河川調査に就て

副會員　中　村　政　道※

要旨　本文は吉林省公署建設土木科にて河川調査事項打合の際必要事項を述べたるものを纏めたるもので有る

内　容　目　次

第一　河川調査の一般事項

河川改修の計畫を樹てるに當りましては、先づ諸般の調査と實測が必要であります。河川に關する調査は通例次の諸項に就いて行はれます。

1）河　川　流　域

これは流域内山地及び平地の區別、流域内の省、縣、旗、市名などの調査でありまして、通例陸地測量部の5萬分之1或は10萬分之1又は20萬分之1地形圖から等高線を辿つて分水界を記入しました流域圖を作り、之に各支川別の分水界を記入致します。

2）汎　濫　區　域

これは汎濫區域内の市町村別戸數及び人口を調査致します。汎濫區域は通例5萬分之1或は10萬分之1地形圖に既往最大洪水量によるものを記入致します。

3）氣　　　象

これは流域内の主要地點に就きまして雨量及びその分布、氣溫、積雪量、及び蒸發量等を調査致します。交通部に於きましては簡易氣象觀測所を全滿に234箇所設けまして觀測に當つて居ります。觀象臺に屬するものが約100箇所有ると記憶致して居りますので合計330箇所程となります全滿が130萬3千平方粁でありますから、觀

※　交通部技士

測所1箇所當りの面積が約4,000 平方粁となりまして非常にマバラなものでありましてまだ之を設けなければならぬ現況であります。簡易氣象觀測要領、該設置要項、觀測人心得等に就きましては、交通部水路司に於きまして制定してありますから、之に據りまして實施せられる樣に望みます。

4) 地質及び地貌

これは流域内の地質、一般的地勢、森林狀態その他河川の流出率—(之に就きましては後程申上げます)—に影響を及す事項を調査致します。此の事項は流出率に極めて影響があるものですから愼重な態度と細心の注意を以て調査致さなければなりません。吉林省に於きまする地層は古生代吉林層と言はれ主として花崗岩、石英斑岩、砂岩、頁岩、粘板岩から成つて居ります。

5) 河川延長

この事項は幹線及びその支川に就きまして水源から海湖沼、又は幹線との合流點に至り、或は幹線との分岐點から海、湖沼に至る流路延長、同じく幹線及び支派川に就いての航路延長、流木及び流筏路延長など調査するのであります。

6) 工作物

これは堤防延長及び其斷面、護岸延長及び其工法、橋梁、樋門及樋管の各構造、斷面並び箇數等を詳しく調査致します、之は設計上に大いに參考となるものでありますから充分調べなければなりません。

7) 河川利用狀況

この事項は灌漑用水取入箇所數取水量及び灌漑面積、水力發電箇所數、取水量及び總出力、上水道取水箇所數取水量及び給水人口、工業用水、水車等の取水箇所數及び取水量、漁業權設定箇所數、等を調査致すものであります。

8) 河川沿岸地狀況

之は河川沿岸に於きまする農耕地地種目別面積、等級時價、或は堰堤等築造の際蒙る湛水面積内の森林面積及容積、礦業權等の有無を調査致しまする事項であります。

9) 水害狀況

これは既往に於きまする水害の記錄、既往何箇年かの(大體10箇年位)年平均水害損失額及び河川費、等を漏れなく調査致す事項であります。水害損失額調は次の樣な形式で作ります。

最近10箇年水害損失價額（單位千圓）

年次	復舊費					諸損耗					合計
	河川	港灣海岸	道路橋梁	其他	計	耕地	作物	宅地建物	其他	計	
平均											

10) 利益計算

此事項は改修工事施行、結果水害を免れる區域の市町村名及び面積。改修による年平均水害損失額の減少見込額、年平均増收見込額、新に耕地となり得る土地の面積及び年產額、附近の土地價格の増加見込額等を調査するのであります。是等の利益計算に於きまして直接的利益の年平均額が改修工事費の金利を超過致しますれば河川の改修が經濟的に有利とせられます。

次に河川に關する實測は次の諸項について行れます。

11) 平面測量

12) 縱斷測量

13) 横斷測量

14) 水位觀測

15) 流量測定

16) 流泥測定

11) 乃至 13)の事項に就きましては交通部制定「滿洲國河川測量規定」に據りまして實施せられます樣希望致します。14)及び 16)の事項は交通部水路司にて制定致しました「河川調査要項心得集編」を參照せられ精密な觀測と測定とをなす樣望みます。15)項に就きましては後から少し詳しく申上げ度いと存じます。

以上をもつて河川調査事項の概略を申述べた次第であります、次に改修計畫の事柄につきまして少しく申上げ度いと存じますが是は次の機會に讓りまして、河川調査上の心得に就いて申上げます。

第二 河川調査上の心得

1) 水理學上の豫備知識

i 工學用の諸單位

A. 單位長に對する重さ（等分布荷重、棒鋼、形鋼等の重さ）

是は kg/cm, kg/m, 或は poud/inch., poud/foot 等の記號を以つて表示します。

1 kg/cm＝0.01 kg/m＝0.17853 poud/in＝0.01488 pound/ft.

B. 單位面積に對する重さ（應力、壓力、彈性係數、等分布荷重等）

これは kg/cm^2., kg/m^2., ton/m^2., pound/sq.in., pounds/sqft.,等の記號を以つて表します。

1 kg/cm^2＝0.0001 kg/m^2＝0.1 ton/m^2＝0.07031 pound/sq.in.＝0.00488 pound/sq.ft.

C. 單位體積に對する重さ（密度等）

是は kg/cm^3., kg/m^3., ton/m^3., pound/cu.in., pound/cuft., 等の記號で表示致します。

1 kg/cm^3＝10^{-6} kg/m^3＝0.001 ton/m^3＝0.02768 pond/in^3＝0.000016 pound/ft^3.

D. 長さと重さとの積（力のもーめんと、仕事等）

是は kg·cm., kg·m., ton·m., pound·in., pound·ft 等の記號を以つて表します。

1 kg·cm＝100.0 kg·m＝10^5 ton·m,＝1.15212· pound·m.,＝13.8254 pound·ft

E. 力の單位

これを次の如く書き表します。

重量トン……………………………t

1 t＝1.000 kg＝980 Mdyne

重量キログラム……………………………kg

1 kg＝0.980Mdyne＝0.980·10^6dyne

重量グラム……………………………g

1 g＝1/1.000 kg＝980dyne

重量ミリグラム……………………………mg

1 mg＝1/1000g＝0.980dyne

ダイン (Dyne)……………………………dyne

1 dyne＝10^{-6}Mdyne＝1.02mg

メガダイン (Megedyne)……………………Mdyne

1 Mdyne＝10^6pyne＝1.02kg

註 上記の値は重力の加速度 g＝980cm/sec^2 算出せるものであります。

F. 仕事の單位

是は次の如くであります。

キログラムメートル……………………kg-m

1 kg/m9.8J＝9.8·10^7エルグ

エルグ (erg)……………………—

1 エルグ＝1 dyne--cm（絕對單位）

ジュール(joule)……………………………J

$1J = 10^7$ エルグ$= 0.102kg\text{-}m = 10Mdyne\text{-}cm.$

キロジエール(kilojoule)………………kJ

$1kJ = 1000J = 102kg\text{-}m$

ii　單位用語の説明

A．カロリー

一瓦、蒸溜水の温度を1°Cダケ高めるに要する熱量を取りまして、之を「瓦カロリー」或は單に「カロリー」と名付けるのであります。

1「カロリー」$= 4.19 \times 10^7$ エルグ$= 0.427$(瓩・米)

因に0°Cに於きまする氷1瓦融解熱ハ80「カロリー」であります、從つて0°の氷と0°の水とでは水は氷よりも温いと言ふことになります。

B．力の絶對單位

質量1瓦の物體に作用して1 cm/sec^2 の加速度を生ずる力を1「ダイン」と言ひまして、之を力の單位と致します。此の單位は1瓦の重さを以つて力、單位と定めたものとは異りまして、重力には關係のないものでありまして、彼を力の重力單位(Gravitational Unit)と言ひ、これを絶對單位と言ひます(Absolute Unit)

C．1　氣壓

1氣壓＝0°Cの水銀柱760粍＝毎平方糎1034瓦
＝毎平方寸2.53貫

D．1　ワット

1ワット＝毎秒1ジュール＝1アンペア×1ボルト

E．1　馬　力(H.P)

1馬力＝毎秒550(呎・封度)＝毎秒76(瓩・米)
＝746ワット

F．デイメンション(Dimention,元)

速度を表す數値に變位(長さ)を時間で割つた商で表はされます。即ち單位の選び方に依りましてその數値の物理的意味があるのであります。即ち速度は單なる純粹の數ではなくして「デイメンション」を持つてゐると云はれます。それで或量の「デイメンション」とはその量の含む各基本單位の冪數を言ひます。總ての物理的數量は基礎たるべき質量(M)、長さ(L)、時間(T)、なる三つの「デイメンション」の相互關係に依りまして表はされます。例へば

速度の「デイメンション」$=[L/T]=[LT^{-1}]$

加速度の「　同　」$=[L/T^2]=[LT^{-2}]$

力の「　同　」$=[MLT^{-2}]$

となります。でありますから總ての單位は $L^xM^yT^z$ で表はされます。

今密度はどんな「デイメンション」を有つてゐるかと言ひますと、密度は質量(M)瓦を體積(V)立方糎で割つた商(M/V)瓦でありますからその「デイメンション」は

$M/V = M/L^3 = M^1L^{-3}$

從ひまして $L^xM^yT^z$ に當てはめますと、$L^{-3}M^1P^0$ となり、$x=-3, y=1, z=0$ となります。

一般物理的數量の「デイメンション」を示しますと次の通りであります。

種々の量の「デイメンション」

單位	$L^xM^yT^z$ x	y	z	單位	$L^xM^yT^z$ x	y	z	單位	$L^xM^yT^z$ x	y	z
面積	2	0	0	角加速度	0	0	-2	壓縮率	1	-1	2
體積	3	0	0	運動量	1	1	-1	表面張力	0	1	-2
角	0	0	0	運動能率	2	1	-1	粘性係數 μ	-1	1	-1
立體角	0	0	0	慣性能率	2	1	0	動粘性係數 V	2	0	-1
振動數	0	0	-1	角運動量	2	1	-1	平均流速係數 C′($V=C\sqrt{RI}$)	0.5	0	-1
密度	-3	1	0	力	1	1	-2				
比重	0	0	0	壓力	-1	1	-2	摩擦損失係數 f($h=f\frac{l}{R}\cdot\frac{V^2}{2g}$)	1	0	-1
流量	3	0	-1	偶力の能率	2	1	-2				

速度	1 0 -1	仕事	2 1 -2	潤邊	1 0 0
角速度	0 0 -1	工率	2 1 -3	徑深	1 0 0
加速度	1 0 -2	彈性率	-1 1 -2	水面勾配	0 0 0
				水頭	1 0 0

iii 數學

A. 微分學

(1) 變數(Variable), 函數(function)

今一邊の長さ x なる正方形の面積を y で表しますと熟知の如く

$y=x^2$ ………………………(1)

で表はされます。そう致しますと一邊の長さ(x)の變化につれて面積(y)も變化致します。このとき x の或る定つた値例へば5に對して y の値が25と定まります、即ちxの定値に對し y の定まつた値が對應致します。斯様な場合にyは x の函數であると言ひましてxを變數と言ひます。勿論 y も變數であることは申す迄もありません。變數(x)のことを自變數(獨立變數)(Independent Variable)と言ひ、之に對する函數(y)のことを因變數(從屬變數)(dependent Variable)と言ひます。言葉を換へて言ひますれば變數 x の函數とは變數xが變化する爲に變ずるものであつて、變數xから出來た式のことであります。これを $y=f(x)$ なる記號を用ひまして表します。

函數を分けますと次の様になります。

- 代數函數
  - 有理函數
    - 整函數(整式なる函數) 例 $y=ax+b$, $y=ax^2+bx+c$ 等
    - 有理函數(整函數で整函數を割つた形のもの) 例 $y=\dfrac{2x+1}{x^2+1}$
  - 無理函數(根號の付いた式) 例 $y=\sqrt{x}$, $y=\sqrt[3]{x^2+1}$, 等
- 超越函數
  - 對數函數 例 $x=\log e\times 10x$, $y=\log ex$, 等
  - 指數函數 例 $y=3\times X$, $y=5^{2x+1}$, 等
  - 三角函數、或は圓函數 例 $y=\sin x$, $y=\cos(x+a)$, 等

函數の定義に於きましては變數の定まつた値に對し函數の値が定まつてゐることを要求するのみでありまして變數の一つの値に對して函數の値も必ず一つと限定せられてゐるわけではありません。變域内の變數の一つの値に對して唯一つの函數値が對應する如き函數を一價函數と云ひまして、二つ以上の値が定まつてゐるものを多價函數と云ひます。例へば $f(x)=\pm\sqrt{a^2-x^2}$ は二價函數であります。

