

体の変形や破壊の新理論を展開することができたのである。

(4) 塑性理論での歪エネルギーの一般解があることを本文中に式の形で示した。

河川の洪水調節計算法とその応用について

正員 金丸 正 春*

ON THE CALCULATING METHOD OF FLOOD REGULATION AND ITS APPLICATIONS

(JSCE Nov. 1950)

Masaharu Kanamaru, C.E. Member

Synopsis Self-regulative action of flood water between two positions of a river, can be calculated by using water gage records and observed values of discharge. But it is almost impossible, in general, to measure discharge of a river, when there is neither bridge, cables or other special equipments.

The author proposed "The method of equivalent discharge triangles" to solve this problem in such cases.

In this paper he explains (1) this method, (2) application to the regulative action of dam and (3) regulation in a river course.

第1章 等量三角法

(1) 流出量 河川の1地点に於ける洪水流出量は複雑なる諸原因によつて河毎に、又一つの河でも地点毎に変化するものであつて、従つて或る地点に於ける流出量と時間との関係を表わす流出量曲線は、到底理論的に簡単な数式を以て表示することは出来ない。しかしながら、河川の量水記録と、精確なる流量観測から作製した流出量曲線は、以上の諸原因を綜合した結果を卒直且つ厳格而も完全に表示するものであつて、貴重な実験値である。

(2) 河川の自己調節作用 河川上下流の2地点に於て洪水最大流量率が減速する場合、この2地点に自己調節作用があると云い、増減のない場合は調節作用がないと云い、逆に増速する場合は逆調節があると云う。2地点間の自己調節作用は2地点の流出量曲線を図-1の如く作製することによつて明らかにされる。

即ち OAB は上流地点、O'DE は下流地点の流出量曲線で何れも洪水期間中の水位記録や精確な流量測

量の結果から作製したものとする。

曲線 OAB, O'DE の囲む面積は、夫々上下流地点の流出総量である。又C点は流量率の等しい点であり、2地点間に洪水の増減換言すれば滲透、蒸発、分流、合流、溢水(本堤よりの)貯水(洪水流下後河道内に残る静水)涌水、降雨、等が無い場合は2つの流出総量は相等しくなければならぬ。

従つて面積 OACO' = 同 BCDE である。

而してこの面積に等しい流出量の一部を Q とし、総流出量を $Q_1 = Q_2$ とすれば Q は2地点間に於て貯流(Retard)せられたもので $\lambda = \frac{Q}{Q_1}$ 又は $\frac{Q}{Q_2}$ を貯流比(Retardation Ratio)と称することに定める。2地点間に調節作用がある場合には、下流の流出総時間 t_2 は上流の流出総時間 t_1 より大で、従つて最大流量率が減速するのである。今上下流地点の流量率を q_1, q_2 とすれば

自己調節ある場合 $t_2 > t_1$ 従つて $q_1 > q_2$

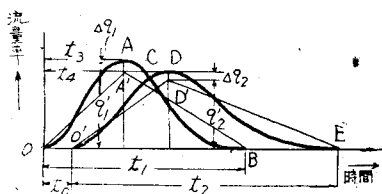
" ない " $t_2 = t_1$ " $q_1 = q_2$

逆調節ある場合 $t_2 < t_1$ " $q_1 < q_2$

の三つの場合が考えられるのである。

(3) 等量三角法 (Equivalent discharge triangular method) 河川の2地点に於て図-1の様に、流出量曲線を作ることは大河川では困難である。1地点で流量観測が出来るが他の地点では橋梁もケーブルもその他流量観測設備が地形上出来ない場合が普通である。この場合に2地点の調節作用を確定する手段として等量三角法を案出したのである。即ち等量三角とは「洪

図-1



* 元内務技師

水総時間を変更せず且つ最大流量率の時間を変更せず
 総流量が等しい三角形」である。流出量曲線が理論的に
 数式で表示し難いので、この方法によつて近似的に
 調節作用を究明せんと試みたのである。図-1 に於ける
 $\triangle OAB$, $\triangle O'D'E$ は上の定義に従つて求めた等量
 三角である。

