sigma q = 6,886.965$ (立方寸)

水槽 = ヲリテ計量セシ水積 $= \frac{\Sigma q}{6,265.260} = 1.099$

α (水位上昇期間) $= \left(\frac{d_0 = .237}{d_T = .406} \right)^2 = 0.341$

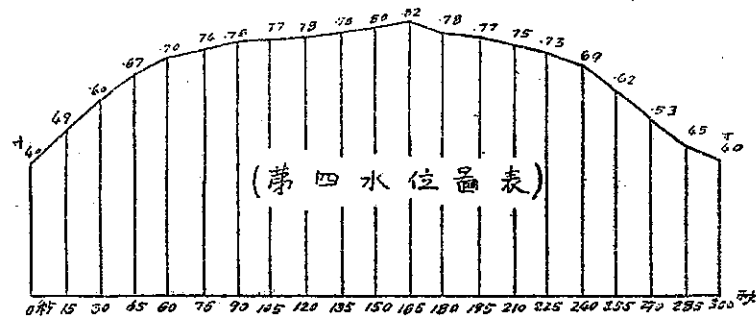
α (水位下降期間) $= \left(\frac{d_0 = .237}{d_T = .406} \right)^2 = 0.341$

s_0 (水位上昇期間 = 對スルモノ) $= .0188$

s_0 (水位下降期間 = 對スルモノ) $= .0188$

水位上昇期間 = 於ケル $T = 135$ 秒

水位下降期間 = 於ケル $T = 135$ 秒



第 四 表

| 観測時 | 水位 | d | $\frac{d_t}{d_0}$ | $\frac{\partial d}{\partial a}$ | $\frac{\partial d}{\partial t}$ | $\sqrt{\frac{\partial d}{\partial a}}$ | $a\sqrt{\frac{\partial d}{\partial t}}$ | β | $1+\beta\left(\frac{d_t}{d_0}-1\right)$ | s_t | C | v | a | q |
|-----|-------|-------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|---|---------|---|-------|--------|-------|-------|--------|
| 0 | 0.400 | 0.297 | | | | | | | | .0049 | 158.83 | 6.23 | 0.880 | 5.482 |
| 15 | 0.490 | 0.347 | 1.170 | .00340 | .00110 | 1.045 | .627 | 1.627 | 1.277 | .0063 | 163.84 | 7.70 | 1.103 | 8.493 |
| 30 | 0.600 | 0.398 | 1.340 | .00283 | .00127 | 1.493 | .896 | 1.896 | 1.645 | .0081 | 167.35 | 9.54 | 1.380 | 13.165 |
| 45 | 0.670 | 0.433 | 1.460 | .00160 | .00138 | 1.077 | .646 | 1.646 | 1.757 | .0086 | 170.50 | 10.40 | 1.565 | 16.276 |
| 60 | 0.700 | 0.446 | 1.500 | .00100 | .00142 | .840 | .504 | 1.504 | 1.752 | .0086 | 171.39 | 10.63 | 1.645 | 17.486 |
| 75 | 0.740 | 0.463 | 1.560 | .00087 | .00147 | .769 | .461 | 1.461 | 1.818 | .0089 | 172.41 | 11.03 | 1.754 | 19.347 |
| 90 | 0.760 | 0.472 | 1.590 | .00043 | .00150 | .536 | .322 | 1.322 | 1.780 | .0087 | 173.21 | 11.09 | 1.809 | 20.062 |
| 105 | 0.770 | 0.476 | 1.600 | .00027 | .00151 | .423 | .254 | 1.254 | 1.752 | .0086 | 173.22 | 11.09 | 1.837 | 20.372 |
| 120 | 0.780 | 0.480 | 1.620 | .00013 | .00153 | .232 | .175 | 1.175 | 1.729 | .0085 | 173.22 | 11.09 | 1.864 | 20.672 |
| 135 | 0.780 | 0.480 | 1.620 | 0 | .00153 | 0 | 0 | 1.000 | 1.620 | .0079 | 173.23 | 10.57 | 1.861 | 19.703 |
| 150 | 0.800 | 0.488 | 1.640 | .00057 | .00155 | .606 | .364 | 1.364 | 1.873 | .0092 | 174.03 | 11.66 | 1.920 | 22.387 |
| 165 | 0.820 | 0.497 | 1.670 | 0 | .00160 | 0 | 0 | 1.000 | 1.670 | .0082 | 174.38 | 11.16 | 1.976 | 22.052 |
| 180 | 0.780 | 0.480 | 1.620 | 0 | .00189 | 0 | 0 | 1.000 | 1.620 | .0082 | 174.38 | 11.16 | 1.976 | 22.052 |
| 180 | 0.780 | 0.480 | 1.620 | .00070 | .00182 | .620 | .372 | .628 | 1.389 | .0068 | 173.16 | 9.87 | 1.864 | 18.398 |
| 195 | 0.770 | 0.476 | 1.600 | .00043 | .00181 | .457 | .292 | .708 | 1.425 | .0070 | 173.15 | 10.04 | 1.837 | 18.443 |
| 210 | 0.750 | 0.467 | 1.573 | .00030 | .00178 | .410 | .246 | .754 | 1.432 | .0070 | 172.69 | 9.84 | 1.781 | 17.525 |
| 225 | 0.730 | 0.459 | 1.545 | .00087 | .00174 | .707 | .424 | .536 | 1.292 | .0063 | 171.03 | 9.24 | 1.727 | 15.958 |
| 240 | 0.690 | 0.441 | 1.485 | .00163 | .00168 | .985 | .591 | .409 | 1.198 | .0059 | 170.72 | 8.71 | 1.618 | 14.093 |
| 255 | 0.620 | 0.410 | 1.380 | .00250 | .00156 | 1.266 | .760 | .240 | 1.091 | .0053 | 168.54 | 7.85 | 1.432 | 11.241 |
| 270 | 0.520 | 0.363 | 1.232 | .00287 | .00139 | 1.437 | .862 | .138 | 1.032 | .0051 | 165.35 | 7.14 | 1.201 | 8.575 |
| 285 | 0.450 | 0.321 | 1.091 | .00230 | .00123 | 1.367 | .820 | .180 | 1.016 | .0050 | 161.67 | 6.47 | 1.001 | 6.476 |
| 300 | 0.400 | 0.297 | | | | | | | | .0049 | 158.83 | 6.23 | 0.880 | 5.482 |

水位
上昇
期

水位
下降
期

$$\alpha \text{ (水位上昇期間)} = \left(\frac{.297}{.497}\right)^2 = 0.60$$

$$\alpha \text{ (水位下降期間)} = \left(\frac{.297}{.497}\right)^2 = 0.60$$

$$T \text{ (水位上昇期間)} = 165 \text{秒}$$

$$T \text{ (水位下降期間)} = 135 \text{秒}$$

$$\sum q = 4,743,090 \text{ 立方寸}$$

$$\text{水槽} = \frac{\sum q}{\text{水深}} = \frac{4,743,090}{4,568,790} = 1.038$$

$$s_0 \text{ (上り下り共)} = .0049$$

$$n = .0083$$

(本表は第五卷第二編附表)