次にxの a,b,c……の値に對應するyの値を α,β,γ,……とするときは、この對應關係を逆に見て、φ,α,β,γ,……なる値に對してxの a,b,c,……なる値が對應するものとも考へられます。斯の如くに考へるときは、yの一定値に對してxの値が定まつてゐるから、xはyの函數であると考へられます。之を $x=\varphi(y)$ と表しまして、之を $y=f(x)$ の逆函數と稱へます。

亦函數 $y=f(x)$ に於きまして $f(x)\equiv f(-x)$ なるときは、$f(x)$ は偶函數であると云ひ、之に反しまして $f(x)\equiv -f(-x)$ なるときには奇函數であると云ひます。例へば函數 x^2, x^4 等は偶函數で、x, x^3 等は奇函數であります。

(2) 微係數

(1)式 $y=x^2$ に於きまして邊長 x に或る小さな長さ△x(デルターエックス、Delta)だけ增した後の函數y(即ち面積)の値を $y+\triangle y$ で表しますれば、$y+\triangle y=f(x+\triangle x)^2$

$\triangle y=f(x+\triangle x)^2-f(x^2)$ …………………(2)

即ち△yはx(邊長)の增分△xに對する函數y(面積)の增分であります

今 $x=2$ $\triangle x=0.01$ と致しますと、面積の增分△yは(2)式から、

$\triangle y=f(2+0.01)^2-f(2^2)$

$=40.401-4.000=0.0401$ となります。そこで面積yの增分△yと、邊長xの增分との比(即ち△yを△xで割る)を作りますと。

$\dfrac{\triangle y}{\triangle x}=\dfrac{0.0401}{0.0100}=4.0100$

となります。

これは(2)式を△xで割つたものであります、即ち

$$\frac{\triangle y}{\triangle x}=\frac{f(x+\triangle x)^2-f(x^2)}{\triangle x}$$

この右邊の分子を計算致しますと

$$f(x+\triangle x)^2-f(x^2)=x^2+2x\cdot\triangle x+\triangle x^2-x^2$$
$$=2x\cdot\triangle x+\triangle x^2$$

$$\frac{\triangle y}{\triangle x}=\frac{2x\cdot\triangle x+\triangle x^2}{\triangle x}=2x+\triangle x\cdots\cdots\cdots(3)$$

となります。今$\triangle x$が理想的に小なる數（このことを無限小 infinitesimal と言ひます）言葉を換へて言ひますれば、殆んど0と變らぬ程の小さい數となつたときの比$\frac{\triangle y}{\triangle x}$を考へますと、つまり$\triangle x\fallingdotseq 0$となりましたときは，

$2x+\triangle x=2x+0=2x$ となります。$\frac{\triangle y}{\triangle x}$に於きまする$\triangle x$が理想的0（無限小）に近いたときの比を

$\lim\limits_{\triangle x\to 0}\frac{\triangle y}{\triangle x}$ と書き表します。

即ち $\lim\limits_{\triangle x\to 0}\frac{\triangle y}{\triangle x}2x\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(4)$

この$\triangle y$と$\triangle x$との比の無限小の値$2x$を原の函數(x^2)の微係數と云ひまして之を$\frac{dy}{dx}$の記號で書き表します。而して原の函數から此の微係數（$2x$）を求むる一寸様子の變つた計算法を微分法と云ひましてこの計算をなすこと、即ち原の函數から微係數を求めることを、原の函數を微分すると云ひまして、微係數又は之に關聯する問題の研究を微分學と言つております。

或る函數を微分して得ました微係數は要するに一つの函數でありますから微係數のことを其別名とて誘導函數(derived function)或は單に導函數とも云ひます。

そこで先程の例題$y=x^2$に於て $x=2$ $\triangle x=0$ と致しますと$\frac{\triangle y}{\triangle x}=2x+0=2\times 2+0=4.0$ となりまして$\triangle x$が無限小のときの面積(y)の增加$\triangle y$と$\triangle x$との比は4でありましてこの4が$y=x^2$に於きまする$x=2$のときの微係數と云ふことになります。此處で$\frac{dy}{dx}$と言ふことは代數字的意味の$\frac{0}{0}$ではなくて、無限小の割合でありましてどんなに小さな値であつても割合は存在する理であります。極く卑近の例を以つて說明致しますと、今5億圓と2億圓との比は2.5で、つまり5億圓は2億圓の2.5倍に當ると用じく5厘と云ふ金は2厘の矢張2.5倍に當ります。然して5厘と云ふ金は5億圓といふ大金から見ますると5厘は5億圓の千億分の一で5億圓から見まするると殆んど0圓に近いものでせう、然しながら、この0圓に近い5厘と2厘との割合は矢張り2.5倍で、無限小を無限小で割つて2.5倍となつた理です。今まで申上げました$y=x^2$の微係數を求むるに、$\frac{d}{dx}(x^2)=2x$ といふ記號を以つて表示致します。

次に簡單な微係數(導函數)を示しますと次の通りであります。

（3）簡單な函數の微係數（導函數）

$$\frac{d}{dx}(c)=0$$
$$\frac{d}{dx}(x)=1$$
$$\frac{d}{dx}(x^2)=2x$$
$$\frac{d}{dx}(x^3)=3x^2$$
$$\frac{d}{dx}\left(\frac{1}{x}\right)=-\frac{1}{x^2}=-x^{-2}$$
$$\frac{d}{dx}\left(\frac{1}{x^2}\right)=-\frac{2}{x^3}=-2x^{-3}$$

一般に$y=x^n$（nハ正ノ整數）とすれば
$$\frac{d}{dx}x^n=nx^{n-1}$$

$y=\sin x$ トスレバ
$$\frac{d}{dx}\sin x=\cos x$$

$y=a^x(a>0)$トスレバ
$$\frac{d}{dx}a^x=a^x\log a$$

$a=e$ とおけば
$$\frac{d}{dx}e^x=e^x\text{（微分しても不變）}$$

$y=\log_a x(a>0, a\neq 0, x>0)$より
$$\frac{d}{dx}\log_a x=\frac{1}{x}\log_a e$$

$a=e$ とすれば
$$\frac{d}{dx}\log x=\frac{1}{x}$$

同様に $\frac{d}{dx}\cos x=-\sin x$

B．積　分　學

（1）不　定　積　分

今或る函數の微分が$3x^2dx$であると致しますと原の函數はxの如何なる式であるかと言ひますれば、微分したときx^2になる函數といへば、之よりも、も一つだけ次數の高い處の x^3 といふものであるといふことが自然とわかつて來る筈です。つまり

$$\frac{d}{dx}(x^3)=3x^2$$

或は、$\frac{d}{dx}(x^3+C)=3x^2$　の逆でありまして、一般に微分が$3x^2dx$ となる函數はx^3+Cであります。但しCは0とか3とか－5とか$-\sqrt{7}$　とかいふ任意の定數で、x^3の相棒はx^3+1, x^3-9, 或は$x^3+\sqrt{5}$　であつてもよい譯です。この微分を知つて原の函數を求めることを此微分を積分する(integrate)と言ふのであります。例へば$6x^2dx$ を積分すれば$2x^3+C$となります。それか積分することの記號にはS（sumに集める）の字を變形した處の$\int$なる記號を用ゐます。從つて今示しました$6x^2dx$を積分するといふことを$\int 6x^2dx=2x^3+C$ の如くこの記號を微分の前に付けるのであります。亦此記號を讀むには「インテグラル」(integral)と讀みます。

例1　x^3dxを積分せよ

解　x^3の次數を一つ高めるとx^4となりますが、このx^4を微分致しますと$\frac{d}{dx}x^4=4x^3$となりましてx^3の前に四倍の數係數がつきます、そこで此數係數が現れないやうに初めから $x^4=\frac{1}{4}$なる定數を掛けた、$\frac{1}{4}x^4$ を作りますれば、この微係數は丁度x^3となります

即ち $\frac{d}{dx}\frac{1}{4}x^4=\frac{1}{4}\times4x^3=x^3$

$\therefore \int x^3dx=\frac{1}{4}x^4+C$　　　であります。

例2　$(x^3-6x^2)dx$を積分せよ

答　$\int(x^3-6x^2)dx=\frac{1}{4}x^4-2x^3+C$

例3　$\int(2x^3-3x^2+4x-5)dx$　を求めよ

答　$\frac{1}{2}x^4-x^3+2x^2-5x+C$

例4　$\int 1\,dx$

$\int 1\,dx=\int dx=x+C$

例5　$\int(x^2+1)^2dx$　を求めよ

解　$\int(x^2+1)^2dx=\int(x^4+2x^2+1)dx=$

$$\frac{x^5}{5}+\frac{2}{3}x^3+x+C$$

（2）定　積　分

今$\int_1^3 6x^2dx$の如く$\int$ の上下に數が書いてあるものを見ますると致しますと、此の意味はどうかと言ふに積分した結果の式$\left(\int 6x^2dx=2x^3+C\right)$ なる$2x^3+C$に上の數3を代入したものから又$2x^3+C$ に下の數1を代入したものを引いた差を表はすのであります。即ち

$\int_1^3 6x^2dx=(2\times3^3+C)-(2\times1^3+C)$ を意味します。之を計算致しますれば、$\int_1^3 6x^2dx=54+C-2-C=52$、となります。

この計算で見て明かな如くに、此場合の定數C(integral constant)は引算の時に消えてしまひますから初からCを省略してしまうのが普通であります。そこで$\int$の上下に數の附いた場合は任意の定數Cが無くなりますから答は確定することになります。此の樣な場合の積分のことを特に定積分(definite integral)と云ふのであります。之に對しまして$\int$，上下二數の附のてゐない場合の積分を不定積分と云ふのであります。

上の計算は實際には次のやうにして求めます。

$$\int_1^3 6x^2dp=\Big[2x^3+C\Big]_1^3=(2\times3^3)-(2\times1^3)$$
$$=54-2=52$$

尚ほ、二、三の例を示しますと

例1　$\int_0^4(3x^2-4x+3)dx=\Big[x^3-2x^2+3x\Big]_0^4$
$=(4^3-2\times4^2+3\times4)-(0^3-2\times0+3\times0)$
$=(64-32+12)-0=44$

例2　$\int_0^x(4x^3-6x+5)dx=\Big[x^4-3x^2+5x\Big]_0^x$
$=(x^4-3x^2+5x)-0=x-3x^2+5x$

一般に$\int_a^b f(x)dx=\Big[F(x)\Big]_a^b=F(b)-F(a)$　で書き表すことが出來ます。

次に、

$\int_0^a\int_0^{\sqrt{y}}2xydxdy\Big[$之を$\int_0^a dx\int_0^{\sqrt{y}}$
$2xydy$　とも書きます$\Big]$　の如く積分の記號が二つあり、之に對して$dxdy$ の如く變數の微分が二つ付い

てゐるものを二重積分と言ひます。この意味は初に二つ付いてゐる積分の記號の中の初めの方と後に二つ付いて變數の微分の後の方とを取り去つた殘りの中央の部分であるところの。

$$\int_0^{\sqrt{y}} 2xydx$$

を先づ積分します。但しこのときの微分は dx でありますが之がdxがであるとxだけが變數であつてyは定數であると見做して積分するのであります。即ち

$$\int_0^{\sqrt{y}} 2xydx=\left[x^2y\right]_0^{\sqrt{y}}=y\times y-0\times y$$

$$=y^2-0=y^2$$

と計算致します、そこで與へられました二重積分は、

$$\int_0^a\int_0^{\sqrt{y}} 2xydxdy=\int_0^a y^2dy$$

となつて普通の積分になります、次に之を更に積分して。

$$\int_0^a y^2dy=\left[\frac{1}{3}y^3\right]_0^a=\frac{1}{3}a^3-0=\frac{1}{3}a^3$$

と計算するのであります。この$\frac{1}{3}a^3$が最後の結果であります。

次に一、二の例を示しますと。

例1 $\int_1^3\int_0^2(2x-y+5)dxdy$ を求む

$$\int_6^3\int_0^2(x-y+5)dxdy=\int_6^3\left[x^2-yx+5x\right]_0^2 dy$$

$$=\int_1^3\left[2^2-2y+10\right]by=\int_1^3(14-2y)dy$$

$$=\left[14y-y^2\right]_1^3$$

$$=(14\times3-3\times3)-(14\times1-1\times1)=33-13=30$$

例2 $\int_0^1\int_{-\sqrt{ax}}^{+\sqrt{ax}}\left(\sqrt{ax}-\frac{u^2}{\sqrt{ax}}\right)dudx$ を求む

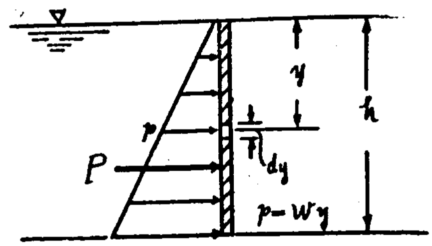
$$\text{上式}=\int_0^1\left[\sqrt{ax}\,u-\frac{u^3}{3\sqrt{ax}}\right]_{-\sqrt{ax}}^{+\sqrt{ax}}$$

$$=\int_0^1\left\{\left(ax-\frac{ax}{3}\right)-\left(-ax+\frac{ax}{3}\right)\right\}dx$$

$$\int_0^1\frac{4}{3}axdx=\left[\frac{2}{3}ax^2\right]_0^1=\frac{2}{3}al^2$$

次に微分方程式なるものを説明致し度いのでありますがあまり長くなり、亦稍高尚な部門に入りますから微積分のことは之位にして上の應用として、今板に及ぼす靜水壓を求めてみます。(圖一1參照)壓力pが水深yとp=wyなる關係があるとき、表面

