

第六章 水 理 學

(25) 噴出孔ト流量 收縮係數 (Coefficient of contraction)

水量餘り多量ナラザル時ニ之ガ測定ノ爲ニ噴出孔 (Orifice) ヲ用ヒル事ガアル。噴出孔ヨリ噴出スル水ノ横斷面積ハ必ズシモ噴出孔ノ面積ト一致セヌ。噴出スル水ノ最小面積ノ斷面ヲ縮脈部 (Vena-contracta) ト云フ。縮脈部ノ斷面積ト噴出孔面積トノ比ヲ收縮係數ト云フ。

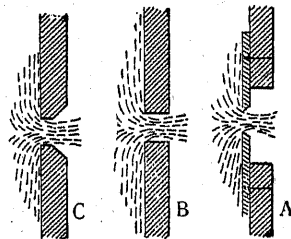
噴出孔ノ周縁形狀ニハ種々アレドモ收縮係數ヲ完全ニ知ルコトヲ得テ最モ精密ナル流量測定ヲ爲サンタメニ第19圖ノ如キ噴出孔ヲ使用スル。即チ周縁ハ薄金屬性ノモノヲ用ヒ且ツ其縁ヲ鋭クシ噴出水ハ其内側縁ノミニ觸レテ出ヅル様ニシ其上此薄縁ト水槽ノ内面トヲヨク平面ニ馴染マシムルコトヲ要スル。

水量測定用噴出孔ハ水槽ノ鉛直側邊ニ設ケルヲ普通トシ時ニ底部ニ設ケル事ガアル。前者ニ於テ噴出孔上ノ水頭ハ少ナクモ噴出孔ノ鉛直高ノ3倍乃至4倍タルヲ宜シトスル。第19圖ノ如キ標準噴出孔ハ普通水量測定ニ用ヒラレル形デアル。

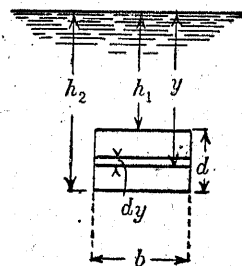
(26) 小噴出孔 小噴出孔トハ孔口ノ面積ガ噴出孔ノ水頭ニ比較シテ小ナル場合ニシテ今Aヲ噴出孔ノ面積、 v ヲ速度、 Q ヲ流量トセバ無論上ニ於テ

$$v = \sqrt{2gh}, \quad Q = A.v$$

實際ニ於テハ



第19圖



第2圖

$$v = C_v \sqrt{2gh}$$

$$Q = C_o A.v = C_o A C_v \sqrt{2gh} \\ = C A \sqrt{2gh}$$

上式中

$$C = C_o C_v$$

$$C_v = \text{速度係數} \dots\dots\dots 0.98$$

$$C_o = \text{收縮係數} \dots\dots\dots 0.62$$

$$C = \text{流量係數} \dots\dots\dots (0.59 \sim 0.63), \text{平均 } 0.61$$

近似値

(27) 大噴出孔 此場合ハ上記公式ニヨレバ多少誤差ヲ生ズル。次ニ流量ヲ求メン。(第20圖)

$$\text{理論公式 } Q = \int_{h_1}^{h_2} dQ = b \int_{h_1}^{h_2} \sqrt{2gh} \, dy \\ = \frac{2}{3} b \sqrt{2g} (h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}})$$

$$\text{實際公式 } Q = C \frac{2}{3} b \sqrt{2g} (h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}})$$

大抵ノ場合方形鉛直噴出孔ヨリ噴出スル實際流量ハ概略次ノ如キ公式ヨリ求メルコトヲ得ル。

$$Q = C b^2 \sqrt{2gh'}$$

上式中 Q ハ流量、 g ハ重力ノ加速度、 C ハ流量係數及ビ h' ハ噴出孔ノ中心ニ於ケル水深ニシテ b ハ正方形ノ一邊ノ長サデアル。

(28) 圓形鉛直噴出孔 d ハ噴出孔ノ直徑トシ h ハ孔口ノ中心ニ於ケル水深トスル時ハ

$$\text{理論公式 } Q = \frac{1}{4} \pi d^2 \sqrt{2gh} \left[1 - \frac{(d/h)^2}{128} - \frac{5(d/h)^4}{16384} - \dots \right] \\ \doteq \frac{1}{4} \pi d^2 \sqrt{2gh} \left[1 - \frac{(d/h)^2}{128} \right]$$

$$\text{實用公式 } Q = C \frac{1}{4} \pi d^2 \sqrt{2gh}$$

C = 流量係數

噴出孔ガ圓形ナル場合ノ流量係數ハ第25表ニ示ス通り。

第 25 表 (はみるとん・すみす)