第六表

大正六年七月北上川ノ洪水ヲ玉山洪水観測所ニ於テ實測シタル結果ヲ公式ニヨリテ得タル成績ニ對照シタルモノ

| 日 | 時刻 | 玉山観測所ノ水位 | | | | d | d_t/d_0 | t | ∂d_a | ∂d_t | $\sqrt{\frac{\partial d_a}{\partial d_t}}$ | $\alpha \sqrt{\frac{\partial d_a}{\partial d_t}}$ | β | $1+\beta \times \left(\frac{d_t}{d_0}-1\right)$ | $\frac{1}{s}$ | | | $\frac{1/s}{(公式18)}$ | 増減水期 | 風向風力 |
|-------|----------|----------|-------|-------|------------|-------|-----------|----------|----------------|----------------|--|---|---------|---|---------------|--------|-------|----------------------|------|------|
| | | 上流標 | 下流標 | 中間水位 | 中間水位ニ對スルモノ | | | | | | | | | | 公式(8) | 公式(18) | 實測 | | | |
| V | 午後 2, 15 | 27.28 | 26.80 | 27.04 | 15.91 | 1.684 | 29.46 | .0003000 | .0001113 | 1.640 | 0.299 | 1.239 | 1.839 | 4.758 | 4.241 | 4.063 | 1.044 | 增水期 | 静 | |
| | 2, 56 | 28.13 | 27.66 | 27.90 | 16.65 | 1.773 | 22.45 | .0002850 | .0001173 | 1.560 | 0.281 | 1.281 | 1.990 | 4.519 | 4.076 | 4.149 | 0.970 | | | |
| | 3, 30 | 28.78 | 28.26 | 28.52 | 17.25 | 1.825 | 23.63 | .0002350 | .0001208 | 1.300 | 0.253 | 1.253 | 2.034 | 4.390 | 3.939 | 3.750 | 1.050 | | | |
| | 4, 2 | 29.30 | 28.75 | 29.03 | 17.70 | 1.873 | 24.63 | .0002130 | .0001239 | 1.310 | 0.238 | 1.238 | 2.081 | 4.278 | 3.850 | 3.546 | 1.086 | | | |
| | 5, 55 | 30.67 | 30.10 | 30.39 | 19.00 | 2.011 | 27.43 | .0001600 | .0001330 | 1.100 | 0.200 | 1.200 | 2.213 | 3.984 | 3.620 | 3.420 | 1.058 | | | |
| | 7, 1 | 31.28 | 30.72 | 31.00 | 19.59 | 2.073 | 28.52 | .0001450 | .0001369 | 1.030 | 0.188 | 1.183 | 2.275 | 3.865 | 3.522 | 3.482 | 1.012 | | | |
| | 午前 1, 52 | 33.44 | 32.85 | 33.15 | 21.62 | 2.288 | 32.50 | .0000460 | .0001513 | 0.550 | 0.100 | 1.100 | 2.417 | 3.502 | 3.315 | 3.305 | 1.003 | | | |
| VI | 2, 45 | 33.58 | 33.00 | 33.29 | 21.78 | 2.305 | 32.78 | .0000380 | .0001523 | 0.500 | 0.091 | 1.091 | 2.424 | 3.476 | 3.305 | 3.362 | 0.983 | 南ノ和風 | | |
| | 3, 16 | 33.66 | 33.08 | 33.37 | 21.82 | 2.309 | 32.87 | .0000300 | .0001526 | 0.450 | 0.082 | 1.082 | 2.416 | 3.470 | 3.316 | 3.362 | 0.986 | | | |
| | 6, 24 | 33.93 | 33.37 | 33.65 | 22.10 | 2.339 | 33.32 | .0000140 | .0001546 | 0.300 | 0.055 | 1.055 | 2.413 | 3.425 | 3.320 | 3.482 | 0.954 | | | |
| | 7, 8 | 33.95 | 33.39 | 33.67 | 22.10 | 2.339 | 33.41 | .0000100 | .0001547 | 0.250 | 0.046 | 1.046 | 2.401 | 3.425 | 3.337 | 3.482 | 0.958 | | | |
| | 9, 39 | 34.00 | 33.43 | 33.72 | 22.15 | 2.718 | 123.64 | .0000116 | .0000493 | 0.487 | 0.066 | 0.934 | 2.605 | 3.420 | 3.569 | 3.421 | 1.043 | | | |
| | 10, 0 | 33.98 | 33.42 | 33.70 | 22.13 | 2.707 | 123.35 | .0000116 | .0000493 | 0.487 | 0.066 | 0.934 | 2.594 | 3.434 | 3.584 | 3.432 | 1.030 | | | |
| | 午後 0, 13 | 33.82 | 33.27 | 33.54 | 22.00 | 2.700 | 122.78 | .0000184 | .0000490 | 0.613 | 0.083 | 0.917 | 2.559 | 3.443 | 3.633 | 3.546 | 1.025 | | | |
| VII | 4, 18 | 33.25 | 32.70 | 32.98 | 21.50 | 2.638 | 120.19 | .0000431 | .0000480 | 0.950 | 0.128 | 0.872 | 2.428 | 3.521 | 3.828 | 3.546 | 1.025 | 減水期 | 南ノ強風 | |
| | 9, 25 | 31.81 | 31.32 | 31.57 | 20.10 | 2.467 | 112.74 | .0000882 | .0000452 | 1.400 | 0.189 | 0.811 | 2.190 | 3.763 | 4.245 | 3.980 | 1.067 | | | |
| | 10, 34 | 31.43 | 30.93 | 31.19 | 19.80 | 2.429 | 110.15 | .0000991 | .0000443 | 1.500 | 0.203 | 0.797 | 2.130 | 3.827 | 4.346 | 3.980 | 1.092 | | | |
| | 午前 3, 10 | 29.73 | 29.30 | 29.52 | 18.25 | 2.239 | 98.97 | .0000934 | .0000404 | 1.520 | 0.205 | 0.795 | 1.985 | 4.152 | 4.683 | 4.535 | 1.033 | | | |
| 6, 14 | 28.61 | 28.19 | 28.40 | 17.25 | 2.117 | 92.37 | .0000900 | .0000384 | 1.531 | 0.207 | 0.793 | 1.886 | 4.391 | 4.929 | 4.643 | 1.062 | | | | |
| 10, 5 | 27.36 | 26.98 | 27.17 | 16.11 | 1.977 | 83.19 | .0000800 | .0000357 | 1.500 | 0.203 | 0.797 | 1.779 | 4.702 | 5.228 | 5.132 | 1.018 | | | | |

平均=1025

増水期

$$s_0 = \frac{1}{8.012}$$

$$d_0 = 9.45$$

$$T = 33.5$$

$$\alpha = \left(\frac{d_0}{d_T}\right)^2 = \left(\frac{9.45}{22.15}\right)^2 = 0.182$$

$$t = \frac{T}{\log\left(\frac{d_T}{d_0}\right)} \times \log\left(\frac{d_t}{d_0}\right)$$

$$\beta = 1 + \alpha \sqrt{\frac{\partial d_a}{\partial d_t}}$$

$$s_T = \frac{1}{3.421}$$

$$\partial d_t = \frac{2.3 \log\left(\frac{d_T}{d_0}\right)}{T} \times d_t = .000007 \times d_t$$

減水期

$$s_0 = \frac{1}{9.296}$$

$$d_0 = 8.15$$

$$T = 123.75$$

$$\alpha = \left(\frac{d_0}{d_T}\right)^2 = \left(\frac{8.15}{22.15}\right)^2 = 0.135$$

$$t = \frac{T}{\log\left(\frac{d_T}{d_0}\right)} \times \log\left(\frac{d_t}{d_0}\right)$$

$$\beta = 1 - \alpha \sqrt{\frac{\partial d_a}{\partial d_t}}$$

$$s_T = \frac{1}{3.431}$$

$$\partial d_t = \frac{2.3 \log\left(\frac{d_T}{d_0}\right)}{T} \times d_t = .00000223 \times d_t$$

