

第六編

液體動力學

第一章

定流ニ關スルベルぬーいノ定理

168. 定流・流線 流水ノ一定ノ所ニ於ケル速度ノ大サ及方向何レノ時タルヲ問ハズ常ニ一定セルトキハ其流ヲ定流ト謂フ。

流水ノ一分子ノ通過セル徑路ヲ流線ト謂フ。流線ノ各點ニ於ケル切線ハ該分子ノ速度ノ方向ト相一致セリ

定流ニ於ケル流線ハ常ニ一定不變ナリ。

169. 流量 流水中ニ任意ノ斷面 σ ヲ取リ dt ナル時間内ニ於テ該斷面ヲ通過スル水量ナルトキハ

$$q = \frac{dQ}{dt}$$

ヲ該斷面ニ於ケル該時ニ於ケル、又ハ該斷面ニ於テ該時ニ於ケル流量ト謂フ。 σ ノ面積ヲ A 、 σ ノ一點ニ於テ之ニ垂直ナル分速度ヲ v_n 、 v_n ノ σ ニ於ケル平均値ヲ V_n トスレバ

$$dQ = \int_{(\sigma)} v_n dt \cdot dA = V_n A dt$$

ナルガ故ニ

$$295) \quad q = \frac{dQ}{dt} = \int_{(\sigma)} v_n dA = V_n A$$

ヲ得。

定流ニ於ケル流量ハ常ニ一定不變ナリ。

170. 流量ノ單位 長サノ單位呎ニシテ時ノ單位秒ナルトキハ

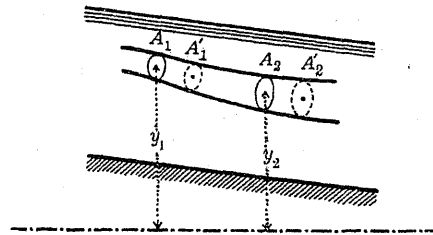
流量ノ單位ハ「毎秒ニ立方呎」ト稱シ

立方呎/秒

ト記ス。其他類推スベシ。

171. 定流ニ關スルベルぬーいノ定理。 第 206 圖ノ如ク定流ノ

第 206 圖



A_1, A_2 ニ於テ微分斷面ヲ有シ流線ニヨリテ界サレタル水流ノ一部 $A_1 A_2$ ヲ取リ

w = 水ノ容積單位ノ重量

$dA_1, dA_2 = A_1, A_2$ ニ於テ流線ニ垂直ナル斷面積

$p_1, p_2 = A_1, A_2$ ニ於ケル水ノ壓力強度

$v_1, v_2 = A_1, A_2$ ニ於ケル水ノ速度ノ大サ

トシ dt 時ノ後 A_1 ハ A_1' ニ、 A_2 ハ A_2' ニ來リタルモノトス。 $A_1 A_2$ ヨリ $A_1' A_2'$ ニ移レル變化ヲ考フルニ $A_1' A_2$ ハ此兩部ニ共通ナルガ故ニ此部分ニ起レル變化ハ該變化ニ影響スル所ナシ。

今 $A_1 A_1' = v_1 dt, A_2 A_2' = v_2 dt$ ナルガ故ニ

$$A_1 A_1' \text{ノ重量} = w \cdot v_1 dt \cdot dA_1 = w q_1 dt$$

$$A_2 A_2' \text{ノ重量} = w \cdot v_2 dt \cdot dA_2 = w q_2 dt$$

ニシテ且定流ナルガ爲メ

$$q_1 = q_2$$

ナルガ故ニ之ヲ q トスレバ上記ノ兩重量ハ相等シク $A_1 A_2$ ヨリ $A_1' A_2'$ ニ移レル間ニ重力ニヨリテ爲セル働ハ

$$(y_1 - y_2) w q dt$$

ナリ。又水ノ壓力ニヨリテ爲セル働ハ

$$p_1 dA_1 \cdot v_1 dt - p_2 dA_2 \cdot v_2 dt = (p_1 - p_2) q dt$$

ニシテ此等ノ二種ノ働ヲ合セタルモノヲ dW トスレバ

$$dW = (y_1 - y_2) w q dt + (p_1 - p_2) q dt$$

ナリ。然ルニ此間ニ起レル勢ノ變化ハ

$$\frac{w q dt}{2g} (v_2^2 - v_1^2)$$

ニシテ此外摩擦其他ノ原因ニヨリ(特ニ $A_1 A_2$ ノ一部流路ノ面ニ接スルガ如キ場合ニ於テ)一般ニ多少ノ勢ノ損失ヲナスベシ。此勢ノ損失ヲ dE トシ上記ノ勢トノ和ヲ dT トスレバ

$$dT = \frac{w q dt}{2g} (v_2^2 - v_1^2) + dE$$

ナルガ故ニ 62)式ニヨリ

$$(y_1 - y_2) w q dt + (p_1 - p_2) q dt = \frac{w q dt}{2g} (v_2^2 - v_1^2) + dE$$

ヲ得從テ

$$\frac{1}{wq} \frac{dE}{dt} = h_0$$

トスレバ

$$296) \quad y_1 + \frac{p_1}{w} + \frac{v_1^2}{2g} = y_2 + \frac{p_2}{w} + \frac{v_2^2}{2g} + h_0$$

ヲ得。之ヲ定流ニ關スルベルぬーいノ定理ト謂ヒ液體動力學ノ基礎ヲナセルモノニシテ後章ニ於ケル各種ノ理論ハ畢竟スルニ此定理ノ應用タルニ過ギズ。

勢ノ損失ナキ場合ニ於テハ

$$297) \quad y_1 + \frac{p_1}{w} + \frac{v_1^2}{2g} = y_2 + \frac{p_2}{w} + \frac{v_2^2}{2g}$$

ヲ得.

上記ノ p_1, p_2 等ハ流水ニ於ケル應壓力強度即チ所謂壓力強度ニシテ第五編ニ掲ゲタル靜水ニ於ケル壓力強度 P ト混同スベカラズ.

172. 頭. 296), 267) 式ノ $y, \frac{p}{w}, \frac{v^2}{2g}, h_0$ ハ總テ長サノ單位ヲ有シ共ニ水ノ働又ハ勢ヲ生ズベキ資源ヲ示セリ. y ヲ高度頭, $\frac{p}{w}$ ヲ壓力頭, $\frac{v^2}{2g}$ ヲ速度頭, h_0 ヲ損失頭ト謂ヒ, 此等ヲ總稱シテ頭ト謂フ.

第 二 章

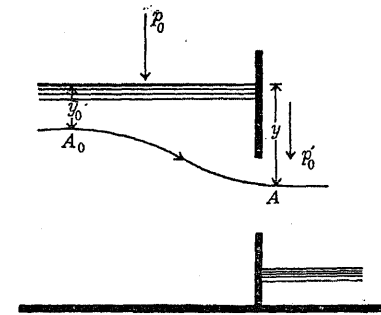
孔 口 ニ 於 ケ ル 水 流

173. 不 變 頭 ノ 下 ニ 孔 口 ニ 於 ケ ル 水 流.

第一. 下 流 ノ 水 位 孔 口 以 下 ニ ア ル ト キ.

其一. 流 出 速 度. 速 度 系 數. 第 207 圖 ニ 於 テ A_0, A ヲ ノ 流

第 207 圖



線トシ A_0, A ニ於ケル速度ヲソレソレ $= v_0, v$ トシ, A_0, A ニ於ケル壓力強度ハ 292) 式ニヨリテ與ヘラル、モノト假定スルトキハ 297) 式ニヨリ

$$-y_0 + \frac{p_0 + wy_0}{w} + \frac{v_0^2}{2g} = -y + \frac{p_0'}{w} + \frac{v^2}{2g}$$

ナルガ故ニ

$$298) \quad v = \sqrt{v_0^2 + 2g\left(y + \frac{p_0 - p_0'}{w}\right)}$$

ヲ得.

此式ニヨリテ得ベキ結果ハ壓力強度其他ニ關スル假定ノ爲メ

實驗ト相符合セズ實際ニ於ケル流出速度ハ

$$c_v v$$

ナル値ヲ有スベシ。 c_v ヲ速度系数ト謂フ。

其二. 縮流. 縮流系数. 孔口外ニ於ケル水流ノ大サ dA' ハ孔口ニ於ケル大サ dA ヨリ小ニシテ

$$dA' = c_c dA$$

ナル關係ヲ有ス。此現象ヲ縮流ト謂ヒ、 c_c ヲ縮流系数ト謂フ。

其三. 流量. 流量系数. dA ヨリ生ズル流量 dq ハ

$$dq = c_v v \cdot dA' = c_v c_c v dA$$

ナルガ故ニ

$$c_v c_c = c_q$$

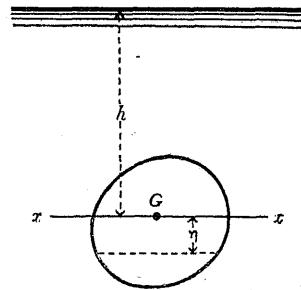
トスレバ孔口ヨリ生ズル全流量 q ハ

$$299) \quad q = \int_{(\sigma)} c_q v dA$$

ナリ。 c_q ヲ流量系数ト謂フ

特ニ $v_0 = 0, p_0 = p_0'$ ニシテ孔口ノ大サ頭ニ比シテ小ナルトキ上流ノ水位以下孔口ノ圖心 G ノ深サヲ h トスレバ(第 208 圖)

第 208 圖



$$y = h + \eta$$

ニシテ

$$\begin{aligned} \sqrt{y} &= \sqrt{h + \eta} = \sqrt{h} \sqrt{1 + \frac{\eta}{h}} \\ &= \sqrt{h} \left(1 + \frac{1}{2} \frac{\eta}{h} - \frac{1}{8} \frac{\eta^2}{h^2} \right) \text{ 約} \end{aligned}$$

ナルガ故ニ

$$\begin{aligned} q &= c_q \int_{(\sigma)} \sqrt{2gy} dA = c_q \sqrt{2gh} \int_{(\sigma)} \left(1 + \frac{1}{2} \frac{\eta}{h} - \frac{1}{8} \frac{\eta^2}{h^2} \right) dA \\ &= c_q \sqrt{2gh} \left(A + \frac{G_x}{2h} - \frac{I_x}{8h^2} \right) \end{aligned}$$

ナリ; 但シ A ハ孔口 σ ノ面積ニシテ、 G_x, I_x ハ σ ノ xGx 線ニ對スル一次率及自乗率ナリ。然ルニ第 38 節ニヨリ $G_x = 0$ ナルガ故ニ

$$300) \quad q = c_q \sqrt{2gh} \left(A - \frac{I_x}{8h^2} \right)$$

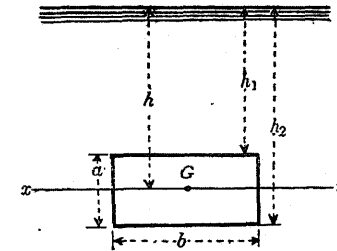
ヲ得、尙 I_x カ h^2 ニ比シテ十分小ナルトキハ

$$301) \quad q = c_q \sqrt{2gh} A$$

ヲ得。

例 1. 孔口矩形ニシテ $p_0 = p_0'$ ナルトキ。第 209 圖ニ於テ 299) 式ニヨリ

第 209 圖



$$q = c_q \int_{h_1}^{h_2} \sqrt{v_0^2 + 2gy} b dy$$

ナルガ故ニ

$$302) \quad \begin{cases} q = \frac{2}{3} c_d \sqrt{2g} b \left[\left(\frac{v_0^2}{2g} + h_2 \right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{v_0^2}{2g} + h_1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \\ q = \frac{2}{3} c_d \sqrt{2g} b \left(h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}} \right) \quad w = 0 \text{ナルトキ} \end{cases}$$

ヲ得.

