論説　土木學會誌　第[illegible]巻第[illegible]號　大正九年四月

洪水波ニ關スル諸問題

工學士　秋元繁松

目次

緒論

本論題ノ研究ハ實驗又ハ實際問題ノ上ニ立論歸納セラレタルモノニアラス云ハヽ一種ノ空論ニ過キスト信ス唯タ余輩ハ何等倚據スヘキ實際的材料ヲ手ニセサルヲ以テ止ムナク先ツ手始メニ一片理論ノ方面ヨリ研究シ何等カノ獲物ヲ得ント試ミタルニ外ナラス要ハ之ヲ動機トシテ一般學者ノ此種問題ニ對スル幾多ノ高說ヲ聽カントスルノミナラス進ンテハ專門實地家ノ教ヲ乞ハント欲スルモノニシテ幸ニ土木學會ニハ討議機關ノアルアリ此渺タル試ミヲナサントスルニ過キスサテ兼テ余輩ハ洪水問題ニ關シ一種ノ疑問ヲ有セルモノナリ由來洪水ノ如キ Variable flow ニ對シ Kutter's 若クハ其他ノ Uniform flow formula ヲ使用スルノ穩當ヲ缺ク點ニ付キテハ從來學者間ニ於テモ論議ノ存スル問題ナリ然ラハ之ヲ如何ニセハ可ナルカノ問題ニ關シテ未タ嘗テ具體的ニ解決セラレタル論說アルヲ聞カス兎ニカク洪水時ニ其水面勾配ヲ測定シテ之ヲ Uniform flow formula ニ應用スルハ少クトモ Scientific research ヲ標榜スル吾々技術者ノ見テ以テ不合理トナス所ナリ然リ之ヲ如何ニスヘキカヽ本論文研究ノ動機ニシテ大方學者及ヒ專門家ノ教ヲ乞ハントスルモ主トシテ此點ニアリ

而シテ該問題ハ偶々洪水波(Flood wave)ノ研究ニヨリテ多少得ル所アリトナスモノナリ唯タ憾ラクハ洪水波ナル言葉ハ余輩ニハ耳新シキモノナルノミナラス尚之ニ關シテハ一般ノ研究モ日尙ホ淺クシテ前途望洋ノ嘆アリ他ノ諸學ニ比シ研究ノ範圍ハ綽々尙餘裕アルノ感ナキ能ハスト雖少クトモ洪水ハ一種ノ波ナリトノ事實ハ之ヲ否定スル他ノ論據ナキ限リ余輩ノ信シテ疑ハサル所ナルノミナラス洪水ニ關スル諸問題ハ洪水波ノ研究ヲ俟テ完全ナル解決ヲ得ルモノ少カラスト信ス唯タ本論文立論ノ根本ニ於テ洪水波ナル理論ヲ應用ストモ過半具體的事實ノ引照ヲ有セサル點ニ於テ一般識者ノ誹ヲ蒙ムルハ豫期スル所ナルカ今日ノ場合到底止ムヲ得サルモノトシ

ヲ單ニ畢見ヲ述フルニ止メ具體的事實ノ研究ニ關シテハ追テ稿ヲ改メ論述スルアラント欲ス

本書論述スルモノ凡テ洪水波ノ見地ノ下ニ研究ノ歩ヲ進メタリ從テ洪水波殊ニ所謂波(Translatory wave)ノ觀念カ緊要ナルハ云フマテモナシ、カルカ故ニ先ツ順序トシテ是非トモ所謂波ノ Hydrodynamical principles ヲ論セサルヘカラス是レ凡テノ研究上ノ基礎タルヲ以テナリ而シテ所謂波ノ研究ニ對シテハ從來幾多ノ碩學ニヨリテ闡明シ盡サレ殆ント餘蘊ナシト云フヘキナリ要ハ波ノ原理ヲ如何ニ應用シ又利用スルカヽ今後吾人ノ前途ニ殘サレタル問題ナリトス而シテ吾人カ本問題ノ研究ニ資セント欲スルモノハ所謂 Long translatory wave ノ研究是レナリ該研究ニ關シテハ佛ノ J. Boussinesq 先生ヲ以テ Authority ト稱スルニ憚ラス故ニ先ツ本論洪水波ニ關スル研究ニ先チテ J. Boussinesq 先生ノ Fundamental principles ヲ引用論述セサルヘカラス

尙ホ論述ニ先チ Variable flow ナル用語ハ今後モ屢々使用スルニヨリ本論文ニ於テ如何ナル意味ニ使用スルカヲ決定ナシ置ク必要アリト信ス普通 Flow ノ種類ヲ現ハスニ主トシテ Uniform 及ヒ Variable ノ二語ヲ使用スルカ Variable flow ナル語ハ過半ノ場合ニ於テハ Velocity カ Place to place ニ變化スル意味ニ使用ス

然ルニ波ノ運動ノ如ク Velocity カ Time to time 及ヒ Place to place ニ變化スル場合ニ對シテモ同語ヲ使用スルカ如シ故ニ稍モスレハ二者混同シテ不便ヲ感スルニヨリ本論ニ於テハ勝手ニ次ノ如ク用語ノ意味ヲ限定セリ

I 速度カ時間及ヒ場所ニ對シテ變化セサル場合ヲ Uniform flow.

II 速度カ時間ニ對シテ變化セサルモ場所ニ關シテ變化ス卽チ普通 Variable flow ト稱スル場合ヲ Stational flow. (?)

III 速度カ時間及ヒ場所ニ關シテ變化スル場合ヲ Variable flow. (?)

第一章 波ノ理論 (By J. Boussinesq)

第一節 靜水上ヲ走ル扁平波

計算上次ノ符號ヲ使用ス

F=Cross sectional area of flow.

b=Width of water surface.

j=Grade of water surface.

H=Original depth before heaving.

h=Heaving height.

U=Mean velocity of water in x direction.

u=Velocity component of water x direction.

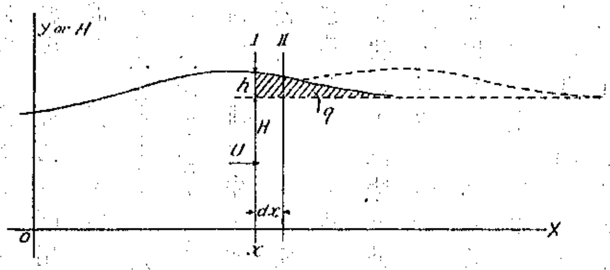
v=Velocity component of water y direction.

w=Wave velocity.

t=Time.

p=Pressure.

ρ=Density.



第一圖

I 流水速度 (Mean velocity)

玆ニ論セントスルモノハ靜止セル水面ヲ有スル場合ニ於テ或他ノ原因ニヨリテ波ヲ起シタル場合ヲ想像スルモノトス(因ミニ此種ノ波ニツキテハ1844年S. Russel先生カ數多ノ實驗ヲ試ミラレタリ)

サテ吾等ノ考フル所ノ Fluid motion ハ即チ Irrotational motion ナルニヨリ次ノ關係ヲ得ヘシ

$$\frac{\partial v}{\partial x}=\frac{\partial u}{\partial y} \quad \cdots\cdots(1)$$

次ニSection Iニ於テ單位巾ノ流レヲ考フルトキニ於テdtナル時間中ニ流入スル水量ハ

$$(H+h)U\,dt \quad \cdots\cdots(2)$$

次ニSection IIヲ前同様dt時ニ流出スル水量ハ

$$(H+h)U\,dt+\frac{\partial}{\partial x}\left\{(H+h)U\right\}dx\,dt \quad \cdots\cdots(3)$$

次ニSection I及ヒII間ニ於テ水位ノ變化ニヨリ水量ノdt時ニ起ル變化ハ

$$\frac{\partial h}{\partial t}dt\,dx \quad \cdots\cdots(4)$$

而シテ(3)式ノ(2)式ヨリモ多キ過剰分ハ(4)式ニ等シカルヘキニヨリ

$$\frac{\partial h}{\partial t}dt\,dx=-\frac{\partial}{\partial x}(H+h)U\,dt\,dx$$

or

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}(H+h)U=0 \quad \cdots\cdots(5)$$

若シhカHニ比シ小ナル場合ニhヲ省略スレハ

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial U}{\partial x}H=0 \quad \cdots\cdots(5_a)$$

(5)式又ハ(5_a)式ヨリ

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial Q}{\partial x}=0 \quad \cdots\cdots(6)$$

次ニ Two axes ノ場合ニ於テ Euler's hydrodynamical eq. ハ

$$\left.\begin{aligned} x-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}&=\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial u}{\partial x}u+\frac{\partial u}{\partial y}v \\ y-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}&=\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{\partial v}{\partial x}u+\frac{\partial v}{\partial y}v \end{aligned}\right\}^{*} \quad\cdots\cdots\cdots\cdots(7)$$

*(Lamb's Hydrodynamics. P. 4. 參照)

上式中 x 及ヒ y ハ所謂 Impressed forces ヲ示ス然ルニ此外力トシテハ唯タ Gravity ノミナレハ

$$x=0, \qquad y=-g$$

波ノ形カ扁平ナルニヨリ x Direction ノ速度 u ニ比シ y Direction ノ v ノ甚タ小ナルハ云フマテモナシ從テ $v\frac{\partial v}{\partial y}$ 及ヒ $v\frac{\partial u}{\partial y}$ ハ省略スルモ差支ナシ故ニ次ノ如ク省略法ヲ使用スレハ

省略法第一

$$\left.\begin{aligned} \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}&=-\frac{\partial u}{\partial t}-\frac{\partial u}{\partial x}u \\ -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}&=g+\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{\partial v}{\partial x}u \end{aligned}\right\} \quad\cdots\cdots\cdots\cdots(7_a)$$

故ニ(1)式及ヒ(7_a)式ヨリ

$$-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}=g\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{\partial u}{\partial y}u \quad\cdots\cdots\cdots\cdots(8)$$

サテ水面即チ $y=H+h$ ニ於テハ $p=0$

水底即チ $y=0$ ニ於テハ $v=0$ ナルニヨリ

(8)式中ニ H 及ヒ h ナル項ヲ導キ積分スレハ

$$\frac{p}{\rho}=g(H+h)+\int_{y=0}^{y=H+h}\frac{\partial v}{\partial t}dy \quad \cdots\cdots(9)$$

但シuナル速度ハ殆ントy軸ニ沿フテハ變化セス故ニ(8)式最後ノ項ハ度外視シタリ次ニ(9)式ヲxニ付キ微分セハ

$$\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}=g\frac{\partial h}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial x}\int\frac{\partial v}{\partial t}dy \quad \cdots\cdots(10)$$

(7a)式ノ第一式ヨリ且ツu=Uトスルモ差支ナキヲ以テ

$$-\frac{\partial U}{\partial t}-\frac{\partial U}{\partial x}U=g\frac{\partial h}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial x}\int\frac{\partial v}{\partial t}dy$$

or

$$\frac{\partial U}{\partial x}\times\frac{\partial x}{\partial t}-\frac{\partial U}{\partial x}U=g\frac{\partial h}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial x}\int\frac{\partial v}{\partial t}dy \quad \cdots\cdots(11)$$

然ルニvハu即チUニ比シ極メテ小ナルニヨリ$\frac{\partial v}{\partial t}$ハUノ微分係數ニ比シ省略シ得ヘシトスレハ(省略シ得サル場合ニ別ニ論ス)次ニ又左邊ニ於テ第一項ノ$\frac{\partial x}{\partial t}$ナル係數ト第二項ノUナル係數トヲ比較スルニ常ニ$\frac{\partial x}{\partial t}>U$ナルニヨリ$\frac{\partial U}{\partial x}U$ヲ省略シ得ヘシトスレハ