圖 — 1



からhだけの深さにある板に働く水壓は

$$P=\int_0^h pdy=\int_0^h wydy=w\left[\frac{y^2}{2}\right]_0^h$$

$$=w\left(\frac{h^2}{2}\right)=\frac{wh^2}{2}$$

C. 最小自乘法

最小自乘法は觀測の整正及び比較をなすのが目的でります、例へば或る河川の水位と斷面積との關係を表(斷面積曲線)方程式、流速曲線を表す方程式、亦は流曲線を表す方程式を實際に觀測して得た或る曲線に最近似な曲線方程式を作り、その觀測値の整正と比較をす場合等でありますそ。れから觀測にも直接に測鎖で線を測る直接觀測や、今申し上げました様な流量曲線程式を作る場合のやうに、求めやうとする曲線方程式關係をもつてゐる實際に測つて得た流量(直接觀測せるを用ひまして所求の方程式を間接に定めやうとする所間接觀測とがあります、

扨て吾々は或量の大さを測りましても、その眞値(T.ue value)を知ることは、到底出來ません、この場合觀測値と眞値との差を誤差(errors)と言ひます。誤差分けますと次の如くになりす。

誤差
- (1) 定誤差 (constant errors)
  - 法則によるもの
  - 器械によるもの
  - 人によるもの
- (2) 過失 (mistake)
- (3) 偶然誤差 (accidental errors)

以上の中(3)の偶然誤差(或は不規則的誤差)と云ふは、例へば水準器測量に於きまして水準器の急激なとか、風の影響、或は大氣中光線の屈折等から起る誤で(1)、(2)は((1)、(2)の説明は他日に讓ります)差を消去することが出來ますが、この(3)は誤差を避ることの出來ないものであります、然し面白いことに

この(3)のやうな場合の不規則な誤差は數學的考究の餘地なしと思はれさうですが、仔細に之を觀まするに、この觀則を幾回かの反復によりまして偶然誤差を相殺してなるべく確からしい値を求めることが出來るといふ法則(最確値=most probable vaiue)に支配されるものでありまして、之の偶然誤差を除去する方法を最小自乘法の主眼とするものであります。何故此の方法を最小自乘法と言ふのか、といひますと、一般に同一精度の測定に於きまして測定量の或る確からしい値は其の殘差の平方の和を最小ならしむるが如き値（殘差と云ひますのは測定量の或る確からしい値と觀測値との差）でありまして、この原理から最小自乘法と云ふ名を招致しましたものであります。

最小自乘法の種々の定理や法則のことを述べまするには概論から申上げなければならないのでこれを申上げますと非常に長くなります故この事は次の機會に讓りまして、唯流速曲線や、流量曲線を作る時に必要な最小自乘法の使ひ方だけを申上げます、この場合に觀測等式と正等式と云ふ名稱のものが出て來ますが、觀測等式と云ひまするのは、未知量の既知函數がある觀測値を有する事を表す等式を云ひまして正等式と云ひますのは殘差を0ならしめた等式でありまして、未知量（例へばx,y,z）の有する數だけ方程式もあるものであります。

觀測等式は未知量が例へば（x,y,zの如く）三つであつても等式は觀測した數だけある理です、次に觀測等式から正等式を作る方法の一、二を示しますと、

例1
$$\left.\begin{array}{r} -1.2x+0.2y+0.9=0 \\ 3.0x-2.1y+1.1=0 \\ 0.7x+1.6y-4.0=0 \end{array}\right\}$$
より正等式を作るには

係數を次の如く配列し

a	b	l	s	
−1.2	+0.2	+0.9	−0.1	（但しs=a+b+l）
+3.0	−2.1	+1.1	+2.0	
+0.7	+1.6	−4.0	−1.7	

次に積及びその總和を求めます。

aa	ab	al	as	bb	bl	bs	ll	ls
1.44	− 0.24	− 1.08	+ 0.12	0.04	+ 0.18	− 0.02	0.81	− 0.09
9.00	− 6.30	− 3.30	+ 6.00	4.41	− 2.31	− 4.20	1.21	+ 2.20
0.49	+ 1.12	+ 2.80	− 1.19	2.50	− 6.40	− 2.70	16.00	+ 6.80
10.93	− 5.42	− 0.58	+ 4.93	+ 7.01	− 8.53	− 6.94	+ 18.02	8.91

そこで正等式は
$$\left.\begin{array}{r} 10.93x-5.42y-0.58=0 \\ -5.42x+7.01y-8.53=0 \end{array}\right\}$$
となりまして、この二元一次方程式からyを求めます

照査　〔aa〕　〔ab〕　〔al〕　〔as〕

10.93 − 5.42 − 0.58 = 4.93

〔ab〕　〔bb〕　〔bl〕　〔bs〕

− 5.42 − 7.01 − 8.53 = −6.94

〔al〕　〔bl〕　〔ll〕　〔ls〕

− 0.58 − 8.53 + 18.02 = 8.91

例2
$$\left.\begin{array}{r} x-y+2z-3=0 \\ 3x+2y-5z-5=0 \\ 4x+y+4z-21=0 \\ -x+3y+3z-14=0 \end{array}\right\}$$
より正等式を作るには

aa	ab	ac	al	bb	bc	bl	cc	cl	s	as	bs	cs
1	− 1	+ 2	− 3	1	− 2	+ 3	4	− 6	− 1	− 1	+ 1	− 2
9	− 6	− 15	− 15	4	− 10	− 10	25	+ 25	− 5	− 15	− 10	+ 25

16	+ 4	+ 16	− 84	1	+ 4	− 21	16	− 84	− 12	− 48	− 12	− 48
1	− 3	− 3	+ 14	9	+ 9	− 42	9	− 42	− 9	+ 9	− 27	− 27
+ 27	+ 6	0	− 88	+ 15	+ 1	− 70	+ 54	− 107	− 27	− 55	− 48	− 52

(但し$s=a+b+c+l$)

これから次の如く正等式が得られます

$$\left.\begin{array}{r}27x+6y\qquad -88=0\\ 6x+15y+z\quad -70=0\\ y+54z-107=0\end{array}\right\}$$

之の三つの方程式から x,y,z を求めます

照査　$27+6\quad-88=-55=[as]$

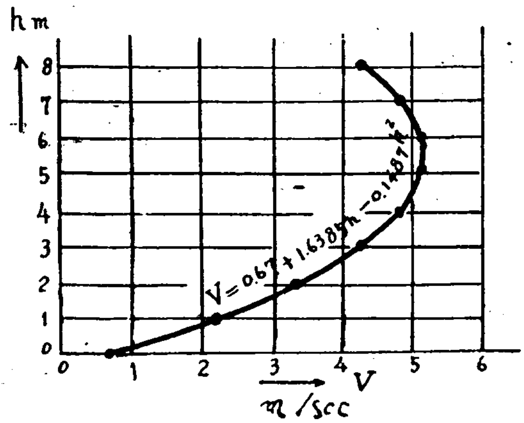
$6+15+1-70=-48=[bs]$

$1+54-107=-52=[cs]$

次に流速曲線の作製の一例を示しますと、

今ある川の流速觀測に於て次の結果を得たとし、曲線圖を作らうとするには、先づ水位(h)を縦距とし、流速(V)を横距として觀測した水位の流速を圖面に落せば略ぼ抛物線をなしまして一定點(水位0流速 0.67m)を通過致します

圖 — 2



h	V
8 (水面)	4.25 m/sec
7	4.86
6	5.14
5	5.15
4	4.85
3	4.24
2	3.36
1	2.16
0 (河底)	0.67

故に水位(h)と流速(V)との關係は $V=0.67+Bh+h^2$ を以つて表すことが出來ます。この式にhとVの觀値を入れますと8個の觀測等式が得られます、即ち

$$\left.\begin{array}{l}2.16=0.67+B+C\\ 3.36=0.67+2B+4C\\ 4.24=0.67+3B+9C\\ 4.85=0.67+4B+16C\\ 5.15=0.67+5B+25C\\ 5.14=0.67+6B+36C\\ 4.86=0.67+7B+49C\\ 4.25=0.67+8B+67C\end{array}\right\}\therefore\begin{array}{l}B+C-1.49=0\\ 2B+4C-2.69=0\\ 3B+9C-3.57=0\\ 4B+16C-4.18=0\\ 5B+25C-4.48=0\\ 6B+36C-4.47=0\\ 7B+49C-4.19=0\\ 8B+64C-3.58=0\end{array}$$

aa	ab	al	s	as	bb	bl	bs	ll	ls
1	+ 1	− 1.49	+ 0.51	+ 0.51	1	− 1.49	+ 0.51	2.2201	− 0.7599
4	+ 8	− 5.38	+ 3.31	+ 6.62	16	− 10.76	+ 13.24	7.2361	− 8.9039
9	+ 27	− 10.71	+ 8.43	+ 25.29	81	− 32.13	+ 75.87	12.7449	− 30.0951
16	+ 64	− 16.72	+ 15.82	+ 53.28	256	− 66.88	+ 253.12	17.4724	− 66.1276
25	+ 125	− 22.40	+ 25.52	+ 127.60	625	− 112.00	+ 638.00	20.0704	− 114.3296
36	+ 216	− 26.82	+ 37.53	+ 225.18	1,296	− 160.92	+ 1,351.08	19.9809	− 167.7591

49	+ 343	− 29.33	+ 51.81	+ 362.67	2,401	− 205.31	+ 2,538.69	17.5561	− 217.0839
64	+ 512	− 28.64	+ 68.42	+ 547.36	4,096	− 229.12	+ 4,378.88	12.8164	− 244.9436
204	+ 1,296.0	− 141.49	+ 211.35	+ 1,348.51	8,772.00	− 818.61	+ 9,249.39	110.0973	− 850.0027

これから次の如く正等式が得られます。

$$\left.\begin{array}{l} 204B+1{,}296C-141.49=0 \\ 1{,}296B+8{,}772C-818.61=0 \end{array}\right\}\text{之を解いて}$$

$B=1.6385$

$C=0.1487$

$\therefore\ V=0.67+1.6385h-0.1487h^2$

と云ふ曲線式=なります。照査は省略致しますが、これは極めて重要なことでありますから必らず行はねばなりません(圖－2參照)

D. 近似値計算法の二、三の例

（１） 平方根($\sqrt{\ \ }$)の近似値計算法

一般に$(a\pm b)^2=a^2\pm 2ab+b^2$

今bをaに比べて充分に小さい數とするとb^2を省略して大した誤りは起らないでせう、即ち

$(a\pm b)^2 \fallingdotseq a^2\pm 2ab$

之を少しく變化すると

$b\fallingdotseq\dfrac{(a+b)^2-a^2}{2a}$ …………（１）或は

$b\fallingdotseq\dfrac{a^2-(a-b)^2}{2a}$ …………（２）

今$(a\pm b)^2$を與へられた數と致しますと、求めるのは$a\pm b$でありますから$\sqrt{\ }a$として、a^2が$(a\pm b)^2$に極く近い數を適當に假定しますと、上式に依りまして、bが決り、從つて$(a\pm b)$に依りまして求める平方根の近似値を得ることが出來ます。

例 641.153041 の平方根を求む

641は大體25^2と云ふことを掴んで

$25^2=625$ $\therefore a=25$ $a^2=625$ として上式の（１）に當て嵌めますと

$b=\dfrac{641.153041-625}{2\times 25}=\dfrac{16.153041}{50}=0.32306$

$\therefore\ a\pm b=25+0.32306=25.32306$ 實際に求めますと25.321で其差は僅か0.00206で餘程精密な計算の場合以外には支障はないことゝ存じます。

（２） 立方根($\sqrt[3]{\ \ }$)の近似値計算法

一般に$(a\pm b)^3=a^3\pm 3a^2b+3ab^2\pm b^3$ 之を平方根の場合のやうに$(a\pm b)^3\fallingdotseq a^3\pm 3a^2b$ とをき變形すれば、

$b\fallingdotseq\dfrac{(a+b)^3-a^3}{3a^2}$ …………（１）

或は$b\fallingdotseq\dfrac{a^3-(a-b)^3}{3a^2}$ …………（２）

この（１）、（２）式を使つて平方根の場合に求めた方法で立方根が求められます、 例$\sqrt[3]{67847}$を求む

67847は２桁の立方であることを掴んで67847に最も近い立方根を求めますと大體41の立方と云ふことになります

$\therefore$ $a=41$とすれば $a^2=1681$ $a^3=68921$

依つて上式の（２）に當て嵌めて

$b\fallingdotseq\dfrac{a^3-(a-b)^3}{3a^2}=\dfrac{68921-67847}{3\times 1681}=\dfrac{1074}{5043}$