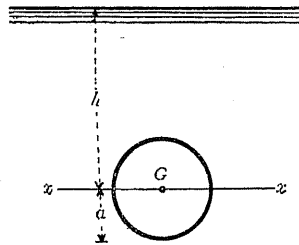
300) 式ヲ用ヒ得ル場合ニ於テハ

$$303) \quad q = c_d \sqrt{2gh} ab \left(1 - \frac{a^2}{96h^2} \right)$$

ヲ得.

例 2. 孔口圓形ニシテ $p_0 = p_0'$ ナルトキ. 第 210 圖ニ於テ 300) 式ヲ用ヒ得ル

第 210 圖



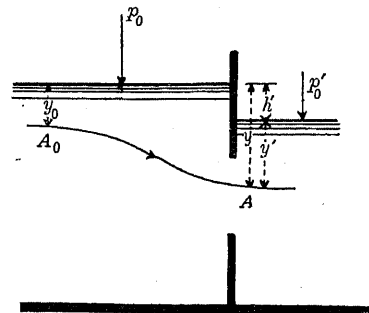
場合ニ於テハ

$$304) \quad q = c_d \sqrt{2gh} \pi a^2 \left(1 - \frac{a^2}{32h^2} \right)$$

ヲ得. 299) 式ヲ用ユル一般ナル場合ニハ楕圓積分又ハ楕圓函數ヲ要スベシ.

第二. 下流ノ水位孔口以上ニアルトキ. 第 211 圖ニ於テ 298),

第 211 圖



298) 式ヲ得タルト同様ノ方法ニヨリ

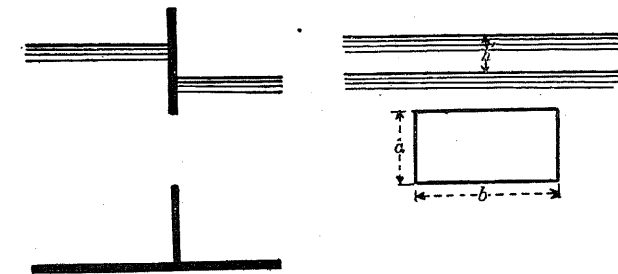
$$305) \quad v = \sqrt{v_0^2 + 2g \left(h' + \frac{p_0 - p_0'}{w} \right)}$$

$$306) \quad q = c_d A \sqrt{v_0^2 + 2g \left(h' + \frac{p_0 - p_0'}{w} \right)}$$

ヲ得.

例. 孔口矩形ニシテ $p_0 = p_0'$ ナルトキ. 第 212 圖ニ於テ 306) 式ニヨリ

第 212 圖

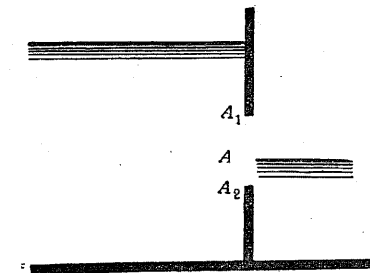


$$307) \quad q = c_d \sqrt{2g} ab \sqrt{\frac{v_0^2}{2g} + h'}$$

ヲ得.

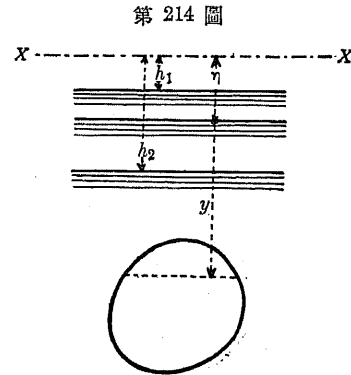
第三. 下流ノ水位孔口ノ中途ニアルトキ. 第 213 圖ニ於テ孔

第 213 圖



口ヲ二部ニ分チ AA_1 ニ對シテハ第一ノ場合ヲ用ヒ, AA_2 ニ對シテハ第二ノ場合ヲ用ユベシ.

174. 變頭ノ下ニ孔口ニ於ケル水流. 298), 305) 式ニ於テ得タル速度ノ大サハ y, h' ノ函數ナルガ故ニ一ノ水平ナル定線 XX ヲ



第 214 圖

取ルトキハ(第 214 圖)

$$q = f(\eta)$$

トスルコトヲ得ベシ. 然ルニ水ノ容器ノ水平斷面積ヲ

$$A_0 = \varphi(\eta)$$

トスルトキハ

$$q = \frac{d\eta}{dt} \varphi(\eta)$$

ナルガ故ニ

$$f(\eta) = \frac{d\eta}{dt} \varphi(\eta) \quad \therefore dt = \frac{\varphi(\eta)}{f(\eta)} d\eta$$

ニシテ h_1, h_2 ニ對スル時ヲソレソレニ t_1, t_2 トスレバ

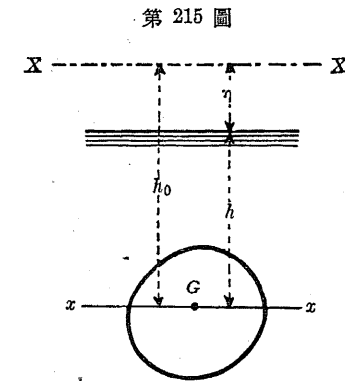
$$308) \quad t_2 - t_1 = \int_{h_1}^{h_2} \frac{\varphi(\eta)}{f(\eta)} d\eta$$

ヲ得, 此間ニ流出セル全水量 Q ハ

$$309) \quad Q = \int_{h_1}^{h_2} \varphi(\eta) d\eta$$

ナリ.

特ニ下流ノ水位孔口以下ニアリ, $v_0 = 0, p_0 = p_0'$ ニシテ且水ノ容器ノ水平斷面積常數ニシテ孔口ノ大サ充分小サク 301) 式ヲ用ヒ



第 215 圖

得ル場合(第 215 圖)ニ於テハ

$$q = f(\eta) = c_d \sqrt{2gh} A = c_d \sqrt{2g(h_0 - \eta)} A$$

$$= \frac{d\eta}{dt} \varphi(\eta) = \frac{d\eta}{dt} A_0$$

ナルガ故ニ

$$dt = \frac{A_0}{c_d \sqrt{2g(h_0 - \eta)}} d\eta$$

ヲ得, 從テ

$$310) \quad \begin{cases} t_2 - t_1 = \frac{2A_0}{c_d A \sqrt{2g}} (\sqrt{h_0 - h_1} - \sqrt{h_0 - h_2}) \\ Q = (h_2 - h_1) A_0 \end{cases}$$

ヲ得ベシ. XX ヲ t_1 時ニ於ケル水位トシ從テ $h_1 = 0$ ナルトキハ之

ヨリ xGx ニ至ル水ヲ全ク流出セシムルニ要スル時 t_0 ハ

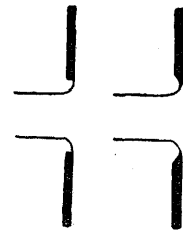
$$311) \quad t_0 = \frac{2A_0}{c_d A} \sqrt{\frac{h_0}{2g}}$$

ナリ.

175. 速度係數, 縮流係數, 流量係數ノ値.

第一. 薄側孔口. 孔口第 216 圖ノ如キカ又ハ第 217 圖ノ如ク

第216圖 第217圖



シテ孔側ノ厚サ流出水ノ太サヨリ小ナルトキハ縮流ヲ生ジ流量
係數ハ次ノ如キ値ヲ有スベシ:-

第 216 圖ノ場合ニ於テ矩形孔口 ($b = 1$ 呎)ニ對スル流量係數
(第 209 圖 參照)

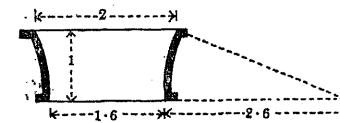
| $\frac{a_{(H)}}{h_{(H)}}$ | 4 | 2 | $1\frac{1}{2}$ | 1 | $\frac{3}{4}$ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{4}$ | $\frac{1}{8}$ |
|---------------------------|-------|-------|----------------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.2 | | | | | | | | .6333 |
| 0.5 | | | | | .6050 | .6150 | .6313 | .6333 |
| 1.0 | | | .6135 | .6010 | .6090 | .6172 | .6320 | .6320 |
| 2.0 | | .6183 | .6144 | .6036 | .6104 | .6166 | .6302 | .6291 |
| 3.0 | .6273 | .6170 | .6132 | .6048 | .6100 | .6153 | .6267 | .6267 |
| 5.0 | .6208 | .6124 | .6088 | .6038 | .6063 | .6114 | .6202 | .6202 |
| 10.0 | .6035 | .6015 | .6010 | .6010 | .6010 | .6010 | .6030 | .6060 |
| 20.0 | .6045 | .6024 | .6012 | .6012 | .6014 | .6018 | .6036 | .6074 |
| 30.0 | .6054 | .6034 | .6017 | .6013 | .6018 | .6027 | .6044 | .6092 |
| 40.0 | .6066 | .6045 | .6025 | .6015 | .6026 | .6037 | .6055 | .6114 |
| 50.0 | .6086 | .6060 | .6034 | .6018 | .6035 | .6050 | .6070 | .6140 |

第 216 圖ノ場合ニ於テ圓形孔口ニ對スル流量係數
(第 210 圖 參照)

| $\frac{a_{(H)}}{h_{(H)}}$ | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 |
|---------------------------|------|------|------|------|
| 0.8 | .637 | .629 | .622 | .614 |
| 2.0 | .628 | .621 | .614 | .607 |

第二. 鈴形孔嘴. 孔口ニ於テ恰モ縮流ノ形狀ヲナセル孔嘴ヲ
備フルトキハ $c_c = 1$, $c_v = c_d$ ニシテ實地上ニ於テハ之ニ近似セル

第 218 圖

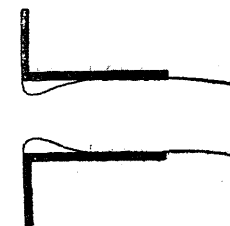


第 218 圖ノ如キ所謂鈴形孔嘴ヲ用ユルコトアリ. 此場合ニ於ケル
流速係數 c_v ノ値ハ次ノ如シ:-

| h(呎) | 0.66 | 1.64 | 11.48 | 55.77 | 337.93 |
|-------|------|------|-------|-------|--------|
| c_v | .959 | .967 | .975 | .994 | .994 |

第三. 筒形孔嘴. 第 219 圖ノ如キ筒形孔嘴ノ長サ其断面ノ最

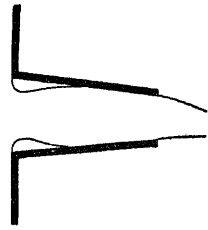
第 219 圖



小直徑ノ1.5倍以上ナルトキハ水ハ其流出ニ際シ一タビ縮流シ更
ニ筒ノ太サニ膨流スベシ. 此場合ニ於テハ $c_c = 1$ ニシテ $c_v = c_d$ ノ
値ハ約 0.82 ナリ.