(5a)式ニヨリ

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial U}{\partial t}&=-g\frac{\partial h}{\partial x}\\ \frac{\partial U}{\partial x}H&=\frac{\partial h}{\partial t}\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(12)$$

(12)式ヲ夫々x及ヒtニ對シテ微分シUナル項ヲ排除スレハ

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2}-gH\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}=0$$

今 $\sqrt{gH}=w$ ト假定スレハ

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2}-w^2\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}=0 \quad \cdots\cdots (13)$$

上式ハ Second order partial differential eq. ナルカ其 Simple solution ハ

$$h=F(x-wt)^{*} \quad \cdots\cdots (14)$$

* (Ramsey's Hydromechanics. P. 259–297. 參照)

(14) 式ノ t 及ヒ x ニ對スル夫々ノ微分ハ

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial h}{\partial t}&=-F'w\\ \frac{\partial h}{\partial x}&=F'\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (15)$$

故ニ

$$\frac{\partial h}{\partial t}+w\frac{\partial h}{\partial x}=0 \quad \cdots\cdots (16)$$

(5_a) 式ヨリ

$$\frac{\partial h}{\partial t}+H\frac{\partial U}{\partial x}=0 \quad \cdots\cdots (17)$$

(16) 及ヒ (17) 式ヨリ

$$\frac{\partial}{\partial x}(HU-hw)=0 \quad \cdots\cdots (18)$$

or

$$HU-hw=\text{Constant}$$

Motion ノ始メニ於テ $h=0$ ナラハ従テ $U=0$ 故ニ $K=0$

従テ

$$U=\frac{h}{H}w=\frac{h}{H}\sqrt{gH} \quad \cdots\cdots(19)$$

(19) 式ハ省略法第一ニヨリテ U ノ値ヲ h 及ヒ H ノ函數トシテ現ハシタル公式ナリトス次ニ (19) 式ヲ利用シ且 $\frac{\partial u}{\partial x}u$ 及ヒ $\frac{\partial v}{\partial t}$ ノ値ヲ省略セサル方法トシテ次ノ方法ヲ論スヘシ

省略法第二

Law of continuity of flow ノ原理ニヨリ

$$\frac{\partial u}{\partial x}=-\frac{\partial v}{\partial y}$$

or

$$\frac{\partial U}{\partial x}=-\frac{\partial v}{\partial y} \quad \cdots\cdots(20)$$

or

$$v\doteqdot -y\frac{\partial U}{\partial x}$$

(5_a) 式ニヨリ

$$\frac{v}{y}=\frac{1}{H}\frac{\partial h}{\partial t}$$

上式ヲ t ニ付キ微分スレハ

$$\frac{\partial v}{\partial t}=\frac{y}{H}\frac{\partial^2 h}{\partial t^2}$$

若シ $H+h\doteqdot H$ トスレハ y ニ付キ積分スレハ

$$\int\frac{\partial v}{\partial t}dy=\frac{\partial^2 h}{\partial t^2}\frac{H^2-y^2}{2H}$$

403

or

$$\frac{\partial}{\partial x}\int\frac{\partial v}{\partial t}dy=\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial^2 h}{\partial t^2}\cdot\frac{H^2-y^2}{2H}\right)$$

然ルニ $\frac{H^2-y^2}{2H}$ ナル値ハ次ノ如キ平均數ニヨリテ置キ換フルコトヲ得

$$\frac{1}{H}\int_0^H\frac{H^2-y^2}{2H}dy=\frac{H}{3}$$

故ニ

$$\frac{\partial}{\partial x}\int\frac{\partial v}{\partial t}dy=\frac{H}{3}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial^2 h}{\partial t^2}\right)$$

(11)式ヨリ

$$\frac{\partial U}{\partial t}+\frac{\partial U}{\partial x}U+g\frac{\partial h}{\partial x}+\frac{H}{3}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial^2 h}{\partial t^2}\right)=0 \quad\cdots\cdots\cdots(21)$$

(19)式ヲ二乘シ更ニxニ付キ偏微分ヲスレハ

$$U\frac{\partial U}{\partial x}=g\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{h^2}{2H}\right)$$

上式及ヒ(13)式ヲ(21)式中ニ挿入スレハ

$$\frac{\partial U}{\partial t}+g\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{h^2}{2H}\right)+g\frac{\partial h}{\partial x}+\frac{H}{3}gH\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right)=0$$

上式ヲxニ付キ微分スレハ

$$H\frac{\partial^2 U}{\partial t\partial x}+gH\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}+gH\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(\frac{h^2}{2H}+\frac{H^2}{3}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right)=0 \quad\cdots\cdots\cdots(22)$$

(5)式ニヨリ

$$\frac{\partial h}{\partial t}+H\frac{\partial U}{\partial x}+\frac{\partial(hU)}{\partial x}=0$$

上式中ニ(19)式ヲ挿入スレハ

$$\frac{\partial h}{\partial t}+H\frac{\partial U}{\partial x}+\sqrt{gH}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{h^2}{H}\right)=0 \quad \cdots\cdots(23)$$

(16)式ニ於テhノ代リニ$\frac{h^2}{H}$ヲ置キ代フルモ差支ナキニヨリ

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{h^2}{H}\right)=-\sqrt{gH}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{h^2}{H}\right) \quad \cdots\cdots(24)$$

(23)式ヲtニ付キ微分シ且ツ(24)式ヲ應用スレハ

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2}+H\frac{\partial^2 U}{\partial x\partial t}-gH\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(\frac{h^2}{H}\right)=0 \quad \cdots\cdots(25)$$

(22)式ト(25)トノ差ハ

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2}-gH\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}-gH\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(\frac{3h^2}{2H}+\frac{H^2}{3}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right)=0 \quad \cdots\cdots(26)$$

(13)式カ(16)式ニ導カレタルト同樣ノ方法ニテ次ノ關係ヲ得ヘシ

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\sqrt{gH}\frac{\partial}{\partial x}\left(h+\frac{3h^2}{4H}+\frac{H^2}{6}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right)=0 \quad \cdots\cdots(27)$$

(5)式ヲ應用シテ

$$\frac{\partial}{\partial x}\left\{U(H+h)-\sqrt{gH}\,h\left(1+\frac{3h}{4H}+\frac{H^2}{6h}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right)\right\}=0 \quad \cdots\cdots(28)$$

(18)式ニ於ケルト同法ニテ

$$U=\frac{\sqrt{gH}}{H+h}h\left(1+\frac{3h}{4H}+\frac{H^2}{6h}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right)\quad\cdots\cdots(29)$$

II　波ノ速度 (Wave velocity)

今波ノ速度即チ $w=\frac{dx}{dt}$ ハ Heaving ノ一定量即チ q (Fig. 1.) ナル斷面カ進行スル速度ヲ意味スルモノト考ヘラレ得ヘキヲ以テ

$$q=\int_x^\infty h\,dx$$

而シテ dt 時間ニハ x ハ dx 丈ケ増加ス今上式ヲ微分スレハ

$$dq=-h\,dx+\left(\int_x^\infty \frac{\partial h}{\partial t}dx\right)dt\quad\cdots\cdots(30)$$

然ルニ q=Constant ナルニヨリ $dq=0$

$$\frac{dx}{dt}=w=\frac{1}{h}\int_x^\infty \frac{\partial h}{\partial t}dx$$

上式ノ $\frac{\partial h}{\partial t}$ ニ對シ(27)式ヲ適用スレハ

$$w=-\frac{\sqrt{gH}}{h}\int_x^\infty \frac{\partial}{\partial x}\left(h+\frac{3h^2}{4H}+\frac{H^2}{6}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right)dx$$

積分ノ Lower limit ニ對シテハ　$x=x$,　$h=h$

Upper limit　〃　$x=\infty$,　$h=0$

故ニ

$$w=\sqrt{gH}\left(1+\frac{3h}{4H}+\frac{H^2}{6h}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right)\quad\cdots\cdots(31)$$

若シ $\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}$ ナル Curvature ヲ省略スレハ

$$w=\sqrt{gH}\left(1+\frac{3h}{4H}\right)=\sqrt{gH\left(1+\frac{3h}{4H}\right)}$$

$$=\sqrt{gH\left(1+2\frac{3h}{4H}\right)+\left(\frac{3}{4}\frac{h}{H}\right)^2}$$

$$\cong\sqrt{g\left(H+\frac{3}{2}h\right)} \qquad \cdots\cdots(31_a)$$

(29) 及ヒ (31) 式ヨリ

$$U=\frac{h}{H+h}w \qquad \cdots\cdots(32)$$

$$\cong\frac{h}{H}w \qquad \cdots\cdots(32_a)$$

III 波ノ重心點ノ速度

重心點ノ Coordinates ヲ ξ 及ヒ η トスレハ

$$\xi=\frac{1}{Q}\int_{-\infty}^{x} x\,dq \qquad \cdots\cdots(33)$$

$$\eta=\frac{1}{Q}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{h}{2}dq \qquad \cdots\cdots(33_a)$$

(33) 式ヲ t ニ付キ微分スレハ且ツ $\frac{dx}{dt}=w$ ナルニヨリ

$$\frac{d\xi}{dt}=\frac{1}{Q}\int_{-\infty}^{x} w\,dq$$

(31)式ニヨリ

$$=\frac{1}{Q}\sqrt{gH}\int_{-\infty}^{\infty}\left(dq+\frac{3h}{4H}dq+\frac{H^2}{6h}\,\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}dq\right)$$

$$=\frac{1}{Q}\sqrt{gH}\left\{Q+\frac{3}{4H}\int_{-\infty}^{\infty}h\,dq+\frac{H^2}{6h}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}dq\right\}$$

上式中括弧中ノ第二項$\int h\,dq$ハ$2Q\eta$ニ等シク第三項ハ零トナル何トナレハLimit$+\infty$及ヒ$-\infty$ニ對シテハCurvatureハ零トナルヲ以テナリ故ニ

$$\frac{d\xi}{dt}=\sqrt{gH}\left(1+\frac{3}{2H}\eta\right)$$

$h_1=3\eta$トスレハ

$$\frac{d\xi}{dt}=w_g=\sqrt{gH}\left(1+\frac{h_1}{2H}\right)\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(34)$$

or

$$=\sqrt{g(H+h_1)}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(34_a)$$

第二節　流水上ヲ走ル扁平波 (By. P. Forchheimer)

ぶーじねー先生ハ靜水及ヒ流水ノ夫々ノ場合ヲ別々ニ論セラレタルモ靜水ノ場合ニ論シタル結果ヲ其儘流水ノ場合ニ適應スルノ寧ロ捷徑ナルヲ感ス

扨テ前節ニ於テハ靜水ノ場合ナリシニヨリOriginal velocityヲ考ヘサリキ本節ニ於テハHeaving以前ノMean velocityヲ考ヘテ之ヲU_0ニテ現ハシ次ニHeavingノ時ノMean velocityヲU_t及ヒ波ノ速度ヲw_tニテ現ハストスレハ次ノ關係アルコトハ單ニKinematicallyニ考ヘテモ明カナラン

$$U_t=U+U_0$$

$$= \frac{\sqrt{gH}}{H+h}h\left(1+\frac{3h}{4H}+\frac{H^2}{6h}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right)+U_0 \quad \cdots\cdots(35)$$

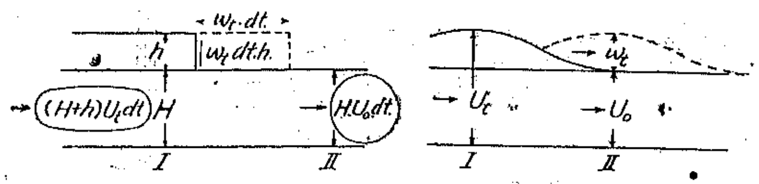
$$w_t = w + U_0$$

$$=\sqrt{gH}\left(1+\frac{3h}{4H}+\frac{H^2}{6h}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right)+U_0 \quad \cdots\cdots(36)$$