噴出孔中心上 ノ水頭(米)	噴出孔ノ直径(寸)			
	12	18	24	30
.30	0.597	0.595	0.593	0.591
.60	.599	.597	.596	.595
1.20	.598	.597	.597	.596
1.80	.598	.597	.596	.596
3.00	.597	.596	.596	.595
6.00	.596	.596	.595	.594
30.00	.592	.592	.592	.592

(29) 堰 堰ニハ種々ノ形状アリテ流量測定ニ用ヒルモノハ鉛直ニ立チタル板ノ頂上ヨリ水ヲ流スモノデアル。之ニ二種アリテ第 21 圖 B ノ如キ收縮端堰 (Weir with end contraction) 及ビ C ノ如キ無收縮端堰 (Weir without end contraction) トガアル。堰ノ水ガ越ユル口ヲ切口 (notch), 切口ノ水平ナル部分即チ水越板ノ上端ヲ堰頂 (Crest) ト云フ。切口ハ矩形ガ普通ナレドモ時ニ三角形モアル。

堰下流ノ水面ハ堰頂ヨリ低キヲ常トスレドモ時々之ヨリ高キ事ガアル。之ヲ潛堰 (Submerged weir) ト云フ。次ニ最も多く用ヒラレルふらんしす氏及ビばざん氏ノ公式ヲ掲ゲル。

ふらんしす氏公式 之ハふらんしす氏が西曆 1854 年ニ多數ノ實驗ヲ基トシテ案出セシモノニテ現今最も廣ク用ヒラレル。同氏ノ實驗ハ堰ノ幅 2.42 ~ 3.0 米ノモノヲ用ヒテ堰頂上水深ハ 0.19 ~ 0.50 米ニ於テ之ヲ行ヒシモノナルヲ以テ該公式ハ寧ろ短小ナル堰ヨリモ長大ナルモノニ適シ、水深モ .50 米以下ニ於テ精密デアル。今堰ノ幅ヲ b 米、水頭ヲ H 米、流量ヲ Q 立方米毎秒トスル。

$$h = \frac{v_a^2}{2g}, \quad v_a = \text{接近速度トスル。}$$

$$\text{無收縮端堰} \quad Q = 1.838bH^{\frac{3}{2}} \quad \text{立方米毎秒}$$

同上接近速度ヲ有スル時

$$Q = 1.838b \left[(H+h)^{\frac{3}{2}} - h^{\frac{3}{2}} \right] \quad \text{立方米毎秒}$$

$$\text{收縮端堰} \quad Q = 1.838(b-0.2H)H^{\frac{3}{2}} \quad \text{立方米毎秒}$$

同上接近速度ヲ有スル時

$$Q = 1.838(b-0.2H) \left[(H+h)^{\frac{3}{2}} - h^{\frac{3}{2}} \right] \quad \text{立方米毎秒}$$

第 21 圖 B 及ビ C

ハ矩形堰ニテ B ハ收

縮端堰ニテ C ハ無收

縮端堰デアル。

ばざん氏公式 堰上

ヲ流レル水量ニ對スル

最近ノ公式中最モヨク

用ヒラレルモノハばざ

ん氏ノ公式ニテ鉛頂堰ニテ堰頂上ノ水深 0.08 ~ 0.50 米、堰長 0.5 ~ 2 米ノ堰ヲ以テ實驗シタモノデアル。

水底ヨリ堰頂迄ノ高サヲ G 米トスル。

$$\text{無收縮端堰} \quad Q = \mu \sqrt{2g} b H^{\frac{3}{2}}$$

$$\mu = \left(0.405 + \frac{0.003}{H} \right) \left(1 + 0.55 \frac{H^2}{(H+G)^2} \right)$$