第七表

大正六年十月北上川ノ洪水ヲ玉山洪水観測所ニ於テ實測シタル結果ヲ公式ニヨリテ得タル成績ニ對照シタルモノ

| 日 | 時刻 | 玉山観測所ノ水位 | | | d | d _t /d ₀ | ∂d _a | ∂d _t | √(∂d _a /∂d _t) | α√(∂d _a /∂d _t) | β | 1+β×(d _t /d ₀ -1) | 1/s | | 1/s (公式18) | 1/s (實測) | 増減水期 | 風向 風力 |
|----------|----------|----------|--------|--------|-------|--------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------|---|------------------|--------|------------|----------|-------|---------------|
| | | 上流標 | 下流標 | 中間水位 | | | | | | | | | 公式(8) | 公式(18) | | | | |
| I | 午前 7, 15 | 25.360 | 24.950 | 25.155 | 13.79 | 1.652 | 22.09 | .000243 | .0000862 | 1.681 | 0.219 | 1.219 | 1.765 | 5,113 | 4,785 | 4,756 | 1.006 | 南東ノ強風 南ノ和風 |
| | " 10, 50 | 28.800 | 28.343 | 28.572 | 16.94 | 2.029 | 31.15 | .000233 | .0001059 | 1.483 | 0.193 | 1.193 | 2.228 | 4,163 | 3,791 | 4,267 | 0.888 | |
| | 午後 0, 7 | 30.120 | 29.550 | 29.835 | 17.99 | 2.155 | 31.75 | .000233 | .0001124 | 1.442 | 0.188 | 1.188 | 2.372 | 3,915 | 3,561 | 3,421 | 1.041 | 南風 西稍ノ強 |
| | " 1, 5 | 31.020 | 30.443 | 30.732 | 18.80 | 2.252 | 35.78 | .000207 | .0001175 | 1.325 | 0.172 | 1.172 | 2.467 | 3,750 | 3,424 | 3,490 | 0.981 | |
| | " 2, 30 | 32.080 | 31.450 | 31.765 | 19.70 | 2.359 | 37.80 | .000170 | .0001231 | 1.175 | 0.153 | 1.152 | 2.567 | 3,580 | 3,290 | 3,095 | 1.063 | 北西ノ和風 |
| | " 3, 30 | 32.650 | 32.020 | 32.335 | 20.23 | 2.423 | 38.92 | .000120 | .0001264 | 0.976 | 0.127 | 1.127 | 2.604 | 3,480 | 3,244 | 3,095 | 1.048 | |
| | " 4, 39 | 33.150 | 32.550 | 32.850 | 20.65 | 2.473 | 39.83 | .000100 | .0001291 | 0.880 | 0.114 | 1.114 | 2.641 | 3,415 | 3,198 | 3,095 | 0.984 | 増水期 |
| | " 6, 35 | 33.820 | 33.200 | 33.510 | 21.80 | 2.551 | 41.25 | .000083 | .0001331 | 0.790 | 0.103 | 1.103 | 2.711 | 3,311 | 3,115 | 3,145 | 0.990 | |
| | " 7, 7 | 33.970 | 33.350 | 33.660 | 21.44 | 2.568 | 41.51 | .000070 | .0001340 | 0.723 | 0.094 | 1.094 | 2.715 | 3,289 | 3,111 | 3,145 | 0.989 | 減水期 |
| | " 10, 15 | 34.750 | 34.120 | 34.435 | 22.10 | 2.647 | 42.87 | .000057 | .0001381 | 0.643 | 0.084 | 1.084 | 2.785 | 3,191 | 3,033 | 3,095 | 0.980 | |
| II | 午前 3, 10 | 35.550 | 34.900 | 35.225 | 22.80 | 2.731 | 44.19 | .000033 | .0001425 | 0.480 | 0.062 | 1.062 | 2.838 | 3,093 | 2,976 | 3,000 | 0.992 | 増水期 |
| | " 4, 40 | 35.720 | 35.070 | 35.395 | 22.96 | 2.750 | 44.49 | .000030 | .0001435 | 0.456 | 0.059 | 1.059 | 2.853 | 3,071 | 2,960 | 3,000 | 0.987 | |
| | " 6, 2 | 35.830 | 35.180 | 35.505 | 23.07 | 2.763 | 44.70 | .000017 | .0001442 | 0.344 | 0.045 | 1.045 | 2.842 | 3,057 | 2,972 | 3,000 | 0.991 | 減水期 |
| | " 6, 48 | 35.900 | 35.260 | 35.580 | 23.13 | 2.770 | 44.85 | .000015 | .0001446 | 0.322 | 0.042 | 1.042 | 2.841 | 3,049 | 2,970 | 3,047 | 0.975 | |
| | " 7, 5 | 35.990 | 35.340 | 35.665 | 23.14 | 2.771 | 44.85 | .000013 | .0001446 | 0.300 | 0.039 | 1.039 | 2.840 | 3,048 | 2,974 | 3,000 | 0.991 | 減水期 |
| | " 9, 0 | 35.991 | 35.300 | 35.676 | 23.21 | 2.780 | 45.00 | 0 | {.0001451 .0000545} | 0 | 0 | 1.000 | {2.780 2.211} | 3,038 | 3,038 | 3,038 | 1.000 | |
| | " 9, 52 | 35.991 | 35.360 | 35.676 | 23.21 | 2.211 | 94.00 | 0 | .0000543 | 0 | 0 | 1.000 | 2.211 | 3,039 | 3,023 | 3,090 | 0.978 | 減水期 |
| | " 10, 30 | 35.980 | 35.350 | 35.665 | 23.21 | 2.211 | 94.00 | .0000230 | .0000543 | 0.235 | 0.048 | 0.952 | 2.153 | 3,039 | 3,122 | 3,095 | 1.009 | |
| | 午後 0, 45 | 35.850 | 35.265 | 35.558 | 23.11 | 2.201 | 93.56 | .0000230 | .0000541 | 0.652 | 0.134 | 0.866 | 2.040 | 3,054 | 3,294 | 3,333 | 0.988 | 減水期 |
| | " 2, 41 | 35.590 | 35.020 | 35.305 | 23.10 | 2.200 | 93.56 | .0000330 | .0000541 | 0.781 | 0.160 | 0.840 | 2.008 | 3,055 | 3,400 | 3,421 | 0.994 | |
| " 6, 8 | 34.880 | 34.385 | 34.608 | 22.27 | 2.121 | 89.20 | .0000700 | .0000521 | 1.159 | 0.238 | 0.762 | 1.854 | 3,169 | 3,625 | 3,578 | 1.013 | 減水期 | |
| " 7, 41 | 34.420 | 33.880 | 34.150 | 21.89 | 2.085 | 87.02 | .0000830 | .0000512 | 1.273 | 0.261 | 0.739 | 1.802 | 3,224 | 3,730 | 3,611 | 1.033 | | |
| " 10, 57 | 33.120 | 32.650 | 32.885 | 20.79 | 1.980 | 81.01 | .0001030 | .0000487 | 1.454 | 0.293 | 0.702 | 1.688 | 3,394 | 3,982 | 4,149 | 0.960 | 減水期 | |
| 午前 0, 48 | 32.320 | 31.860 | 32.090 | 20.09 | 1.913 | 76.93 | .0001100 | .0000470 | 1.530 | 0.314 | 0.686 | 1.626 | 3,513 | 4,133 | 4,239 | 0.975 | | |
| " 3, 32 | 31.110 | 30.620 | 30.895 | 19.03 | 1.812 | 70.33 | .0001100 | .0000445 | 1.572 | 0.322 | 0.678 | 1.551 | 3,709 | 4,333 | 4,535 | 0.955 | 減水期 | |
| " 6, 16 | 29.975 | 29.575 | 29.775 | 17.99 | 1.713 | 63.83 | .0001000 | .0000421 | 1.541 | 0.316 | 0.684 | 1.488 | 3,924 | 4,517 | 4,875 | 0.927 | | |
| " 7, 52 | 29.360 | 28.960 | 29.160 | 17.47 | 1.664 | 60.28 | .0000900 | .0000409 | 1.483 | 0.304 | 0.696 | 1.462 | 4,039 | 4,600 | 4,875 | 0.944 | 減水期 | |
| " 10, 47 | 28.380 | 28.000 | 28.190 | 16.61 | 1.582 | 54.34 | .0000800 | .0000389 | 1.434 | 0.294 | 0.706 | 1.411 | 4,248 | 4,763 | 5,158 | 0.924 | | |
| III | 午後 0, 59 | 27.720 | 27.350 | 27.535 | 16.01 | 1.525 | 49.92 | .0000770 | .0000375 | 1.433 | 0.294 | 0.706 | 1.371 | 4,407 | 4,703 | 5,270 | 0.930 | 減水期 |
| | " 2, 40 | 27.270 | 26.900 | 27.085 | 15.60 | 1.486 | 46.92 | .0000700 | .0000365 | 1.385 | 0.284 | 0.716 | 1.348 | 4,523 | 4,986 | 5,270 | 0.943 | |
| | " 3, 29 | 27.050 | 26.680 | 26.865 | 15.41 | 1.467 | 45.28 | .0000700 | .0000361 | 1.392 | 0.285 | 0.715 | 1.334 | 4,581 | 5,038 | 5,270 | 0.956 | |