(35) 及ヒ (36) 式ハ一種ノ證明法トシテ兩式カ互ニ Convertible ナルコトヲ示サンタメ次ノ如ク Graphically ニ説明セン

上圖示セル如ク Section I ニテハ U_0 ナル Original vel. ノ外ニ Heaving ノ時ノ Velocity U ノ加ハルヲ以テ Section II ニ於ケル流量ハ Section I ニ於ケルヨリモ少シ其差ハ何ニ歸因スルカト云ヘハ即チ波ノ速度ニヨル $w_t dt h$ ナル Quantity ナルヘシ故ニ次ノ如キ關係ヲ得ヘシ

$$(H+h)U_t = HU_0 + hw_t \quad \cdots\cdots(36_a)$$



第二圖

(36) 式ヨリ

$$U_t = \left[HU_0 + h\left\{U_0+\sqrt{gH}\left(1+\frac{3h}{4H}+\frac{H^2}{6h}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right)\right\}\right]\div(H+h)$$

$$= U_0 + \frac{\sqrt{gH}}{H+h}h\left(1+\frac{3h}{4H}+\frac{H^2}{6h}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right)$$

次ニ (36_a) 式ヨリ

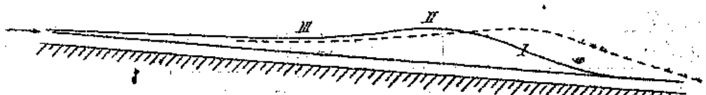
$$w_t = \{(H+h)U_t - HU_0\}\div h$$

(35) 式ヨリ

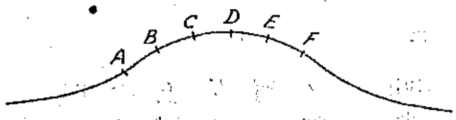
$$w_1=\sqrt{gH}\left(1+\frac{3h}{4H}+\frac{H^2}{6h}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right)+U_0$$

第二章　洪水波ニ關スル諸問題

所謂一般波ノ理論ヲ直ニ洪水波ノ理論ニ應用シ得ルヤ否ヤハ一箇ノ問題ナラント信ス少クトモ一般ニ不規則極リナキ河川ノ洪水ハ果シテ一般波ノ理論ヲ應用ナシ得ル程簡單ナルモノナリヤ否ヤハ尙進ンデ研究スヘキ問題ナランモ先ツ比較的規則正シキ河川ニ於テハ或程度マテハ洪水ハ一種ノ波ト做シ所謂波ノ理論ヲ應用シ得ルモノナリトノ見解ノ下ニ論究セントス



第三圖



第四圖

第一節　洪水波ノ形 (By P. Curti)

前章述ヘタル波ノ形ハ一種假想的若クハ理論的ノモノニシテ實際ニ於テハ斯ノ如キ規則正シキモノノ存在スルモノニアラサルヘシ洪水波ノ Typical form ハ大凡ソ上圖ノ如キ形ヲ以テ示スコトヲ得ヘシ即チ就中急速ニ進行スル部分ハ前部IニシテRising stream) 次ニ續クモノハ頂部IIナリ (Scheitel stream?) 最後ニ連綿トシテ追從スルモノハ後部IIIニシテ (Falling stream) 先ツ大要三種ニ區分シテ考フルコトヲ得ヘシ而シテソモ何故ニ波ノ前部ハ急勾配ニシテ後部獨リ緩勾配ナルカハ從テ起ル問題ナルカ之ハ前章論述セル一般波ノ性質ヨリ推論スレハ自ラ明カナラン(31)式ニヨレハ

$$w=\sqrt{gH}\left(1+\frac{3h}{4H}+\frac{H^2}{6h}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right)$$

上式ヨリ知ラルヽ如クwナル速度ハhナル Heaving height ト $\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}$ ナル

Curvature トノ Function ナリ然ルニ洪水波ハ波トシテハ一般ニ扁平ナルニヨリ Curvature ノ影響ハ比較的少ク寧ロ主トシテ h ノ Function ト考ヘテ可ナラン

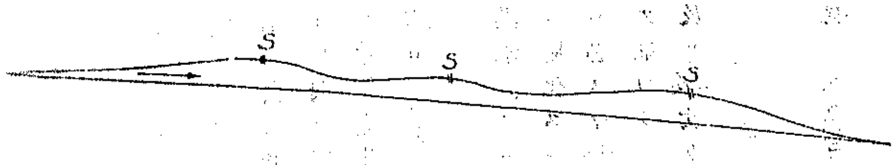
今波ノ頂部扁平ナル部分 D(第四圖)ニ於テハ Curvature カ零トナルトスレハ $\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}=0$

次ニ少シ前方ニ下リテ E 點ニ於テハ h ハ D 點ト大差ナシトシテモ Convex curvature トナリ從テ $\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}$ ハ負價ヲ生スルニ至ル即チ E 點ニ於ケル w ノ値ハ D ニ於ケルヨリモ小ナリ

故ニ E 點ハ D 點ニ追越サルヽ傾向ヲ有ス尙下リテ F 點ニ至レハ h ノ値ハ一層減スルニ至リ從テ w ハ益々小トナリ其結果前部即チ EF ノ勾配彌增シニ急勾配トナルニ至ルヘシ

次ニ後部ハ如何ト云フニ E 點ト同高ナル C 點ニ於テハ D 點ヨリモ h ノ値減スルニヨリ w ノ値小トナルコト明カナリ B 點 A 點亦タ然リ即チ後部ハ多々益々所謂「ノロノロ」スルニ至ルハ必然ノ結果ナリ故ニ波ノ形ハ第三圖ノ如ク歪ミタル形ヲ占ムルニ至ル斯ノ如ク波ノ前部ハ益々急勾配トナルニ反シ後部ハ益々緩トナリ頂部ハ寧ロ前部ノ方ニ接近シ後部ハ恰モ Asymptotic form ヲ作ルニ至ルヘシ

而シテ波ハ斯ノ如ク形ノ歪ムト同時ニ波ノ摩擦其他河幅ノ增大等ノタメ一般ニ波ノ頂部ノ高サハ時々刻々波ノ移動スルニツレテ低下スルノミナラス其結果ハ波ノ長サハ益々延長セラルヽニ至ル是レ即チ上流ト下流トニ於テ最高洪水位ノ著シク相違スルニ至ル原因ナラン以上述ヘタル波ノ形ハ一般ノ簡單ナル場合ナルカ實際ニ於テハ流域ノ狀態,雨量ノ大サ,河ノ大サ,形,支派流關係,堤防,遊水池等ノ影響及ヒ此等ノ Combination ノ影響ヲ受ケテ進行スルモノナレハ從テ一層錯雜ナ



第五圖

ル形ヲ取ルハ止ムヲ得スシテ同一ノ洪水波ニ於テ二箇又ハ三箇以上ノ Scheitel ヲ有スルハ敢テ珍シカラサルカ如シ

第二節　洪水波速度及ヒ流水速度

第一章ニ論シタル波ノ理論ハ一般波ニ關スル觀念ヲ得ルニ必要ナルハ勿論種々ノ性質研究上ニ於テ甚タ有益ナルモ洪水波ニハ直接實用ニ供シ難キ觀アルハ他ナシ方程式中ニ h, H, $\frac{\partial h}{\partial x}$ 等ノ項ヲ含ミ此等ハ實際ノ場合ニハ容易ニ決定シ難キ性質ノモノナリ故ニ洪水波理論ハ其特徴ノ點ヨリ別ニ研究セラレサルヘカラス而シテ洪水波速度ニ關シ頗ル簡明ニ論述セラレタルモノハ G. Tolkmit 先生ノ説ナルヲ以テ參考ノタメ該先生ノ論ヲ玆ニ引用説述シ然ル後吾人ノ研究ニカヽル專ロ Analytical method ヲ論述セント欲ス

A　其一 (By G. Tolkmit)

洪水波ノ Rising stream ノ時ハ流量カ増々嵩ム時ナリ而シテ其水量ハ Point to point 及ヒ Time to time ニ變化スルハ明カナリ今或瞬間ニ於テ Rising stream ノ部分ヲ考フルトキハ Section I ニ於ケル流量ハ必スヤ $\varDelta S$ 丈ケ下方ニアル Section II ニ於ケルヨリモ大ナラサルヘカラス $\varDelta t$ 時ノ後 Section I ニ於テ Q_1 ヨリ $Q_1+\varDelta Q_1$ ニ増加シ Section II ニ於テモ Q_2 ヨリ $Q_2+\varDelta Q_2$ ニ増加スルト同時ニ水位モ夫々 $\varDelta Z_1$ 及ヒ $\varDelta Z_2$ 丈ケ増加スルモノト假定スレハ $\varDelta t$ 時間中ニ Section I ヲ通過スル流量ハ

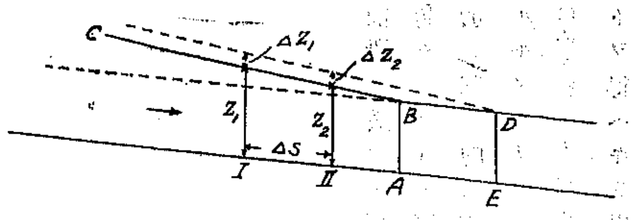
$$\left(Q_1+\frac{\varDelta Q_1}{2}\right)\varDelta t$$

次ニ Section II ヲ通過スル流量ハ

$$\left(Q_2+\frac{\varDelta Q_2}{2}\right)\varDelta t$$

以上二者ノ差額ハ I−II 間ニ殘留スルモノニシテ頓テ水面ヲ上騰スル結果ヲ來タスモノナレハ次ノ關係ヲ得ヘシ

$$\frac{B_1+B_2}{2}\times\frac{\varDelta Z_1+\varDelta Z_2}{2}\times\varDelta S=(Q_1-Q_2)\varDelta t+\frac{\varDelta Q_1-\varDelta Q_2}{2}\times\varDelta t \qquad \cdots\cdots(42)$$



第六圖

上式中B_1及ヒB_2ハ Each section ノ水面幅ヲ示スモノナリ

BCナル Rising stream ノ尖端Bノ速度ヲ吟味センタメ Section I ヲA點ニ Section II ヲE點ニ移スト考フレハA點以下ハ Uniform flow condition ニアルニヨリ次ノ關係ヲ得ヘシ

$$\left.\begin{aligned} Q_1&=Q_2\\ \varDelta Z_2&=0\\ \varDelta Q_2&=0 \end{aligned}\right\}$$

故ニ(42)式ハ次ノ如クナルヘシ

$$\frac{B_1+B_2}{2}\times\frac{\varDelta Z_1}{2}\times\varDelta S=\frac{\varDelta Q_1}{2}\varDelta t$$

or

$$\frac{\varDelta S}{\varDelta t}=\frac{\varDelta Q_1}{\frac{B_1+B_2}{2}\varDelta Z_1} \qquad \cdots\cdots(43)$$

$\frac{\varDelta S}{\varDelta t}$ハ波ノ尖端$B$ノ移動スル速度ヲ現ハス今此ヲ微分ノ形ニ書替フレハ且ツ$B_1=B_2=b$トスレハ

$$\frac{dS}{dt}=\frac{dQ}{b\,dZ}$$

or

$$\frac{dS}{dt}=\frac{dQ}{dF}$$

$\frac{dS}{dt}$ ハ前章ニ於ケル $\frac{d\alpha}{dt}$ 即チ w ニ相當スルヲ以テ

$$w=\frac{dQ}{dF} \quad \cdots\cdots\cdots(44)$$

然ルニ流量ハ斷面積ト平均流水速度トノ相乘積ナルニヨリ

$$Q=FU$$

or

$$dQ=F\,dU+U\,dF$$

$$w=\frac{dQ}{dF}$$

$$=U+F\frac{dU}{dF}$$

or

$$=U+\frac{F\,dU}{b\,dZ} \quad \cdots\cdots\cdots(45)$$

B　其二

前段ニ於テハ Tolkmit 先生ハ殆ント微分ノ觀念ナシニ頗ル簡單且ツ明瞭ニ論述セラレタルカ之ニ對シテ吾人ハ寧ロ今一層 Analytically ニ該問題ヲ研究セント欲スルモノナリ即チ Hydrodynamics ニ於テ基礎的公式トシテ知ラレタル Euler and Stoke's formula ノ應用ニヨリテ本問題ヲ解決セントスルモノナリ