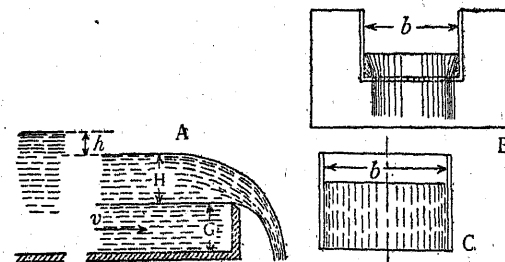
上式ハ H ガ少ナクモ 0.1m ナル場合ニ用ヒル。 $H = 0.1 \sim 0.3m$ ナル時ハ、2 ~ 3% ノ誤差ヲ許セバ上式ノ代リニ次式ヲ用ヒルコトヲ得ル。

$$\mu = \left(0.425 + 0.212 \frac{H^2}{(H+G)^2} \right)$$

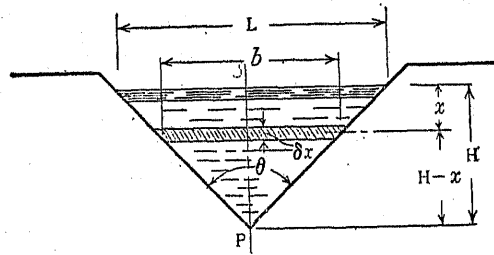
堰ニヨリテ流量ヲ測定スル時、側縁及ビ堰頂ノ形ニヨリテ種々異ナル値ヲ生ズルヲ以テ側縁及ビ堰頂ハ極メテ薄ク鋭ク作ル、之ヲ鋭頂堰又ハ標準堰ト云ヒ精密ナル流量測定ニ使用スル。

三角堰 幅 b 、厚 δx ナル小面積 $b\delta x$ ヲ通ル流量ハ

$$dQ = C b \delta x \sqrt{2gx}$$



第 21 圖



第 22 圖

C = 流量係数

故に

$$Q = C \sqrt{2g} \int_0^H b \sqrt{x} dx$$

然るに $b = L \frac{H-x}{H}$, 之ヲ上式ニ入レテ

$$Q = \frac{4}{15} CL \sqrt{2g} H^{\frac{5}{2}} \quad \text{ヲ得ル。}$$

又ハ

$$Q = 2.36 C \tan \frac{\theta}{2} \cdot H^{\frac{5}{2}} \quad (\text{米式単位})$$

$\theta = 90^\circ$ デアレバ $Q = 2.36 CH^{\frac{5}{2}}$ (直角三角形堰) (米式単位)

$C = 0.617$ ニ採ルト直角三角形堰デハ

$$Q = 1.46 H^{\frac{5}{2}} \quad (\text{米式単位})$$

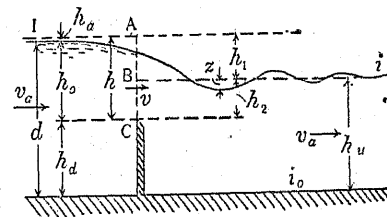
潜堰 (Submerged weir)

$$Q = C_1 \frac{2}{3} \sqrt{2g} b \left(h_1^{\frac{3}{2}} - h_a^{\frac{3}{2}} \right) + C_2 \sqrt{2g} b h_2 \sqrt{h_1} \quad (\text{米式単位})$$

$$C_1 \approx 0.63, \quad \frac{2}{3} C_1 \sqrt{2g} = 1.86,$$

$$C_2 \approx 0.63, \quad C_2 \sqrt{2g} = 2.80$$

$$b = \text{堰幅}, \quad h_a = \frac{v_a^2}{2g}, \quad v_a = \text{接近速度}$$



第 23 圖

(30) 開渠ニ於ケル流速及ヒ流量 流速ハしえぢーノ公式ニ依ツテ求メ得ル。

しえぢー公式 $v = C \sqrt{rs}$

r = 径深 = $\frac{\text{水面積}}{\text{潤邊}}$, 潤邊トハ水ト接觸セル潤邊ノ長

s = 水面ノ勾配角ノ正弦

C = 定數

C ノ値ハگانぎれ及ビくつたー氏公式ヨリ求メ得ル, 即チ次ノ通り。

$$\left. \begin{aligned} C &= \frac{\alpha}{1 + \frac{\beta}{\sqrt{r}}} \\ \alpha &= 23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{s} \\ \beta &= \left(23 + \frac{0.00155}{s} \right) n \end{aligned} \right\} \quad (\text{米式単位})$$

n = 粗度常數 (Coefficient of roughness) = シテ其値ハ次ノ通り。

第 26 表 n ノ 値

水 路 ノ 性 質	n	$1/n$
ヨク削リタル木又ハせめんと塗ノ水路……………	0.01	100.0
ヨク継合セタル板, 大口徑鐵管及ビ鐵筋こんくりーと管 削ラザル木板……………	0.0120	83.3
切石積又ハ煉瓦積, せめんと塗溝渠……………	0.0125	80.0
板張又ハ荒塗混凝土……………	0.013	76.9
良好ナル粗石積……………	0.015	66.7
良好ナル粗石積……………	0.017	58.8
掘削水路, 良好ナル状態ノ小河, 河川……………	0.025	40.0
普通ノ河川, 運河……………	0.030	33.3
砂礫, 雜草ノ多キ河川, 運河……………	0.035	28.6
溪流……………	0.050	20.0