図-1 に於て

$$Q_1 = \int_0^{t_1} q dt = \frac{1}{2} t_1 q_1'$$

$$Q_2 = \int_{t_0}^{t_2} q dt = \frac{1}{2} t_2 q_2' \dots\dots\dots(1)$$

又

$$q_1' = q_1 - \Delta q_1 \quad q_2' = q_2 - \Delta q_2$$

且つ

$Q_1 = Q_2$ であるから

$$q_1 - \Delta q_1 = q_2 \frac{t_2}{t_1} - \Delta q_2 \frac{t_2}{t_1} \dots\dots\dots(2)$$

一般に Δq_1 , Δq_2 は q_1 , q_2 に比し小であるから

$\Delta q_1 = \Delta q_2 \frac{t_2}{t_1}$ と仮定して

$$q_1 = q_2 \frac{t_2}{t_1} \text{ により } q_1 \text{ の近似値を得られる。}$$

これは上流の流量観測不可能なる場合上流の最大流量
 率の近似値を求めたものである。 $q_1 + \Delta q_1 = q_1'$

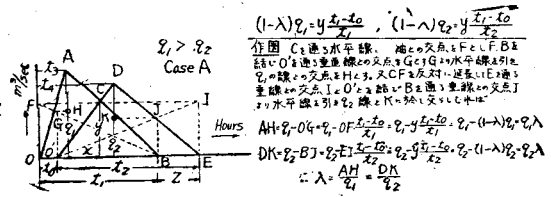
$q_2 + \Delta q_2 = q_2'$ の場合も同様に q_1 を求められる。

(4) 等量三角法による調節作用の計算 前項に於て調
 節作用には一般的に3態あることを述べたが本項に於
 ては $q_1 > q_2$ 又は $t_1 < t_2$ なる場合の諸因子の関係を計

表-1
 $t_1 > t_2$ (or $t_1 < t_2$)

等量三角法の組合せ	Q_2 の頂点 φ_2 の形外へ向	Q_2 の頂点 φ_2 の形外へ向	Q_2 の頂点 φ_2 の形外へ向
総流量 $Q_1 = Q_2$	$\frac{1}{2} q_1 t_1 = \frac{1}{2} q_2 t_2$	$\frac{1}{2} q_1 t_1 = \frac{1}{2} q_2 t_2$	$\frac{1}{2} q_1 t_1 = \frac{1}{2} q_2 t_2$
貯流量 Q	$\frac{1}{2} q_2 t_1 - \frac{1}{2} (t_1 - t_0) y$ $\frac{1}{2} q_2 t_2 - \frac{1}{2} (t_1 - t_0) y$ $\frac{1}{2} q_2 t_2 \lambda = \frac{1}{2} q_2 t_2 \lambda$	$\frac{1}{2} (t_2 - t_0 - t_1) y$ $\frac{1}{2} q_2 t_1 + \frac{1}{2} q_2 t_2 \lambda$	$\frac{1}{2} q_2 t_1 - \frac{1}{2} (t_1 - t_0) y$ $\frac{1}{2} q_2 t_2 - \frac{1}{2} (t_1 - t_0) y$ $\frac{1}{2} q_2 t_2 \lambda = \frac{1}{2} q_2 t_2 \lambda$
貯流比 $\lambda = \frac{Q}{Q_1}$	$1 - \frac{(t_1 - t_0)^2}{t_1(t_1 + t_2)(t_1 - t_0)}$	$1 - \frac{(t_2 - t_0 - t_1)^2}{t_2(t_1 - t_0 - t_1)(t_2 - t_0 - t_1)}$	$1 - \frac{(t_1 - t_0)^2}{t_2(t_1 - t_0 - t_1)(t_2 - t_0 - t_1)}$
X	$\frac{(t_1 - t_2)(t_1(t_1 + t_2) + t_0(t_2 - t_1))}{t_1(t_1 - t_0)(t_1 + t_2)}$	$\frac{(t_2 - t_0 - t_1)(t_1(t_1 + t_2) + t_0(t_2 - t_1))}{t_2(t_1 - t_0 - t_1)(t_2 - t_0 - t_1)}$	$\frac{(t_1 - t_2)(t_1(t_1 + t_2) + t_0(t_2 - t_1))}{t_2(t_1 - t_0 - t_1)(t_2 - t_0 - t_1)}$
Y	$\frac{t_1(t_1 - t_0)}{t_1(t_1 - t_0)(t_1 + t_2)}$	$\frac{t_1(t_2 - t_0 - t_1)}{t_2(t_1 - t_0 - t_1)(t_2 - t_0 - t_1)}$	$\frac{t_1(t_2 - t_0 - t_1)}{t_2(t_1 - t_0 - t_1)(t_2 - t_0 - t_1)}$
Y	$\frac{t_1(t_1 - t_0)}{t_2(t_1 - t_0 - t_1)(t_2 - t_0 - t_1)}$	$\frac{t_2(t_2 - t_0 - t_1)}{t_2(t_1 - t_0 - t_1)(t_2 - t_0 - t_1)}$	$\frac{t_2(t_2 - t_0 - t_1)}{t_2(t_1 - t_0 - t_1)(t_2 - t_0 - t_1)}$
最大貯流量 Q_{max}	$Q_1 \left(1 - \frac{t_1(t_1 - t_0)}{t_2(t_1 - t_0 - t_1)(t_2 - t_0 - t_1)} \right)$	$Q_1 \left(1 - \frac{t_1(t_1 - t_0)}{t_2(t_1 - t_0 - t_1)(t_2 - t_0 - t_1)} \right)$	$Q_1 \left(1 - \frac{t_1(t_1 - t_0)}{t_2(t_1 - t_0 - t_1)(t_2 - t_0 - t_1)} \right)$
平均貯流量 \bar{Q}_{mean}	$\frac{1}{2} Q_1 \frac{t_1 \lambda}{t_1 + t_2}$	$\frac{1}{2} Q_1 \frac{t_1 \lambda}{t_1 + t_2}$	$\frac{1}{2} Q_1 \frac{t_1 \lambda}{t_1 + t_2}$
Z	$t_2 - t_0 - t_1$	$t_2 + t_0 - t_1$	$t_2 - t_0 - t_1$
$\lambda t_1 y$ の関係	$(1-\lambda) q_1 y \frac{t_1 - t_0}{t_1}$ $(1-\lambda) q_2 y \frac{t_1 - t_0}{t_2}$	$Q_1 \lambda y \frac{t_2 - t_0 - t_1}{t_2}$ $Q_2 \lambda y \frac{t_2 - t_0 - t_1}{t_2}$	$(1-\lambda) q_1 y \frac{t_1 - t_0}{t_1}$ $(1-\lambda) q_2 y \frac{t_1 - t_0}{t_2}$
備考	X、Y、Z、係数、λ の関係式は、この図示の通り。λ、y の関係式は、値を種々な計算による図式で求め、便利に入、図式解法表-2を参照せよ。		