$=0.213$

$\therefore$ $a-b\fallingdotseq 41-0.213=40.787$

五桁の對數表から求めますと $a-b=40{,}786$ となりまして其差は僅か0.001に過ぎません、從つて實用上用ひても大した不都合はないと存じます。

（３） 三次方程式の圖式解法

xに就いての三次函數の一般形は

$y=ax^3+bx^2+cx+d$ ……………（１）であります、

こゝで $h=-\dfrac{b}{3a}$、$k=d+ch-2h^3$

$=d-\dfrac{bc}{3}+\dfrac{2b^3}{27a^2}$ …………（２）と置きまして

坐標原點を點(h,k)に移動しますと

即ち $x=x'+h,\ y=y'+k$

と致しますと式（１）は式（２）の形

$y'=ax'^3+\left(c-\dfrac{b^2}{3a}\right)x1$ …………（３）

になります、從つて式（１）の曲線を描きますには、之を直接に描く代りに、坐標軸(x',y')に就いて式（３）の曲線を描けばよいことになります。

例 $y=x^3+5x^2-13x+2$ の曲線を描き、$x^3+5x^2-13x+2=0$ の根を求む。

之を(1)式に比較致しますと

$\left.\begin{array}{ll} a=1 & b=5 \\ c=-13, & d=2 \end{array}\right\}$ でありますから

$h=-\frac{5}{3}=-1.66$

$k=2-\frac{5(-13)}{3}+\frac{2.5^3}{27}=32.92$

$c-\frac{b^2}{3a}=-13-\frac{5^2}{3}=-21.33$

であります故に問題の曲線は $-1.66(h), 32.92(k)$ を原點とする坐標軸についての

$y'=x'^3-21.33x'$

の曲線であつて圖の如くなになります

よつて $y=x^3+5x^2-13x+2$ の根は $y=0$ 從つて x 線上の $-6.95, +0.15, +1.65$、の三つであります。(圖一3參照)

の形となります

但し上式に於きまして

$p=\frac{c}{a}-\frac{b^2}{2a^2}, q=\frac{2b^3}{27a^3}-\frac{bc}{3a^2}+\frac{d}{a}$ ……

(5) 式の形の z をグラフから解きまして、然る

$x=z-\frac{b}{3a}$ を求めるとよいわけです。

例 $x^3-8.75x+7.61=0$ の根を求む

先づ $x^3+px+q=0$ ……………(5)′

を　$y_1+x^3, y_2=-px-q$ ……(7)

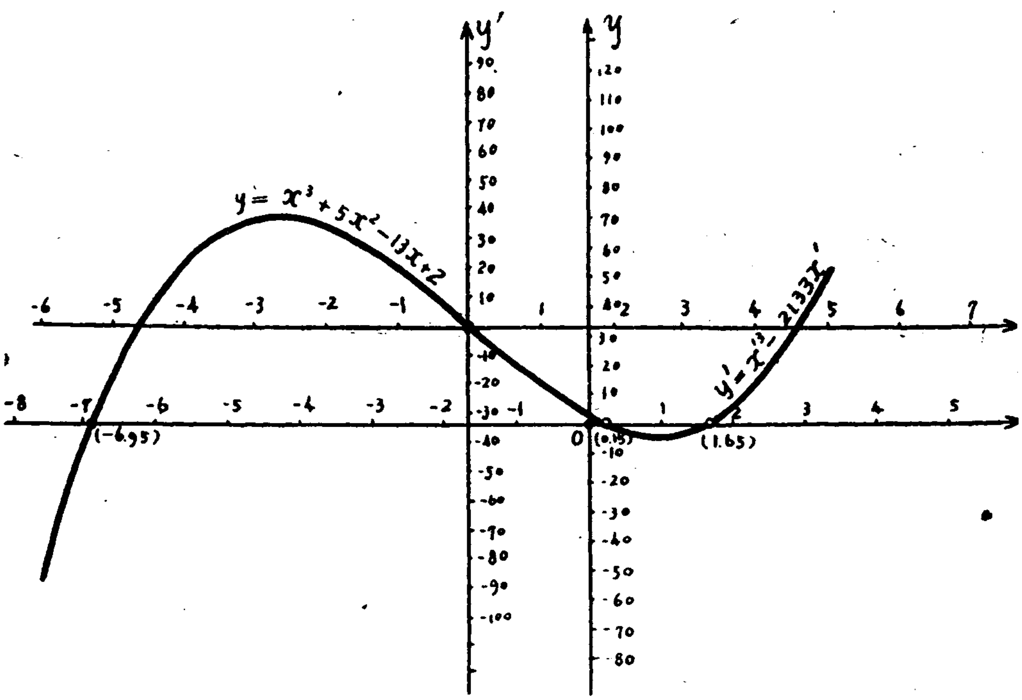
$(y_1+y_2=0)$

とし、y_1 と y_2 の曲線を別々に描き其交點の横座

求めるとよい理であります。

$y_1=x^3$ は三次拋物線で、$y_2=-px-q$ は直線で

圖一3



上記の方法は確實でありますが方程式の異る毎に其の曲線を一々描く必要がありますので此不便を除く爲に

$ax^3+bx^2+cx+d=0$

を　$x=z-\frac{b}{3a}$ ……………(4)

と置くことによりまして

$z^3+pz+q=0$ …………(5)

まして、(7)式に $y_1=x^3$、$y_2=+8.75x-7.61$ とし

描きき其交點の横座標を求めますと上式の根は +

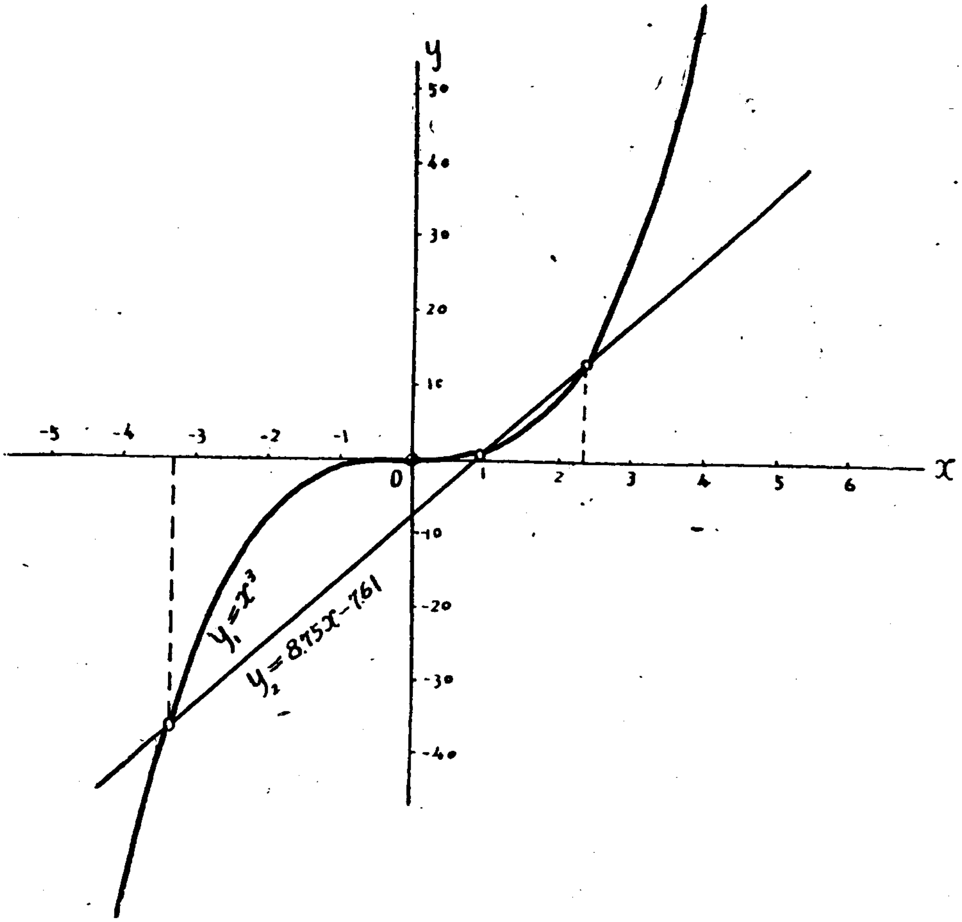
+0.94、-3.35 の三つの答が得られます。(圖一4

此の外に「ツアーベル」(W. Zabel) の三次方程

式解法がありますが餘り長くなりますから他の機

ります。

圖 一 4



(2) 流出率又は流出係數

一定期間內に流域から流出する水量の總和を河川の流出量と云ひます。時間を横距とし流出量を縱距として描いた曲線を流出量曲線と言ひます。流出量（R）は流量(Q)を時間(t)の函數，卽ちQ＝f(t)とした場合には次式で表はされます

$$R=\int Q dt=\int f(t) dt \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

河川の流出量は流域內の雨量、蒸發、滲透並びに流域內に密接な關係があるばかりでなく、地勢、地質にも影響せられます。

流出量を雨量、蒸發、滲透等と比較する爲に、之を全流域面積で除して水の高さに換算したものを流出高と呼び雨量と同じくm,m,を單位として表はされます。

今流域の平均雨量をh，蒸發量をαh，滲透の結果流域外に流出したり、又は樹根に吸收せられて失はれる水量をβhで表せば流出高(αh)は次の如くになります

$$h=\alpha h+\beta h+h$$

$$\therefore \quad h=h-(\alpha+\beta)h \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

$(\alpha+\beta)h$は雨量の中河川を涵養しない部分でありますから、之を消失高と呼び、流出高αhは雨量の內直接、間接に河川を涵養する部分でありますから、之を有效雨量とも云ひます

式(1)のαは流出高と雨量との比であつて、之を流出率又は流出係數と云ひ、$(\alpha+\beta)$は消失高と雨量との比であつて、之を消失係數と呼びます。

流域面積を$A(km^2)$，1水年（地表又は地中に蓄積せ

られた水量の最小なる時期を1年の始とするのを水年又は水文年と云ふ）の流域平均雨量をh（m,m)、流出高をαh(m,m)、總流出量をR(m^3)、年平均流量を Q_0(m^3/sec)とすれば、式(1)を用ひて

$$\gamma h=0.001\frac{R}{A}=0.001\frac{\int Qdt}{A}\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

然るに、$Q_0=\dfrac{\int Qdt}{365\times24\times60\times60}=\dfrac{\int Qdt}{31536000}\cdots(4)$

從つて、$\int Qdt=431536000Q_0$

$$\therefore\quad \gamma=\frac{31536Q_0}{hA}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

或は　$Q_0=0.000032\gamma hA\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(6)$

式(5)に於て年平均流出量がわかつておれば流出係數が分ります、又式(6)に於て或る河川、流出係數が分つてゐますと、其河川流出量がわかることになります。

この流出係數を知ることが改修計畫に最も必要な事柄でありますから、出來る限り確實性のある流出係數を求めて置く必要がある理であります。

我が滿洲國に於きましては交通部設置の水位觀測箇所が343箇所ありますがこの中流量測定箇所が121箇所で1箇所の支配する流域面積は10,800平方粁で大變尠いものであります。亦流量測定も觀測其他が不備であり尙亦短期間の觀測でありまする故充分確實な成績を揚げてゐませんので、從つてはつきりとした流出係數は之から段々と作つて行く途上に在ります。松花江の同江で年流出率が39%位です。

この年平均流出率は治水上には殆んど利用の途がありません、治水上又は下水道の設計上などに必要とせられるのは短期間の豪雨の流出率が欲しいのでありますが其の測定は更に困難で、然かも資料に乏しいものであります。設計上に於きましてはなるべく率を大きく取れば安全率が大きくなりまする故良ろしいと存します。

3）比　流　量

比流量と云ひまするのは流域單位面積當りの流量の値でありまして、m^3/sec/km^2、或は lit/sec/km^2 を單位として用ひられます。

比流量は低水量に關するものと、高水量に關するものとの別がありまして、利水事業に應用されますのは前〔者〕治水事業に利用せられますのは後者であります。

此の比流量は河川改修計畫高水量の間接算定の役割〔を〕演ずるものであり重要なものであります。詳しいこと〔は〕他の機會に讓りまして滿洲河川に於きまする主要河川〔を〕調べましたものゝ比流量を示しますと概略次の如くで〔あ〕ります。

滿洲諸河川洪水量

河川	地點	流域面積(km^2)	最大洪水量 m^3/sec	比流量(m^3/sec/km^2)
嫩江	庫莫屯	33,000	2,850	0.086
諾敏河	烏爾科	23,000	4,400	0.191
飲馬河	窰門	7,750	900	0.116
甘河	柳家屯	20,000	2,130	0.107
拉林河	察家溝	19,250	8,000	0.416
第二松花江	吉林	43,000	10,500	0.244
呼蘭河	呼蘭	37,200	8,130	0.218
阿倫河	烏司門	7,660	1,230	0.161
截兒河	文得根	12,700	2,200	0.173
洮兒河	察溝森	7,900	1,650	0.210
松花江	哈爾濱	387,156	11,020	0.029
遼河	前新攻	177,720	9,700	0.055
東遼河	三江口	10,320	380	0.037
西遼河	鄭家屯	92,150	425	0.005
渾河	撫順	6,830	10,000	1.464
太子河	遼陽	8,000	3,260	0.407
海城河	海城	1,060	3,080	2.906