C ノ値ハ r, s, n ト共ニ變化スル。之ヲ上式ヨリ求メテ次ニ流量 Q ヲ求メ
ル。

$$Q = Av, \quad A = \text{横斷面積}$$

ばざん氏新公式

$$C = \frac{87}{1 + \frac{m}{\sqrt{r}}} \quad (\text{米式単位}), \quad v = C \sqrt{rs}$$

第27表 m の値

水路ノ性質	m
せめんと又ハ鈎ニテ削リタル板ノ面ノ極メテ滑カナル水路	0.06
板、煉瓦又ハこんくりーとノ滑カナル水路	0.16
切石積又ハ野面石積ノ水路	0.46
良イ土ノ水路又ハ石ノ荒積ミノ水路	0.85
普通ノ土ノ水路	1.30
雑草、碎屑等ニテ妨害セラレテ流レル土ノ水路	1.75

(31) 水路ノ經濟的斷面 土中ニ設ケラレタル開渠ニシテ内面ヲ石材
其他ノ材料ニテ保護セラレザルモノハ一般ニ梯形デアル。即チ底面ハ平坦ニ
シテ兩側ハ路線ノ通過スベキ土壤ノ性質ニヨリテ適當ノ勾配ヲ附スルヲ普通
ノ方法ナリトスル。斯クシテ水路ノ側面勾配ヲ決定シテ次ニ水路ノ深サト幅
トノ間ニ於ケル最モ經濟的ナル關係ヲ研究シヨウ。

第24圖ニ於テ B ハ水面ノ幅、 b ハ底幅、 d ハ水深、 c ハ側邊ノ長さ、 a ハ
斷面積トナリトシ、 p ハ潤邊トスル。

$$a = bd + d^2 \cot \alpha$$

$$p = b + 2d \operatorname{cosec} \alpha$$

上ノ兩式ヨリ

$$a = dp - 2d^2 \operatorname{cosec} \alpha + d^2 \cot \alpha.$$

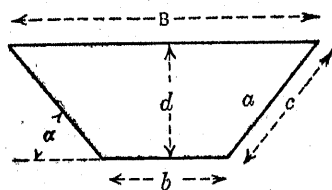
上ノ方程式ハ面積、深サ、潤邊及ビ此

場合定數タル勾配角ヲ含ム。水路斷面ノ最大能率ノ條件ハ潤邊ガ最小ナルカ
又ハ與ヘラレタル潤邊ニ對シテ面積 a ガ最大トナルベキモノデアル。 a ハ最
大トスル d ノ値ハ次ノ如クニシテ得ラレル。

$$\frac{d(a)}{d(d)} = 0.$$

$$\frac{d(a)}{d(d)} = p - 4d \operatorname{cosec} \alpha + 2d \cot \alpha.$$

$$0 = p - 4d \operatorname{cosec} \alpha + 2d \cot \alpha.$$



第24圖

$$d = \frac{p}{4 \operatorname{cosec} \alpha - 2 \cot \alpha}$$

上式中ノ p ノ値 $p = b + 2d \operatorname{cosec} \alpha$ ヲ代入シテ

$$d = \frac{b + 2d \operatorname{cosec} \alpha}{4 \operatorname{cosec} \alpha - 2 \cot \alpha}$$