Euler and Stoke's formula ト同樣ノ考ノ下ニ流量及ヒ其速度モ Coordinates and time ノ函數ト考フルコトヲ得ヘキヲ以テ

$$Q=f_1(x,t)$$

$$w=f_2(x,t)$$

Euler's principle ニヨリ

$$\frac{dQ}{dt}=\frac{\partial Q}{\partial t}+u\frac{\partial Q}{\partial x}$$

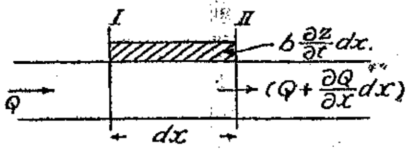
而シテuヲ以テ Scheitel ノ速度ヲ現ハスモノトシ且ツQノ最大値ノ速度ヲ現ハスモノト考フルヲ得ルヲ以テ(第三節參照)

即チ

$$\frac{dQ_m}{dt}=0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+u\frac{\partial Q}{\partial x}=0$$

$$u=-\frac{\frac{\partial Q}{\partial t}}{\frac{\partial Q}{\partial x}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (47)$$



第七圖

今河流ノ方向ニ沿ヒdt時間中ニ於テdx間ニ水位ノ上昇ノタメニ増加スル流量ハ各々bナル幅ヲ有スル Section I 及ヒ II ニ出入スル分量ノ差額ニ等シキヲ以テ(第一章波ノ理論(1)—(6)式ト同理ニテ)

$$b\frac{\partial Z}{\partial t}dx=-\frac{\partial Q}{\partial x}dx$$

or

$$b\frac{\partial Z}{\partial t}=-\frac{\partial Q}{\partial x}$$

(47)式ニヨリ

$$u=\frac{\frac{\partial Q}{\partial t}}{b\frac{\partial Z}{\partial t}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (47_a)$$

前段ト同法ニテ

$$w=\frac{\dfrac{\partial Q}{\partial Z}\,\dfrac{\partial Z}{\partial t}}{b\,\dfrac{\partial Z}{\partial t}}=\frac{\partial Q}{b\,\partial Z}\quad\cdots\cdots(48)$$

$$w=U+\frac{F}{b}\,\frac{dU}{dZ}\quad\cdots\cdots(49)$$

第三節　最高水位ト最高洪水量

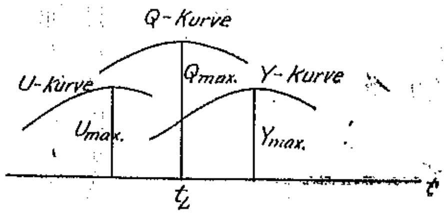
從來吾等ノ考トシテ一般ニ最高水位ノ時カ最高水量ノ時ナリト信セリ然ルニ一種ノ Variable flow タル洪水波ノ性質トシテ水位、水量、流水速度ハ Point to point 及ヒ Time to time ニ變化シツヽアルヲ以テ果シテ最高水位ト最高水量トハ一點ニ於テ一致スルモノナリヤ否ヤハ玆ニ一箇ノ問題タラサルヘカラス

P. Curti 先生ハ著書 "Über See-retention", Seite 47, ニ於テ $H_{max.}$ $Q_{max.}$ $U_{max.}$ ハ夫々別點ニ於テ起ルコトヲ論セラレタリ

即チ該先生ノ説ハ次ノ如シ

$$Q=UY\quad(Y=H+h)\quad\cdots\cdots(1)$$

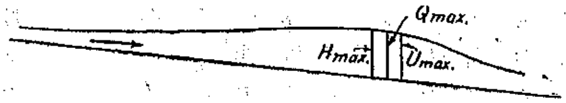
$$\frac{dQ}{dt}=Y\frac{dU}{dt}+U\frac{dY}{dt}\quad\cdots\cdots(2)$$



第八圖

今 t_z ナル時間ニ於テ $Q_{max.}$ カ起ルトスレハ $\frac{dQ}{dt}=0$ ナル條件ヲ滿足セサルヘカラス即チ(2)式ニ於テ右邊ノ二項カ Sign ヲ異ニセサルヘカラス而シテ今考フル所ノ洪水波ニ於テ Y

ハ常ニ正號ナルノミナラスUモ亦タ正號ナルヲ以テ自然$\frac{dY}{dt}$ト$\frac{dU}{dt}$トハ符號ヲ異ニス而シテ第八圖ニ於テ見ル如クt_L時間ニ於テ$\frac{dY}{dt}$カ正號(即チ水位上昇中)ナル時ハ$\frac{dU}{dt}$ハ負號ナルヘシ換言スレハU-curveハ右方ニ對シテ下降中ナラサルヘカラス從テ$U_{max.}$ハt_L時以前ニ起リ$Y_{max.}$ハt_L時以後ニ起ルヘキ筈ナリ云々



第九圖

即チ先生ノPrincipleハ$Q_{max.}$即チ$\frac{dQ}{dt}=0$ナルタメニハ$\frac{dU}{dt}$ト$\frac{dY}{dt}$トカSignヲ異ニセサルヘカラス換言スレハ$Q_{max.}$ノ起ルトキニハY-curveハAssending stageニアリU-curveハDescending stageニアリテ結局各自Maximum pointヲ異ニスルノミナラス最初ニハ$U_{max.}$起リ次ニ$Q_{max.}$最後ニハ$H_{max.}$起ルモノナリトノ趣旨ナリ(第九圖)

然ルニ吾人ハ少シク之ト見解ヲ異ニシ更ニ別ノ方面ヨリ之カ研究ヲ試ミント欲スルモノニシテ寧ロ前者ノ說ト反對ニ$H_{max.}$ト$Q_{max.}$トハ一點ニ於テ一致スルモノナリトノ見解ノ下ニ論歩ヲ進メントス何トナレハ次節ニ於テ論述スル如ク$H_{max.}$ト$Q_{max.}$トヲ一致セシムルトキハ凡テ實際問題ヲ頗ル簡單ナラシムルヲ以テナリ

扨テ若シP. Curti先生ノ如ク$H_{max.}$ $Q_{max.}$ $U_{max.}$ハ夫々位置ヲ異ニシテ起ルモノトスレハ此等ハ果シテ時間及ヒ距離ニ於テ幾何ノ差アルカハ從テ起ル問題ナリ然ルニ一方ニ於テハ此等ハ非常ニ接近シテ起ラサルヘカラサル理由アリ何トナレハ一般波ノ理論ニ於テ已ニ知ル如ク波ノ速度ハ主トシテHeaving heightニヨリテ左右セラルヽモノニシテ$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}$ナルCurvatureノ影響ハ頗ル微弱ナルモノナリ故ニ$U_{max.}$ハ少クトモ$H_{max.}$ニ非常ニ接近セサルヘカラス即チ$U_{max.}$ノ起ル點ノHeightハ實際ニハ$H_{max.}$ニ等シト考ヘテ差支ナカルヘシ倚進ンテ

$$\frac{dQ}{dt}=U\frac{dY}{dt}+Y\frac{dU}{dt}=0$$

ナル方程式ヲ滿足スルタメニハP. Curti先生ノ說ノ如ク必スシモ$\frac{dY}{dt}$及ヒ$\frac{dU}{dt}$カsignヲ異ニスルコトカ必要條件ニアラス數學的ニハ$\frac{dY}{dt}=0$及ヒ$\frac{dU}{dt}=0$ナル二箇ノ條件ニテモ可ナリ換言スレハ$Q_{max.}$ $H_{max.}$ $U_{max.}$カ同時ニ一點ニ於テ一致スルコトヲ示スモノナリ

次ニ倘進ンテ第二節ニ於テ論シタル水位ノtニ對スル偏微分係數ハ流量ノxニ對スル偏微分係數ト相等シキニヨリ

$$b\frac{\partial H}{\partial t}=\frac{\partial Q}{\partial x}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(47_{a})$$

今xヲInvariableト考ヘ換言スレハ一定地點ニ付キ考フレハ$\frac{\partial H}{\partial t}$ハ$\frac{dH}{dt}$ナルTotal differential coefficientト同樣ナリト考ヘテ差支ナシ而シテ$\frac{dH}{dt}=0$ナル條件ハ其考フル所ノ地點ニ於テ$H_{max.}$ノ起ル條件ナリ故ニ$\frac{dH}{dt}$即チ$\frac{\partial H}{\partial t}$カ零ナレハ從テ$\frac{\partial Q}{\partial x}=0$ナルヘシ然ルニ$\frac{\partial Q}{\partial x}=0$ナル方程式ノ意味ヲ分析スレハ$t$ヲInvariableト考ヘ即チ$H_{max.}$ノ起ル瞬間ニ於テハ$Q$ハ$x$ニ關シテMaximumナリ即チ$\frac{dQ}{dx}=0$ナリト考ヘテ差支ナシ故ニ知ル$\frac{dH}{dt}=0$ト$\frac{dQ}{dx}=0$トハCoexistingニシテ即チ$H_{max.}$ト$Q_{max.}$トハ一點ニ於テ一致スト考フルモ差支ナカルヘシ以上三方面ヨリ論述スル所一致セルヲ以テH_m Q_mハ一點ニ於テ一致スルコトヲ了解シ得ヘシ然リ然ラハ茲ニ二樣ノ說カ出來スルコト、ナレリ而シテソモ何故ニ斯ノ如ク全然異ナレル結果ヲ來タセルカヲ少シク吟味センニ理論ノ出發點ニ於テ計算上ニ現ハレ來ラサル根本ノ思想ヲ異ニセルモノアルコトニ想到セサルヲ得ス即チP. Curti先生ノ說ハ二箇ノ地點ニ關シ洪水波ヲ考ヘラレタルニ係ハラス吾人ハ終始一箇ノ地點ニ付キテノミ講究セリ即チ前者ハ最初ノ地點ヨリ次ノ地點ニ移ル間ニ洪水波ノ形カ多少變化スルモノナリトノ思想ヲ保藏セルニ係ハラス吾人ハ考フル所ノ一定地點以外ニ關シテ考慮ヲ費シ居ラサルコト是レナリ即チ問題ハ茲ニアリ所謂Strict senseニ論スレハ前者ノ說ハ理論的ニ完全ナ