4）河　狀　係　數

河川に於きまして最小流量と最大流量との比（或はその逆數）を名づけて河狀係數と言ひます、式で書き表しますれば$\dfrac{最小流量(m^3/sec)}{最大流量(m^3/sec)}=1$：幾何で流量の單位は$m^3$/secでなくても$m^3$/minでも$m^3$/hrでよろしい理ですが$m^3$/secが都合が良ろしいです。河狀係數は河川が急であるほど値が小さく、一つの河川に就いても上流は河狀係數が小さく下流に赴くに從つてその値を增すものであります。又流路の途中に湖水などがあつて洪水量の調

行はれる場合には河狀係數が增大致します、亦我が滿洲河川では緩流であつても雨期以外は雨量が少いから非常に河狀係數は小さな値であります。河狀係數が小さいと言ふことは最小流量と最大流量との差が大きいことを意味致しますから、利水上からは用水取入や、舟運に不便であり、治水上からは洪水防禦に困難が多く、何れの方面から言ひましても好ましいものではありません。佛蘭西では河狀係數1：100以上を良好河川、1：100以下を不良河川として全國河川を分類してゐるとのことですが、我が滿洲河川は次に示すやうに極めて不良河川であるといふことが肯定出來ます。

滿洲諸河川河狀係數

河川	地點	最小流量 (m^3/sec)	最大流量 (m^3/sec)	河狀係數
拉林河	蔡家溝	60	5,700	1: 95
飲馬河	營門	5	780	1:16[illegible]
呼裕爾河	克山	2	219	1:104
訥謨爾河	訥河	9	540	1: 61
諾敏河	烏拉科	18	1,337	1: 74
洮兒河	察爾森	13	1,014	1: 80
阿倫河	烏司門	3.5	1,140	1:327
灤河	承德	7.5	1,563	1:756
西遼河	鄭家屯	3	257	1:186
遼河	前新改	22	2,050	1: 93
渾河	撫順	0	1,640	0
東遼河	三江口	0	231	0
遼河	巨流河	0	2,900	0

註：上表は最小流量不明瞭の爲河狀係數大なるものあるも實際は可なり小なる筈と思推致します、

5) 水位測定

A. 水位測定

B. 水位測定の方法

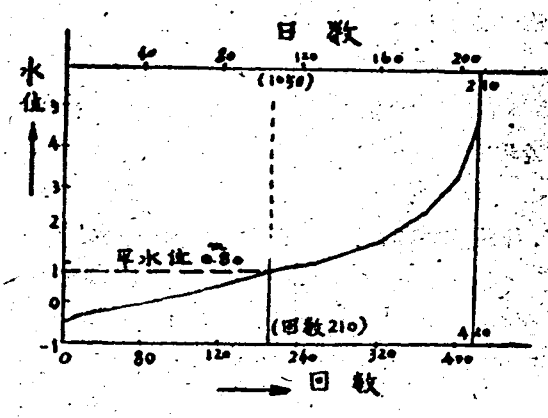
C. 水位測定に伴ふ困難性

D. 水位の種類

E. 其他

これ等の事項に就きましては第3回滿洲國道路講習會に於きまする照井隆三郎氏講演『河川の基本調査に就いて』及び交通部水路司制定「河川調査心得集録」を參照せられる樣希望致します。唯水位の種類の中平水位に就いて申上げます、平水位と平均水位と往々同じ樣に考へられる方が有りますが、之は全然意味（例へ平水位と平均水位と一致する場合があるとしても）が違ふものであります、それでは平水位とはどのやうな水位かと申上げますと『滿洲河川測定規定』第6章第39條に『一年の中結氷期間を除きたる期間を通じて定時に觀測したる水位を取りて總觀測回數の半數は此の水位より高く他の半數は此の水位より低き水位を稱す』とあります。この水位の求め方には「カード」に一、一水位を記入し、觀測回數だけの「カード」枚數を低い方から順次に（或は高い方から順に）高い水位に並べ揃へ、その枚數の半分の「カード」に書かれてゐる水位を取れば、これが平水位であります亦は低い水位から高い水位數字を順次に（或は高い方から低い方に）書き、其側に各水位の回數を書き留めて其回數を低い方から（或は高い方から）加へ合せて行き丁度全回數の半分となつたときの水位を取れば、これが平水位であります。或は繼續曲線（一定の水位段階以下の總ての水位の回數を一年間に亘つて一勿論結氷期を除く一累加したものと水位との關係を圖示したもの）を畫き回數の半分に對應する水位は是より高い水位と低い水位との出現回數が相等しい水位即平水位に相當するのであります。（圖一5參照）繼續曲線の例

圖一5



觀測日數201日

同 回數1日2回

總回數は 210×2=420 回平水位は210回の點

6) 流泥觀測、水質檢査

本項も同上二者を參照せられる樣望みます。

7) 流速の測定と平均流速曲線

1 流速の測定

流速の測定は申すまでもありませんが河川斷面の平均流速を算定する目的で爲されるものであります。流速測定箇所は川底，水深などが略一定して居り、直線流路であつて流線が河岸に平行である樣な地點を撰び、渦流や逆流のある箇所を避けなければなりません。測量方法には次の如きものがあります。

(a) ピトオ管或は「ダルシー」管

これは水中に立てた硝子管の下部を直角に曲げてその端を上流に向け、流速水頭を壓力水頭に變へて管內の水の高さ(h)から流速(V)を測るものであります。

$V=\mu\sqrt{h}$

μは管に特有の常數であります。

(b) 水面浮子

これは洪水時に一般に使用せられます、流速を測定するには流水幅を河岸に平行な、略々同一幅員の數多の條片に區けて、各條片の中央毎に浮子を流し、表面流速を測定し、これに係數を乘じて平均流速を求めるもので。

$Vm=KVs$

茲に Vm=平均流速、K=常數、Vs=表面流速

尙詳しいことは「河川調査心得集編」中にありますから御覽を願ひます。

(c) 棒浮子

本項は「河川調査心得集編」中に記載してありますから說明は省略させて戴きます。

(d) 流速計

流速計には回轉數を音によつて水上から聽く聽音流速計と電流を使用して回轉毎に電路を閉ぢて音を發せしめる電氣流速計がありまして電氣流速計が廣く使用せられてゐます。その中最も普通に使用されてゐますのは『プライス』流速計でありまして、之は1回轉毎に音を發するものと、5回轉毎に音を發するものとがありまして前者は$V=1.0m/sec$內外の場合に、後者は$V\geqq 1.5m/sec$以上の場合に使用するのがよいとされてゐます。然しこの『プライス』流速計は我が滿洲河川では使用の際河川の狀況によりまして種々と支障がありまして、之が研究を□司額戶技佐が擔當致しまして大陸科學院水理研究室に於きまして研究改良品製作中の處、漸く交通部特許品として、昨年春之の流速計が出來上りました、これは從來の故障を除却すると共に流速の緩急、水深の深淺、如何なる狀態にでも使用して差支ないものであります。

平均流速は水深によりまして變るもので、之の求め方は『滿洲國河川測量規定』第6章第42條に規定してありますから、御覽置きを願ひます。

2 平均流速曲線

河川の一横斷面に於ける水流の平均流速と水位との關係を圖示したものを平均流速曲線と云ひます。

水位を縱距とし平均流速を橫距として平均流速曲線を描きますと、此の曲線は拋物線、或は對數曲線（ヤイランド說）で表すことが出來ます。通例次の如き拋物線で書き表され得ます。

$$Vn=a+bh \cdots\cdots(1)$$

最小自乘法によりまして指數n、常數a,bを求められますが計算の便宜上から、n=1, 1.5, 2と假定してその各の場合に就きまして常數a,bを定め、斯様にして求めましたる曲線の中觀測結果に最もよく合致するものを採るとよい理です。n=1のときは式(1)は

$$V=a+bh$$

で直線式で示されます、n=2、のときは式(1)は拋物線式となりまして、縱軸上に頂點があるときは式(1)は

$$h=\alpha+\beta V^2 \cdots\cdots(2)$$

縱軸上に頂點がないときは。

$$h=\alpha+\beta V+\gamma V^2 \cdots\cdots(3)$$

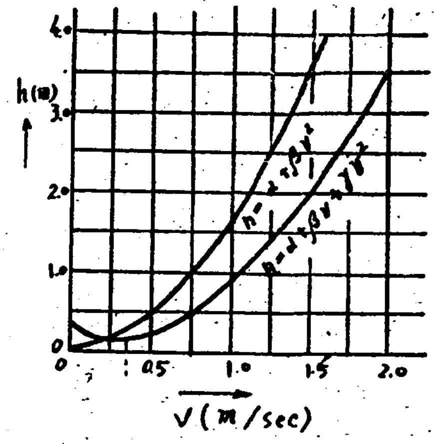
の如き形となります。(圖一6參照)

平均流速曲線を決定し得ましたならば、之と斷面積曲線（水位の函數として表した曲線）と組合せ$Q=VA$によりて或る水位に相當する流量を計算することが出來ます。

この平均流速曲線式と斷面積曲線とを組合せましたる$Q=VA$は該觀測所の流量曲線(後程申上げます)と正

一致するものであります。一致しないときは、それはどこかに間違つてゐるところがあることになります。

圖　―　6



3 流量測定

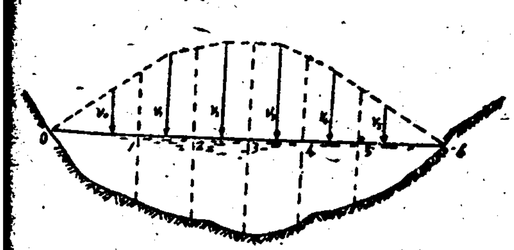
河川の或る地點に於きまする流量とは該地點の河川斷面を單位時間に流下する水量を言ひましてm^3/secの單位で表します。

これは浮子又は流速計を用ひまして流量を測定する方法でありまして、先に申上げました各條片毎の平均流速を求め、或は觀測流速を平均流速に更正しましたものに各條片の斷面積を乘じたものの總和を求めるとよい理です。Qを流量と致しますと，

$$Q=V.A.=V_0A_0+V_1A_1+V_2A_2+\cdots\cdots=\Sigma VA$$

流速觀測が等間隔で行はれる場合には各條片の幅員は同一となりますから、觀測位置間の中央が條片の境界となります、圖示致しますと次の如くなります。（各條片幅員は心得集の流量測定の中に規定してありますから之に依られ度いです）

圖　―　7



圖―7に於きまして觀測位置間の平均水位上に流速觀測位置及び更正平均流速 V_1, V_2, V_3………を記入し、各觀測位置の中點 2,3,4 ………を求めますと之が條片の境界であります、河岸に接した部分に就きましては流速はV_1 V_4 から河岸に向つて直線的に減少して零となるものと假定し、21, 及び45を何れも23, 34 等と同一の幅員に取りまして境界點1及び5を定めた上01, 56 の部分の平均流速はその幅員の1/3の點（斷面重心）の流速を圖上から求めましてV_0, V_5と致します。

各條片の斷面積はプラニメーターを通して之を求めます、又横斷面が方眼紙上に描かれてある場合は簡單に之を算出せられます。

その各々に夫々の平均流速を乘じて$Q=VA=V_0A_0+V_1A_1+\cdots\cdots$から全流量を計算するのであります。

又ハーラッヘル氏の圖式計算法がありますが之は他の機會に讓ります。

4 流量曲線

流量曲線には時間流量曲線、水位流量曲線（普通に流量曲線と云ひます）とがあります。

時間流量曲線と云ふのは時間を横距とし流量を縦距として描いた曲線で洪水時などに屢々描かれます。

水位を縦距とし流量を横距として曲線を描いたものを流量曲線と云ひます。

河川の水面勾配に變化があり、又横斷面が不規則な形狀を呈してゐるから流量曲線を數學的の計算から決定することは殆んど不可能でありまして、實地上はどうするかと云ひまするに水位と流量觀測を圖示しまして是等の諸點を適當な近似曲線で連結するのが唯一つの方法なのであります。

此の近似曲線を一定の數學的曲線と假定し、觀測値から最小自乘法を用ひましてその曲線を決定する爲には、

先づ水面勾配を一定とした場合の數學的斷面に於きまする理論的流量曲線式の形式を研究することが必要であります。

（1）矩形斷面の場合

A＝斷面積、b＝水面幅、と致しますと、A＝bd 又大河川では $R\fallingdotseq\frac{A}{b}=d$ と取ることが出來ますから

$V=C\sqrt{RS}=C\sqrt{S}\ d^{\frac{1}{2}}=Kd^{\frac{1}{2}}$ R=徑深$=\frac{A}{P}$

S=勾配
P=潤邊

$\therefore\ Q=VA=Kbd^{\frac{3}{2}}=Cd^{\frac{3}{2}}$

然るに量水標の水位は正確にdと一致せず、上下に或(Z)高低差があるものでありますから（量水標のhの0點標と河底と一致させることは河底が少しも變化しないと云ふのならば出來ますが之は殆んど不可能でありますから、この河底から幾らか高い位置か之よりも低い位置をとつて量水量の0點標と決めます）$d=(h\pm z)$ とおきますれば上式は