図-2



算した結果を表-1 にまとめて示す。

$q_1 = q_2$ 及び $q_1 < q_2$ なる場合については頁数の関係で省略する。尚それらの図式解法的一端を図-2 で示した。

第2章 等量三角法の堰堤への応用

(1) 堰堤の種類と洪水調節 洪水調節に大なる効果ある堰堤の種類としては、その目的により洪水調節、発電、用水源及びその二つ以上を兼ねるものもあり、その手段には貯水(Reservation)貯流(Retardation)及びこの二つを混用するものもある。茲に貯水とは堰堤下流に洪水を流下せしめないもの、貯流とは洪水が堰堤上流に一時的に貯留せられるが、洪水減水と共に全部が下流に流下するもので、堰堤の溢流口を狭めて一時水位を上昇せしめるが如きはその例である。

堰堤の調節作用は従来 Ekdahl 法、物部氏解法、M.H. Chang 法等あり、何れも流入出関係と貯水池容量及び水位の関係より調節状況を知らんとするものであるが、洪水量が貯水量より著しく大なる場合河川の堰堤下流の調節の全貌を瞭然たらしめるには、流入出曲線共これを等量三角として取扱うときは後述の如く、貯水、貯流その他の原因の変化に対し、調節後の流出量及びその時間等を明確にし得るの利点があり、堰堤による洪水調節を研究するのに有利なりと考えられる。次に数量を用いた例により等量三角法を応用してみる。

(2) 貯流のみによる調節 図-3 は貯流のみによる調節堰堤で、その容量は実測の結果圖の右端に示す如く、今満水位 80m, その容量 $17 \times (10)^7 \text{ m}^3$, 中央底部に流出口を設け計画最大洪水に対する等量三角が $q_1 = 5500 \text{ m}^3/\text{sec}$, $t_1 = 50\text{hr}$, $t_2 = 20\text{hr}$. なる時、流出口の大キサ及び調節後の等量三角を求める。