増水期 $\left\{ \begin{aligned} s_0 &= \frac{1}{8.446}, & T &= 45.00, & s_T &= \frac{1}{3.038} \\ d_0 &= 8.35, & d_T &= 23.21, & \alpha &= \left(\frac{d_0}{d_T}\right)^2 = \left(\frac{8.35}{23.21}\right)^2 = 0.13 \end{aligned} \right.$

減水期 $\left\{ \begin{aligned} s_0 &= \frac{1}{6.721}, & T &= 94.00, & s_T &= \frac{1}{3.038}, & 0.982 &= \text{總平均} \\ d_0 &= 10.50, & \alpha &= \left(\frac{d_0}{d_T}\right)^2 = \left(\frac{10.50}{23.21}\right)^2 = 0.205, & d_T &= 23.21 \end{aligned} \right.$

(大正六年十月北上川)

第 八 表

實測平均流速動水平均深及ヒ算定水面勾配ニヨリテ求メタル n ノ數値

大正六年七月ノ洪水ニ對スルモノ

大正六年十月ノ洪水ニ對スルモノ

| 中央断面 ノ水位 | 水面勾配 $\frac{1}{s}$ | 動水平均 深 $\frac{R}{d}$ | 實測平均 流速 $\frac{R}{v}$ | n | 中央断面 ノ水位 | 水面勾配 $\frac{1}{s}$ | 動水平均 深 $\frac{R}{d}$ | 實 測 平均流速 $\frac{R}{v}$ | n |
|-------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|------|-------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------|------|
| 27.04 | 4,241 | 15.91 | 4.716 | .032 | 25.155 | 4,785 | 13.79 | 3.420 | .040 |
| 27.90 | 4,026 | 16.65 | 4.731 | .034 | 28.572 | 3,791 | 16.91 | 4.841 | .035 |
| 28.52 | 3,939 | 17.25 | 4.632 | .039 | 29.835 | 3,561 | 17.99 | 5.130 | .035 |
| 29.03 | 3,850 | 17.70 | 5.028 | .034 | 30.732 | 3,424 | 18.80 | 5.648 | .033 |
| 30.39 | 3,620 | 19.00 | 4.912 | .038 | 31.765 | 3,290 | 19.70 | 5.932 | .033 |
| 31.00 | 3,522 | 19.59 | 5.013 | .039 | 32.335 | 3,244 | 20.23 | 6.041 | .033 |
| 33.15 | 3,315 | 21.62 | 5.216 | .042 | 32.850 | 3,198 | 20.65 | 5.813 | .036 |
| 33.29 | 3,305 | 21.78 | 5.208 | .043 | 33.510 | 3,115 | 21.30 | 5.643 | .039 |
| 33.37 | 3,316 | 21.82 | 5.188 | .043 | 33.660 | 3,111 | 21.44 | 5.621 | .040 |
| 33.65 | 3,320 | 22.10 | 5.162 | .043 | 34.435 | 3,033 | 22.10 | 5.536 | .042 |
| 33.67 | 3,337 | 22.10 | 5.164 | .043 | 35.225 | 2,916 | 22.80 | 6.010 | .039 |
| 33.72 | 3,569 | 22.15 | 5.257 | .041 | 35.395 | 2,960 | 22.96 | 6.328 | .037 |
| 33.70 | 3,584 | 22.13 | 5.230 | .041 | 35.505 | 2,972 | 23.07 | 6.021 | .039 |
| 33.54 | 3,633 | 22.00 | 5.080 | .040 | 35.580 | 2,970 | 23.13 | 6.044 | .039 |
| 32.98 | 3,828 | 21.50 | 5.155 | .037 | 35.665 | 2,974 | 23.14 | 6.206 | .038 |
| 31.57 | 4,245 | 20.10 | 4.921 | .035 | 35.676 | 3,038 | 23.21 | 6.322 | .037 |
| 31.19 | 4,346 | 19.80 | 4.920 | .033 | 35.676 | 3,023 | 23.21 | 6.322 | .036 |
| 29.52 | 4,683 | 18.25 | 4.212 | .037 | 35.665 | 3,122 | 23.21 | 6.164 | .038 |
| 28.40 | 4,929 | 17.25 | 4.087 | .036 | 35.558 | 3,294 | 23.11 | 5.977 | .038 |
| 27.17 | 5,226 | 16.11 | 3.728 | .038 | 35.305 | 3,347 | 23.11 | 6.363 | .034 |
| | | | | | 34.608 | 3,625 | 22.27 | 5.578 | .037 |
| | | | | | 34.150 | 3,730 | 21.89 | 5.672 | .036 |
| | | | | | 32.885 | 3,982 | 20.79 | 5.045 | .034 |
| | | | | | 32.090 | 4,133 | 20.09 | 4.679 | .039 |
| | | | | | 30.895 | 4,333 | 19.03 | 4.497 | .038 |
| | | | | | 29.775 | 4,517 | 17.99 | 4.439 | .036 |
| | | | | | 29.160 | 4,600 | 17.47 | 4.540 | .043 |
| | | | | | 28.190 | 4,763 | 16.61 | 4.129 | .037 |
| | | | | | 27.535 | 4,903 | 16.01 | 3.958 | .038 |
| | | | | | 27.085 | 4,986 | 15.60 | 3.446 | .043 |
| | | | | | 26.865 | 5,038 | 15.41 | 3.309 | .045 |

$$n = \left\{ \left(1.817 \times \frac{d\sqrt{s}}{\alpha v} \right) + \frac{1}{4} \left(\frac{\sqrt{d}}{\alpha} - \frac{d\sqrt{s}}{v} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$- \frac{1}{2} \left(\frac{\sqrt{d}}{\alpha} - \frac{d\sqrt{s}}{v} \right)$$

$$\alpha (\text{尺單位}) = 41.79 + \frac{.00282}{s}$$

兩回ノ洪水ニ對スル n ノ總平均=.038

(土木學會誌第五卷第三號附表)