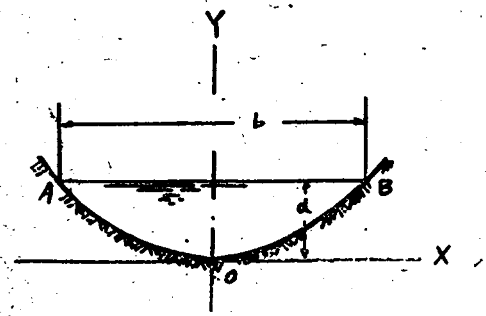
$Q=C(h\pm z)^{\frac{3}{2}}$ ……………………(1)

となります。

（2） 拋物線斷面の場合（圖－8參照）

$y=px^2$を拋物線の方程式とし、常數 $K=\frac{2}{\sqrt{p}}$とおきますれば$A=\frac{2}{3}bd=\frac{2}{3}Kd^{\frac{3}{2}}$

圖－8



又$R=\frac{A}{b}=\frac{2}{3}d$ でありますから

$V=C\sqrt{RS}=C\sqrt{S}\sqrt{\frac{2}{3}}\ d^{\frac{1}{2}}=K_1d^{\frac{1}{2}}$

$\therefore\ Q=VA=\frac{2}{3}KK_1d^2=Cd^2$

前同樣にして $Q=C(h\pm z)^2$ ………………(2)

（3） 梯形斷面の場合

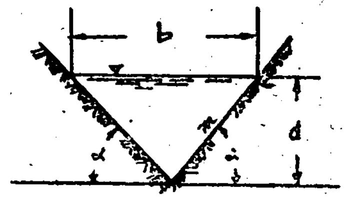
b_0=底幅、$b=b_0+2md$=水面幅と致します$A=(b_0+md)d$とでありまして、この場合も$R\fallingdotseq d$とおきますれば

$V=C\sqrt{RS}=Kd^{\frac{1}{2}}$

となり、$Q=VA=K(b_0+md)d^{\frac{3}{2}}=C(1+C_1a)d^{\frac{3}{2}}$

$\therefore\ Q=C(h\pm z)^{\frac{3}{2}}[1+C_1(h\pm z)]$ ………(3)

圖－9



（4） 三角形斷面（圖－9參照）

$b=2md$=水面幅と致しますと $A=\frac{1}{2}bd=md^2$

又$R=\frac{md^2}{2\sqrt{1+m^2}}d=Kd$とおきまして

$Q=VA=K_1md^{\frac{5}{2}}=Cd^{\frac{5}{2}}$

$\therefore\ Q=C(h\pm z)^{\frac{5}{2}}$ ……………………(4)

以上諸式を實在の河川に適用しまするに、低水流量に對しましては式(2)、高水流量に對しましては式(1)(3)がよく實際と符合し、山間部にありましては河床岩盤が三角形斷面を構成するやうな場合に限り式(4)が成立致します。

ハーラッヘル氏は假令水面勾配に變化があるとしてもその影響は比較的微弱であるから河川の流量曲線は一般に次式で表し得ると提唱致しました。

$Q=f(h)=C(h\pm z)^n$ ……………………(5)

この場合の指數nを通例1.5～2.5の間に變化すると考へてよいとされてゐます。式(5)の指數nの影響は常數C,Zのそれに比して微弱でありますから、式(5)が理論的式ではなくて實驗式である關係上、nを1.5又は2.0のやうな比較的簡單な數に假定して常數C,Zを最小自乘法から求めるのが計算が簡單であり大した不都合はありません。

式(5)を$n=2$として展開致しますと

$Q=ch^2\pm 2chz+CZ^2$

となり從つて2次拋物線による流量曲線は次の形で表すことも出來ます。

$Q=a+bh+ch^2$ ……………………(6)

この式(6)による流量曲線の實例は頗る多くあります

流量曲線式を作る場合の注意事項を申上げますればズ次の如くであります。

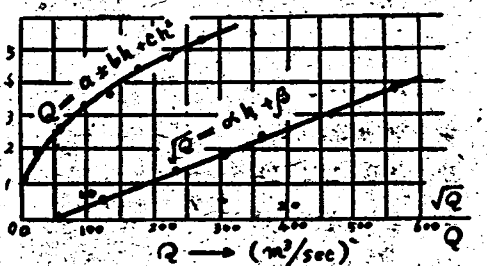
(a)　種々の水位の場合の観測資料を出来るだけ多く蒐集して置くこと、特に出水時の流量観測が出来る様に平生から充分準備して置くこと。低水量の場合の資料だけから流量曲線を作つて之を高水位に延長することは危險でありますから成る可く之を避けなければなりません

(b)　一定斷面に就いては流量曲線は一定でありますが、河状に變化があつて從つて斷面が變りますればズ同時に流量曲線を作り直さなければなりません。

(c)　流量曲線が2次の拋物線で表し得るや否やは $\sqrt{Q}$ とhとの關係を圖上に記入して之を檢べて、是等の點が略々一直線上に在るときはQはhの2次式で表し得ることが分ります。何んとなればズ

$\sqrt{(Ch^2\pm chz+cz^2)}=\alpha(h\pm z)$　だからであります。(圖―10參照)

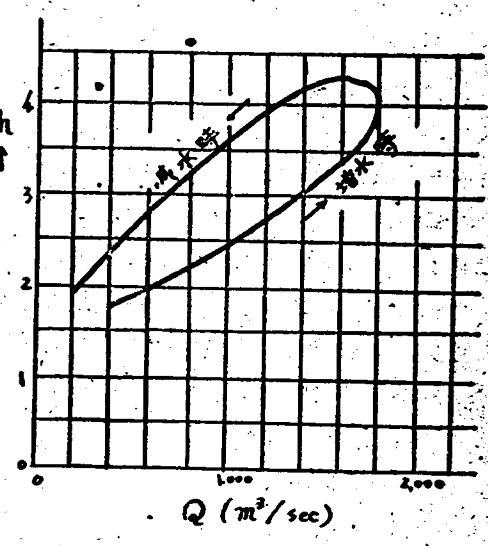
圖―10



(d)　多くの河川に就きましては低水の場合と高水の場合とでは流量曲線の形を異にするものでありますから水位の高低に應じまして2種以上の流量曲線を使用することが適當な場合が多いやなです。

(e)　洪水時の流量曲線は增水から減水まで1個の自曲線を作るのが通例でありますがこれは同一水位であつても增水時には水面勾配が急であるから流量が大きく、減水時には水面勾配が緩でありますから流量が小さい結果でありまして、此の故に正確に言ひますれば洪水時流量曲線は增水時と減水時とで別箇の曲線を使用しなければなりません。(圖―11參照)

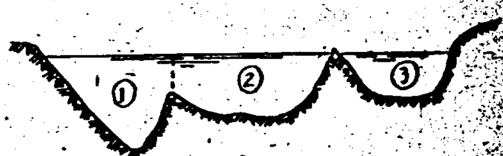
圖―11



(f)　結氷期には流速がずつと減少致しますから結氷期以外の水位と同じ水位でもこの期間の流量は結氷期以外のときよりも少くなりますから、結氷期間中の流量曲線を別に作らなければなりません。結氷期間中の流速の測定を行ふことは勿論であります。

(g)　滿洲河川の樣に適當な斷面が得られなく下圖の樣な斷面の箇所で流量を測定した場合には(1)、(2)、(3)と別々に流量曲線を作りこれを最後に加へ合せたものを作るとよろしいです(圖―12參照)

圖―12



$\Sigma Q=Q_1+Q_2+Q_3$

(h)　圖表を作るときに低水位以下の流量を出来るだけ詳しく讀める樣に此部分の擴大圖を作るとか、或は對數的縮尺で方眼の間隔を漸時大より小にしたものを作つて曲線を描き置けば便利であります。

(i)　流量曲線圖表中には斷面積曲線、平均流速曲線をも並記して置くこと。

(j)　圖表中には縱斷面圖（流量測定箇所に於ける勾配を知る範圍内の）横斷面圖、平面圖並に一般圖等を揷

入し置くこと。

(k)　水位の0m點と基準點標高との關係を圖表中に記入し置くこと。

(l)　圖表中各觀測した點が曲線から可なり離れたものがあつても、消したり適當に更正せずに殘して置くこと、之は色々の原因の爲屢々起ることで、致方のないものであります。

之は恐らく觀測値の誤謬、斷面や流速や水面勾配が一定でないこと、或は風の關係、器械の一時的狂其他の爲に起るものでありませう。河川の水面勾配でも平水位以下で或る區間に於きまして上流よりも下流が返つて高いときも屢々にしてあります。

5　流量曲線の常數

(a)　2次拋物線

$Q=C(h+Z)^2$ ……………………………(A)

で表はされた場合には簡單にC,Zを定めることが出來ます

$\sqrt{Q}=\sqrt{C}(h+z)$

今、$\sqrt{C}=a$, $Z\sqrt{c}=b$　と置きますと，

從つてVを誤差と致しますと

$V=\sqrt{Q}-ah-b$

觀測等式の數をnと致しますと、正等式は

$$\left.\begin{array}{l}[\sqrt{Q}]-[h]a-nb=0\\ [h\sqrt{Q}]-[h^2]a-[h]b=0\end{array}\right\}\cdots\cdots\text{(B)}$$

之を解きましてa,b,を求め、$C=a^2$, $Z=\dfrac{b}{\sqrt{c}}=\dfrac{b}{a}$ からC,Zが求められます。

(b)　一般の2次拋物線

$Q=a+bh+ch^2$ ……………………………(A)

の形を取る場合にも同樣に次の觀測等式が得られます

$V=Q-a-bh-ch^2$

此の場合正等式は次の通りであります

$$\left.\begin{array}{l}na+[h]b+[h^2]c-[Q]=0\\ [h]a+[h^2]b+[h^3]c-[Qh]=0\\ [h^2]a+[h^3]b+[h^4]c-[Qh^2]=0\end{array}\right\}\cdots\cdots\text{(B)}$$

此の聯立方程式から a,b,及 c,の値を求める順序方法は「ガウス」氏の所說に依るのが便利であります故其方法を求べますと，

計　算

$n\ \Sigma h\ \Sigma h^2\ \Sigma h3\ \Sigma h^4\ \Sigma Q\ \Sigma Qh\ \Sigma Qh^2$ ……(1)

$\Sigma h^2-\dfrac{\Sigma h}{n}\Sigma h=\Sigma' h^2$ ……………………(2)

$\Sigma h^3-\dfrac{\Sigma h}{n}\Sigma h^2=\Sigma' h^3$ ……………………(3)

$\Sigma hQ-\dfrac{\Sigma h}{n}\Sigma Q=\Sigma' hQ$ ……………………(4)

$\Sigma h^4-\dfrac{\Sigma h^2}{n}\Sigma h^2=\Sigma' h^4$ ……………………(5)

$\Sigma h^2Q-\dfrac{\Sigma' h^2}{n}\Sigma Q=\Sigma' h^2Q$ ……………(6)

…………………………

$\Sigma' h^4-\dfrac{\Sigma' h^3}{\Sigma' h^2}\Sigma' h^3=\Sigma'' h^4$ ……………(7)

$\Sigma' h^2Q-\dfrac{\Sigma' h^3}{\Sigma' h^2}\Sigma' hQ=\Sigma'' h^2Q$ …………(8)

…………………………

$a=\dfrac{\Sigma Q}{n}-b\dfrac{\Sigma h}{n}-c\dfrac{\Sigma h^2}{n}$ ………(9)

$b=\dfrac{\Sigma h'Q}{\Sigma' h^2}-c\dfrac{\Sigma' h^3}{\Sigma' h^2}$ ……………………(10)

$c=\dfrac{\Sigma'' h^2Q}{\Sigma'' h^4}$ ……………………………(11)

檢　算

$1+h+h^2=S$とすれば次の如くに書き表すことが出來ます

$n+\Sigma h+\Sigma h^2=\Sigma S$

$\Sigma h+\Sigma h^2+\Sigma h^3=\Sigma hS$

$\Sigma h^2+\Sigma h^3+\Sigma h^4=\Sigma h^2S$

$\Sigma Q+\Sigma hQ+\Sigma h^2Q=\Sigma QS$

$$\left.\begin{array}{l}\Sigma hS-\dfrac{\Sigma h}{n}\Sigma S=\Sigma' hS\\ \Sigma h^2S-\dfrac{\Sigma h^2}{n}\Sigma S=\Sigma' h^2S\\ \Sigma QS-\dfrac{\Sigma Q}{n}\Sigma S=\Sigma' QS\end{array}\right\}$$ とすれば次の如く書き表すことが出來ます。

$\Sigma' h^2+\Sigma' h^3=\Sigma' hS$

$\Sigma' h^3+\Sigma' h^4=\Sigma' h^2S$

$\Sigma' hQ+\Sigma' h^2Q=\Sigma' QS$

…………………………

$$\left.\begin{array}{l}\Sigma' h^2S-\dfrac{\Sigma' h^3}{\Sigma' h^2}\Sigma' hS=\Sigma'' h^2S\\ \Sigma' QS-\dfrac{\Sigma' hQ}{\Sigma' h^2}\Sigma' hS=\Sigma'' QS\end{array}\right\}$$ とすれば次の如くになります