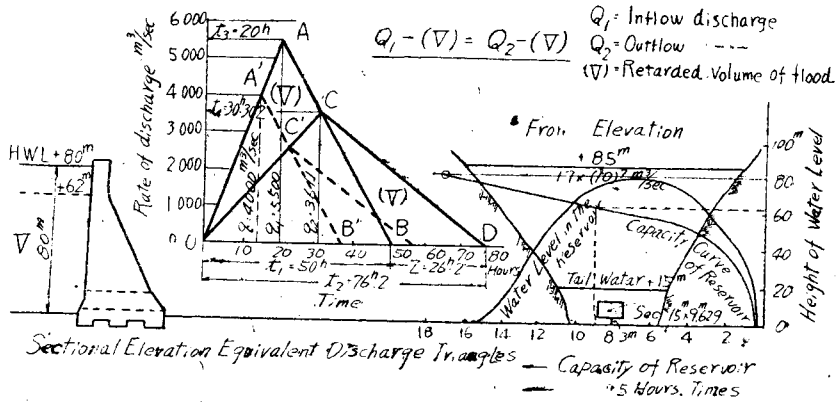
$$\text{流入総量: } Q_1 = \frac{1}{2} q_1 t_1 = \frac{1}{2} \cdot 5500 \cdot 50 \cdot 3600 = 495 \times (10)^6$$

$$\text{満水位に於ける貯流量: } Q = 17 \times (10)^7 \text{ m}^3$$

$$\text{貯流比: } \lambda = \frac{Q}{Q_1} = \frac{17 \times (10)^7}{495 \times (10)^6} = 0.3434$$

この場合は流出開始迄に時間を要しない (即ち $t_0 = 0$) ことより、満水時流出量最大となることにより表-1

図-3



case C, $t_0=0$ の場合で

$$r = \lambda = \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{t_1}{t_2} = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 0.3434$$

$$\therefore q_2 = q_1(1 - \lambda) = 51500 \times 0.6566 = 3611 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$t_2 = \frac{t_1}{1 - \lambda} = \frac{50}{0.6566} = 76.2 \text{ hr.}$$

$$\text{又 } \frac{t_1 - t_3}{t_1 - t_3} = \frac{q_2}{q_1} \text{ から } t_4 = t_1 - \frac{q_2}{q_1}(t_1 - t_3) = 30302 \text{ hr.}$$

依つて流出等量三角は確定して面 OCD を書き得る。次に C 点に於ける $q_2 = 3611 \text{ m}^3/\text{sec}$ を流出し得る流出口の断面積を求めると $q_2 = mBH_0\sqrt{2g(H_1 - H_2)}$ に於て $m=0.8$ $B=15\text{m}$ $g=9.8\text{m}/\text{sec}^2$ $H_1=77\text{m}$ $H_2=15\text{m}$ とし $H_0=9.629\text{m}$ を得る。

(3) 同上 前例に於て底部流出口の断面を約半減して $7.2\text{m} \times 10\text{m}$ とし、最大貯水位は前例の如く $+80\text{m}$ とし、 $+65\text{m}$ を底とする溢流堰とする時、その所要巾及び調節後の等量三角を求めらる。

この場合に於ても最大水位時の貯水池の容量は前例

と全く同一であるから等量三角も前例と全く同様である。但し最大流出量 $3,611 \text{ m}^3/\text{sec}$ の分扱は上下部によつて異なる。

$$\text{下部最大流出量} = mBH_0\sqrt{2g(H_1 - H_2)}^{\frac{1}{2}} = 0.8 \times 72 \times \sqrt{2 \times 9.8(77 - 15)} = 2014 \text{ m}^3/\text{sec}$$

但し

$$m=0.8 \quad BH_0=10 \times 7.2 \quad g=9.8 \\ H_1=77\text{m} \quad H_2=15\text{m}$$