第九表

| 中央断面 ノ水位 E.P.+ | 水面勾配 (算定) 1/s | 横断 水面積 a | 濕潤週回 p | 動水平均 深 d | n | C | $\sqrt{d.s}$ | v | | 流量 | |
|----------------------|---------------------|----------------|-----------|----------------|-------|-------|--------------|-------|-------|----------|----------|
| | | | | | | | | 計算 | 實測 | 計算 | 實測 |
| | | | | | | | | 尺 | 尺 | 立方尺 | 立方尺 |
| 27.04 | 4.241 | 10,585 | 663.59 | 15.91 | .0357 | 70.23 | 0.0613 | 4.305 | 4.716 | 45,568.4 | 49,917.9 |
| 27.90 | 4.026 | 11,161 | 665.90 | 16.65 | .0361 | 70.10 | 0.0643 | 4.507 | 4.731 | 50,302.6 | 52,802.9 |
| 28.52 | 3,939 | 11,508 | 667.60 | 17.25 | .0364 | 70.14 | 0.0662 | 4.643 | 4.632 | 53,431.6 | 53,305.9 |
| 29.03 | 3,850 | 11,789 | 668.90 | 17.70 | .0367 | 70.07 | 0.0678 | 4.751 | 5.028 | 56,009.5 | 59,271.0 |
| 30.39 | 3,620 | 12,736 | 673.20 | 19.00 | .0373 | 69.90 | 0.0724 | 5.061 | 4.912 | 64,456.9 | 62,556.5 |
| 31.00 | 3,522 | 13,206 | 675.14 | 19.59 | .0377 | 69.39 | 0.0746 | 5.177 | 5.013 | 68,367.5 | 66,201.2 |
| 33.15 | 3,315 | 14,626 | 680.34 | 21.62 | .0384 | 68.91 | 0.0808 | 5.565 | 5.216 | 81,393.7 | 76,293.6 |
| 33.29 | 3,305 | 14,680 | 680.66 | 21.78 | .0384 | 68.72 | 0.0812 | 5.579 | 5.208 | 81,899.7 | 76,463.2 |
| 33.37 | 3,316 | 14,763 | 680.86 | 21.82 | .0385 | 69.20 | 0.0811 | 5.612 | 5.188 | 82,850.0 | 76,591.4 |
| 33.65 | 3,320 | 15,023 | 681.59 | 22.10 | .0387 | 69.07 | 0.0816 | 5.636 | 5.162 | 84,669.6 | 77,556.5 |
| 33.67 | 3,337 | 15,044 | 681.66 | 22.10 | .0387 | 69.11 | 0.0814 | 5.626 | 5.164 | 84,637.5 | 77,700.2 |
| 33.72 | 3,569 | 15,071 | 681.76 | 22.15 | .0387 | 69.33 | 0.0788 | 5.463 | 5.257 | 82,332.9 | 79,229.3 |
| 33.70 | 3,584 | 15,058 | 681.71 | 22.13 | .0387 | 69.31 | 0.0786 | 5.448 | 5.230 | 82,036.0 | 78,757.7 |
| 33.54 | 3,633 | 14,838 | 681.34 | 22.00 | .0386 | 69.41 | 0.0778 | 5.400 | 5.080 | 80,125.2 | 75,379.9 |
| 32.93 | 3,828 | 14,543 | 679.87 | 21.50 | .0384 | 69.58 | 0.0749 | 5.212 | 5.155 | 75,798.1 | 74,969.2 |
| 31.57 | 4,245 | 13,514 | 676.53 | 20.10 | .0380 | 69.81 | 0.0688 | 4.803 | 4.921 | 64,907.7 | 66,509.2 |
| 31.19 | 4,346 | 13,404 | 675.62 | 19.80 | .0377 | 70.18 | 0.0675 | 4.737 | 4.920 | 63,494.8 | 65,744.6 |
| 29.52 | 4,683 | 12,306 | 670.82 | 18.25 | .0370 | 70.54 | 0.0625 | 4.408 | 4.212 | 54,244.9 | 51,827.5 |
| 28.40 | 4,929 | 11,401 | 667.42 | 17.25 | .0364 | 70.88 | 0.0592 | 4.196 | 4.087 | 47,838.6 | 46,591.4 |
| 27.17 | 5,226 | 10,729 | 664.04 | 16.11 | .0358 | 71.33 | 0.0555 | 3.959 | 3.728 | 42,476.1 | 40,000.0 |