$\Sigma'' h^4=\Sigma'' h^2S$

$\Sigma'' h^2Q=\Sigma'' QS$

…………………………

以上式(1)から式(11)を用ひまして a,b, 及 C, の値を求め之等を式(A)に代入致しますと求むる流量曲線式が得られます。検算は必らず爲さねばならぬことは前に申上げた通りであります。

例或る河川の水位と流量との關係を次の如くに測定したものとしてその流量曲線式を作つて見ますると、

水位 (m)	流量 (m^3/sec)	
0.574	9.56	N_1
0.438	6.68	N_2
0.398	5.68	N_3
0.256	3.16	N_4
0.512	8.83	N_5
0.484	7.93	N_6
0.583	10.18	N_7
1.215	37.18	N_8
0.715	14.18	N_9
0.694	13.70	N_{10}
0.815	17.96	N_{11}
0.860	19.34	N_{12}
1.240	37.01	N_{13}

之等を式(1)に當て嵌めると。

N	h	h^2	h^3	h^4	Q	Qh	Qh^2
1	0.574	0.32948	0.18912	0.10855	9.56	5.48744	3.14983
2	0.438	0.19184	0.08403	0.03681	6.68	2.92584	1.28149
3	0.398	0.15840	0.06304	0.02509	5.68	2.26040	0.89971
4	0.256	0.06554	0.01678	0.00430	3.16	0.80896	0.20711
5	0.512	0.26214	0.13422	0.06872	8.83	4.51584	2.31207
6	0.484	0.23426	0.11338	0.05488	7.93	3.83812	1.85768
7	0.583	0.33872	0.19714	0.11474	10.18	5.92476	3.44817
8	1.215	1.47623	1.79361	2.17924	37.18	45.17370	54.88623
9	0.715	0.51123	0.36553	0.26135	14.18	10.13870	7.24924
10	0.694	0.48164	0.23426	0.23198	13.70	9.50780	6.59847
11	0.815	0.66422	0.54134	0.44119	17.96	14.63740	11.92957
12	0.860	0.73960	0.63606	0.54701	19.34	16.63240	14.30386
13	1.240	1.53760	1.90662	2.36421	37.01	45.89240	56.90658
$\Sigma^{1}{}_{.3}$	8.782	6.99091	6.37513	6.43807	191.38	167.74400	165.03001

上の値を式(2)に代入致しますと、

$$6.99091-\frac{8.782}{13}\cdot 8.782=1.0583(\Sigma' h2)$$

式(3)から

$$6.37513-\frac{8.782}{13}\cdot 6.99091=1.6525(\Sigma' h^3)$$

式(4)から

$$167.74400-\frac{8.782}{13}\cdot 191.38=38.4595(\Sigma' hQ)$$

式(5)から

$$6.43807-\frac{6.99091}{13}\cdot 6.99091=2.6787(\Sigma' h^4)$$

式(6)から

$$165.03001-\frac{6.99091}{13}\cdot 191.38=62.1130(\Sigma' h2Q)$$

....

式(7)より

$$2.6787-\frac{1.6525}{1.0583}\cdot 1.6525=0.0983(\Sigma'' h^4)$$

式(8)より

$$62.1130-\frac{1.6525}{1.0583}\cdot 38.4595=2.0[illegible](\Sigma' th\ Q)$$

式(9)より

$$a=\frac{191.38}{13}-3.613\cdot\frac{8.782}{13}-20.956\cdot\frac{0.99091}{13}$$

$$=1.008$$

式(10)より

$$b=\frac{38.4595}{1.0583}-20.9560\frac{1.6525}{1.0583}=3.618$$

式(11)より

$$c=\frac{2.0600}{0.0983}=20.956$$

検 算（略）

仍て之等a, b及cの値を式(A)に代入すれば

$$Q=1.008+3.618h+20.956h2$$

第三 測量野業上に於ける心得と注意

1) トランシットの整正に就いて

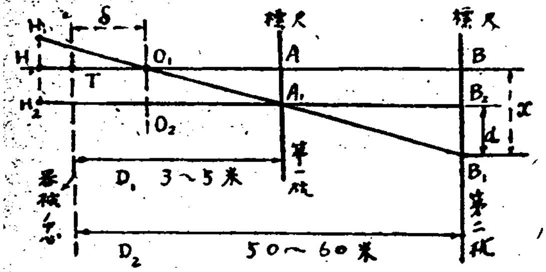
トランシットの整正には(A)平盤水準器の調整、(B)十字線(叉線)の調整、(C)支柱の調整、(D)望遠鏡附屬水準器の調整、(E)直立分度圓の調整の五通りあることは熟知のこと存じます、以上の中(B)項の調整に就いて申上げ度いと存じます。この十字線の調整は(a)横線の調整、(b)縦線の調整の二つに別けてなすことは既に御承知のこと存じます、從來この調整は所謂1/4法でなされてゐましたが之は整正量式に誤りがあり、之の調整法は不完全であります。

先づ横線の調整から申上げます

(a) 横線の調整

この調整法は(圖―13參照)先づトランシットを据え付け、3米乃至5米距りました點に第1の杭を打ち、50米乃至60米距りました點に第2の杭を打ちます。そこで第

圖 一 13



1杭上に標尺を立て、望遠鏡を正にし略ぼ水平にして水平線の示す讀みを取りまして之れを A_1 と致します次に第2杭上に標尺を立て望遠鏡は前の儘にして標尺讀みを取り之を B_1 と致します、然る後に望遠鏡を倒して水平に約 180° 廻轉し、再び第1杭の標尺を視準し讀みを前同様 A_1 に一致せしめ、それから望遠鏡を動かすことなく第2杭上の標尺を視準致します。斯くし示す讀みが前同様に B_1 になつて居れば、横線は正し事になります。

若し一致しない場合には其の讀みて取ります。今Bであると假定します。而うしまして、對物鏡の焦點距をf、標尺の讀 B_1B_2 の差をd、器械の中心から對物鏡心點の距離をδ、とし、δ+f=Cと致します、圖に於きする B_1B をxとしますと、

$$x=\frac{dD_1}{C}$$

であります。そこで最初の點 B_1 からx丈け最後の觀點 B_2 の方に向つて離れた點Bに水平線が一致する様に横線調整螺旋により調整すればよろしい理です。（證略）

(b) 縦線の調整

これも通常の1/4法で調整しても、調正視點を除くの視點は一般に正視準平面、即ち子午面上にないものであります。之は對物れんずの光軸の傾斜並に偏心の誤に基くもので、極端な遠近2點間の測角内に最大の誤を生ずるものであります。

この方法は、先づ1/4法で縦線を2遠點B1及びB間で調整しました後、最後に望遠鏡逆位で1/4調正をした位に望遠鏡を固定したまま、近點Aの物指の讀み a_1 をとります。

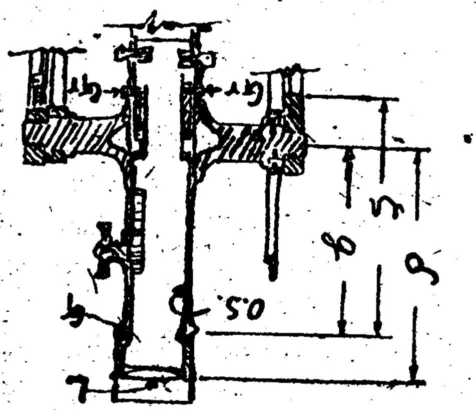
次に望遠鏡正位で再びBを視ひ、その位置に固定したまゝAの物指の讀み a_2 をとりまして $t_A=a_2-a_1$ を求ます、そしてその位置で

$$\triangle a=-\left\{1+\frac{\delta-g}{C-\delta}\frac{E_A-C}{C-g}\right\}\frac{t_A}{2}$$

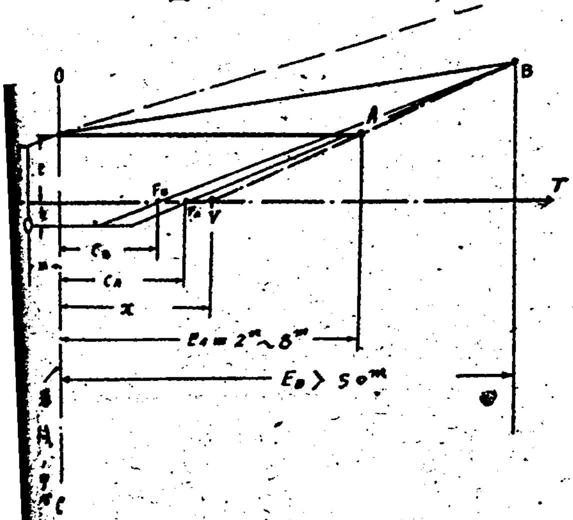
の絶對値だけ a_2 から a_1 の方向に讀みが變るまで縦調整螺旋によりまして調整致します。(圖―14參照)

此の操作を $t_A=0$ となるまで繰り返して調整致しま

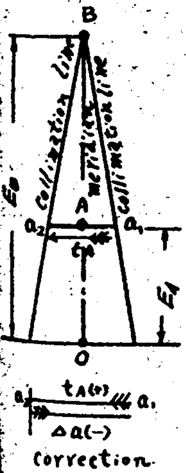
圖－14（1）



圖－14（2）



圖－14（3）



δ＝望遠鏡の廻轉中心より對物れんずの前側主面迄の距離

g＝ラムスデン及びハイゲン式望遠鏡に於て望遠鏡の廻轉中心より「オブゼクチブスライド」の前側受け迄の距り

C＝OF＝CA＝望遠鏡の廻轉中心より對物れんずの前側焦點までの距離。

2）Y型レベルの整正に就いて

Yレベルの整正は次の通りであることは熟知のことと存じます。卽ち

（A）視線を正しくすること

（B）視軸と氣泡軸(氣泡接線)とを並行せしむること。

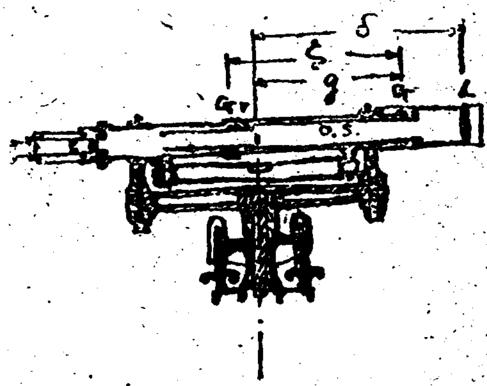
（a）氣泡接線と望遠鏡々軸とを同一平面中に在らしむること。

（b）氣泡接線をY底に從つて視軸に平行ならしむること。

（C）氣泡接線從つて視軸と堅軸とを直交せしむること。

以上のうちで(A)の横叉線の整正は從來、1/2法では、トランシットの場合と同じく其整正量式に誤りがあり、之が完全整正法はトランシットの縱叉線場合と全く同一原理同一の方法で整正致します。（トランシットの縱線の整正法並圖―15參照）

圖－15



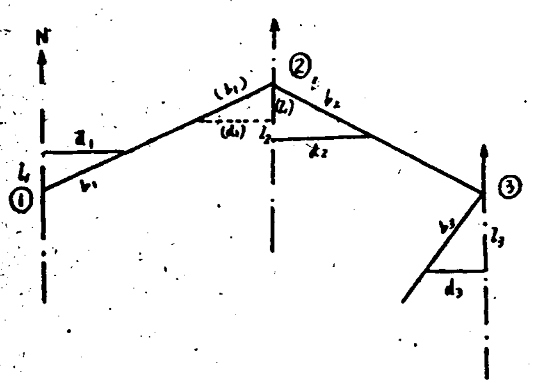
3）トラバース測量上の心得

トランシットが無くてトラバース測量が出來ぬとか、測量の途中で器械を壞して仕舞つてトラバース測量を中止するとか器械を取替へに歸るとか云ふことは屢々耳にすることでありますが、斯かる場合には次のやうな方法を講ずれば事足ることゝ存じます、

これはスチールテープ或は竹尺のみを使用して、又三角函數表を使はなくても計算が出來る方法で至極簡單であります。

この方法は圖に示す様に(１)、(２)、(３)………のやうな地形を測量しやうとすれば、(１)なる測點から大略磁針Nの方向を決めて、或は磁針の方向でなくても適當な方向にしつかりした點があつたら、これの方向をとり(磁針方位を子午線と定めてオケベ、中途で錯誤を發見するに便利であります）がを打ちましてこれを子午線と定めます。(圖—16參照)

圖—16



次に第(１)線の方位角を決定する爲に、此の子午線に直角の方向に１線を出し、之を方位經距線d_1、とし子午線の方向に測りたるものを方位緯線L_1　とし針線つ(１)—(２)線上の方向に測りましたものを方位線 b致します。斯樣にして緊線法 (Tieline method) にまして第１線の方法即ち方向が決定致します。次に(２)に至りまして測點(１)に於ける子午線と平行な午線を(（１)線を設けました三角形と全く同一方法りまして三角形をその反對側に作り）設置致しますに第(２)點の方位角を(１)になしたと同じ方法で施す次第に如斯して測量を進めて行きます。