第四. 漸縮孔嘴. 第 220 圖ノ如キ漸縮孔嘴ニ於テハ水ハ孔嘴
ノ入口ヨリ出ヅルノ際一タビ縮流シタル後孔嘴ノ大サニ膨流シ
更ニ其出口ヲ出ヅルノ後第二ノ縮流ヲナスベシ. だゞびいゝそん
及かすてるガ

第 220 圖



出口ニ於ケル直徑 1.55 さんちめーとる
 長 4.00 さんちめーとる
 頭 3.00 めーとる

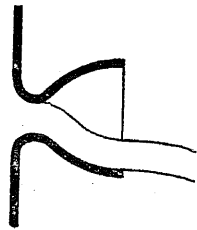
ナル場合ニ於ケル實驗ニヨリテ得タル c_v 及 c_d ノ値ハ次ノ如シ—

| α | c_v | c_d | α | c_v | c_d | α | c_v | c_d |
|----------|-------|-------|----------|-------|-------|----------|-------|-------|
| 0° 0' | .830 | .829 | 8° 58' | .942 | .934 | 19° 28' | .970 | .924 |
| 1° 36' | .866 | .866 | 10° 20' | .950 | .938 | 20° 0' | .971 | .918 |
| 3° 10' | .894 | .895 | 12° 4' | .955 | .942 | 23° 0' | .974 | .913 |
| 4° 10' | .910 | .912 | 13° 24' | .962 | .946 | 29° 58' | .975 | .896 |
| 5° 26' | .920 | .924 | 14° 28' | .966 | .941 | 40° 20' | .980 | .869 |
| 7° 52' | .931 | .929 | 16° 36' | .971 | .938 | 48° 50' | .984 | .847 |

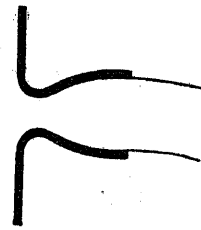
α ハ孔嘴漸縮ノ角度ニシテ, $\alpha = 13^\circ 24'$ ナルトキ c_d ノ値最大ナリ。

第五. 漸開孔嘴. 第 221 圖ノ如ク孔嘴ノ形狀第 219 圖ノ水流

第 221 圖



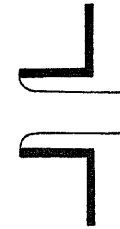
第 222 圖



ノ形狀ニ近似スルトキハ $c_e = 1$ ニシテ $c_d = c_v$ ノ値ハ約 0.97 ナリ。
 若シ漸開ノ大サ此度ヲ過グルトキハ水流ハ第 222 圖ノ如クナルベシ。

第六. ぼるだノ孔嘴. ぼるだノ孔嘴トハ第 223 圖ノ如ク水ノ

第 223 圖

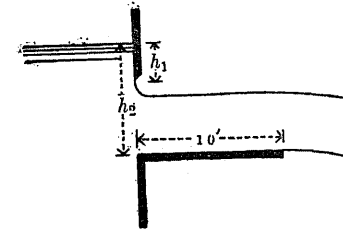


容器ニ突入セルモノヲ謂ヒ c_e ハ次ノ値ヲ有セリ—

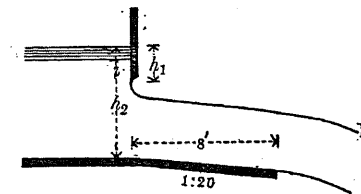
| 實驗者 | ぼるだ | びどーぬ | わいすばは |
|-------|-------|-------|-------|
| c_e | .5149 | .5547 | .5324 |

第七. 誘導流出路. 第 224, 225, 226 圖ノ如キ誘導流出路ノ場合

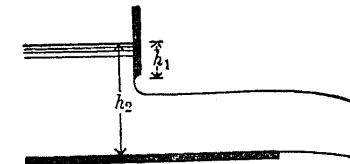
第 224 圖 (A)



第 225 圖 (B)



第 226 圖 (C)



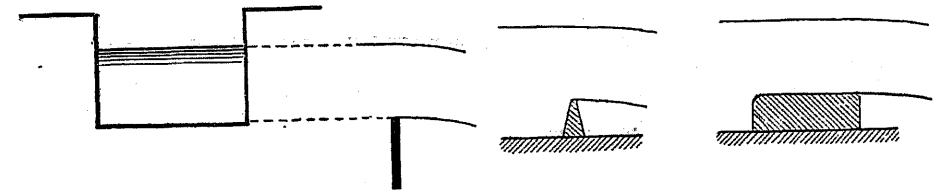
ニ於テ孔口ノ幅 8 吋ナルトキ c_d ハ次ノ値ヲ有セリ:-

| h_2-h_1 (呎) | h_1 (呎) | 0.656 | 1.64 | 3.28 | 6.58 | 1.64 | 3.28 | 4.92 | 6.56 | 9.84 |
|---------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.658 | A | 0.480 | 0.511 | 0.542 | 0.574 | 0.599 | 0.601 | 0.601 | 0.601 | 0.601 |
| | B | 0.480 | 0.510 | 0.538 | 0.566 | 0.592 | 0.600 | 0.602 | 0.602 | 0.601 |
| | C | 0.527 | 0.553 | 0.574 | 0.592 | 0.607 | 0.610 | 0.610 | 0.609 | 0.608 |
| 1.64 | A | 0.488 | 0.577 | 0.624 | 0.631 | 0.625 | 0.624 | 0.619 | 0.613 | 0.606 |
| | B | 0.487 | 0.571 | 0.606 | 0.617 | 0.626 | 0.628 | 0.627 | 0.623 | 0.618 |
| | C | 0.585 | 0.614 | 0.633 | 0.645 | 0.652 | 0.651 | 0.650 | 0.650 | 0.649 |

第 三 章

缺口又ハ堰ニ於ケル水流

176. 缺口. 堰. 缺口トハ第 227 圖ノ如キモノヲ謂ヒ、堰トハ第 228 圖ノ如キ建築物ヲ謂フ。

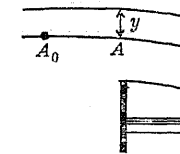


228 圖ノ如キ建築物ヲ謂フ。

177. 缺口又ハ堰ニ於ケル水流.

第一. 下流ノ水位缺口ノ底又ハ堰ノ頂以下ニアルトキ. 此場

第 229 圖



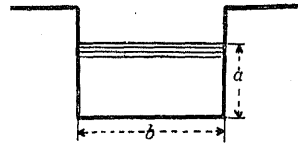
合ハ第 229 圖ノ如ク第 207 圖ノ孔口ノ頂部ガ上流ノ水位以上ニ達セル場合タルニ外ナラザルガ故ニ 293), 299) 式ニヨリ

$$312) \quad q = c_d \int_{(0)} \sqrt{v_0^2 + 2gy} dA$$

ヲ得ベシ。

例 1. 流出口矩形ナルトキ. 第 230 圖ニ於テ 312) 式ニヨリ

第 230 圖

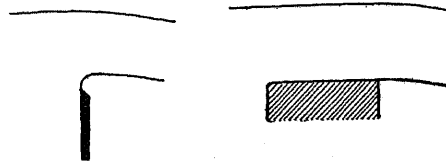


$$313) \begin{cases} q = \frac{2}{3} c_d \sqrt{2g} b \left[\left(\frac{v_0^2}{2g} + a \right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{v_0^2}{2g} \right)^{\frac{3}{2}} \right] \\ q = \frac{2}{3} c_d \sqrt{2g} b a^{\frac{3}{2}} \quad v_0 = 0 \text{ ナルトキ} \end{cases}$$

ヲ得. 流出水ノ上面ニ於テハ水ハ常ニ縮流ヲナシ其兩側面及下面ニ於テハ流出口ノ形狀第 231 圖ノ如クナルトキハ亦縮流ヲナセドモ第 232 圖ノ如キトキハ

第 231 圖

第 232 圖



然ラズ. n ヲ以テ縮流ヲナセル側面ノ數トスレバ

$b = 4$ 乃至 10 呎

$a = 0.6$ 乃至 1.6 呎

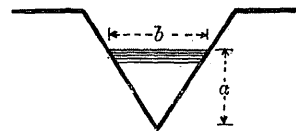
ノ場合ニ於テふらんしすノ行ヒタル實驗ノ結果ニヨルニ 313) 式ノ c_d ハ

$$314) \quad c_d = 0.622 \left(1 - \frac{n}{10} \frac{a}{b} \right)$$

ナル値ヲ有セリ.

例 2. 流出口等脚三角形ナルトキ. 第 233 圖ニ於テ 312) 式ニヨリ

第 233 圖

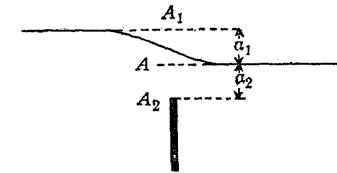


$$315) \begin{cases} q = \frac{2}{15} c_d \sqrt{2g} \frac{b}{a} \left[2 \left(\frac{v_0^2}{2g} + a \right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{v_0^2}{2g} \right)^{\frac{3}{2}} (5a + 2 \frac{v_0^2}{2g}) \right] \\ q = \frac{4}{15} c_d \sqrt{2g} b a^{\frac{3}{2}} \quad v_0 = 0 \text{ ナルトキ} \end{cases}$$

ヲ得. 流出口側ノ形狀第 231 圖ノ如クナルトキハ $c_d = 0.617$ ナリ.

第二. 下流ノ水位缺口ノ底又ハ堰ノ頂以上ニアルトキ. 第 234

第 234 圖



圖ニ於テ流出口ヲ二部ニ分チ AA_1 ニ對シテハ第一ノ場合ヲ用ヒ AA_2 ニ對シテハ第 173 節ノ第二ノ場合ヲ適用ス.