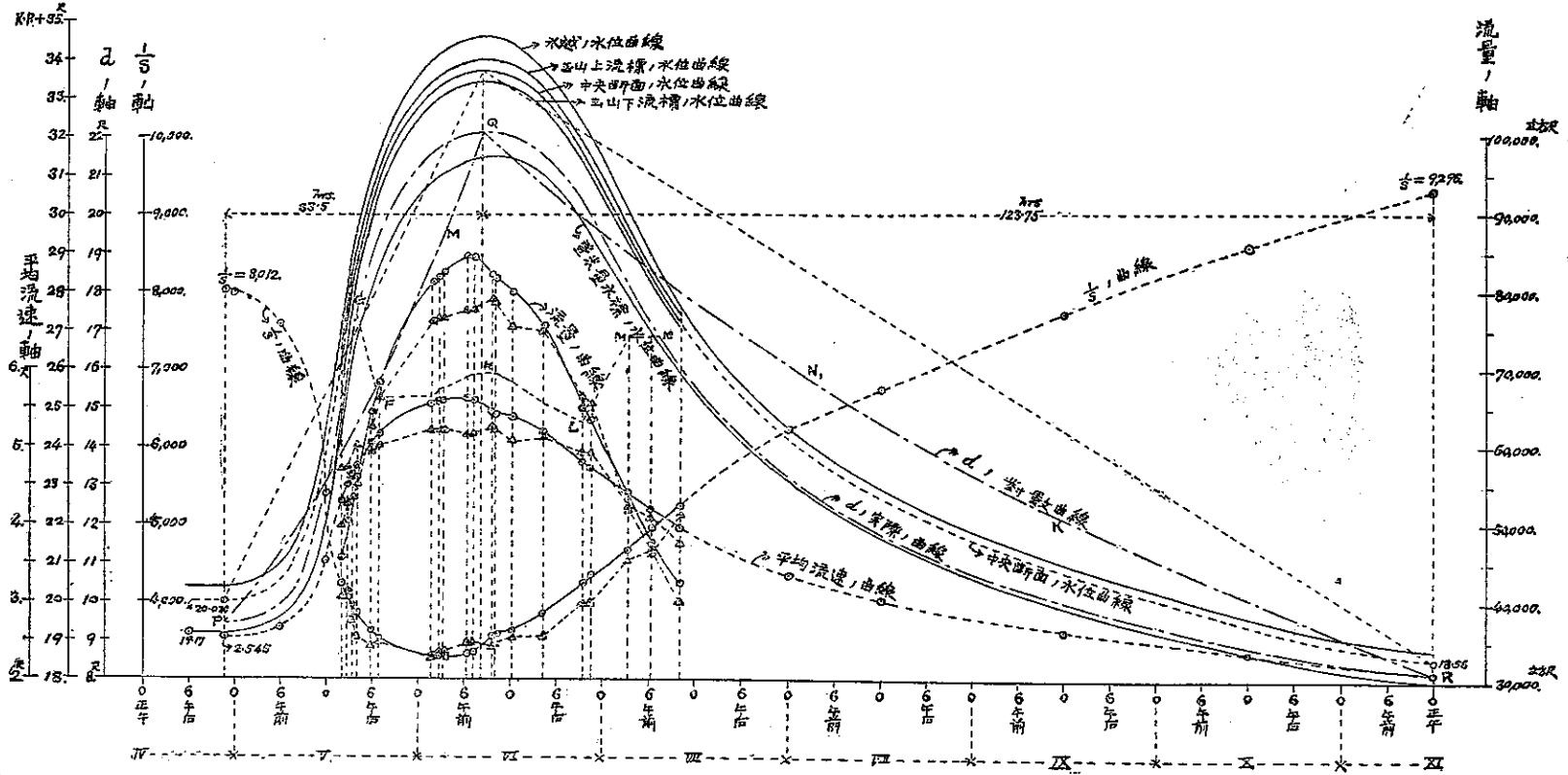
第十表

| 中央断面 ノ水位 K.P.+ | 水面勾配 (算定) 1/s | 横断 水面積 a | 濡潤週回 p | 動水平均 深 d | n | C | \sqrt{ds} | v | | 流量 | |
|----------------------|---------------------|----------------|-------------|----------------|-------|-------|-------------|------------|------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | 計 算 | 實 測 | 計 算 | 實 測 |
| 尺 25.155 | 4.785 | 呎 8,923 | 尺 647.28 | 尺 13.79 | .0346 | 71.14 | 0.054 | 尺 3.842 | 尺 3.426 | 立方尺 34,272.2 | 立方尺 30,572.2 |
| 28.572 | 3.791 | 11,168 | 659.08 | 16.94 | .0363 | 70.12 | 0.067 | 4.698 | 4.841 | 52,467.3 | 54,059.9 |
| 29.835 | 3.561 | 11,939 | 663.68 | 17.99 | .0368 | 69.72 | 0.072 | 5.020 | 5.130 | 59,933.8 | 61,253.4 |
| 30.732 | 3.424 | 12,530 | 666.58 | 18.80 | .0372 | 69.47 | 0.075 | 5.210 | 5.648 | 65,281.3 | 70,762.9 |
| 31.765 | 3.290 | 13,202 | 670.28 | 19.70 | .0378 | 69.07 | 0.078 | 5.384 | 5.932 | 71,132.4 | 78,310.6 |
| 32.335 | 3.244 | 13,599 | 672.28 | 20.23 | .0380 | 68.88 | 0.080 | 5.516 | 6.041 | 75,012.1 | 82,152.6 |
| 32.850 | 3.198 | 13,908 | 673.48 | 20.65 | .0383 | 68.56 | 0.081 | 5.553 | 6.813 | 77,231.1 | 80,844.7 |
| 33.510 | 3.115 | 14,383 | 675.18 | 21.30 | .0385 | 68.57 | 0.083 | 5.691 | 6.643 | 81,853.7 | 81,117.7 |
| 33.660 | 3.111 | 14,490 | 675.98 | 21.44 | .0386 | 68.48 | 0.084 | 5.752 | 6.621 | 83,346.5 | 81,444.1 |
| 34.435 | 3.033 | 14,986 | 677.98 | 22.10 | .0387 | 68.87 | 0.086 | 5.923 | 6.536 | 88,762.1 | 82,970.0 |
| 35.225 | 2.976 | 15,504 | 680.08 | 22.80 | .0391 | 68.02 | 0.088 | 6.039 | 6.090 | 93,628.7 | 94,414.2 |
| 35.395 | 2.960 | 15,630 | 680.68 | 22.96 | .0392 | 68.31 | 0.089 | 6.080 | 6.328 | 95,030.4 | 98,910.1 |
| 35.505 | 2.972 | 15,709 | 680.88 | 23.07 | .0393 | 68.28 | 0.089 | 6.077 | 6.022 | 95,463.6 | 94,604.9 |
| 35.580 | 2.970 | 15,756 | 681.18 | 23.13 | .0394 | 68.20 | 0.089 | 6.070 | 6.044 | 95,638.9 | 95,231.6 |
| 35.665 | 2.974 | 15,763 | 681.28 | 23.14 | .0394 | 68.21 | 0.089 | 6.071 | 6.206 | 95,697.2 | 97,820.2 |
| 35.676 | 3.038 | 15,817 | 681.58 | 23.21 | .0394 | 68.28 | 0.083 | 6.009 | 6.322 | 95,044.4 | 100,000.0 |
| 35.676 | 3.023 | 15,817 | 681.58 | 23.21 | .0394 | 68.25 | 0.088 | 6.006 | 6.322 | 94,996.9 | 100,000.0 |
| 35.605 | 3.122 | 15,817 | 681.58 | 23.21 | .0394 | 68.20 | 0.086 | 5.865 | 6.164 | 92,766.7 | 97,493.2 |
| 35.558 | 3.294 | 15,736 | 680.68 | 23.11 | .0393 | 68.61 | 0.084 | 5.768 | 5.977 | 90,686.6 | 94,059.9 |
| 35.305 | 3.400 | 15,577 | 680.18 | 23.10 | .0393 | 68.69 | 0.082 | 5.632 | 6.383 | 87,729.7 | 99,427.8 |
| 34.608 | 3.625 | 15,105 | 678.18 | 22.27 | .0389 | 69.23 | 0.078 | 5.400 | 5.578 | 81,567.0 | 84,250.7 |
| 34.150 | 3.730 | 14,821 | 677.08 | 21.89 | .0388 | 69.19 | 0.076 | 5.258 | 5.672 | 77,928.8 | 84,059.9 |
| 32.885 | 3.982 | 14,000 | 673.58 | 20.79 | .0383 | 69.55 | 0.072 | 5.008 | 5.045 | 70,112.0 | 70,626.7 |
| 32.090 | 4.133 | 13,485 | 671.08 | 20.09 | .0380 | 69.66 | 0.070 | 4.876 | 4.679 | 65,752.9 | 63,106.3 |
| 30.895 | 4.333 | 12,694 | 667.18 | 19.03 | .0374 | 70.06 | 0.066 | 4.624 | 4.497 | 58,697.1 | 57,084.5 |
| 29.775 | 4.517 | 11,939 | 663.68 | 17.99 | .0363 | 70.49 | 0.063 | 4.441 | 4.439 | 53,021.1 | 52,997.3 |
| 29.160 | 4.600 | 11,553 | 661.48 | 17.47 | .0365 | 70.79 | 0.062 | 4.389 | 4.540 | 50,706.1 | 52,452.3 |
| 28.190 | 4.763 | 10,934 | 658.78 | 16.61 | .0361 | 70.98 | 0.059 | 4.176 | 4.129 | 45,660.4 | 45,149.9 |
| 27.535 | 4.903 | 10,498 | 655.78 | 16.01 | .0357 | 71.25 | 0.057 | 4.061 | 3.858 | 42,632.4 | 41,553.1 |
| 27.085 | 4.986 | 10,200 | 653.98 | 15.60 | .0355 | 71.20 | 0.056 | 3.987 | 3.446 | 40,667.4 | 35,149.9 |
| 26.865 | 5.038 | 10,071 | 653.48 | 15.41 | .0353 | 71.43 | 0.056 | 4.000 | 3.309 | 40,284.0 | 33,324.2 |

(土木學會誌第五卷第二號附表)

