

流速測定器の一考案

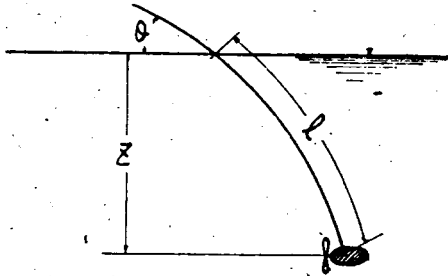
正會員 橋 内 徳 治*

1 緒 言

河川工学上又は水理学上流速測定に必要なことは今更述べる迄もあるまい。流速は主として間接測定方法に依りて求めらるゝことが多く概ね次の如き方法が用ひらる事は既に諸氏の熟知する所である

- 1 ベンチュリメーター
- 2 浮子
- 3 流速計
- 4 流速堰
- 5 電気抵抗法

以上のうち河川の流速を測定するに最も普通に用ひらるゝ方法は浮子又は流速計によるものなれども渦流又は流速の激しき河川に於ては測定には困難を來し従つて観測値の正確を期し得ない、通常流速計に依りて流速大なる水流を計らんとする場合に於て、流速計は之を吊り下ぐる綱と共に下流に押し流さるゝを以つて綱の長さ l にては實際の水深を表示せず次式の如き修正を加へて始めて各水深の流速を求めて居る



$$Z = \frac{l}{1 + \frac{8}{3} \cos^2 \theta}$$

Z 實際の流速計の深さ

O 水面に於ける綱の傾斜

然しかかる場合に流速計は果して確實に流れの方向に

一致して翼が廻轉して居るや、又は流速計の鏢がよく流に抗し長き綱を通じ水底附近迄も計測し得るやは非に疑問の存する所にして、往々實観測値に對し自信をはしむることがある。

浮子は川巾の大なる場合に於ては屢日標浮子を附しも尙その存在を見失ひ観測を誤らすことがある。所波立つ様な大河川にては甚しく観測に困難を與ふるのならず、特に時々刻々流速の異なる有漸河川にては、かる観測方法によりて數値を見出すことは誤であるを思料せらる。

我が滿洲の河川に於ては概ね川巾大なるも流速は比較的緩にして流速計を用ひより水流を正確に測定し得る遼河や鴨綠江の下流部に於けるが如く、川巾大にして速激しきものにおいて、到底以上何れの方法による満足なる満足なる成果を得られざるものと思はれ、且て何等かの方法により簡単に實施せらるべき考案を練せねばならぬ、依つて著者は茲に流速を運動量に換へこの運動量を直力にて観測し得る如き機構を考へて見これに對する諸氏の厳正なる御批判を乞ふ。

2 流體と固體との相對運動關係

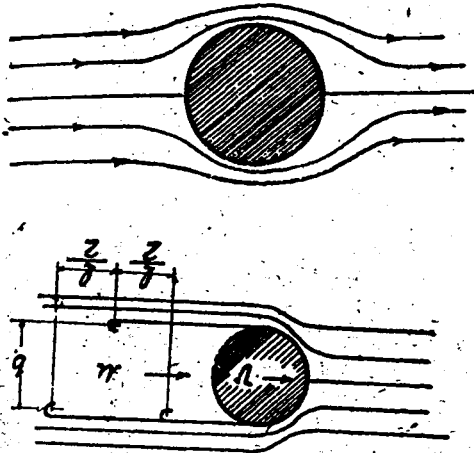
固體が靜水中を運動する時又は流水中に固體が靜する時は相對運動に依り抵抗力又は壓力を受け、此の大きさは相對速力 v の α 乗に比例し α は多くの場合 $\frac{2}{3}$ といふ。

一般に流體と固體との相對運動に依り固體に作用す抵抗力は接觸面の摩擦、流體及び上下流壓力の不平衡に因るものなるが相對速力が微小なる場合は、次圖の如く流體は固體表面に沿ふて流れ抵抗力は主として粘性に因るものである。

しかし速度大なる場合は主として不平衡力と渦流に

ものである。即ち圖(3)の如く圓錐なる相對速度を以て水中を左方に運動する場合には圓錐の移動に伴ひ空腔を充たすために水かけ部にmなる逆水流を生じ之れと主流との境界に渦を生じて兩側に交互に規則正しく配列される。

所謂 Kaoman の渦群を生ずる。



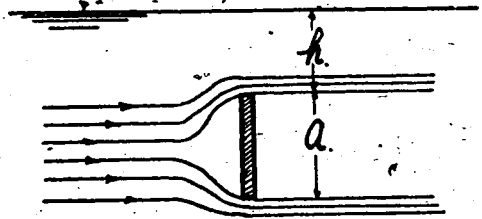
今Rを壓力又は抵抗力、 ρ を流體の密度、Aを相當運動の方向に於ける固體の投射面積、 ω を水單位體積の質量とすれば運動量變化の理論より。

$$R = \rho \omega \cdot A \frac{v^2}{2g}$$

$$= k \cdot A \cdot v^2 = KPAv^2 \dots \dots \dots (1)$$

茲にK、k、は共に係數にして、その固體の形狀に依り著しく異なるものである。しかもこの値は同一物體と異なり粘性の表面波等の影響に依り流體の性質及びv、A、等にも關係せられ多少異なる値を持つ例へば流れに直面する平板に作用する動水壓について Engels、及び Geb-