とする。

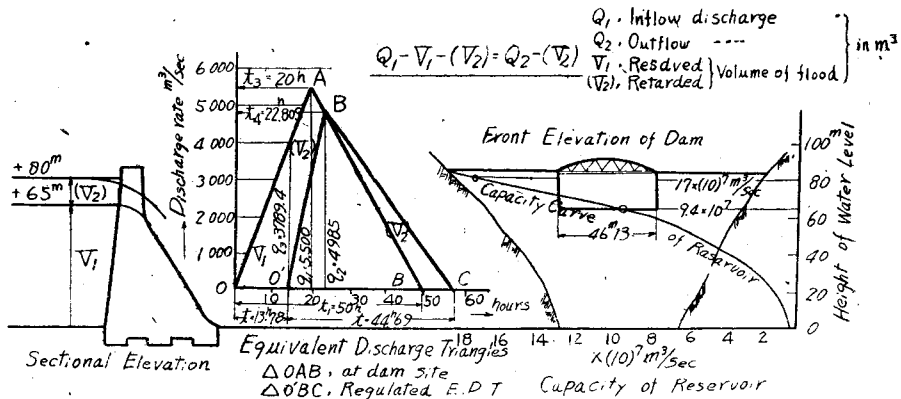
故に上部溢流最大流量 $= 3611 - 2014 = 1597 \text{ m}^3/\text{sec}$
溢流量 $= 1.86BH^{\frac{3}{2}}$ に於て $H=15\text{m}$ なる故

$$B = \frac{1597}{1.86 \times 15^{\frac{3}{2}}} = 14.8\text{m} \approx 15\text{m}$$

(4) 貯水貯流併用調節池 前項の例に於て下部流出口を完全に閉塞し、且つ堰堤上流の水位は前項と同一に保つため、上部溢流堰の幅員 B を求め且つ調節後の等量三角を作る。(図-4 参照)

下部流出口閉塞により、流入水は溢流底即ち $+65\text{m}$

図-4



溢泄する。この水量は $9.4 \times (10)^7 \text{m}^3$ にして、所要時間は次のように求められる。今この所要時間を t の時の流入量を q_3 とすれば、

$$\frac{1}{2} t q_3 = V_1 \quad \frac{t}{q_3} = \frac{t_3}{q_1} \quad t = \frac{q_3}{q_1} t_3$$

$$\therefore q_3 = \sqrt{\frac{2q_1 V_1}{t_3}} = \sqrt{\frac{2 \times 5\,500 \times 9.4 \times 10^7}{20 \times 3\,600}}$$

$$= 3\,789.4 \text{m}^3/\text{sec.}$$

$$t = \sqrt{\frac{2V_1 t_3}{q_1}} = \sqrt{\frac{2 \times 9.4 \times 10^7 \times 20 \times 3\,600}{5\,500}}$$

$$= 49\,609 \text{sec} = 13.78 \text{hr}$$

$H = +65\text{m}$, $H = +80\text{m}$ 間の貯流最大量
 $V_2 = 7.6 \times 10^7 \text{m}^3$

$$Q_1 = -\frac{1}{2} q_1 t_1 = -\frac{1}{2} \cdot 5\,500 \times 50 \times 3\,600$$

$$= 495 \times (10)^6 \text{m}^3$$

$$Q_1 - V_1 - V_2 = \frac{1}{2} q_2 (50 - 13.78) \times 3\,600$$

$$495 \times (10)^6 - 17 \times (10)^7 = q_2 \times 36.22 \times 1\,800$$

$$q_2 = 4\,985 \text{m}^3/\text{sec.}$$

$$\frac{1}{2} Z q_2 = V_2, \therefore Z = \frac{7.6 \times 10^7 \times 2}{4\,985}$$

$$= 30\,491 \text{sec} = 8.47 \text{hr.}$$

$$t_2 = Z + t_1 - t = 8.47 + 50 - 13.78 = 44.69 \text{hr.}$$

又 $(t_4 - t_3) = (q_1 - q_2) \frac{t_1 - t_3}{q_1} = (5\,500 - 4\,985)$
 $\times \frac{30}{5\,500} = 2.809 \text{hr} \quad \therefore t_4 = 22.809 \text{hr.}$

(5) 用水源又は発電を主とする堰堤 この種の堰堤は出水前に堰堤の貯水がある程度以上に減少し難い、と水中の流出量も

- (1) 発電又はその他の用水 (必要量+余水)
- (2) 排砂口流出量
- (3) 魚道：流筏路所要水量

等がある。

計算を簡易にする為(1)~(3)の為出水時間 t_1 内に消費される総量を Q_0 とし、且つ A は最高水位、 B は溢流堤高、 C は出水前の水位とし、 C の水位の容量より Q_0 を減じたる水位を D とし、各水位間の容量を図-5 の如くすれば、貯水は V_2 、貯流は V_3 となる。