ランモ實際問題ニ應用スルニ當リ寧ロ面倒ナリト信スルヲ以テ第四節論スル所ソ問題モH_m及ヒQ_mカ一點ニ一致スル論據ノ下ニ立論セント欲ス

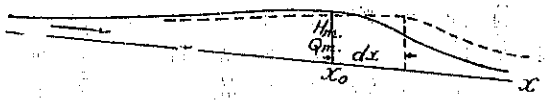
第四節　洪水量計算ニUniform flow formulaノ應用ノ範圍

前節已ニ論述セル所ニヨリテモ洪水波ノFalling stream及ヒRising stream共ニVariable flowナルコト明カナリ何トナレハFalling streamニアリテハScheitelニ向テPoint to pointニ流量增加シ遂ニScheitelニ至リテMaximumニ達スルニ反シテRisingニアリテハPoint to pointニ低減シツヽアルハ自ラ明カナリ從テ此等ノFalling stream及ヒRising streamノ表ハス勾配ハ所謂Uniform flow及ヒStational flowノ何レノ水面勾配トモ全然意味ヲ異ニスルハ云フマテモナシ故ニ此等ニ對シテ所謂Uniform flow formulaヲ應用スルハ根本的ニUnscientificナリト云フヘシ然リ而シテQ_mノ起ルScheitelハ如何ト云フニPositive variable flowヨリNegative variable flowニ移リ替ルStageナリト考フルコトヲ得ヘシ即チ一時Variable flowノ性質ヲ失ヒ却テUniform flowノ性ヲ帶フルStageヲ通過スト考ヘラレ得ヘシカルカ故ニQ_mニ相當スルScheitelコソ洪水量問題解決ニ重要ナルKeyヲ握ルモノナルコトニ着眼セサルヲ得ス然ルニScheitelハ果シテUniform flowナリト考ヘ得ヘキヤ否ヤハ尙ホ疑問ノ存スルノミナラス假リニUniform flowナリトシテモ果シテ如何ナル勾配ニ相當スルモノナリヤトハ吾人ノ聊カ研究ニ努力セシ問題ニシテ結局本論文冒頭緖論ニ論シタル趣旨ノ貫徹ハ此問題解決ノ如何ニ存スルモノナリ

前節引用セルP. Curti先生ノ說ニヨレハ或洪水波ヲ考フルトキQ_mノ起ル點ハH_mノ起ル點ノ少シ前方ニ進ミ即チH_mノ起ル點ニ於ケル水面勾配ヨリモmore steepナル處(第九圖)ニ起ルモノナリトノ論旨ナルカサテ其勾配ハ如何ニシテ定ムヘキヤハ問題ナリ

併シ單ニ一箇ノ波ヲ捕ヘ來テQ_mニ相當スル水面勾配ヲ見出スコトハ到底至難ノ業ナリ故ニ本論

ニ於テハH_mトQ_mトカ一致スルモノナリト假定シテ研究セント欲ス



第十圖

上圖示ス如ク波カ bodily ニ進ミ行ク有樣ハ Kinematically ニ所謂 Instantaneous motion ナリト考フルコトヲ得ヘシ即チ微分dx丈ケ進ム間ニH_mナル高サハ Instantaneous constant ナリト見做スコトヲ得ヘシ倘ホ少シク理論的ニ論スレハ次ノ如シ

Euler and Stoke's formula ヲ玆ニ再ヒ應用センニ該公式ハx及ヒtノ函數ナレハ如何ナル函數ニテモ應用ナシ得ル筈ニ付キHヲx及ヒtノ函數ト考ヘ得ルヲ以テ次ノ關係ヲ得ヘシ

$$H=f_1(x,t)$$

$$w=f_2(x,t)$$

故ニ

$$\frac{dH}{dt}=\frac{\partial H}{\partial t}+\frac{\partial H}{\partial x}w$$

今$H_{max.}$ヲx_0ナル一地點ニ於テ考フルトキ即チxハ Not variable or Constant ナルニヨリ$\frac{dH}{dt}=0$ 從テ又 $\frac{\partial H}{\partial t}=0$ ナリト考ヘテ可ナリ故ニ上式ヨリ

$$\frac{\partial H}{\partial x}w=0$$

ナル條件ヲ得タルカ之ハtヲ Not variable トシタルトキノ $\frac{dH}{dx}w=0$ 又ハ $\frac{dH}{dx}=0$ ニ等シク即チHノxニ對シテ Maximum or Constant ナル條件ナリ即チdx丈ケ進ミタル箇所ニ於テモ倘Hカ變化セサル意味ナリ

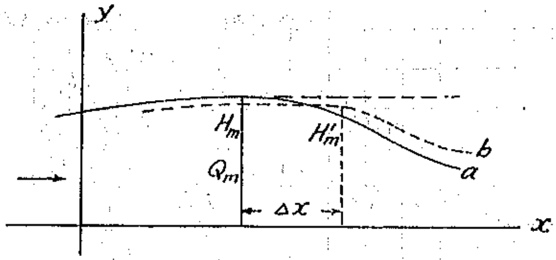
倘ホ更ニ進ンテ P. Curti 先生ノ說ニ從ヒ時々刻々洪水波ハ形ヲ變シ扁平形ニ移リ行クトシテモ

殆ント同様ノ結果ヲ得ヘシ

即チ a ナル波カ b ニ移リ行クトスレハ H_m カ H_m' ニ減少スヘシ然ルニ此二者ノ差ハ微分ニテ示セハ

$$H_m - H_m' = \frac{d(\Delta x)}{dy}\Delta x$$

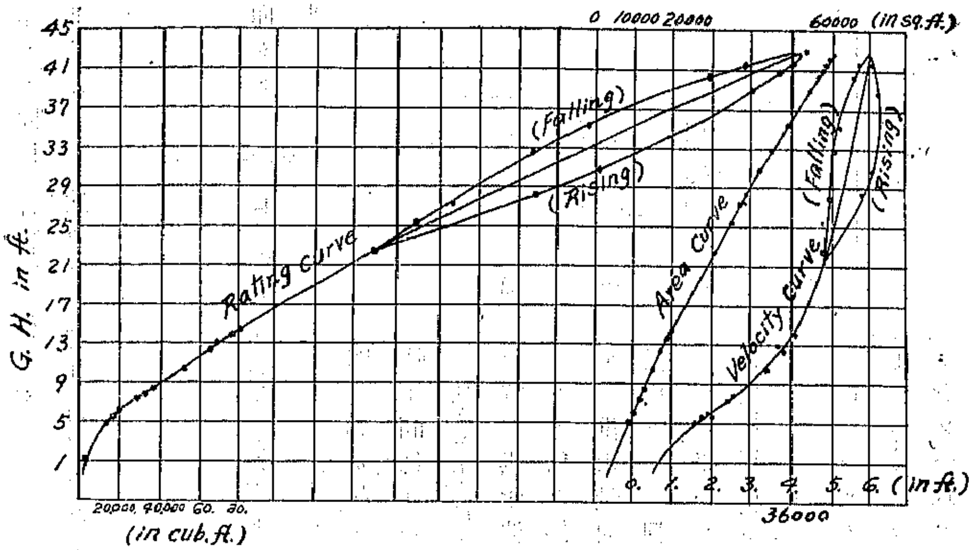
而シテ $\frac{d(\Delta x)}{dy}\Delta x$ ハ Δx ヲ Very small トスレハ Second order differential トナリ實際ニハ度外視シテ可ナリ



第十一圖

即チ知ル H_m ハ Instantaneously constant ナリ而シテ又タ之ハ他面ヨリ見レハ Q_m モ同様ナルコト明カナリ而シテ其 Flow ノ方向ハ水面ニ Tangential 即チ x-axis ニ平行ナリ従テ Flow ノ水面勾配ハ河底又ハ平水面勾配ニ平行ナルヘシ故ニ洪水波ノ Falling or Rising stream ニハ Uniform flow formula ヲ應用ナシ得サルモ只タ獨リ Scheitel ニ限リ應用シ得ルモノナルコトヲ斷言シ得ヘシ然ルニ洪水量問題ニ於テ此 Variable flow ト Uniform flow トノ Exact idea カ未タ徹底セサル觀アリ往々洪水量問題ニ於テ"Slope measurement"ナル文字ヲ見ルハ果シテ根據アル考ナリヤ吾人ハ大ニ疑ナキ能ハス

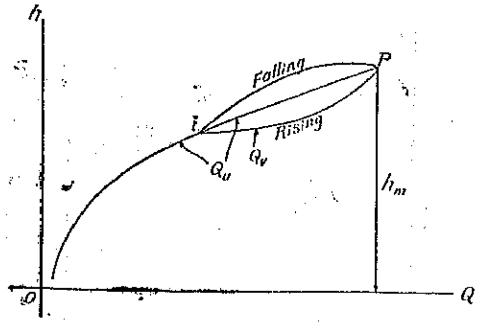
C. Murphy 先生カ Eng. News. April. 6, 1905 ニ於テ洪水量計算ニ關シ論述セラレタルモノ及ヒ R. H. Anderson 先生カ同上雜誌 Aug. 4, 1904 ニ於テ論セラレタルモノ及ヒ Hoyt Grover's River Discharge ニ於テ論セラレタルモノ等凡テ Slope measurement ノ方法ニヨリテ Uniform flow formula ニ應用スルコトニ於テ一致セルヲ見ル



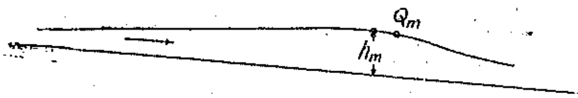
第十五圖

而カモ前二者ハ寧ロ洪水波ノRising streamノ勾配ノ强キ部分ヲ測定スル觀アルニ反シテ後者ハ洪水波ノFalling streamノ勾配ヲ測定セントスルノ傾向アルヲ看取セサル能ハス要スルニ吾人カ研究ノ結果ト全ク背反セル結果ニ逢着セリ然レトモ以上吾人カ試ミタル研究ニヨリテ洪水量計算ニハ毫モ洪水時ノ水面勾配ノ測定ヲ必要ト認メサルモノナリ即チ平水時水面勾配ヲ知ルヲ以テ足レリトナスモノナリ是レ即チ緒論ニ於テ論シタル趣旨ニシテ洪水時ニ於ケルSlope measureノ觀念カ遂ニ由々シキ結果ヲ齎ラスニ至ルヘキコトヲ極言セサルヘカラサルノミナラス從來此種ノ問題ニ關シテ未タ論セラレタルモノナキ觀アルハ吾人ノ大ニ不思議ニ堪ヘサル所ナリ

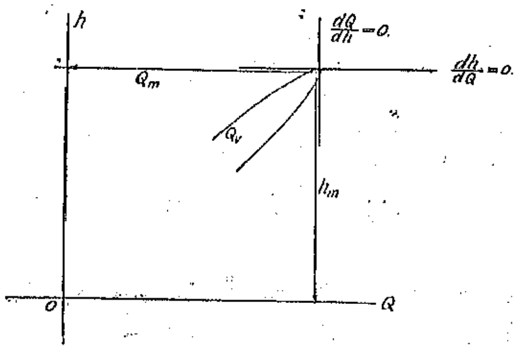
第三節及ヒ本節ニ於テ論述シタル理論ニ對シ丁度恰好ノ參考實測アルヲ發見セシニヨリ更ニ之ヲ引照セント欲ス千九百零五年Murphy先生カOhio Riverニ於テ實測セラレタル結果ヲ第十五圖ニ圖表セラレタルRating Curve (Hoyt and Grover's River Discharge. P. 89.)ヲ熟視スルニ第三節及ヒ本節ノ理論ト能ク一致スルヲ認ム今同上圖表ニ於テRising and Falling streamニ對スルSloop shapeノ