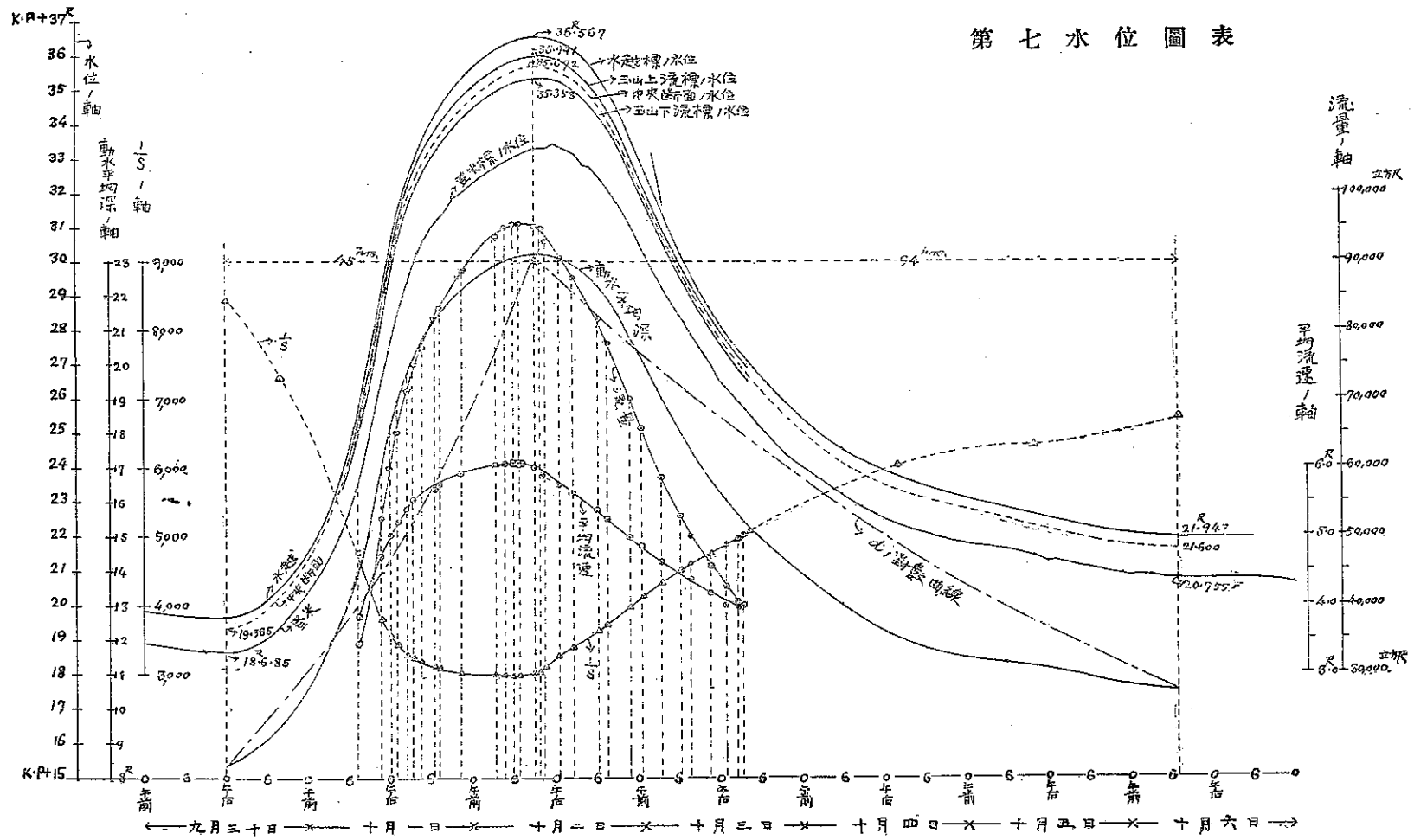
第六水位圖表

大正六年七月上旬北上川流量觀測所ヲ通過セシ洪水ノ水位ノ變動ニ伴フ動水平均深, 水面勾配, 平均流速及ヒ流量ノ變化ヲ示ス圖表



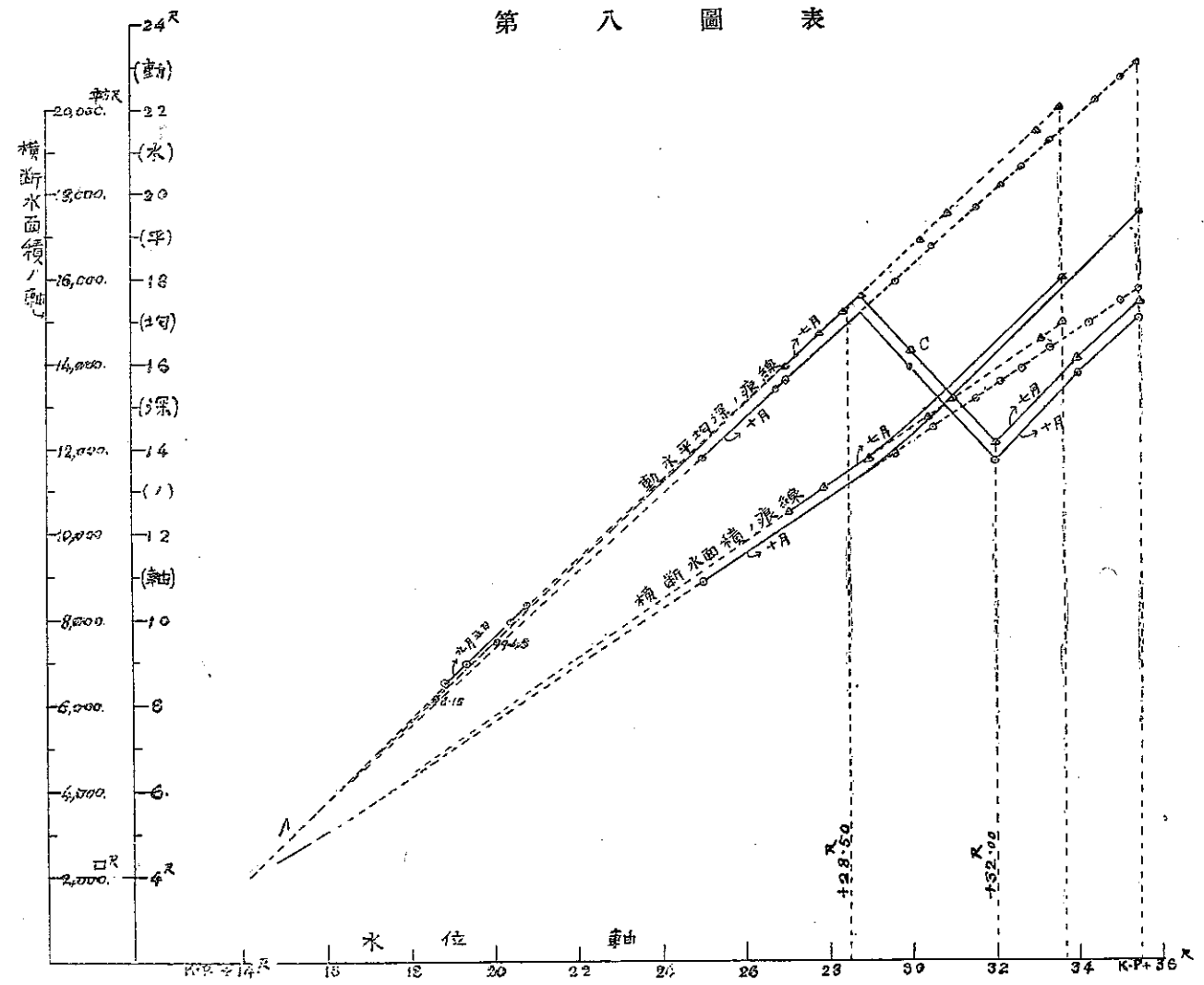
(土木學會雜誌第五卷第二號附圖)

第七水位圖表



（圖）土木部第五號第二號圖

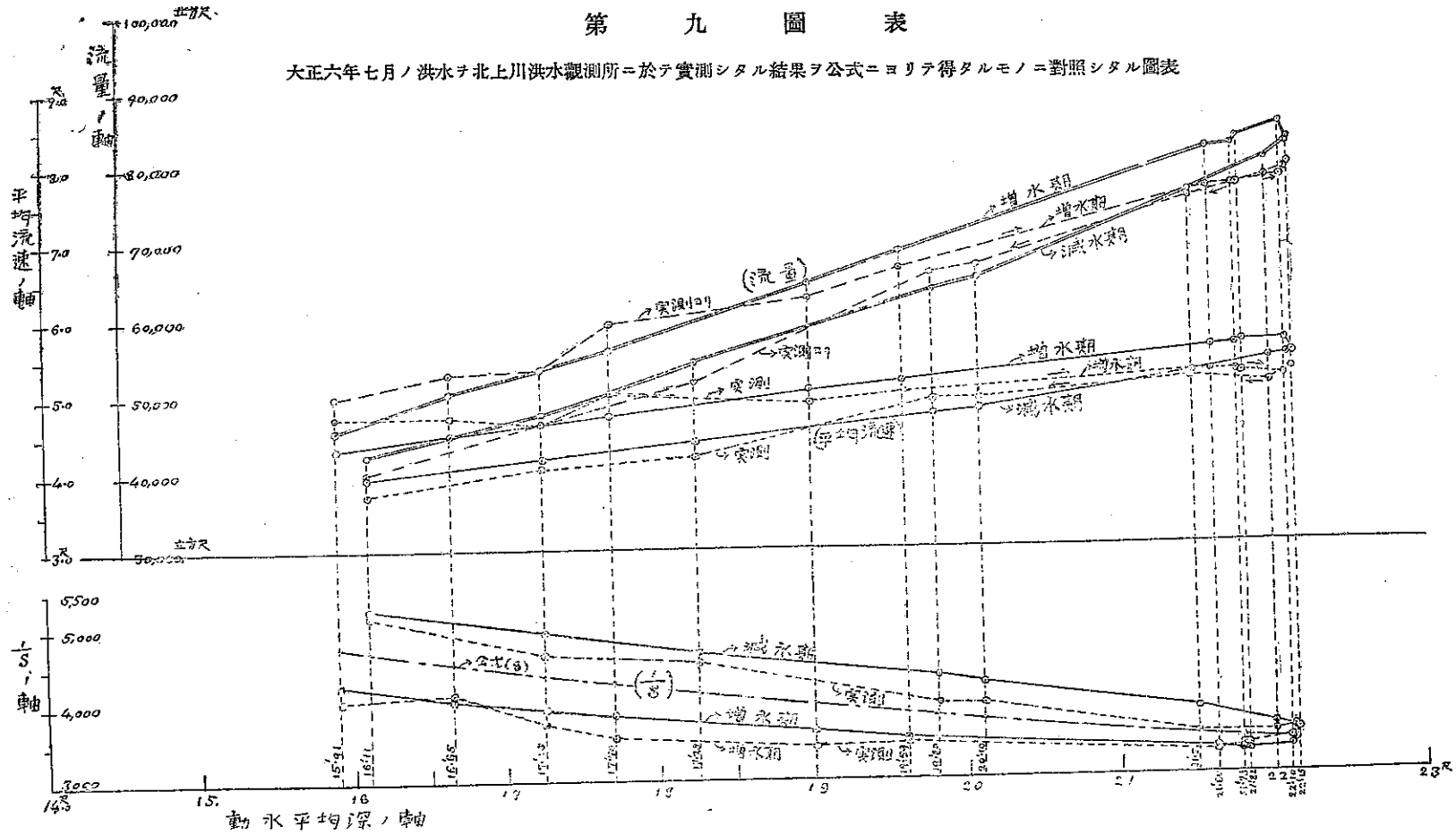
第八圖表



(此圖係根據五等海圖第二版繪製)