そして方位緯線は北に進むものを(＋)、方位經線に進むものを(＋)とし、野帳には進む方向を符號をて致します。

各路線の距離測定は普通のトラバース測量と何等ことはありません。之等の値をB_1、B_2、B_3………れときは

緯距、經距、の計算式は直角三角形でありますか次の如くなります。

$$緯距=\frac{l}{b}\times B\cdots\cdots(1)$$

$$經距=\frac{d}{b}\times B\cdots\cdots(2)$$

野帳記入法は次の通りに致します。

測點	方位緊線			距離	緯距			經距		
	緯	經	斜		(１) 式	北(＋)	南(－)	(２) 式	東(＋)	西(－
(１)	$+L_1$	$+d_1$	b_1	B_1	$\frac{(+)L_1}{b_1}\times B_1$	$+L_1$		$\frac{(+)d_1}{b_1}\times B_1$	$+D_1$	
(２)	$-L_2$	$+d_2$	b_2	B_2	$\frac{(-)L_2}{b_2}\times B_2$		$-L_2$	$\frac{(+)d_2}{b_2}\times B_2$	$+D_2$	
(３)	$-L_3$	$-d_3$	b_3	B_3	$\frac{(-)L_3}{b_3}\times B_3$		$-L_3$	$\frac{(-)d_3}{b_3}\times B_3$		$-D_3$
………	……	……	……	………	………………	………	………	………………	………	………
………	……	……	……	………	………………	………	………	………………	………	………
計				ΣB		$+\Sigma L$	$-\Sigma L$		$+\Sigma D$	$-\Sigma D$

更に閉合誤差配分の結果の計算、合經距、合緯距による製圖法等は普通のトラバーシングと同一であります。

トラバース測量は以上の如くして實施致しますが、方位緊線の測定の精粗は、本測量の主眼となるものでありまして、之が巧法は直に精度に關係致します。そこで次の３種の巧拙の如何は最も關係することころが大でありま す。即ち(a) 緊線の距離測定の精粗、(b) 肉眼に見通線の位置の偏倚する誤差、(c) 正確なる直角三の設置法でありまして、之等の測量法に就きまして施行致しまする方法を述べますと、

(a)　緊線距離の測定

方位緊線の１邊の長さは大なる程良好な精度を得

が、地形によりまして大なる聯線を得られない場合には少く共一邊の長は2mより大とす可きであります。

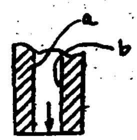
最も精密に測定する爲に、尺角程の板に圖紙を張りまして、之を角形聯線の各々の角點に置きます。この圖紙上に觀準の結果により、硬度の鉛筆或は錐の類を以て角點の位置を刺し示します。次に角點間の距離測定にはスチールテープ又は物指等を用ひまして、精密に數回觀測し、1mm の1/5位迄を判讀致します。それから傾斜面に沿ふて測つた場合には之を水平距離に換算することは勿論であります。

(b)　見通線の位置

聯線の3角點の位置を正確に見通し線中の中間に設定するには、下げ振り(錘の太さはぞべ錘或は羽重錘程度)を測點に下し、先方の測點には圖—17やうな覘標を樹て下げ振り錘がa, b 線を2等分するやうな位置に目を定め、視差(目の位置の動搖)を無いやうにして、前に申上げました尺角板に鉛筆或は錐の類を以て見通し線中求むる距離位置を刺し示します。

次に2定點より外方に1新點を設定する場合には、水糸を張りまして之を求めますか、又は下げ振りにより視通しつゝ圖—17やうな覘標2箇を樹てまして、1箇を移動して、之が1直線中に入りましたる點を求めるものであります。

圖—17



以上見通線中に正確に1點を定めますには、數回觀測の平均を取る必要があります。

(c)　直角線の設定法

圖—18(1)の如くに測線の方向が子午線と約 45°附近である場合には、bは 2m、5m のやうなラウンドナンバー(計算を簡單にする爲)を取り、之の値に等しくpを取り、2等邊3角形を作り、而して其底邊を2等分しましたる點(前述、尺角板を置く)に線を引きます。圖—18(2)の如く測線の子午線と直角に近い場合には約45°

圖 — 18 (1)

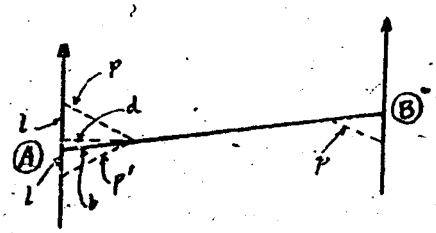
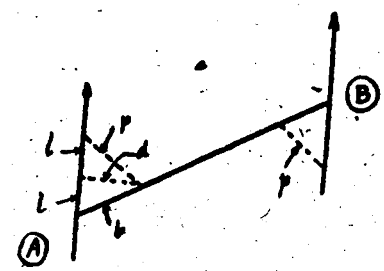


圖 — 18 (2)



の角にp及p'なる等しい値を取り2等邊3角形を作りまして、前と同樣底邊を2等分しましたる點にd線を引きます。

次に途中で器械が壞れて上述の方法でトラバース測量を繼續しましたる場合には野帳記入法は次の如く致しますればよろしいと存じます。

測點	距離	方位	緯距			經距		
			cos (餘弦)	北(+)	南(−)	sin (正弦)	東(+)	西(−)
1	13,810	N 7°59'30"E	0.99028	13.676		0.13890	1.93	
2	64,513	N47°19'10"E	0.67795	42.734		0.73511	47,426	
3	35,308	S43°30'10"E	0.72520		25,610	0.68840	24,306	
……	…………	…………	…………	……	……	…………	……	……
……	…………	…………	…………	……	……	…………	……	……
17	73,347 (B_{17})		$\frac{(+)l_{17}}{b_{17}}=a_{17}$	74.155		$\frac{(+)d_{17}}{b_{17}}=b_{17}$	25,285	
18	45,007 (B_{18})		$\frac{(+)l_{18}}{b_{18}}=a_{18}$	39.189		$\frac{(+)b_{18}}{d_{18}}=b_{18}$	8,046	

4) トラバース測量上に於ける注意事項

（1） トランシットに依りトラバース測量を為す場合には必ラズ2倍角或は3倍角ヲ讀ムコト。

（2） 角杭上の中心點(釘)は必らず再視し、視線（叉線）に入つてゐるかどうかを確かむること。

（3） 成る可く3°以下或は87°以上の角を作らぬこと若しも3°以下87°以上の角を作つた場合には對數表から引けませんから別に計算をして出すこと、この計算法はさして難かしいことではありませんが稍手數がかゝります。

（4） 測鏡を杭上中心點決定後は再三再四、中心點に當てその讀みを檢べ、若しも讀みが違つてゐるときは誤差を平均して更正すること。

（5） 野帳には大體附近の地形と方位線との關係をスケッチし置くこと。

5) 水準測量上に於ける注意事項

（1） レベルは必らず作業從事前に整正すること、尙冬期に於ては戸外に出してからしばらく經つてから整正のこと。

（2） 器械は成る可く强固な、風の當らぬ處に据えること。

（3） レベルは成るべく觀測兩地點の中間に据えること。

（4） スタフの檢整を爲すこと。

（5） スタフ・マンにはワンパーをしつかりと打付けグラツカヌやうに注意を與へること。

（6） スタフの繼目を注意すること。

（7） バツクサイトのワンパーはレベル器械を取り外してから後に拔かせること。

（8） 處々にしつかりとした假水準點を作つて置くこと。

（9） スタフを垂直に立てさせること。

高低差の大きいときはスタフを前後に靜かに動かさしめ、讀みの最小のときをすばやく讀むこと、左右はレベルの十字線から分るから心配はないが前後はわからぬから注意して見ること

（10） スタフの目盛は飽くまで正確に讀むこと、m.m までは判讀出來ます。

又7.5m.m.、2.5m.m.等は讀まれる筈です

（11） 野帳に記入した數字は間違なくレベルを覗いは引き合はして見ること、米は何米かを先づ檢べ、次に糎から90糎の間の讀みを確かめ、次は糎單位をと次第斯くの如くして最後まで氣をゆるめず觀測をなすこと

（12） 望遠鏡を覗くとき一方の目も開けて置くことこれは一寸修養すれば、直ぐ出來るし、幾分疲勞を輕されます。亦兩方開いてゐる方が良く見えるやうになます。

（13） 目の高さは十字線と水平になる樣にして見ること、これは修養次第でうまくなります。

（14） レベル作業は成る可く早く爲し、器械を何でも永く据えおかぬ樣修練すること。

（15） 野業中でもレベルは刻々に狂ふから整正ピン忘れぬ樣懷中し置き、狂ひが來たら直ちに整正するこ

（16） 野帳の記入法は次の樣にすれば間違が起らなて良いと思ひます。

St	B.S.	M.S.	F.S.	I.H	G.H
	a				
		b			
		c			
T.P.			d		
〃	e				
T.P.			f		
	ΣB.S.		ΣF.S.		

ΣB.S−ΣF.S＝或地點から或地點までの高低差

第四　滿洲河川の特異性と改修計畫上に於て考慮すべき點

1) 滿洲河川の特異性

A. 氣象上の特異性

（1） 年雨量が少い

（2） 6,7,8,9箇月に年雨量の60～70%が降水するが月を入れると80～85%が降水する。

（3） 從つて不斷は水が涸れてゐる河川も、雨期

急激に増水する。所謂河狀係數が小さい

(4) 河川の氾濫並に其の被害は毎年繰返してゐる。

(5) 大洪水と旱魃が大體4～5年を周期として襲來する。

B. 地形上の特異性

(1) 河川の流域はその中流以下は殆んど平坦である松花江の如きは返つて中流部が下流部より勾配が緩かである。

下流部は8千分の一から1萬5千分の一、中流部が2萬千分の一から5萬分の一である。

(2) その爲河川は蛇行して迂餘曲折が甚しい。

(3) 洪水の疏通が緩慢で滯水期間が長い。

(4) 從つて尻無川、濕地、湖沼等が多い。

C. 地質上の特異性

(1) 河川は河床、沿岸共に、その地質が軟弱である

(2) 從つて河身は容易に毎々移動する。

(3) 河床は泥土の含有量が非常に多い。

(4) 河床が漸次隆起する傾向がある。

(5) あるかり地帶ソーダ地帶が可なり廣範圍に亘つてゐる。

D. 其他の特異性

(1) 水源地方に於ける林相が貧弱である。

(2) 現在の滿洲の河川は自然河川の域を一歩も踏み出してゐない。

(3) 從つて河川は災害的な存在のみ多く文化的恩澤を與へぬ。

(4) 從つて農業水利方面に幾多開發し得る地域が存在する。

2) 河川改修上に於て考慮すべき點

滿洲河川の特異性から河川改修上に於て考慮すべきことを揭げますと。

(1) 河狀係數が小さいから從つて川の涸れてゐるときは一滴も無くても出水時には思はぬ大水となる性質を有つてゐますから水のない時の川を覗いてこの川なら此位の流量だらうなど簡單に計畫水位や水量を決定しては思はぬ危險を招くことがあると存じます。

(2) 河床、河岸が地質が軟弱で然かも勾配が緩慢でありますから、氣儘に流身が變り蛇行が甚しいから、これ等のことを考慮して計畫を立てること、例へば蛇行河川を包む法線となすこと。

(3) 築堤の際は堤內排水が效くやうにして、成る可く築堤を高くせぬ樣にすること。

(4) 成る可く貯水池や遊水地等を作り水を調節する樣に心掛けること。

(5) 河川上流部では堤防は連續堤とせず、適當に之を切つて霞堤とし或は溢流堤とし一時的にどつと出て來る水を一時堤內に滯水させ、減水になつてから、除々に排水するやうにすること。

(6) 河幅を擴大することが返つて舟運等に河身や水深を變へるため、河幅を縮小する必要がある場合には法線間隔は飽くまで廣くして置き、適當に横堤を設けること。

(7) 自然河川の域を一歩も出てゐないから浸洗土砂が多量にある故之等の爲障害を起さぬ樣對策すること。

(8) 廣漠たる砂壤地帶に法線を設ける場合には恒風の1方向と略ぼ一致せしめること。

(9) 資料がなくて改修計畫を樹てるやうな際は附近地の比流量、洪水痕跡等を調べ或は洪水流量公式等から檢討を加へ計畫洪水量を決定すること。

不安と思はれるときには、なる可く法線間隔を大きくし、堤防は餘り大きくせず、然かも簡單な工法として置き、或は亦片堤となし逐年の資料を俟つて本格的改修計畫を立て霞堤を副外堤となす樣に心掛けること。

(10) 捷水路は成る可く作らぬ樣にし、川を怒らせぬこと、

其他まだまだ考へなければならぬことは多々あることゝ存じますが、尙研究をして見度いと考へてをります。

第五　結　言

要するに川に關することは水もの(？)でありまして、道路や構渠に於ける樣に明確な結果(或る程度までの)を得ることは仲々困難でありますが、先人が幾度となく水魔と戰ひ之を克服して來ました不撓不屈の精神を吾々は受け繼ぎまして、亦先人がかゝる秉て、水害除去策を講じ來ました高潔な精神を吾々も持つて事に當ればなんとか之を切り拔けて行けることゝ信じます。「汎ゆる場合に高潔な精神を以つて臨めば必らずや事成ると信じます」と叫んで結と致します。