第十六圖



第十七圖

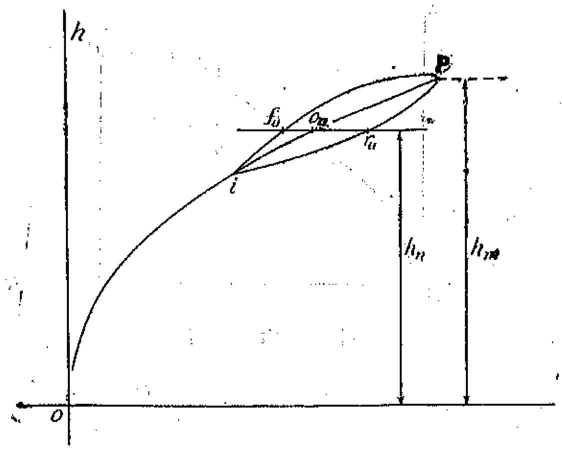


第十八圖

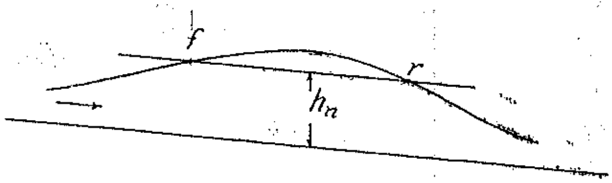
流量曲線ヲ假リニQ_V曲線トシ次ニ Rising stream curve ト Falling stream curve トノ中間ニ位スルモノヲ假リニQ_U曲線ト稱ス(第十六圖)今第十六圖ニ於テQ_V曲線ノ尖端部Pノ Curvature ノ性質ヲ考フルニ Q-axis 又ハ h-axis ニ對シ Smooth concave ナラサルヘカラス何トナレハ洪水波ノ Rising stream ヨリ Falling ニ變移スルニ當リ Gradual change ナルノミナラス其洪水波ノ Scheitel モ亦タ Concave ナレハナリ而シテQ_V曲線ハh及ヒQノ函數ナルニヨリ$\frac{dh}{dQ}=0$及ヒ$\frac{dQ}{dh}=0$ナル條件ヨリh及ヒQノ最大値ヲ發見シ得ル筈ナリ

第十八圖ニ於テQ_V曲線ニ$\frac{dh}{dQ}=0$及ヒ$\frac{dQ}{dh}=0$ナル切線ヲ引ケハ夫々h_m及ヒQ_mニ相當スル Points ヲ得ヘシ而シテQ_mノ起ル水位ハ常ニh_mヨリモ小ナル水位ニ於テ起ルコトヲ知ル同時ニh_mトQ_mトハ Points ヲ異ニシテ存スル事モ Ohio River ノ實測ノ結果ニ徴シテ知ラルヽノミナラスh_mトQ_mトハ非常ニ接近シテ起ルコトハ大ニ注目ニ價スル所ニシテ實際問題トシテハ二者同一點ニ殆ント一致スルトスルモ差支ナキ事ハ已ニ第三節ニ論セシ所ナリ

次ニQ_VトQ_mトノ關係ヲ洪水波ノ見地ヨリ吟味センニ第十六圖ニ於テ見ル如クO點ヨリi點マテハQ_U及ヒQ_V共ニ一曲線ニ一致セルモノト見ルヲ得ヘシ是レ即チ平水時ヨリ中水時ニ亘リテ Rising and falling stream ノ現象ナク即チ殆ント Uniform flow ノ性ヲ持續スルニヨル而シテ中水時以後水位ノ上昇ニツレテ即チi點ヨリ以後ハ漸次洪水波ノ特性ヲ發揮シ Rising and falling ノ現象ヲ呈シ Variable flow トナル今第十九圖ニ於テハ$i r_U P$及ヒ$i f_U P$ナル部分變化シテ$i o_U P$ニ一致スル如キ極端ナル場合ヲ想像スルニ斯ル場合ニハ Rising and falling stream ニ於ケル Variable flow カ變シテ$i o_U P$ナル Uniform flow ニ一致セサルヘカラス



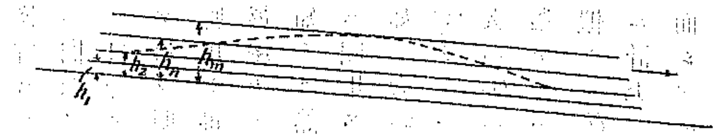
第十九圖



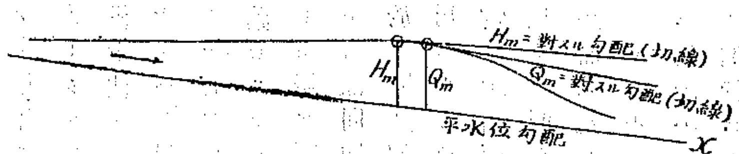
第二十圖

今h_nナル水位ヲ考フル場合ニ洪水波ノ Rising s. ニ於ケルr點及ヒ Falling s. ニ於ケルf點ハQ_V曲線ノr_U及ヒf_Uニ相當スルコトハ明カナリ

而シテQ_U曲線中ノO_U點ハ如何ト云フニ其性質上第二十圖ニ示セルfrヲ水面トスル Uniform flow ナリト考フルヲ得ヘシ即チ第十九圖ノr_U o_U f_U點ノ關係ハ第二十圖ニ於テ知ル如ク Rising stream stage ヨリ Falling stream stage ニ移ルニハ Uniform flow stream stage ヲ通過セサルハカラサルコトヲ意味ス今第二十一圖ニ於テh_nノ代リニh_mヲ採用シ即チ洪水波ノ Scheitel



第二十一圖



第二十二圖

マテ此意味ヲ擴張セハ Scheitel ハ Rising ト Falling トノ變リ目ニシテ同時ニ Uniform flow stage ナリト云フヲ得ヘシ

以上說明セル所ニヨリテ更ニ Scheitel ノ性質ニ關シテ次ノ如ク研究セント欲ス

第二十一圖ノ如ク洪水波ト無關係ニ水位 $h_1\ h_2 \cdots\cdots h_n \cdots\cdots h_m$ ナル Uniform flow ノ數多ノ場合ヲ考フルトキハ此等ニ相當シテ Q_U ナル流量曲線第十六圖ヲ得ヘシ次ニ又洪水波ヲ考フルトキ該波ノ水位 $h_1\ h_2 \cdots\cdots h_n \cdots\cdots h_m$ ニ相當シテ Q_V 曲線ヲ得ヘシ即チ Q_U ト Q_V トハ h_m ナル水位ニ於テ交叉點ヲ見出スヘキハ明カナリ即チ知ル Q_V 曲線中ノ該點ハ頓テ又タ Q_U 曲線中ノ一點ニシテ換言スレハ Scheitel 即チ水位 h_m ナル點ハ Uniform flow ノ點ニ相當シ而モ其時ノ勾配ハ第二十圖ノ如ク平水面ノ勾配ナルコト明カナリ是レ即チ本節ノ理論ト符合スル所ナリ

第五節　$Q_{max.}$ ニ相當スル勾配ノ性質及ヒ $Q_{max.}$ ノ近似的計算

第三節及第四節ニ論シタル所ノモノハ言ハヽ彼ノ所謂最高水位 H_m ニ相當スル洪水量ノ問題ニシテ即チ Uniform flow formula ノ應用シ得ヘキ範圍ニ關シテ立論ノ根據ヲ求メタリ然ルニ嚴格ニ考フルトキハ最高洪水量ハ所謂 Q_m ニ關シテ吟味セラレサルヘカラス從テ Q_m ニ相當スル勾配ハ果シテ如何ナルモノナルカノ問題ニ關シテ多少研究セルモノアルヲ以テ卑見ヲ述ヘントス

H_m ニ相當スル勾配ハ前節論述セル所ニヨリテ平水位勾配ニ平行ナリ即チ換言スレハ Uniform flow

ニ相當スル性質ノモノタリ而シテ上圖示セル如クQ_mニ相當スル勾配ハ如何ト云フニ平水位勾配ニ不平行ナルコトハ敢テ絮言ヲ要セスシテ明カナリ而シテ一般ニ所謂勾配ナルモノヽ嚴格ナル觀念ニ於テ考フルトキハ Bed slope (換言スレハ平水位時勾配)ニ不平行ナルモノハ Uniform flow ニアラサルコト敢テ説明ヲ要セサラン

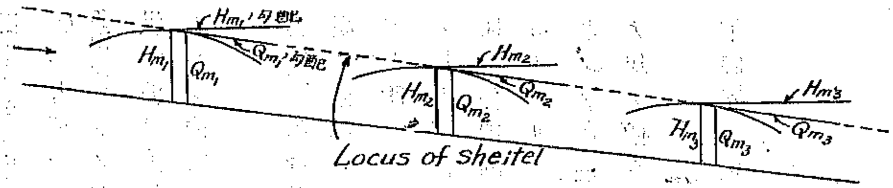
換言スレハ Stationary flow ナルカ又タハ所謂 Variable flow ナルカ其ノ孰レカナラサルヘカラス然ルニ問題ノ性質トシテ先以テ Stationary flow ニアラサルコトハ略ホ洞察シ得ヘシ何トナレハQ_m夫レ自身モ亦洪水波ノ見地ヨリシテ Variable flow ノ性ヲ帶フルヲ以テナリソハ以下述フル所ニヨリテ自ラ明カナルヘシ果シテ Variable flow ニ相當スル勾配ナリトスレハ到底 Uniform flow formula ヲ應用シ得サルハ言フマテモナシ

嚴密ナル理論ヨリスレハ Variable flow slope ニ對シテハ吾人ハ未タ如何ニシテ之ヲ計算スヘキカヲ知ラス然レトモ翻テ實際ノ現況ニ照シ周圍ノ事情ヨリ打算スレハQ_mノ勾配ヲ Uniform flow formula ニ應用スルモ實際問題トシテハ敢テ差支ナカルヘキ感アルコト是レナリソハ從來再三論述セル如ク大體ニ於テH_mノ勾配トQ_mノ勾配トハ頗ル接近的ノモノナレハナリ只タ該勾配ヲ Uniform flow formula ニ應用スルトキハ流量カ過大ニ計上セラルヽ嫌アリト信スルモノナリ

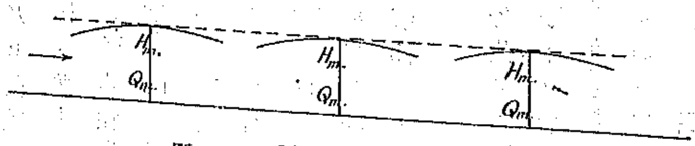
次ニQ_mニ相當スル斷面積及ヒ濕潤周界ハ如何ニシテ決定スヘキカノ問題ナルカ之ハ到底至難ノ業ナルハ一見シテ明カナリ要ハ實際ニ當リQ_mニ相當スル位置ノ決定困難ナルニアリ故ニQ_mト近似セルH_mノ斷面積及ヒ周界ヲ採用スルヨリ他ニ方法ナカルヘシト信ス從テ流量モ亦タ二重過大ニ計上セラルヽハ止ムヲ得サルヘシ

而シテ最後ニ勾配ハ如何ニシテ求ムヘキヤハ問題ナルカ之ハ洪水波進行ノ有樣ヨリ研究セン

元來洪水波ノ進行スルニツレテ漸次波ノ沈下スルモノナルコトハ已ニ第二章第一節ニ論シタル



第十三圖



第十四圖

カ其原因ハ波ノ Friction 及ヒ河幅增大等ノ河川狀態ニ起因スルモノナリ然リ而シテ現問題ノ研究ニ於テハ洪水波ヲ理論的ニ論セントタメ河川狀態ノ出來得ル丈ケ Uniform ナル箇處ニ付キ研究セサルヘカラサルハ論ナシ故ニ洪水波ノ沈下ノ原因ニ關シテハ今ハ只波ノ摩擦ヲ考フレハ足レリ從テ上圖示ス如ク洪水波ノ進行ニツレテ漸次沈下シ所謂 Q_m ハ順次下流ニ向フニツレテ Q_{m_1}, Q_{m_2}, Q_{m_3} 等ノ如ク變化遞減スルハ云フヲ俟タス即チ Q_m ハ Variable flow ノ性ヲ帶フルト述ヘタルハ此理ニヨル