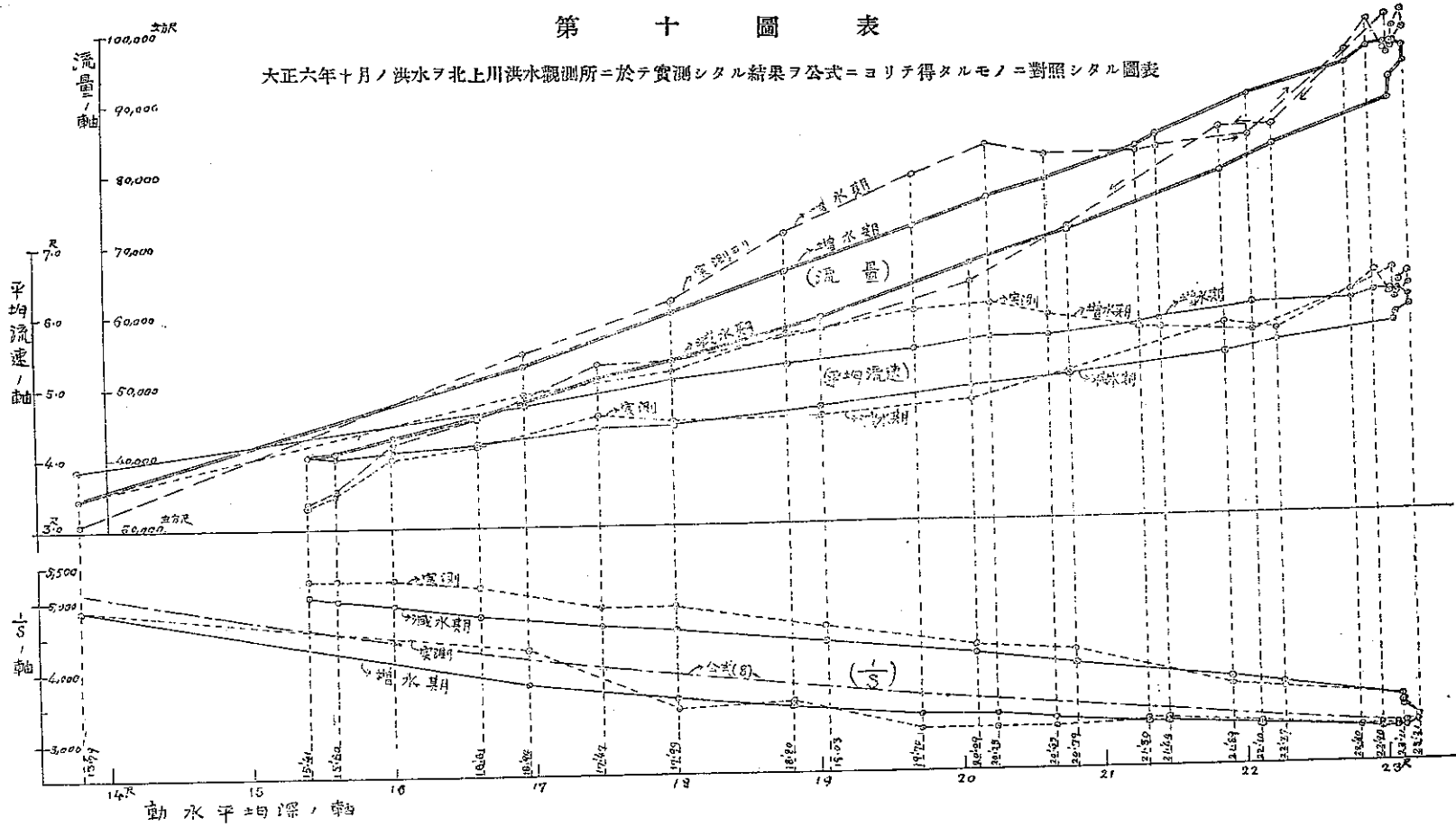
第九圖表

大正六年七月ノ洪水ヲ北上川洪水觀測所ニ於テ實測シタル結果ヲ公式ニヨリテ得タルモノニ對照シタル圖表



第十圖表

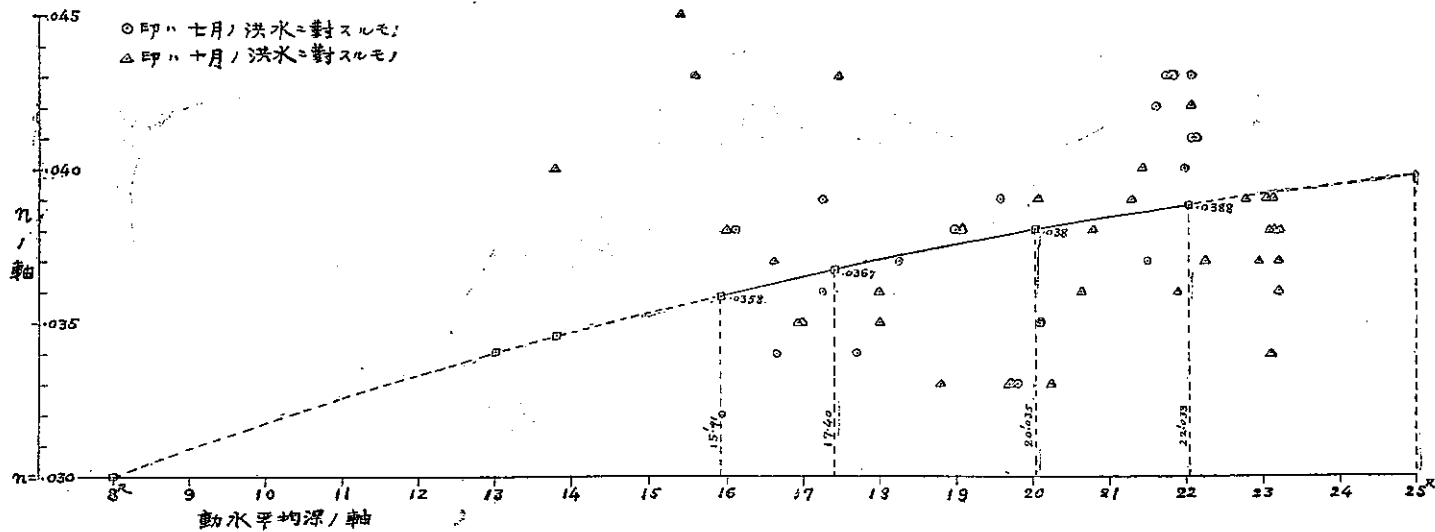
大正六年十月ノ洪水ヲ北上川洪水観測所ニ於テ實測シタル結果ヲ公式ニヨリテ得タルモノニ對照シタル圖表



(註) 横軸は水深、縦軸は流量

第十一圖表

北上川筋玉山洪水観測所=於ケルくった-氏ノ公式中ノ n ノ數値



(土木學會誌第五卷第二號附圖)