例 1. 流出口矩形ナルトキ. 矩形ノ幅ヲ b トシ, AA_1, AA_2 ニ對スル c_d ノ値同一ナリト假定スルトキハ AA_1 ヲリノ流量 q_1 ハ 313) 式ニヨリ

$$q_1 = \frac{2}{3} c_d \sqrt{2g} b \left[\left(\frac{v_0^2}{2g} + a_1 \right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{v_0^2}{2g} \right)^{\frac{3}{2}} \right]$$

ニシテ AA_2 ヲリノ流量 q_2 ハ 307) 式ニヨリ

$$q_2 = c_d \sqrt{2g} a_2 b \sqrt{\frac{v_0^2}{2g} + a_1}$$

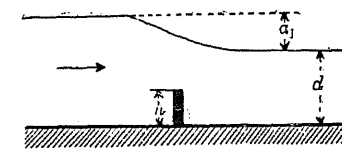
ナルガ故ニ全流量 q ハ

$$316) \begin{cases} q = c_d \sqrt{2g} b \left[\frac{2}{3} \left(\frac{v_0^2}{2g} + a_1 \right)^{\frac{3}{2}} - \frac{2}{3} \left(\frac{v_0^2}{2g} \right)^{\frac{3}{2}} + a_2 \left(\frac{v_0^2}{2g} + a_1 \right)^{\frac{1}{2}} \right] \\ q = c_d \sqrt{2g} b \sqrt{a_1} \left(\frac{2}{3} a_1 + a_2 \right)^{\frac{3}{2}} \quad v_0 = 0 \text{ ナルトキ} \end{cases}$$

ニシテ側面ニ於テ縮流ナキトキハ 314) 式ニヨリ $c_d = 0.622$ トスルヲ常トス.

第 235 圖ノ如ク或ル深サ d ナル水流ニ h ナル高サノ堰ヲ作ルトキハ其上

第 235 圖



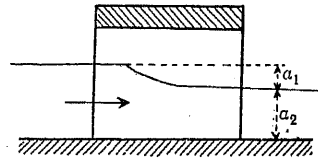
流ノ水深ハ a_1 増加スベシ。此場合ニ於テハ 316) 式ノ

$$a_2 = d - h$$

ニシテ實地上ニ於テハ v_0, g, b, d, a_1 ナ與ヘテ h ナ求メ、又ハ v_0, g, b, d, h ナ與ヘテ a_1 ナ求ムルノ要アルコトアリ。

例 2. 橋脚ノ築造ニヨリテ生ズル上流水位ノ上昇。第 236 圖ノ如ク或ル深

第 236 圖



サ a_2 ナ有セル水流ニ橋脚ヲ作ルトキハ其上流ノ水深ハ a_1 ナ増加スベシ。此 a_1 ナ求ムルニ v_0, g, b, a_2 ナ與ヘラレタルモノトシテ 316) 式ヲ用ユルコトアリ。

第 四 章

管ニ於ケル水流

178. 管ニ於ケル損失頭。

第一. 管面ノ摩擦ニヨリテ生ズル損失頭。一般ニ水ト之ニ切觸セル面トノ間ニ起レル摩擦力(動摩擦力, 第 152 節)ハ實驗ノ結果ニヨルニ

1. 水ノ壓力強度ニ關係ナク
2. 水ノ密度ニ比例シ
3. 切觸面積ニ比例シ
4. 速度 5 呎 / 分以下ナルトキハ之ニ比例シ, 30 呎 / 分以上ナルトキハ其自乗ニ比例シ
5. 切觸面ノ性質, 形狀及大小ト關係ヲ有セリ。

故ニ今

F = 摩擦力

w = 水ノ容積單位ノ重量

A_0 = 切觸面積

v' = 水ノ速度

トスレバ

$$F = f_1' w A_0 \frac{v'}{2g} \quad v' < 5 \text{ 呎 / 分ナルトキ}$$

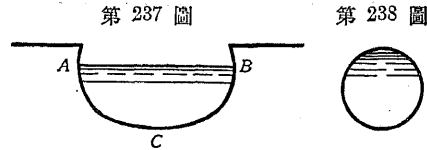
$$F = f_1' w A_0 \frac{v'^2}{2g} \quad v' > 30 \text{ 呎 / 分ナルトキ}$$

ニシテ多クノ場合ニ於テハ $v > 30$ 呎 / 分ナルガ故ニ實地上ニ於テハ第二式ヲ用ユルヲ常トス。今 v ヲ以テ断面ニ於ケル水ノ平均速度トシ v ト v' ト相比例スルモノト假定スレバ

$$F = f_1 w A_0 \frac{v^2}{2g}$$

ヲ得ベク f_1 ハ上記ノ第五ニヨリ切觸面ノ性質、形狀及大小ト關係ヲ有シ之ヲ摩擦係數ト謂フ。

此公式ハ獨リ管ノミナラズ河川ノ如キ開路ニモ亦之ヲ適用ス



ルコトヲ得ベキモノニシテ今

s = 流路断面ノ周邊ノ水ニヨリテ浸サレタル長サ(第 237 圖ニ於テハ曲線 ACB ノ長サ, 第 238 圖ニ於テハ管ノ周邊ノ全延長). 之ヲ浸邊ノ長サト謂フ。

A = 流路ノ斷面積

l = 流路ノ長サ

トスレバ

$$A_0 = sl$$

ナルガ故ニ

$$F = f_1 wsl \frac{v^2}{2g}$$

ニシテ此摩擦ニヨリテ生ズル損失頭ヲ h_1 トスレバ

$$317) \quad h_1 = \frac{F}{wA} = f_1 \frac{s}{A} l \frac{v^2}{2g} = f_1 \frac{l}{m} \frac{v^2}{2g}$$

ヲ得; 但シ $m = \frac{A}{s}$ ニシテ之ヲ平均浸深ト謂フ。

管ノ場合ニ於テ f_1 ヲ定メタル公式數多アレドモ次ノ如クノモノヲ用ユルコト最モ多シ:

- 318) $\begin{cases} 0.04 \text{ 呎} \leq d(\text{呎}) \leq 3 \text{ 乃至 } 4 \text{ 呎} (d \text{ ハ管ノ内直徑) \text{ ナルトキハ} \\ f_1 = 0.005 \left(1 + \frac{1}{12d}\right) \text{ 新シキ鑄鐵管} \\ = 0.010 \left(1 + \frac{1}{12d}\right) \text{ 多少舊キ鑄鐵管} \end{cases}$
- 319) $\begin{cases} 3 \text{ 呎} \leq d(\text{呎}) \leq 6 \text{ 呎} \text{ ナルトキハ} \\ f_1 = 0.0033 \text{ 充分新シキ鑄鐵管ノ折曲及彎曲ナキモノ} \\ = 0.0045 \text{ 普通ノ新シキ鑄鐵管ノ多少ノ折曲及彎曲アルモノ} \\ = 0.0058 \text{ 多少舊キ鑄鐵管ノ多少ノ折曲及彎曲アルモノ} \\ = 0.0115 \text{ 充分舊キ鑄鐵管} \end{cases}$

319) 式ハたるしーノ求メタルモノニアラザレドモ便宜上茲ニ掲出セリ。此外たるしーハ f_1 ヲ速度ノ函數トセル

- 320) $\begin{cases} f_1 = g \left[\alpha + \frac{\beta}{d} + \left(\alpha' + \frac{\beta'}{d^2} \right) \frac{1}{v} \right] \text{ 新シキ鑄鐵管} \\ \alpha = 0.00003959 \quad \beta = 0.00002603125 \\ \alpha' = 0.000064375 \quad \beta' = 0.00000335625 \\ \text{長サノ單位ハ呎, 時ノ單位ハ秒} \end{cases}$

ナル公式ヲ求メタレドモ實用ニ供スルコト少シ。

第二. 管ノ入口ノ抵抗ニヨリテ生ズル損失頭. 實驗ノ結果ニ

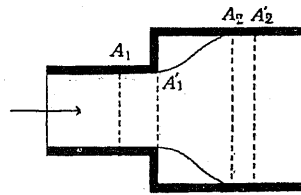
ヨルニ管ノ入口ノ抵抗ニヨリテ生ズル損失頭ヲ h_2 トスレバ

- 321) $\begin{cases} h_2 = f_2 \frac{v^2}{2g} \\ f_2 = 0.08 \text{ 鈴形ヲナセル入口} \\ = 0.505 \text{ 筒形ヲナセル入口} \end{cases}$

ナリ。

第三. 管徑ノ急激ナル増加ニヨリテ生ズル損失頭. 第 239 圖

第 239 圖



ニ於テ $A_1 A_2$ ナル水 dt ノ後 $A_1' A_2'$ ニ來リタリトシ

$p_1, p_2 = A_1, A_2$ ニ於ケル平均壓力強度

$v_1, v_2 = A_1, A_2$ ニ於ケル平均速度

$A_1, A_2 = A_1, A_2$ ニ於ケル斷面積

$p_0 = A_1'$ ニ於テ輪狀ヲナセル管ノ部分ニ於ケル壓力強度
トシ q ヲ流量トスレバ

$$q = v_1 A_1 = v_2 A_2$$

ニシテ $A_1 A_1'$ 又ハ $A_2 A_2'$ ノ質量ハ(第 171 節參照)

$$\frac{w}{g} q dt$$

ナルガ故ニ 58) 式ニヨリ

$$[p_1 A_1 + p_0 (A_2 - A_1) - p_2 A_2] dt = \frac{w}{g} q dt (v_2 - v_1)$$

ナリ. 今假リニ $p_0 = p_1$ トシ此式ニ多少ノ變化ヲ加フルトキハ

$$\frac{p_1}{w} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{w} + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

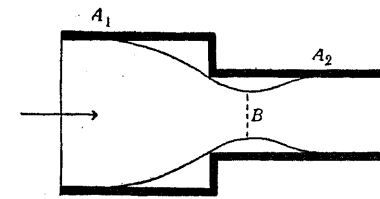
ヲ得ベキガ故ニ此場合ニ於ケル損失頭ヲ h_3 トスルトキハ

$$322) \quad h_3 = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \frac{v_1^2}{2g}$$

ヲ得.

第四. 管徑ノ急激ナル減少ニヨリテ生ズル損失頭. 此場合ニ

第 240 圖



於テハ水ハ第 240 圖ノ如ク流ルルガ故ニ B ニ於ケル斷面積ヲ A_2' トシ縮流係數ヲ c_c トスレバ B ニ於ケル速度ハ

$$\frac{v_2 A_2}{A_2'} = \frac{v_1 A_1}{c_c A_2} = \frac{v_1}{c_c}$$

ナルガ故ニ此場合ニ於ケル損失頭ヲ h_4 トスレバ 322) 式ニヨリ

$$h_4 = \frac{\left(\frac{v_1}{c_c} - v_2\right)^2}{2g} = \left(\frac{1}{c_c} - 1\right)^2 \frac{v_1^2}{2g}$$

ヲ得之ヲ

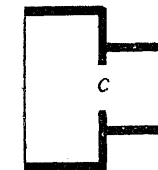
$$323) \quad h_4 = f_4 \frac{v_1^2}{2g}$$

トスルトキハ f_4 ハ次ノ値ヲ有ス:—

| | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\frac{A_2}{A_1}$ | ·10 | ·20 | ·30 | ·40 | ·50 | ·60 | ·70 | ·80 | ·90 | 1 00 |
| f_4 | ·362 | ·338 | ·308 | ·267 | ·221 | ·164 | ·105 | ·053 | ·015 | 0 |

第 241 圖ノ如キ場合ニ於テ C ノ斷面積ヲ A_0 トシ縮流係數ヲ c_c

第 241 圖



トスレバ水流ノ最狭部ニ於ケル速度ハ

$$\frac{v_2 A_2}{c_c A_0}$$

ナルガ故ニ此場合ニ於ケル損失頭ヲ h_4' トスレバ 322) 式ニヨリ

$$h_4' = \frac{\left(\frac{v_2 A_2}{c_c A_0} - v_2\right)^2}{2g} = \left(\frac{A_2}{c_c A_0} - 1\right)^2 \frac{v_2^2}{2g}$$