第三節及ヒ第四節論シタルカ如ク洪水波カ形ヲ變セスシテ即チ沈下セスシテ進行スルモノトセハ H_m ト Q_m トハ一點ニ集中シ H_m 及ヒ Q_m 共ニ平水面勾配ニ平行ニ進行スル筈ナリ(第十四圖)即チ Uniform flow ノ性ヲ帶フル所以ナリ然ルニ本問題ニ於テハ H_m ト Q_m トハ別々ニ二點ニ起ルコトヲ承認スルモノナルカ之ハ頓テ摩擦ノタメニ洪水波ノ進行スルニツレテ沈下ス即チ Q_m ニ相當スル勾配ハ平水面勾配ト不平行トナル事實ト符號スルモノナリ而シテ Q_{m_1} ニ對シテ Q_{m_1} ニ相當スル勾配アリ Q_{m_2} ニ對シテ Q_{m_2} ニ相當スル勾配アルカ此等ノ勾配ハ頓テ同シ方向ヲ有セサルヘカラス何トナレハ摩擦ノタメニ H_{m_1} ト Q_{m_1} トノ關係ヲ生スルコトハ恰モ H_{m_2} ト Q_{m_2} トノ關係ヲ生スルコトヽ同シケレハナリ然ルニ Q_m ノ遞減的變化ハ摩擦ニ起因スルモノナレハ先ツ Linear change ト考ヘテ可ナリ(嚴密ニ言ヘハ摩擦ノ性質ヲ研究セサルヘカラサルカ一般理論波ニ於テハ摩擦ハ長サノ

Linear change ナリ)故ニ Q_{m_1}, Q_{m_2}, Q_{m_x} 等ノ勾配ハ同方向ノ一直線内ニ合マレサルヘカラス即チ知ル Q_m ニ相當スル勾配ハ Uniform condition ノ河川ノ適當ナル二地點ニ於テ洪水波ノ通過スル Scheitel ト Scheitel トノ距離及ヒ落差ヲ測定スレハ足レリ

洪水波ノ摩擦カ極メテ小ナルトキハ以上求メ得タル Q_m ノ勾配ハ即チ平水面勾配ニ殆ント平行ナルヘシ換言スレハ H_m ニ相當スル勾配ト接近スヘキ筈ナルヘシ

第六節　洪水面ノ隆起ト陷落及ヒ諸大家ノ異論

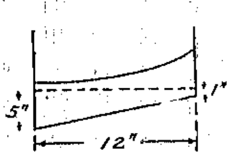
吾等ハ従來眞直ナル方向ヲ有シ且ツ Parabolic section ヲ有スル河川ニ於テハ洪水面ハ流心ニ於テ高ク兩岸ニ沿フテ低ク所謂 Arch like heaving ヲ起スモノナリトノミ信セリ併シ其原因ニ關シテハ未タ明確ナル解釋ヲ得サリキ然ルニ此隆起ニ關シテ諸大家其説ヲ異ニシ或ハ隆起説ナルアリ又ハ却テ陷落説ナルアリ而シテ其理由ニ至リテハ諸説紛々トシテ未タ眞ニ正當ナル説ノ下ニ明確且ツ合理的ナル解釋ヲナシタルモノアルヲ發見セスカルカ故ニ吾人ハ少ク説クアラント欲スルモノナリ

先ツ Scott Russel 先生ノ實驗的ニ推論セラレタル結果水深淺キ方ニ於テ水面隆起高ク深キ方ニ於テ却テ低カルヘシトノ説ハ次ノ如シ

(A) (Über See-retention von P. Curti. S. 63. 參照)

下圖(a)ニ於テ示ス如ク樋内ノ水面ノ形ハ次ノ如ク波高ニ相違アリ

深所	淺所
2."0	2."5
1.2	2.0
0.5	1.0



(a)

次ニ樋ノ扁平ナル場合ニハ兩側ニ向テ打上波 (Brandung) ヲ生シ外方ニ向テ傾斜ヲナス

故ニ結論トシテ一般水路河川ノ場合ニハ(c)圖ノ如クナルヘシ

(B) (Zeit. für Gewasserkunde. IV. Bd. 1901. S. 289 參照)

Gaetano Crugnola 先生ハ同上雜誌ニ於テ隆陷兩說ヲ列擧セラル曰ク一般河川洪水面ハ必スヤ隆起ノ現象ヲ呈スルモノニシテ已ニGuglielmini 氏ノ觀測ニヨリテモ明カナル所ナリ尙 1897 年ノ秋Tronto 河ノ洪水ノ際ニハ約百めーたーノ河巾ニ對シ約40せんちめーたーノ隆起ヲ呈シ 1885 年ノ春ニ於テハ 55 せんちめーたー隆起ヲ呈セリ次ニ技師 Garrone Lorenzo ノ觀測ニヨレハ 1857 年 Po. 河ノ洪水ニハ 300 めーたーノ河幅ニ對シ 1.5 めーたーノ隆起ヲ見タリト然ルニ Novier 氏ハ全然反對ノ說ヲ主張ス云々

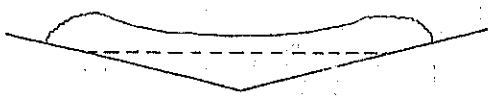
(C) (Zeit. der Arch. und Ing.-Vereins. 1893. S. 252. 參照)

M. Möller 先生ハ隆起說ヲ主張セラルヽカ其原因ヲ次ノ如ク說明セラレタリ

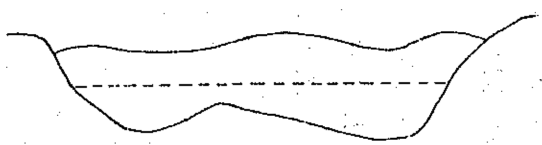
洪水面中央部ノ隆起ノ原因ハ急速ナル流水中ニ於テ無數ノ强烈ナル渦流ノ起ルニヨル而モ其渦流ハ水流ニ平行ナル水平軸ヲ有シ恰モせんとりふゅーがるぽんぷノ如ク其軸ノ方向ニ向テ水ヲシテ流レ込マシムル如キ傾向ヲ有スルニヨルヘシ云々

(D) (Zeit. der Arch. und Ing.-Vereins. 1894. S. 606. 參照)

次ニ同上 Möller 先生ハ同上雜誌ニ於テ次ノ如ク論セラル前略此故ニ隆起ノ原因ハ全ク流心ニ沿フテヨリ急速ニ疾走スル流水ニ起因スルモノナルヘシソハ此現象ハ洪水時ニ於テ特ニ看取セラ



(b)



(c)

ル丶ヲ見テモ察セラルヘシ云々

(E) (Handbuch der Ingenieur Wissenschaften. Wasserbau. III. Teil. VI. Bd. 1910. S. 56. 參照)

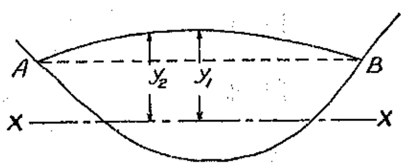
F. Kreuter 先生ハ同上雜誌ニ於テ隆起ノ原因ヲ次ノ如ク論セラレタリ

任意ノ水平面XXヨリ水面マテノ垂直高 y_1 及ヒ y_2 ヲ考フル場合ニ於テ夫々相當スル流速 v_1 v_2 ヲ得ヘシ然ルトキハ其垂直線脚部ノ水壓力ハ各々

$y_1-\frac{v_1^2}{2g}$ 及ヒ $y_2-\frac{v_2^2}{2g}$

而シテ水分子ノ平衡ヲ保ツタメニハ

$$y_1-\frac{v_1^2}{2g}=y_2-\frac{v_2^2}{2g}$$



(e)

夫故ニ heaving ハ流速ノ差ニ由來スルコトヲ知ルヘシ換言スレハ $v_1>v_2$ ナレハ $y_1>y_2$ ナルヘシ云々

以上述ヘ來リタル所ニヨリテ最早水面陷落説ノ不可ナルコトヲ察知シ得ヘシ即チ Russel 先生ノ如キ小規模ノ試驗ノ結果ヲ直ニ一般河川ニ應用ナシ得ルヤ否ヤハ大ニ問題タルヘシ要スルニ以上ノ諸大家ハ隆起ノ現象ヲ觀測セラレタル事ニ於テ又ハ確信スルコトニ於テハ殆ト一致セリ然ルニ其原因ニ關シテハ明断ナル説明ヲ與ヘタルモノアルヲ發見セス Möller 先生ハ Wirbel ノ影響云々ヲ論セラレシモ一般ニ然ルカ否ヤハ問題ナルヘシ次ニ F. Kreuter 先生ハ Pressure balance ノ見地ヨリ論セラレタルモ到底一般的ノ説明トナラサラン只 Tolkmit 先生ハ次ノ如ク原因ヲ洪水波ニ歸因セラレタルハ正當ナル説ナリト云フヘシ併シ其説明ハ未タ充分ナラサル感ナキ能ハス

(F) (Tolkmit, Grundlage der Wasserbaukunst, S. 142. 參照)

流速ハ流心ニ於テ尤モ大ナルハ言フマテモナシ從テ水波ノ速度ハ兩岸ノ部分ヨリモ流心ニ於テ大ナルヘシ故ニ水位ハ流心ノ方兩岸ヨリモ高カルヘシ云々

最後ニ余ハ今少シ Scientifically ニ説明セント欲スルモノニシテ水面ノ Curve 問題ハ結局洪水波ノ見地ヨリ論究スルヨリ他ニ良法ナカルヘシト信ス而シテ洪水波ノ研究ニハ是非共洪水波ノ Three stages トモ稱スル Rising, Scheitel, Falling ニ就キ論セサレハ到底完全ナル解決ヲ下シ難カルヘシ水面隆起説ト云ヒ又ハ陷落説ト云フモ Stages ヲ云ハスシテ不可解ナルヘシ即チ Scheitel 及ヒ Rising ノ際ハ水面隆起シ Falling ノトキハ水面陷落スルモノトス何トナレハ Scheitel ノ隆起ノ場合ハ一般波ノ特性ヨリ推知セラルヽ如ク波ノ隆起ハ水深ニ比例スルモノナレハナリ前章波ノ理論ニ於テ(32_n)式ヨリ推知シ得ヘシ

$$\frac{U}{v}=\frac{h}{H+h}\left(\text{or } \frac{h}{H}\right)$$

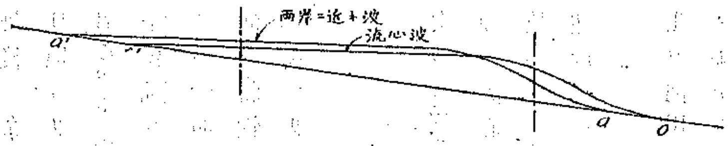
次ニ Rising ニ於テハ洪水波速度ハ兩岸ヨリ流心ニ於テ大ナルニヨリ兩岸ノ波カ a マテ進行スル間ニ流心波ハ o マテ進行スヘシ

故ニ aba ノ如ク隆起スヘシ之ニ反シテ Falling ニ於テハ兩岸波カ a' ニ殘留スル間ニ流心波ハ o' ニ進行スルコトヽナル即チ aca ノ如ク陷落スルコトヽナル

第七節　洪水時ニ於ケル水位ト平均速度トノ關係

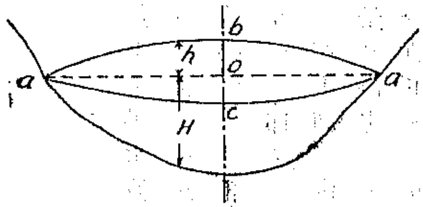
凡ソ河川ノ水量ヲ決定スルニ當リ Rating curve ヲ使用スルハ一般普通ノ方法ニシテ頗ル簡捷ナルノミナラス比較的正確ノ方法タルハ一般ニ認メラルヽ所ナリ然ルニ中水時(出水程度ヲ假リニ平水、中水、洪水ニ分ツトスレハ)以下ノ水量測定ニヨリテ作製セラレタル Rating curve ヲ洪水時ノ場合