こう考えれば(4)の場合となり、(4)の場合の V_1 の代りに V_2 、 V_2 の代りに V_3 を用いればよい。

以上大洪水量に依存する各種堰堤の洪水調節作用を等量三角法を応用して数字的の計算を示したもので、

その調節作用が河川の2地点に於ける洪水自己調節作用中の一現象と合致する事を述べたものである。而して堰堤計算に於て従来流入量を直線で表示し、流出量を実験式より誘導した曲線式としているが本例では流入出とも直線とし、即ち流入出とも等量三角を用いたもので、寧ろこの方が誤差を消却する様に考えられる。将来の研究と実験にその是非を期待するものである。茲に時にお断りするのには本例は単なる水理計算方法に重点を置いたもので、実際問題として本例をその儘使用し難い実情があることである。

第3章 等量三角法の河川への応用

(1) 河川の自己調節に関係ある主なる原因

(イ) 貯水：2地点間の河道内に凹所があつて、増水前空虚だつたものが、ここに洪水の一部を貯水し、河水が平水に復した後も、尙滯留して下流に流下しないもの。

(ロ) 貯流：河道内の流路と高水敷又は遊水地なるを問わず、平均流速が上流地点より減退して、洪水流下に遅滞を生じ、2地点間に一時的に貯流を生ずる。貯流は減水と共に漸次流下し去つて跡方もなくな

表-2

Original	Inflow	Outflow
ED.TS	$\Delta OAB \quad t_1, t_2$	$\Delta CDE \quad t_2, t_4$
$\frac{1}{2} K > 1$	$\Delta OFG \quad t_1, t_3$	$\Delta CKH \quad t_2, t_4$
$\frac{1}{2} K < 1$	ΔOHI	ΔCLM
Q_1'	$\frac{1}{2} q_1 t_1^2 = \frac{1}{2} q_2 t_2^2$	
Q'	$\frac{1}{2} q_1 t_1^2 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2} q_2 t_2^2 \times \frac{1}{2}$	
$\lambda \cdot \frac{Q_1'}{Q_1}$	$1 - \frac{(t_1 - t_2)^2}{t_1(t_1 + t_2)}$	
X'	$\frac{K t_2 (t_1 - t_2) (t_1 - t_2)}{t_1 (t_1 + t_2) t_2 (t_1 - t_2)}$	
Y'	$K q_1 \frac{t_1 (t_1 - t_2)}{t_1 (t_1 + t_2) t_2 (t_1 - t_2)}$	
q_{max}	$K q_1 \left\{ 1 - \frac{t_1}{t_2} \frac{t_2 - t_1}{t_1 - t_2} \right\}$	
q_{mean}	$\frac{1}{2} q_1 \lambda^2 \frac{t_1}{t_2 X'}$	
Y'	$1 - \frac{t_1}{t_2} = Y$	
Z'	$K (t_2 + \frac{t_1}{K} - t_1)$	

るのである。

(ハ) 消失：2地点間に於て洪水の一部が消失して下流地点へ流下しないもので、蒸発、分流、溢流、氾濫等がある。

(ニ) 加流：2地点間に於て新たに洪水量を増加するもので涌水、降雨、他川の合流等である。

(ホ) 河状：これは2地点固有のもので2地点及びその中間に於ける断面形状、河底の状態、高水敷、遊水地の形状、河底の勾配、流向、風向、工作物の影響等である。

扱第1章の等量三角

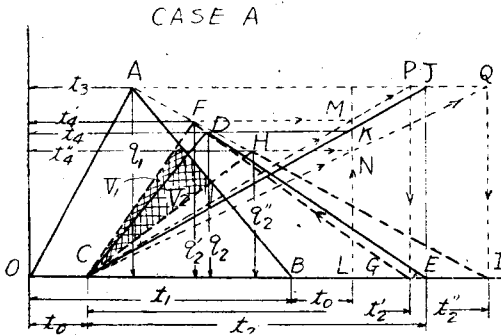
法は大洪水時の実験値から(ホ)の固有状況の下に於て(イ)、(ハ)、(ニ)が無いことを前提として $Q_1 = Q_2$ としたのである。本章に於てこれを次の場合に応用して等量三角の変化を究明してみる。