ヲ得之ヲ

$$324) \quad h_4' = f_4' \frac{v_2^2}{2g}$$

トスルトキハ f_4' ハ次ノ値ヲ有ス:-

| | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\frac{A_0}{A_2}$ | ·10 | ·20 | ·30 | ·40 | ·50 | ·60 | ·70 | ·80 | ·90 | 1·00 |
| c_c | ·616 | ·614 | ·612 | ·610 | ·607 | ·605 | ·603 | ·601 | ·598 | ·596 |
| f_4' | 231·7 | 50·99 | 19·78 | 9·612 | 5·256 | 3·077 | 1·876 | 1·169 | 0·734 | 0·480 |

特ニ第 242 圖ノ如キ場合ニ於テハ 324) 式ノ f_4' ハ次ノ値ヲ有ス:-

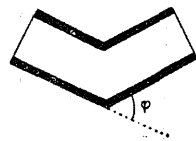
第 242 圖



| | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| $\frac{A_0}{A_2}$ | ·10 | ·20 | ·30 | ·40 | ·50 | ·60 | ·70 | ·80 | ·90 | 1·00 |
| c_c | ·624 | ·632 | ·643 | ·659 | ·681 | ·712 | ·755 | ·813 | ·892 | 1·00 |
| f_4' | 225·9 | 47·77 | 30·83 | 7·801 | 3·753 | 1·796 | 0·797 | 0·290 | 0·060 | 0 |

第五. 管ノ折曲ニヨリテ生ズル損失頭. 第 243 圖ノ如キ管ノ

第 243 圖



折曲ニヨリテ生ズル損失頭ヲ h_5 トスレバ直徑 3 さんちめーと

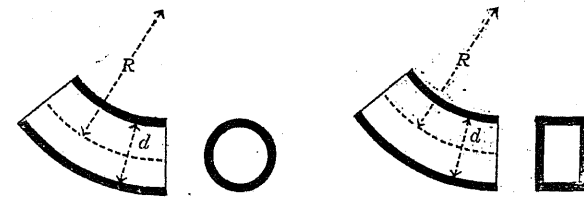
ノ管ニ就テはいすばハノ施シタル實驗ニヨルニ

$$325) \quad h_5 = \left(0.09457 \sin^2 \frac{\varphi}{2} + 2.017 \sin^4 \frac{\varphi}{2}\right) \frac{v^2}{2g}$$

ナリ.

第六. 管ノ彎曲ニヨリテ生ズル損失頭. 第 244 圖ノ如キ管ノ

第 244 圖



彎曲ニヨリテ生ズル損失頭ヲ h_6 トスレバ

$$326) \quad \begin{cases} h_6 = \left[0.131 + 1.847 \left(\frac{d}{2R}\right)^{\frac{7}{2}}\right] \frac{v^2}{2g} & \text{断面圓形ナルトキ} \\ = \left[0.124 + 3.104 \left(\frac{d}{2R}\right)^{\frac{7}{2}}\right] \frac{v^2}{2g} & \text{断面矩形ナルトキ} \end{cases}$$

ナリ.

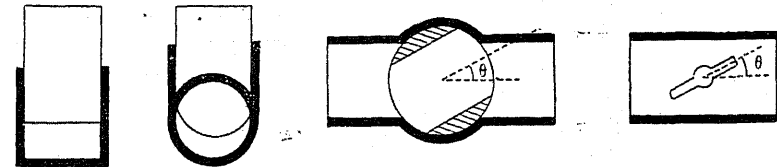
第七. 水門, 活嘴及弁ニヨリテ生ズル損失頭. 第 245 圖ヨリ第

第 245 圖

第 246 圖

第 247 圖

第 248 圖



248 圖ニ於ケルガ如キ水門, 活嘴又ハ弁ニヨリテ生ズル損失頭ハ

第四ノ場合ノ如ク管徑ノ急激ナル減少ニヨリテ生ズルモノニシ

テ之ヲ h_7 ニテ示ストキハ實驗ノ結果ニヨルニ

327)

$$h_f = f_f \frac{v^2}{2g}$$

ニシテ f_f ハ次ノ値ヲ有ス:-

1. 矩形断面ヲ有スル管ニ於ケル水門(第 245 圖).

A = 管ノ断面積. A' = 水門口ノ断面積.

| | | | | | | | | | | |
|----------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\frac{A'}{A}$ | ·10 | ·20 | ·30 | ·40 | ·50 | ·60 | ·70 | ·80 | ·90 | 1·00 |
| f_f | 193 | 44·5 | 17·8 | 8·12 | 4·02 | 2·08 | 0·95 | 0·39 | 0·09 | 0 |

2. 圓形断面ヲ有スル管ニ於ケル水門(第 246 圖).

r = (開口ノ高サ) ÷ (管ノ直径).

| | | | | | | | | |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------|
| r | $\frac{1}{8}$ | $\frac{1}{4}$ | $\frac{3}{8}$ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{5}{8}$ | $\frac{3}{4}$ | $\frac{7}{8}$ | 1 |
| $\frac{A'}{A}$ | ·159 | ·315 | ·466 | ·609 | ·740 | ·856 | ·948 | 1·000 |
| f_f | 97·8 | 17·0 | 5·52 | 2·06 | 0·81 | 0·26 | 0·07 | 0 |

3. 圓形断面ヲ有スル管ニ於ケル活嘴(第 247 圖).

s = (開口ノ面積) ÷ (管ノ断面積). θ ノ單位ハ度.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| θ | 82 | 65 | 60 | 55 | 50 | 45 | 40 | 35 | 30 | 25 | 20 | 15 | 10 | 5 |
| s | 0 | ·091 | ·137 | ·190 | ·250 | ·315 | ·385 | ·458 | ·535 | ·613 | ·692 | ·772 | ·850 | ·926 |
| f_f | ∞ | 486 | 206 | 106 | 52·6 | 31·2 | 17·3 | 9·68 | 5·47 | 3·10 | 1·56 | 0·75 | 0·29 | 0·05 |

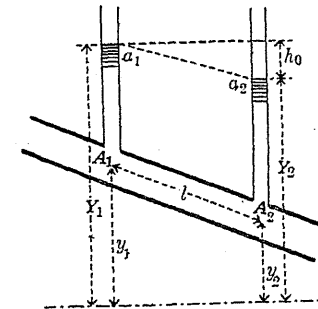
4. 圓形断面ヲ有スル管ニ於ケル弁(第 248 圖).

θ ノ單位ハ度.

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| θ | 90 | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 | 45 | 40 | 35 | 30 | 25 | 20 | 15 | 10 | 5 |
| f_f | ∞ | 751 | 256 | 118 | 58·8 | 32·6 | 18·7 | 10·8 | 6·22 | 3·91 | 2·51 | 1·54 | 0·90 | 0·52 | 0·24 |

179. 不變断面ヲ有セル管ニ於ケル水ノ定流. 第 249 圖ニ於テ

第 249 圖



$p_1, p_2 = A_1, A_2$ = 於ケル平均壓力強度

$v_1, v_2 = A_1, A_2$ = 於ケル平均速度

トシ水ノ各分子ノ壓力強度ハ總テ此平均壓力強度ニ等シク,且此平均速度ニ等シキ速度ヲ以テ管ニ平行シテ流ル、モノト假定スルトキハ 296) 式ニヨリ

$$328) \quad y_1 + \frac{p_1}{w} + \frac{v_1^2}{2g} = y_2 + \frac{p_2}{w} + \frac{v_2^2}{2g} + h_0$$

ヲ得;此中 h_0 ハ A_1 ヨリ A_2 ニ至ル間ニ生ズベキ總テノ損失頭ノ和ナリ.

定流ノ場合ニ於テハ流量常數ニシテ $v_1 = v_2$ ナルガ故ニ

$$y_1 + \frac{p_1}{w} = y_2 + \frac{p_2}{w} + h_0$$

ヲ得. 假リニ A_1, A_2 = 於テ A_1, A_2 ノ如キ管ヲ設ケ其水位 a_1, a_2 ニ達スルモノトセバ

$$Y_1 = y_1 + \frac{p_1}{w}, \quad Y_2 = y_2 + \frac{p_2}{w}$$

ナルガ故ニ

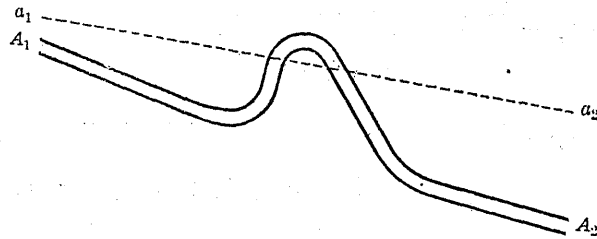
$$329) \quad Y_1 = Y_2 + h_0$$

ヲ得.

第 249 圖ノ $a_1 a_2$ ナル線ヲ水頭傾斜線ト謂ヒ次ノ性質ヲ有ス:-

1. $A_1 A_2$ ノ間ニ管面ノ摩擦ニヨリテ生ズルモノ以外ノ損失頭ナキトキハ $a_1 a_2$ ハ直線ナリ.
2. $A_1 A_2$ 曲線ナルトキハ $a_1 a_2$ モ亦曲線ナリ. 實地上ニ於テハ h_0 ノ大サハ管ノ長サニ比シテ極メテ小ナルガ故ニ $a_1 a_2$ ヲ一直線ト假定スルコトアリ.
3. 第 250 圖ニ於ケルガ如ク $A_1 A_2$ ノ一點 $a_1 a_2$ 線ヨリ高キトキ

第 250 圖



ハ此點ニ於ケル壓力強度ハ空氣ノ壓力強度ヨリ小ナルガ故ニ水中ニ含有サル、空氣ハ水ヨリ分離サレテ管ノ最高所ニ集リ其量次第ニ増加スルトキハ遂ニ水流ヲ遮斷スルニ至ルベシ. 故ニ實地上ニ於テハ此ノ如キ所ニ排氣弁ヲ設クルノ要アリ.

4. $A_1 A_2$ ノ一點 $a_1 a_2$ 線ヨリ高キコト約 34 呎(空氣ノ壓力ニ平均スベキ水ノ高サ)以上ニ達スルトキハ此點ニ於ケル壓力強度ハ負數ナルベキガ故ニ水流ハ此點ニ於テ遮斷サルベシ.

例 1. $A_1 A_2$ ノ間ニ管面ノ摩擦ニヨリテ生ズルモノ以外ノ損失頭ナキトキ.

$v_1 = v_2 = v$ トスレバ 317) 式ニヨリ

$$h_0 = h_1 = f_1 \frac{l}{m} \frac{v^2}{2g}$$

ナルガ故ニ 329) 式ニヨリ

$$330) \quad f_1 \frac{v^2}{2g} = \frac{m h_0}{l} = \frac{m(Y_1 - Y_2)}{l}$$

ヲ得.