ニ擴張應用シテ洪水量ヲ決定スルニハ稍モスレバ少カラサル錯誤ヲ生スルコトアルハ敢テ論スル要ナカルヘシ此點ニ於テハ寧ロ Rating curve ヨリモ Mean velocity curve ヲ應用スルコトノ寧ロヨリ安全ニシテ一般ニ採用セラルヘキ筈ナリト信ス況ンヤ若シ中水時以上ノ場合ノ水量測定ニヨリテ作製セラレタル Mean velocity curve アレハ洪水量決定ニ對シテ比較的信頼スルニ足ルヘキモノナラン



第二十二圖

然ルニ中水時以上即チ Variable flow stage ニ於ケル Mean velocity curve ニ關シテハ研究問題ノ倚存スルアルモ未タ充分研究セラレサル觀アリ是レ一ハ精密ナル實測及ヒ實驗ノ困難ナルニ歸因シ研究資料ノ乏シキ原因ナランカ工學會誌第三四九號ニ於テ金森工學士カ主トシテ一般普通ノ中水時以下ノ場合ニ應用セラルヘキ



第二十三圖

Mean velocity curve ニ就キ論セラレタリ而シテ其本論ニ入ルニ先チ「水位ノ昇騰シツツアル場合ト低減シツヽアル場合トニハ同シ水位ニ對シ平均速度ヲ異ニスルモノナリヤ」ナル問題ニ關シ論セラレタルモノアルカ之ハ余輩近時ノ研究問題ト關聯スル點ヨリ余輩モ亦同樣ニ問題トセル所ノ問題ナリ如上ノ問題ニ關シ金森工學士ノ引用セラレタル如ク二三學者ノ説アルモ余輩思フニ其學説及ヒ實例共ニ未タ充分ニ信憑スルニ足ル域ニ達セス云ハヽ尚未タ五里霧中ニ彷徨スルカ如キ觀アリト信ス而シテ余輩ハ二三學者ノ説ニ對シ別ニ少シク自己ノ薄弱ナル所信ヲ述ヘント欲ス思フニ此問題ハ普通ノ Uniform flow ノ場合ノ夫レニアラスシテ考査ノ根底ヲ Variable flow テフコトニ置カサルヘカラスト信ス從テ又洪水波ノ觀念ノ下ニ研究ノ徑路ヲ辿ランコトノ

捷徑ニシテ而モ合理的ナラント信ス

先ヅ該問題ニ關シ從來學者ノ説ヲ茲ニ引用スレハ(工學會誌第三百四十九號)

第一　普通ノ學説

出水ノ前期ニ水位ノ上昇シツヽアル場合ニハ水面勾配ハ急ナルヲ以テ平均速度モ從テ大ナリ之ニ反シテ出水ノ後期ニ水位ノ減退シツヽアル場合ニハ水面勾配緩トナリ從テ平均速度モ小トナル

(C. Hoyt and C. Grover. River discharge. P. 88.)

第二　Hoyt and Grover 兩先生ノ説ニ依レハ 1905 年 C. E. Murphy 先生ニヨリテナサレタル Ohio River ニ於ケル流量實測ノ結果ヲ引用シ非常洪水ノ際ニハ水位上昇シツヽアル時ト低減シツヽアル時トハ同シ水位ニ對シ平均速度ヲ異ニスルモ其ヨリ以下ノ出水ニ付キテハ其現象殆ント認ムルニ足ラスト云ヘリ

第三　F. Jasmund 先生ノ説ニヨレハ以上ノ學説ハ數箇所ニ於テ事實ニ依リ肯定セラレタルモえるべ河ニ於ケル精密ナル實測ノ結果ニ依レハ却テ反對ノ事實ヲ示セリ表面速度ハ水位ノ上昇シツヽアル場合ニハ其減退シツヽアル場合ヨリモ著シク大ナルモ河底ニ近クニ從ヒ速度ノ減少スル程度ハ前者ノ場合ノ方後者ノ場合ニ比シ遙カニ大ナルヲ以テ全横斷面積ニ於ケル平均速度ハ結局前者ノ方小トナル從テ流量モ水位ノ上昇シツヽアル場合ノ方却テ其減退シツヽアル場合ヨリモ同シ水位ニ對シ七乃至十三ぱーせんと小トナレリ又水位ノ上昇シツヽアル場合ニハ砂礫ヲ多ク流シ出スヲ以テ此等ハ河底ニ近キ水ノ速度ヲ小ニスル原因トナル然レトモ水位ノ急ニ昇騰シツヽアル場合ニ精密ナル實測ヲナスハ甚タ困難ナルヲ以テ以上ノ問題ヲ解決スルニ足ルヘキ事實ハ尙乏シト云ハサルヘカラス

(Handbuch d. Ing. Wissenschaften ; W. B. die Gewässerkunde ; 1906. S. 301.)

サテ第一ノ說ニ關シテハ余輩ハ別ニ少シク卑見ヲ有セリ即チ出水狀態如何ニヨリテハ Rising 及ヒ Falling ノ兩者ノ場合ニ於テ平均速度ハ多クノ場合ニ前者大ナランモ時トシテ後者必スシモ小ナラストナスモノナリ或ハ Murphy 先生ノ Ohio River ニ於ケル實驗ノ如ク或場合ニハ如上ノ結果ヲ來スコトアランモ要スルニ洪水波ノ見地ヨリシテ後者却テ大ナルコトアリ又タ小ナルコトアリ必スシモ其揆ヲ一ニセスト信ス由來多クノ論者ノ言フ所ノ水面勾配急ナリトカ又ハ緩ナリトカノ觀念ニ對シテハ嚴格ナル意味ニ於テ少シク物足ラヌ感アルモノナルカ一般言フ所ノ水面勾配ナル意味ハ殆ント Uniform flow ノ觀念ヨリ胚胎セル感ナキ能ハス元來洪水問題ハ Variable flow 問題ニシテ從テ水面勾配ナル意味ハ Variable flow ナル意味ト一致セシメサルヘカラスト信ス從テ水面勾配ハ必スシモ直線的ナリトハ限ルヘカラス故ニ余輩ハ所謂水面勾配ノ緩急ナルモノハ Variable flow ニ於テハ如何ナル意味ヲ有スルカヲ少シク吟味セント欲ス

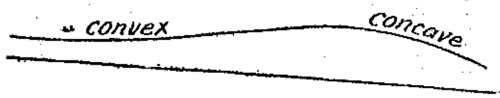
洪水波ノ Rising stream ノ全體ノ形トシテノ勾配ハ Falling ノ夫レヨリモ一般ニ急ナルコトハ波ノ形ヨリシテモ首肯セラルヘキモノニシテ已ニ第二章第一節ニ論シタル所ナリ而シテ第一章第一節論セル如ク波ノ流水速度ハ Wave surface ノ Curvature 即チ $\frac{d^2h}{dx^2}$ ニモ關係スルモノナルカ故ニ水面勾配問題ニ關シテハ是非共此 Surface curvature ニ付キ吟味セサルヘカラス Curvature ノ程度ヲ次ノ如ク Exaggerate シテ示セハ凡ソ次ノ如キモノナランカ

(1) Type ハ Short duration ノ洪水即チ Stormy flood ノ如キ場合ニ起ルヘキモノナラン何トナレハ斯ル洪水ニアリテハ波ノ頂部ノ速度カ波ノ前部ノヨリモ常ニヨリ急速ニ突進スル傾向アルヲ以テ前部ハ Convex form 後部ハ Concave form ヲ取ルコト、ナラン

次ニ (2) Type ハ Long duration ノ洪水即チ霖雨ノ如キ場合ニ徐々ニ來ル種類ナラン從テ波ノ頂部

ハ所謂ノロノロ進ムニヨリ前部ハ Concave 後部ハ Convex form ヲ取ルナラン

(1)



(2)

サテ(1)及ヒ(2) Type ニ付キ Rising stream ト Falling トニ於テ Same grge height ニ對シテ平均速度關係ヲ吟味センニ先ツ一般波ノ理論ニ於テ論シタル流水速度公式ヲ引用スレハ

$$U=\sqrt{gH}\frac{h}{H+h}\left(1+\frac{3h}{4H}+\frac{H^2}{6h}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right)$$

即チ U ハ主トシテ h ノ函數ナルカ倚ホ Curvature $\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}$ ノ影響ヲ受クルハ明カナリ而シテ $\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}$ ノ Sign ハ Convex ニ於テハ(＋) Concave ニ於テハ(－)ナルニヨリ(1) Type ニ於テハ Rising s. ノ方 Falling ヨリモ速度大ナリ (2) Type ニ於テハ却テ反對ノ現象ヲ生スヘシ是レ即チ出水狀態如何ニヨリテハ必スシモ Rising s. カ常ニ Falling s. ヨリモ速度大ナラサルヘシト主張スル所以ナリ由來此種ノ問題ハ從來實驗ニ乏キノミナラス實驗甚タ困難ナリヨシ偶々一、二ノ實驗セラレタルモノアリト雖モ直ニ採テ推論シ定說トスルマテニハ凡テノ方面ノ事情ヲ綜合參酌シ相關聯セル Factors ヲ充分ニ考慮ニ措カスンハ到底完全ナル結論ヲ得難カルヘシ故ニ寧ロ理論ハ理論トシテ暫ク論シオカント欲ス

次ニ第二 Hoyt and Grover 先生カ中水以下ニ於テハ斯ル差違的現象ヲ認ムル能ハストセラレタルハ尤モ至極トシテ察スルニ最早 Variable flow ノ性ヲ失ヒ殆ント Uniform flow ノ性ヲ帶フルニ至レル所以ナルヘシ

次ニ第三 R. Jasmund 先生ノ說ニ於テえるべ河ニ於ケル精密ナル實測ノ結果ニヨレハ却テ普通ノ

學說ト反對ノ事實ヲ示セリトアルハ察スルニ前述ノ(2) Type ノ洪水波ノ場合ニ相當セシモノナランﾄ余輩ハ信ス何トナレハ精密ナル實測ノ結果云々トアルヨリ察スレハ必スヤ水位ノ徐々ニ昇リシ場合ナランﾄ考ヘサルヲ得ス若シ急激ノ出水ナリセハ必スヤ Arch like heaving ノ影響一層甚タシク Cross current effect ノ爲メニ到底實測ヲシテ完全且ツ精密ナラシムルコト困難ナリシナランﾄ想像スルニ餘リアリ

要スルニ同水位ニ對シテ Rising or Falling ノ其孰レノ速度カ大ナルカ又ハ小ナルカ、豫メ一定セラルヘキ性ノモノニアラスシテ一ニ出水狀態ニ關係スルモノナランﾄ信ス是レ固ヨリ余一箇ノ卑見ニシテ大方學者ノ高說ヲ聽カンﾄ欲スル所ノモノナリ

波ノ理論參考書

1. Webster. Dynamics.
2. Lamb. Hydrodynamics.
3. Ramsey. Hydromechanics.
4. Wien. Lehrbuch der Hydrodynamik.
5. Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften. IV. Bd.
6. Handbuch der Ing. Wissenschaften III. Teil. Wasserbau. 1. Bd.
7. P. Curti. Über See-retention.
8. Gray. Treatise on Physics.
9. Dunkerly. Hydraulics.
10. P. Forchheimer. Hydraulik.

洪水波參考書

1. Daniel and Mead. Water power engineering.
2. Hoyt and Grover. River discharge.
3. Tolkmit. Grundlagen der Wasserbaukunst.
4. Henry Struve. Einfluss von Niederungen und Eindeichung auf den Verlauf von Hochwasserwellen.
5. P. Curti. Über See-retention.
6. Eng. news. Aug. 4. 1904.
   „ „ Apr. 6. 1905.
   Eng. Record. Dec. 21. 1912.
7. Handbuch der Ing. Wissenschaften III. Teil. Wasserbau 1. Bd. IV. Bd.
8. Zeit. für Gewasserkunde. IV. Bd. 1901.
9. Zeit. d. Arch. u. Ing. Vereins. 1890.
10. „ „ „ 1893.
11. „ „ „ 1894.

(完)