(2) 流入量の増減 既測大洪水の実験により得た既知等量三角が、これより流入量が大又は小なる洪水に対する変化であるが勿論この場合(水)は変化しないものとする。

今既知等量三角を $(q_1, t_1, t_3, \Delta q_1)$ と $(q_2, t_2, t_4, \Delta q_2)$ とし流入量が $(q_1', t_1', t_3', \Delta q_1')$ に変動した結果、流出量は $(q_2', t_2', t_4', \Delta q_2')$ に変動するものとし $\frac{q_1'}{q_1} = K$ ($K > 1$ 流入量増大, $K < 1$ 流入量減少) とすれば、降雨型及び河状に変化しない場合は総て相似形となるものと考え、等量三角の変化を計算すれば表-2の如き結果を得る。(case B, C は掲載省略)

(3) 貯流量の増減による等量三角の変化 貯流量の増減は遊水面積の増減及び流路洪水容量の増減から来るのであつて、その数量は実際の河川の計画に即応して適当に決定せられなければならない。今貯流の増加量を V_1 、減少量を V_2 とし、 $\frac{V_1}{Q} = K$ 、 $\frac{V_2}{Q} = K_1$ とし、各場合の等量三角の変動の図式解法は図-6 に示す通りで即ち case A, case B では、求める等量三角の頂点 F, H は AD 線上にあるものと仮定し、 V_1, V_2 を増減して、FH 点を求め F→M, C→M→P→G→F の順序で ΔOFG を、又 H→N, C→N→Q→I→H の順序で作図して ΔGHI を得る。原形の等量三角形では

図-6



$$\frac{EJ}{CE} = \frac{KL}{CL}, \quad \frac{q_1}{t_2} = \frac{q_2}{t_1}$$

貯流減の場合

$$\frac{ML}{CL} = \frac{PG}{CG}, \quad \frac{q_2'}{t_1} = \frac{q_1}{t_2'}$$

貯流増の場合

$$\frac{NL}{CL} = \frac{QI}{CI}, \quad \frac{q_2''}{t_1} = \frac{q_1}{t_2''}$$

である。

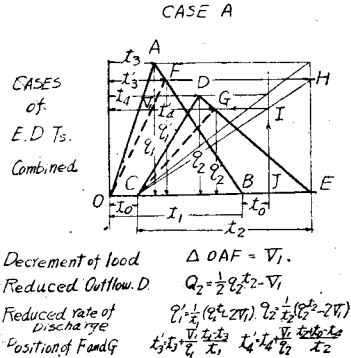
(case B, C については掲載省略)

(4) 氾濫, 溢流, 貯水, 分流等による等量三角の変動

是等の流量は下流地点を通過せず今この総流量を V_1 とすれば図-7 に示す如く上流の等量三角は V_1 に

等しい ΔOAF を減じた ΔOFB に等しく、この変化に伴う下流地点の等量三角の頂点 G は、図の如く簡単に求められ、 q_2', t_3', t_4' 等も簡単に計算し得られ、それを同図下欄に示した。但し上記流量の減少が、時間的に明確である場合は、本例とは異なる。本例では原因の起終点が不明であるので V_1 を ΔOAF と仮定した次第である。(図中 case B, C 省略)

図-7



(5) 流入断面の変更による等量三角の変動 流入地点の断面を拡大するときは、流入量率を増大するを以て総時間を短縮する。この関係は最大流量率の比、即ち q_1 を q_1' に増大し $\frac{q_1'}{q_1} = K$ とすれば、 $t_1' = \frac{t_1}{K}$ となり $t_1 - t_1' = \frac{K-1}{K} t_1$ 時間を短縮する。この場合に於ては、断面拡大による水位、並に貯流容量の増減、等を考慮し実情に適合する仮定を判定、又は不変の条件を見定めこの条件や仮定の下に本問の解決を計る外ない。本例では著者は