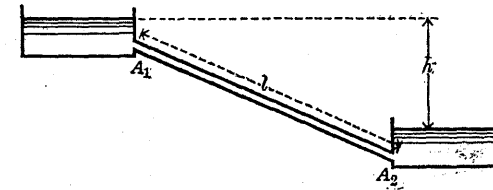
特ニ管ノ断面 d ナル直径ヲ有スル圓形ナルトキハ $m = \frac{d}{4}$ ニシテ

$$331) \quad \begin{cases} h_0 = f_1 \frac{4l}{d} \frac{v^2}{2g} = f_1 \frac{64 q^2 l}{\pi^2 d^5 2g} \\ f \frac{v^2}{2g} = \frac{d h_0}{4l} = \frac{d(Y_1 - Y_2)}{4l} \end{cases}$$

ナリ.

例 2. 二個ノ貯水池ヲ連結セル管. 第 251 圖ノ如キ場合ニ於テ 328) 式ヲ適

第 251 圖



用スルトキハ v_1 ハ殆ンド零ナルガ故ニ

$$y_1 + \frac{p_1}{w} = y_2 + \frac{p_2}{w} + \frac{v_2^2}{2g} + h_0$$

從テ

$$332) \quad h = \frac{v_2^2}{2g} + h_0$$

ヲ得.

特ニ損失頭前節ノ h_1 及 h_2 ノミナルトキハ 317), 321) 式ノ $v = v_2$ ト假定シ

$$h = \frac{v_2^2}{2g} + f_1 \frac{l}{m} \frac{v_2^2}{2g} + f_2 \frac{v_2^2}{2g}$$

從テ

$$333) \quad \begin{cases} h = \left(1 + f_1 \frac{l}{m} + f_2\right) \frac{v_2^2}{2g} \\ v_2 = \sqrt{\frac{2gh}{1 + f_1 \frac{l}{m} + f_2}} \end{cases}$$

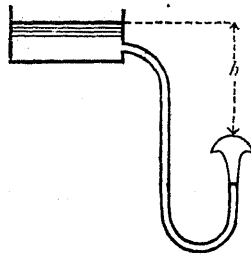
ヲ得. 管 $A_1 A_2$ ノ長サ長キトキハ $1 + f_2 + f_1 \frac{l}{m}$ ニ比シテ小ナルガ故ニ

$$334) \quad \begin{cases} h = f_1 \frac{l}{m} \frac{v_2^2}{2g} \\ v_2 = \sqrt{\frac{2gh}{f_1 \frac{l}{m}}} \end{cases}$$

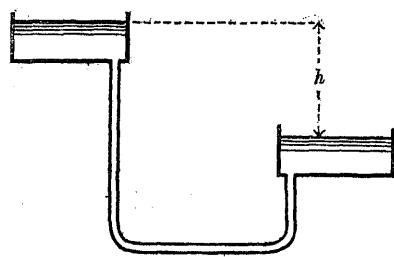
トスルコトヲ得ベシ之ヲゼーノ公式ト謂フ。

第 252, 253 圖ノ場合ハ此適例ト考フルコトヲ得。

第 252 圖

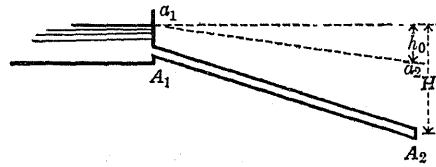


第 253 圖



例 3 働ヲ爲シ得ベキ水力. 第 254 圖ノ如キ場合ニ於テ A_2 = 於テ水ノ働ヲ

第 254 圖



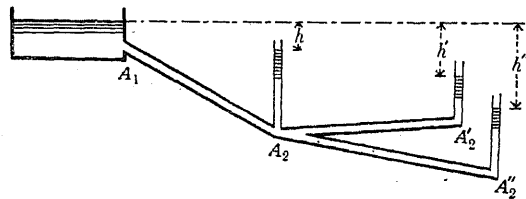
爲シ得ベキ頭ハ $H-h_0$ = シテ時ノ單位ニ於テ爲シ得ベキ働ハ $wq(H-h_0)$ ナルガ故ニ長サノ單位重量ノ單位時ニシテ時ノ單位分ナルトキハ其馬力 P ハ

$$335) \quad P = \frac{wq}{33,000} (H-h_0)$$

ナリ. 此馬力ハ A_2 = 於ケル水力機ノ軸ニ於ケルモノニシテ實地上ニ得ラルベキ有效馬力ハ軸ノ摩擦其他ノ原因ニヨリ此値ヨリ更ニ少キモノトス.

180. 枝管ニ於ケル水ノ定流. 第 255 圖ノ如キ場合ニ於テ管ノ

第 255 圖



断面圓形ニシテ

$l, l', l'' = A_1A_2, A_2A_2', A_2A_2''$ ノ長サ

$d, d', d'' = A_1A_2, A_2A_2', A_2A_2''$ ノ直徑

$f_1, f_1', f_1'' = A_1A_2, A_2A_2', A_2A_2''$ = 於ケル摩擦係數

$q, q', q'' = A_1A_2, A_2A_2', A_2A_2''$ = 於ケル流量

トシ損失頭ハ管面ノ摩擦ニヨリテ生ズルモノノミトスルトキハ

331) 式ノ第一式ニヨリ

$$336) \quad \begin{cases} h = f_1 \frac{64q^2l}{2g\pi^2d^5} \\ h' - h = f_1' \frac{64q'^2l'}{2g\pi^2d'^5} \\ h'' - h = f_1'' \frac{64q''^2l''}{2g\pi^2d''^5} \\ q = q' + q'' \end{cases}$$

ヲ得. 例ヘバ $l, l', l'', h, h', h'', q, q''$ ヲ與ヘラレタルモノトスルトキハ第二, 第三式ヨリ d', d'' ヲ得, 第一式ト第四式トニヨリテ d ヲ求ムルコトヲ得ベシ.

第五章

開路ニ於ケル水流

1. 開路ニ於ケル損失頭

181. 開路ニ於ケル損失頭. 開路ニ於ケル損失頭 h_0 ハ水ト開路ノ面トノ摩擦ニヨリテ生ズルモノノミニシテ摩擦係數ヲ f トスレバ 317) 式ニヨリ

$$337) \quad h_0 = f \frac{l}{m} \frac{v^2}{2g}$$

ナリ.

實驗ニヨリテ f ヲ定メタル公式數多アレドモ實地上ニ於テハ次ノ三公式ノ一ヲ用ユルコト最モ多シ:-

$$338) \quad f = a \left(1 + \frac{\beta}{m} \right) \quad \text{ばざんノ舊公式}$$

此中 a, β ハ長サノ單位呎ナルトキ次ノ如キ常數ナリ:-

| 流 路 | a | β |
|--------------------------------------|---------|---------|
| 鉋ニテ削リタル木材ヨリ成レル又ハ膠灰ヲ塗リタル面ヲ有スル極メテ滑ナル流路 | 0.00316 | 0.10 |
| 板, 煉瓦工又ハ切石工ノ面ヲ有スル滑ナル流路 | 0.00401 | 0.23 |
| 粗石工又ハ張石工ノ面ヲ有スル滑ナラザル流路 | 0.00507 | 0.82 |
| 土ノ面ヲ有スル極メテ滑ナラザル流路 | 0.00592 | 4.10 |
| 碎屑ニテ阻礙サレタル激流 | 0.00846 | 8.20 |

$$339) \quad \sqrt{\frac{2g}{f}} = \frac{158 \sqrt{m}}{\sqrt{m} + a} \quad \text{ばざんノ新公式}$$

此中 a ハ長サノ單位呎ニシテ時ノ單位秒ナルトキ次ノ如キ常數ナリ:-

| 流 路 | a |
|--------------------------------------|-------|
| 鉋ニテ削リタル木材ヨリ成レル又ハ膠灰ヲ塗リタル面ヲ有スル極メテ滑ナル流路 | 0.109 |
| 板, 煉瓦工又ハ切石工ノ面ヲ有スル滑ナル流路 | 0.290 |
| 粗石工ノ面ヲ有スル流路 | 0.833 |
| 完全ナル状態ヲ保テル土又ハ張石工ノ面ヲ有スル流路 | 1.540 |
| 中位ノ状態ヲ保テル土ノ面ヲ有スル運河 | 2.355 |
| 雜草ニテ掩ハレ碎屑ニテ阻礙サレ不長ノ状態ヲ保テル土ノ面ヲ有スル運河 | 3.170 |

$$340) \quad \sqrt{\frac{2g}{f}} = \frac{41.6 + \frac{1.811}{a} + \frac{0.00281}{i}}{1 + \left(41.6 + \frac{0.00281}{i} \right) \frac{a}{\sqrt{m}}} \quad \text{がんぎれ一及くってゐるノ公式}$$

此中 i ハ流路ノ底ノ傾斜ニシテ, a ハ長ノ單位呎ニシテ時ノ單位秒ナルトキ次ノ如キ常數ナリ:-

| 流 路 | a |
|---------------------------------------|-------|
| 鉋ニテ充分ニ削リタル木材ヨリ成レル面ヲ有スル流路 | 0.009 |
| 膠灰ヲ塗リタル面ヲ有スル流路 | 0.010 |
| 容積ニテ膠灰 1, 砂 3 ノ割合ニテ調合セル膠泥ヲ塗リタル面ヲ有スル流路 | 0.011 |
| 鉋ヲ加ヘザル板ヨリ成レル面ヲ有スル流路 | 0.012 |
| 切石工又ハ煉瓦工ノ面ヲ有スル流路 | 0.013 |
| 柁ニ張リタル布ノ面ヲ有スル流路 | 0.015 |
| 粗石工ノ面ヲ有スル流路 | 0.017 |
| 鞏固ナル砂利地ニ於ケル河川及運河 | 0.020 |

| | |
|-----------------------------------|--------|
| 完全ナル状態ヲ保チ碎屑(石及雜草)ヲ有セザル河川及運河 | 0.025 |
| 中位ノ良好ナル状態ヲ保チ多少ノ石及雜草ヲ有セル河川及運河 | 0.030 |
| 不良ナル状態ヲ保チ雜草碎屑ヲ有セル河川及運河 | 0.035 |
| 碎屑ニテ阻礙サレタル激流 | 0.050 |
| 完全ナル状態ヲ保テル鞏固ナル砂利地ニ於ケル運河 | 0.020 |
| 平均以上ノ状態ヲ保テル土ノ面ヲ有スル運河 | 0.0225 |
| 中位ノ状態ヲ保テル土ノ面ヲ有スル運河 | 0.025 |
| 平均以下ノ状態ヲ保テル土ノ面ヲ有スル運河 | 0.0275 |
| 雜草ニテ掩ハレ碎屑ニテ阻礙サレ不長ノ状態ヲ保テル土ノ面ヲ有スル運河 | 0.030 |

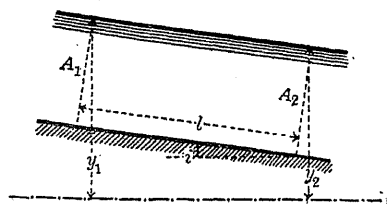
最後ノ五個ノ場合ハじつとそんノ求メタルモノナレドモ便宜上
茲ニ掲載セリ。

2. 不變斷面ト不變傾斜トヲ有スル

開路ニ於ケル水ノ定流

182. 總説. 第 256 圖ニ於テ水ノ各分子ハ斷面ニ於ケル平均速

第 256 圖



度 v ニ等シキ速度ヲ以テ開路ノ底又ハ水面ニ平行シテ流ル、モ
ノト假定スルトキハ 328) 式ヲ得ベク、而シテ此場合ニ於テハ該式
ノ $p_1 = p_2, v_1 = v_2 = v$ ナルガ故ニ

$$y_1 = y_2 + h_0$$

$$= y_2 + f \frac{l}{m} \frac{v^2}{2g} \quad 337) \text{ 式} = \text{ヨリ}$$

ヲ得ベシ。故ニ

$$\frac{y_1 - y_2}{l} = \tan i = i \quad \text{約}$$

トシ、 A ヲ開路ノ斷面積トスルトキハ

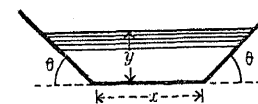
$$341) \quad \begin{cases} v = \sqrt{\frac{2g}{f}} \sqrt{mi} \\ q = vA \end{cases}$$

ヲ得。

183. 斷面ノ形狀.