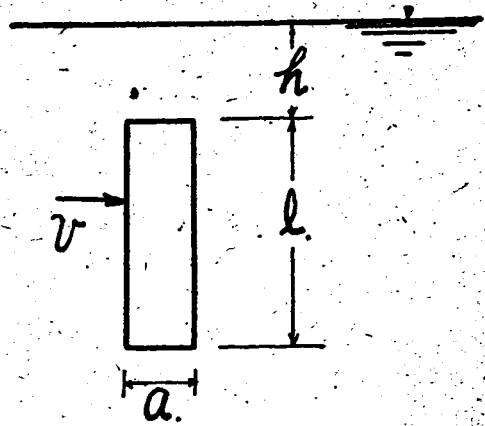
ers. の1cm平方の鋼板に對する實驗によれば(板の上縁を水面下1cmの洋さ水温 17°-18.8°Cの實驗水路にて測定す圖4参照)



Um/sec	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
R/kg	0.16	0.66	1.41	2.33	3.51	5.02	6.85
ξ	1.20	1.29	1.23	1.14	1.10	1.09	1.10

又叙上兩氏の1cm角柱の實驗に依れば(圖5参照)

この値は次表の如くにして一般に流速大なるに従ひ減少せるものゝ如し



Um/sec	l=10cm			l=50cm			h=10cm			l=30cm				
	h=10	20	30	h=10	20	30	h=0	10	20	30	h=0	10	20	30
0.5	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.27	1.19	1.10	1.10	1.41	1.20	1.32	1.37
1.0	0.99	1.02	0.91	1.07	0.96	1.02	1.22	0.92	0.99	1.02	1.50	1.20	1.31	1.32
1.5	0.97	1.00	1.00	1.08	0.92	0.92	1.27	0.92	1.00	1.07	1.66	1.22	1.22	1.22
2.0	1.01	1.02	1.07	0.97	0.92	0.90	—	0.97	0.98	1.00	—	1.20	1.18	1.19
2.5	1.05	1.02	1.10	0.91	0.91	0.90	—	0.98	0.90	0.94	—	1.18	1.18	1.10
3.0	1.05	1.00	1.11	0.90	0.91	0.92	—	0.98	0.97	0.90	—	1.10	1.19	1.10

以上の実験結果を綜合する $\zeta=0.9\sim 1.3$ は變化するものにして概ね略算をなす場合には $\zeta=1$ と擇ぶも可なくと料せらる。勿論正確に定むるためには實驗其の他の方法によりて精密に測定するを要す。

今 $\zeta=1$ (1) 式へ

$$R = \omega_0 \cdot A \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (2)$$

$$v^2 = \frac{2g}{\omega_0} \frac{R}{A} = \alpha R$$

$$\therefore v = \alpha^{1/2} R^{1/2} \dots\dots\dots (3)$$

即ち抵抗力又は動水壓は流速の α に比例するを以て何等か方法によつて、動水壓を知れば従つて流速は(3)式によりて求むることが出来る。例へば細き針金の一端を浮子の如きものに結び他端にスプリングバランスを取付く様な機構を考案し、これを水中に入れれば、非常に簡単に動水壓を觀測し得ることが出来る。特に動水壓を示すこのスプリングバランスの針が流速の變化に應じ自記し得る如く考案せば有礙河川の流速の變遷を詳細に熟知することを出来ることを出来ることになる。

3 應用問題

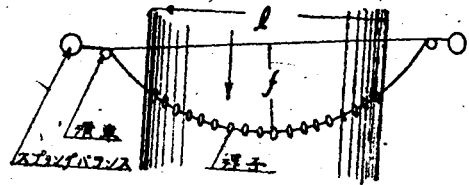
應用一つとして河川の平均表面流速を簡単に觀測せんとする問題につき説述して見る。先づ細き針金に多數の浮子狀の物を結びつけ、これを測定せんとする河上に浮し張る。

然る時には浮子群は流速の作用を受けて大略弧形を呈する今この弧形を拋物線と考へ且表面流速は一樣なるものと假定すれば、スプリングバランスに指示せらるゝ動水壓は

$$\Sigma R = \frac{v^2}{\alpha} \frac{l^2}{8f} \dots\dots\dots (4)$$

茲に l = 川巾を示し f は中央に於て垂矢を表はす故に l, f, α, R を知れば

$$v = \frac{1}{l} (\alpha, \alpha, f, \Sigma R)^{1/2} \dots\dots\dots (5)$$



v (5) 式の計算を行へば略知することを得る。

4 結 び

水域が極めて廣き時は同一相對速度に於ては水が流し固體が靜止する場合と固體が靜止せる水中を運動する場合との α の値は略等しい。故に流速計の檢査をなす如く、一端を浮子に結び他端をスプリングバランスに付けたる本案の様な器械の浮子を靜水中に一定速度に牽引し、スプリングバランスに指針する動水壓 R と v の間の關係式 $v^2 = \alpha R$ 中の α を最小自乘法にて求むばよし或は亦よく整正された流速計に依つて豫め流速速度を測定しておきこの流水中に本考案の器械を用ひ動水壓を觀測すれば前記同様 $v^2 = \alpha R$ なる關係より意の流速を定め得ることが出来る。

勿論この場合にも數回の觀測値より α なる係数を最小自乘法により求むべきことは餘言を俟たぬ。