- (a) 貯流量不変の条件と流量通減率不変の仮定
- (b) 貯流量不変の条件と $Z:Z' = t:t_1'$

なる仮定を用いて、本問の図式解法を試みたがその図は紙面の都合で掲載を省略する。河川に於ける貯流の原因は頗る複雑多岐に亘るのみならず、河状も千変万化があるので上の如き条件や仮定の判定はその原因の主なるものに就て实地に研究し実情に適する様決定することが絶対に必要であり従つて本例は一般的解法でないばかりでなくこの点に就ては更に研究の必要あるを痛感するのである。

結 言

水理学は物理学の一分科として、又実験水理学は実験と水理学とを結合して著しき発達を遂げたのであるが天然河川の水理学は、所謂不定流なる高級数学式によつて表現せられる程度で、実際の幾多の河川の問題を処理する場合に便利なる形に於て研究せられていない様である。河川に於ける各量水標の記録や流量観測等は実に高値にして貴重なる実験値である。この実験

値に因つて河川の水理学を河川の実験水理学迄研究を
 押進めたい。そして純正科学で解決し得ない河川の問
 題を近似的に解決したいのが著者の願ひである。

本稿を纏めるに方り、中部地方建設局で洪水観測資

料を与えられ、又等量三角法の案出には元内務技監辰
 馬鎌藏先生の指導と助言を得、尙旧友松井愁太郎君の
 援助を得た。茲に謹んで感謝の意を表する次第であ
 る。

熔接継手の龜裂の定量化について

正員 奥 村 敏 恵*
 准員 佐 藤 光 春**

QUANTITATIVE MEASUREMENT OF THE CRACKING TENDENCY IN WELDED JOINT

(JSCE Nov. 1950)

Toshie Okumura C.E. Member

Mitsuharu Sato C.E. Assoc. Member

Synopsis: In order to build up the more reliable welded structure, we must try to prevent cracks due to welding heat. Condition for the cracking tendency in welded structure is thought that.

$$\alpha \cdot \beta \cdot Q \geq S$$

α : Constant due to joint shape and other boundary conditions — the constraint factor of welded joint

β : Constant due to qualities of material, heat transformation, joint shape and density of welded metal.

Q : Heat quantity, which is given to plates of structure by welded metal of unit weight.

S : Yield strength (or ultimate tensile strength) of welded metal.

Authors measured values of Q/S for eight kinds of electric arc welding rods, and found that Japanese rods are suitable for the alternate current, and we can represent the criterion of the cracking tendency by measuring Q/S .

I. 総 説

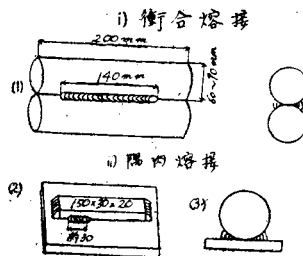
米国に於て、熔接は多くの鋼構造に應用され、完全な効果をあげている様であるが、日本ではまだ十分な実用を見るに到つていない。此は熔接に対する信頼度が低い事に依るものである。熔接の信頼度を支配する要素は、材料・設計・施工であるが、これ等の最も適切な条件に対する概念が、十分につくられていない様に感じられる。

ベルギーのフィデンディールを初とし、従来の熔接構造の事故に関する調査報告に依ると、すべてが青熱龜裂を核として、それより発達した破壊が原因となつている。又、理論的計算に依ると薄板の熔接に依る熱応力は（主応力に關しても、最大剪断応力に關しても）、熔接終了後 30~40 秒位でその最大値に達し、その時の板の温度は、条件に依り 200°C~350°C 附近にある事が言える。これが龜裂の主因である。従つて例えば熔接継手の第1層等に生ずる収縮龜裂を避ける様

な工作を施してやれば、完全に信頼出来る熔接構造が可能となり、又逆に、此に依り熔接の可能な線が引かれ得るのである。

従来熔接龜裂に關しては、諸外国で多くの研究が行われているが、我が国に於ても東大仲教授の系統的な研究がある。又現場に於ては図-1 に示す様な簡易な

図-1



目安の試験方法がある。此は、熔着された金属が熔融及び冷却中どの程度の周辺拘束に耐え得るかを比較する試験であるが、試験施工中の個

々の誤差が非常に多く入り、且つ拘束に対する解析が不確実の為、實際の状態に対する照合が困難である。図-2 に示すのも同様に拘束試験体を應用するものであるが、多くの原因が互に相關して入り、その分析が困

* 東京大学第一工学部助教

** 同上 大学院学生