例 1. 斷面等脚梯形ニシテ斷面積、底ノ傾斜及斷面ノ法ノ與ヘラレタルトキ
平均速度又ハ流量ヲ最大ナラシムベキ斷面ノ大サヲ求ム。斷面積 A 與ヘラレ
タルガ故ニ 341) 式ニヨリ平均速度 v 最大ナルトキ流量 q 亦最大ナリ。 第 257 圖

第 257 圖



ニ於テ f ヲ常數トスレバ

$$A = y(x + y \cot \theta)$$

$$m = \frac{A}{x + 2y \operatorname{cosec} \theta} = \frac{Ay}{A - y^2(\cot \theta - 2 \operatorname{cosec} \theta)}$$

$$v^2 = \text{常數} \times m = \text{常數} \times \frac{y}{A - y^2(\cot \theta - 2 \operatorname{cosec} \theta)}$$

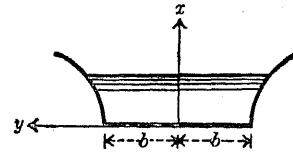
$$\text{ナルガ故ニ} \quad \frac{dv^2}{dy} = 0 \quad \text{ヨリ}$$

$$342) \quad \begin{cases} y = \sqrt{\frac{A \sin \theta}{2 - \cos \theta}} & x = 2y \tan \frac{\theta}{2} \\ y = \sqrt{\frac{A}{2}} & x = 2y \quad \theta = \frac{\pi}{2} \text{ ナルトキ} \end{cases}$$

ヲ得。

例 2. 底ノ傾斜及幅ノ與ヘラレタルトキ水深ノ大小ニ關セズ其平均速度ヲシテ常數ナラシムベキ断面ノ形狀ヲ求ム. 此場合ニ於テハ w, i 常數ナルガ故ニ f 常數トスレバ 341) 式ニヨリ m 常數ナルベシ. 故ニ第 258 圖ニ於テ (x, y) ヲ

第 258 圖



法ノ一點トシ

$$m = \frac{\int_0^x y dx}{b + \int_0^x \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx}$$

ヲ x = 對シテ微分スルトキハ

$$y = m \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} \quad \text{從テ} \quad \frac{dx}{m} = \frac{dy}{\sqrt{y^2 - m^2}}$$

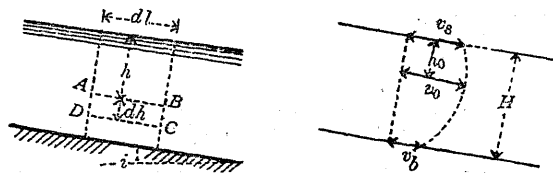
ナルガ故ニ之ヲ積分シテ

$$343) \quad \frac{x}{m} = \log \frac{y + \sqrt{y^2 - m^2}}{b + \sqrt{b^2 - m^2}}$$

ヲ得

184. 開路ノ断面ニ於ケル速度ノ分布. 第 259 圖ニ於テ幅 b ヲ

第 259 圖



有セル開路ノ一點ニ於ケル速度 V ハ深サ h ノミノ函數ナリトシ水ノ分子間ニ於ケル粘力ハ分子ノ比較速度ト切觸面ノ面積ニ比例シ分子ノ距離ニ反比例スルモノ(此法則ヲなうゑーノ法則ト謂フ)トセバ k ノ常數ナルトキ

$$ABCD \text{ ノ重量ノ平行セル分力} = w b dl dh \sin i \\ = w b i dl dh \quad \text{約}$$

$$AB \text{ ニ於ケル粘力} = -k b dl \frac{dV}{dh}$$

$$CD \text{ ニ於ケル粘力} = k b dl \frac{dV}{dh} + k b dl \frac{d^2 V}{dh^2} dh$$

ナルガ故ニ

$$\frac{d^2 V}{dh^2} + \frac{wi}{k} = 0$$

從テ

$$344) \quad V = -\frac{wi}{2k} h^2 + ch + V_s$$

ヲ得;但シ c ハ常數ニシテ V_s ハ水面ニ於ケル速度ナリ. 断面ニ於ケル最大速度ヲ V トシ之ニ對スル深サヲ h_0 トスルトキハ上式ヨリ

$$345) \quad \begin{cases} h_0 = \frac{kc}{wi} \\ V = V_s + \frac{kc^2}{2wi} = V_s + \frac{wi}{2k} h_0^2 \\ V = V_0 - \frac{wi}{2k} (h - h_0)^2 \end{cases}$$

ヲ得. $v, V_{\frac{1}{2}}, V_b$ ヲ以テソレソレニ断面ニ於ケル平均速度, 水深ノ中央ニ於ケル速度及底ニ於ケル速度トスレバ

$$v = \frac{1}{H} \int_0^H V dh$$

$$V_{\frac{1}{2}} = 344) \text{ 式ノ } V \text{ ノ } h = \frac{H}{2} \text{ ナル値}$$

$$V_b = 344) \text{ 式ノ } V \text{ ノ } h = H \text{ ナル値}$$

ナルガ故ニ 344), 345) 式ニヨリ

$$346) \quad \begin{cases} v = V_0 - \frac{wi}{6k} (H^2 - 3Hh_0 + 3h_0^2) \\ V_{\frac{1}{2}} = V_0 - \frac{wi}{2k} \left(\frac{H}{2} - h_0 \right)^2 \\ V_b = V_0 - \frac{wi}{2k} (H - h_0)^2 \\ \text{從テ} \\ V_{\frac{1}{2}} - v = \frac{wi}{24k} H^2 \\ V_0 - V_b = \frac{wi}{2k} (H - h_0)^2 \end{cases}$$

ヲ得此中第四式ハはんふれー及あぼとガ河川ノ水流速度ノ迅速測定ニ用ヒタル公式ノ基礎ヲナセルモノナリ。特ニ $h_0=0$ ナルトキハ 346)式ニヨリ

$$347) \quad v = \frac{1}{3} (2V_0 + V_b)$$

ヲ得。

ばざんノ實驗ニヨルニ $h_0 \geq 0$ ナルトキハ $V_0 - V_b$ ハ常數ニシテ 346)式ノ第五式ニヨリ

$$\frac{wi}{2k} (H - h_0)^2 = V_0 - V_b = \mu (\text{常數})$$

トスルコトヲ得ベク從テ 345)式ノ第三式ニヨリ

$$348) \quad V = V_0 - \mu \left(\frac{h - h_0}{H - h_0} \right)^2$$

ナリ、而シテ $h_0=0$ ナルトキハばざんノ實驗ニヨリ

$$V = V_0 - \mu \frac{h^2}{H^2} = V_0 - 36 \cdot 3\sqrt{Hi} \frac{h^2}{H^2}$$

ナルガ故ニ $\mu = 36 \cdot 3\sqrt{Hi}$ ニシテ

$$349) \quad V = V_0 - 36 \cdot 3\sqrt{Hi} \left(\frac{h - h_0}{H - h_0} \right)^2$$

ヲ得。此公式ハばざんガ人造開路及さをんせいゑんがろん及らいんノ諸川ニ行ヒタル實驗ト能ク符合スレドモみししびー河ニ於ケルモノト相一致セズ。

ばざんハ又運河ニ於テ行ヒタル實驗ニヨリ

$$v = V_s - 25 \cdot 4\sqrt{mi} = V_s - 25 \cdot 4v\sqrt{\frac{f}{2g}}$$

從テ

$$350) \quad v = \frac{aV_s}{a + 25 \cdot 4} \quad \text{但シ} \quad a = \sqrt{\frac{2g}{f}}$$

ナル公式ヲ得タリ。

更ニだーしー及ばざんハ

$$v = V_b + 10 \cdot 87\sqrt{mi} = V_b + 10 \cdot 87v\sqrt{\frac{f}{2g}}$$

從テ

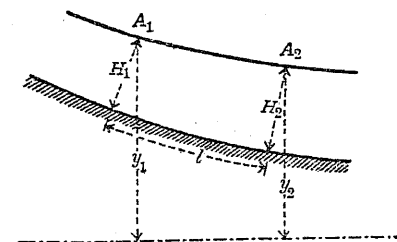
$$351) \quad v = \frac{aV_b}{a - 10 \cdot 87} \quad \text{但シ} \quad a = \sqrt{\frac{2g}{f}}$$

ナル關係ヲ得タリ。

3. 變斷面ト變傾斜トヲ有スル開路ニ於ケル水ノ定流。

185. 變斷面ト變傾斜トヲ有スル開路ニ於ケル水ノ定流。 第260

第 260 圖



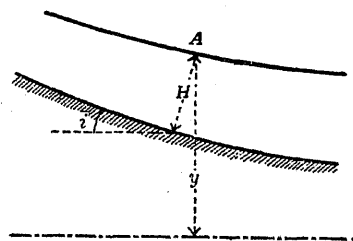
圖ニ於テ水深ノ變化極メテ緩慢ニシテ水ノ各分子ハ断面ニ於ケル平均速度ニ等シキ速度ヲ以テ開路ノ底又ハ水面ニ大凡平行シテ流ル、モノト假定スルトキハ 328) 式ヲ得ベク而シテ此場合ニ於テハ該式ノ $p_1 = p_2$ (約) トシテ可ナルガ故ニ

$$y_1 + \frac{v_1^2}{2g} = y_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_0$$

$$= y_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \int_0^l \frac{f}{m} \frac{v^2}{2g} dl \quad . \quad 337) \text{式ニヨリ}$$

ヲ得、故ニ第 261 圖ニ於テ A_1, A_2 ヲ極メテ近ク取リタルモノトシ

第 261 圖



断面 A ニ於ケル平均速度ヲ v トセバ

$$dy = \frac{v}{g} dv + \frac{f}{m} \frac{v^2}{2g} dl$$

ヲ得、尙ベらんじスーノ實驗ニ基キ $a = 1.1$ トシ

$$352) \quad dy = \frac{a}{g} v dv + \frac{f}{m} \frac{v^2}{2g} dl$$

ヲ得、

今

$$dy = idl - dH$$

ニシテ又

$$vA = q = \text{常數}$$

ナルガ故ニ b ヲ以テ開路ノ A ニ於ケル幅トスルトキハ

$$A dv = -v dA = -v b dH$$

ナリ、故ニ 352) 式ニヨリ

$$353) \quad \frac{dH}{dl} = \frac{i - \frac{f}{m} \frac{v^2}{2g}}{1 - \frac{b}{A} \frac{av^2}{g}} = i \frac{1 - \frac{f}{m} \frac{v^2}{2g}}{1 - \frac{b}{A} \frac{av^2}{g}}$$

ヲ得、 $\frac{dH}{dl}$ ハ底ニ對スル水面ノ傾斜ヲ示スモノニシテ水流ノ方向ニ從ヒテ水深ノ増加又ハ減少ニ伴ヒ正又ハ負トナルベシ、

深サノ増減ナク $\frac{dH}{dl} = 0$ ナルトキハ

$$i = \frac{f}{m} \frac{v^2}{2g}$$

ニシテ 341) 式ヲ得ベシ、此際ニ於ケル v, m, H ラソレソレニ $v_0, m_0,$

H_0 ニテ示シ i 及 f ヲ同ジ値ヲ有スルモノトセバ、

$$354) \quad \frac{dH}{dl} = i \frac{1 - \frac{m_0}{m} \frac{v^2}{2g}}{1 - \frac{b}{A} \frac{av^2}{g}}$$

ヲ得、

例、深サニ比シテ幅ノ大ナル矩形断面ノ開路、此場合ニ於テハ

$$A = bH$$

$$m = H \quad \text{約}$$

$$m_0 = H_0 \quad \text{約}$$

$$q = v b H = v b H_0$$

ナルガ故ニ 354) 式ニヨリ

$$355) \quad \frac{dH}{dl} = i \frac{1 - \left(\frac{H_0}{H}\right)^3}{1 - \frac{\alpha v^2}{gH}} = i \frac{1 - \left(\frac{H_0}{H}\right)^3}{1 - \frac{2\alpha i}{f} \left(\frac{H_0}{H}\right)^3}$$

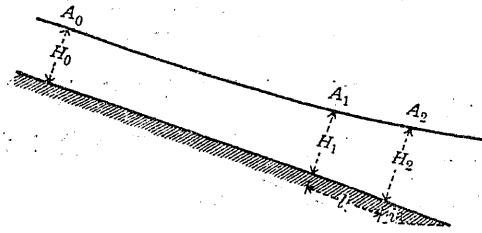
ヲ得、特ニ i 常數ナル開路ニ於テハ此式ヲ積分シテ

$$356) \begin{cases} i \frac{L}{H_0} = \frac{H_2 - H_1}{H_0} + \left(1 - \frac{2\alpha i}{f}\right) \left[\varphi\left(\frac{H_1}{H_0}\right) - \varphi\left(\frac{H_2}{H_0}\right)\right] \\ \text{此中 } \varphi(\xi) = \frac{1}{6} \log \frac{\xi^2 + \xi + 1}{(\xi - 1)^2} - \frac{1}{\sqrt{3}} \cot^{-1} \frac{2\xi + 1}{\sqrt{3}} \end{cases}$$

ヲ得.

第 262 圖ノ如ク第 182 節ニ於ケル條件ノ下ニ H_0 ナル深サヲ以テ流ルル開路ノ

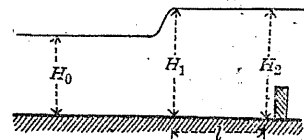
第 262 圖



下流ニ當リ堰橋脚等ノ如キモノヲ設置スルトキハ上流ヨリ此等ノ障害物ニ近クニ從ヒ水深ハ H_0 ヨリ次第ニ増加スベシ. $A_0A_1A_2$ ナル線ヲ背水線ト謂ヒ此線ヲ定ムルニハ 356) 式ヲ用ユルヲ常トス.

186. 段波. 前節ノ例ノ場合ニ於テ第 263 圖ノ如ク

第 263 圖



$$v_0 > \sqrt{\frac{gH_0}{\alpha}}$$

ナル平均速度ヲ以テ流ル、水流ニ堰橋脚等ノ如キモノヲ設ケ之ガ爲メニ水深 H_2 ラシテ

$$H_2 > \frac{\alpha v_0^2}{g}$$

ナラシムルトキハ其中途ニ於テ

$$H_1 = \frac{\alpha v_1^2}{g}$$

ナル如キ深サヲ有スベシ;但シ

$$q = v_0 b H_0 = v_1 b H_1 = v_2 b H_2$$

ナル關係ノタメニ

$$H_0 < H_1 < H_2$$

ナリ. 此場合ニ於テ 355) 式ヲ適用シ得ルモノト假定スルトキハ

$$\frac{dH}{dl} = \infty \text{ ナルガ故ニ水面ハ第 263 圖ノ如キ段ヲナスベシ之レヲ}$$

段波ト謂フ

段波ヲ生ズベキ場合ニ於テハ

$$v_0 > \sqrt{\frac{gH_0}{\alpha}} \quad \text{即} \quad H_0 < \frac{\alpha v_0^2}{g}$$

ニシテ

$$\begin{aligned} v_0^2 &= \frac{2g}{f} m_0 i & 341) \text{ 式ニヨリ} \\ &= \frac{2g}{f} H_0 i & \text{約} \end{aligned}$$

ナルガ故ニ

$$H_0 < \frac{\alpha}{g} \cdot \frac{2g}{f} H_0 i$$

即

$$357) \quad i > \frac{f}{2\alpha}$$

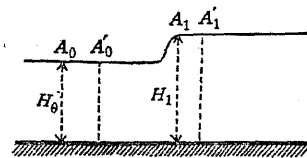
ナラザルベカラズ. 次ノ表ハばざんノ求メタルモノナリ:-

| 流路ノ面 | 段波ヲ生ズベキ 最小傾斜 | 段波ヲ生ズル | |
|--------------------|-----------------|--------|---------------|
| | | 傾斜 | 最小深 (めーとる) |
| 膠灰ヲ塗リタル 極メテ滑ナル面 | 0.00147 | 0.002 | 0.08 |
| | | 0.003 | 0.03 |
| 切石工又ハ煉瓦工ノ面 | 0.00186 | 0.004 | 0.02 |
| | | 0.003 | 0.12 |
| | | 0.006 | 0.06 |

| | | | |
|-----------|---------|-------|------|
| 粗 石 工 ノ 面 | 0.00235 | 0.004 | 0.36 |
| | | 0.006 | 0.16 |
| | | 0.010 | 0.08 |
| 土 ノ 面 | 0.00275 | 0.006 | 1.06 |
| | | 0.010 | 0.47 |
| | | 0.015 | 0.28 |

段波ノ高ヲ求ムルニ第 264 圖ニ於テ A_0A_1 ナル水 dt ノ後 $A_0'A_1'$ ニ來リタリトシ

第 264 圖



$p_0, p_1 = A_0, A_1$ = 於ケル平均壓力強度

$A_0, A_1 = A_0, A_1$ = 於ケル斷面積

トシ空氣ノ壓力ナキモノトスルトキハ

$$p_0 = \frac{wH_0}{2}, \quad p_1 = \frac{wH_1}{2}$$

ニシテ又第 178 節ノ第三ノ場合ノ如ク A_0A_0' 又ハ A_1A_1' ノ質量ハ

$$\frac{w}{g} q dt$$

ナルガ故ニ 58) 式ニヨリ

$$\left(\frac{wH_0}{2} A_0 - \frac{wH_1}{2} A_1 \right) dt = \frac{w}{g} q dt (v_1 - v_0)$$

ナリ。然ルニ

$$A_0 = bH_0, \quad A_1 = bH_1$$

$$q = v_0 b H_0 = v_1 b H_1$$

ナルガ故ニ上式ヨリ

$$H_0^2 - H_1^2 = \frac{2}{g} (H_1 v_1^2 - H_0 v_0^2) = \frac{2}{g} H_0 v_0^2 \frac{H_0 - H_1}{H_1}$$

ヲ得。 $H_0 = H_1$ ナル解法ハ第 182 節ノ場合ノモノナルガ故ニ $H_0 - H_1$

ナル因子ヲ去ルトキハ

$$358) \quad H_1 = \sqrt{\frac{2}{g} H_0 v_0^2 + \frac{H_0^2}{4}} - \frac{H_0}{2}$$

ヲ得。

びど一ノ實驗用石造開路ニ於テ行ヒタル實驗ニヨルニ

$$i = 0.023$$

$$b = 0.325 \text{ 米-とる}$$

$$H_0 = 0.064 \text{ 米-とる}$$

$$v_0 = 1.69 \text{ 米-とる/秒}$$

ナルトキ

$$H_2 = 0.287 \text{ 米-とる}$$

ナラシムレバ $l = 4.5$ 米-とる (第 263 圖) ナル所ニ於テ水深ハ H_0 ヨリ急ニ

$$H_1 = 0.170 \text{ 米-とる}$$

ニ増加スルコトヲ示セリ。此場合ニ於テハ

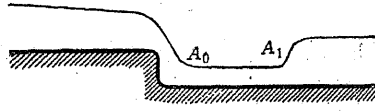
$$v_0 > \sqrt{\frac{gH_0}{a}}, \quad H_2 > \frac{av_0^2}{g}$$

ナル條件ヲ満足シ且 358) 式ニヨリテ得ラルベキ $H_1 = 0.172$ 米-とるト能ク相符合セリ。

此種類ノ段波ハ第 265 圖ノ如キ場合ニ於テ起ルコトアリ。此時ニ於テハ A_0 ノ速度 v_0 大ナルガ爲メ其深サ $\frac{av_0^2}{g}$ 以下ニ達スルトキ

ハ之ヨリ下流ニ赴クニ從ヒ速度減少シ從テ深サハ増加シテ遂ニ

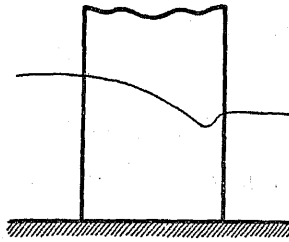
第 265 圖



或ル一點 A_1 ニ達スルトキハ其深サ恰モ $\frac{av_1}{g}$ ニ等シキニ至リ此所ニ於テ一ノ段波ヲ生ズベク A_1 以下ノ下流ハ之ニ相當セル水深ヲ有スベシ.

段波ハ又橋脚ノ建設ニヨリテ水流ヲ妨碍セル場合ニ生ズルコトアリ. 第 266 圖ノ如ク或ル深サ H_0 ヲ有セル水流ニ橋脚ヲ作ル

第 266 圖



トキハ其上流ノ水深ハ H_1 ニ増加スベク此 H_1 ハ 358)式ニヨリテ求ムルコトアリ (第 177 節第二ノ場合ノ例 2 參照).