上ノ式ニ $a = bd + d^2 \cot \alpha$ ノ b ノ値即チ $b = \frac{a - d^2 \cot \alpha}{d}$ ヲ代入シテ

$$d = \frac{\frac{a}{d} - d \cot \alpha + 2d \operatorname{cosec} \alpha}{4 \operatorname{cosec} \alpha - 2 \cot \alpha}$$

$$\text{即チ } 4d^2 \operatorname{cosec} \alpha - 2d^2 \cot \alpha = a - d^2 \cot \alpha + 2d^2 \operatorname{cosec} \alpha.$$

$$\text{即チ } d^2 = \frac{a}{2 \operatorname{cosec} \alpha - \cot \alpha}$$

$$= \frac{a}{\frac{2}{\sin \alpha} - \cos \alpha \operatorname{cosec} \alpha}$$

$$= \frac{a}{\frac{2 - \sin \alpha \cos \alpha \operatorname{cosec} \alpha}{\sin \alpha}} = \frac{a \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}$$

$$\text{即チ } d = \sqrt{\frac{a \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}}$$

$$b = \frac{a - d^2 \cot \alpha}{d} \text{ ヲ書キカヘテ}$$

$$b = \frac{a}{d} - d \cot \alpha.$$

第28表ハ次ノ如キ公式ヨリ計算セラレタモノデアル。

$$\left. \begin{aligned} d &= \sqrt{\frac{a \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}} \\ b &= \frac{a}{d} - d \cot \alpha. \\ B &= b + 2d \cot \alpha. \\ p &= b + \frac{2d}{\sin \alpha}. \end{aligned} \right\}$$

第 28 表ニ於テ實際上普通ニ用ヒラレル勾配ニ對スル是等要素ノ關係が半圓形断面ニ對シテモ同様計算セラレテ居ル。此表ノ用ヒ方ハ次ノ通り。

流スベキ水量ハ問題ノ條件ニヨリ又ハ測定ニヨリテ決定スル。水路中ノ速度ハ實際ノ勾配、水路ノ材料ノ性質、摩擦水頭等ニヨリテ決定スル。速度ヲ以テ流量 Q ヲ流スベキ断面積ハ $a = \frac{Q}{v}$ デアル。水路ヲ造ルベキ材料ニ對シテ勾配角ヲ選定セシ後ハ、相應セル種々ノ値ハ第 28 表ヨリ求メ、之ニ $\sqrt{a}$ ヲ乗ズレバ宜シ。斯クシテ得タル結果ガ求ムル寸法デアル。

第 28 表

種々ノ勾配ニ於ケル水路横断面ノ經濟的寸法、横断面積ノ函數トシテ寸法ヲ表ハス。

側部 勾配	勾配 角	$\cot \alpha$	深サ d	底幅 b	水面 ノ幅 B	側邊ノ 長 c	潤邊 p	徑深 r	側邊材料 ノ性質
鉛直	90°00'	0.0000	$707\sqrt{a}$	$1.414\sqrt{a}$	$1.414\sqrt{a}$	$707\sqrt{a}$	$2.828\sqrt{a}$	$353\sqrt{a}$	コンクリート 及ビ石造
1:1 $\frac{3}{4}$	60°15'	0.5714	$760\sqrt{a}$	$0.882\sqrt{a}$	$1.750\sqrt{a}$	$875\sqrt{a}$	$2.633\sqrt{a}$	$380\sqrt{a}$	空積石垣
1:1	45°00'	1.0000	$740\sqrt{a}$	$.613\sqrt{a}$	$2.093\sqrt{a}$	$1.046\sqrt{a}$	$2.705\sqrt{a}$	$369\sqrt{a}$	粘土交リ砂利
1 $\frac{1}{2}$:1	38°40'	1.2500	$716\sqrt{a}$	$.503\sqrt{a}$	$2.293\sqrt{a}$	$1.146\sqrt{a}$	$2.795\sqrt{a}$	$358\sqrt{a}$	ヨク搗キ固メタル粘土
1 $\frac{1}{2}$:1	33°41'	1.5000	$689\sqrt{a}$	$.418\sqrt{a}$	$2.485\sqrt{a}$	$1.243\sqrt{a}$	$2.904\sqrt{a}$	$344\sqrt{a}$	粗砂利
2:1	26°34'	2.0000	$636\sqrt{a}$	$.300\sqrt{a}$	$2.844\sqrt{a}$	$1.422\sqrt{a}$	$3.144\sqrt{a}$	$318\sqrt{a}$	普通ノ土、粗砂
2 $\frac{1}{2}$:1	21°48'	2.5000	$588\sqrt{a}$	$.230\sqrt{a}$	$3.170\sqrt{a}$	$1.584\sqrt{a}$	$3.398\sqrt{a}$	$294\sqrt{a}$	軟カキ土
3:1	18°26'	3.0000	$549\sqrt{a}$	$.173\sqrt{a}$	$3.471\sqrt{a}$	$1.738\sqrt{a}$	$3.649\sqrt{a}$	$274\sqrt{a}$	軟カキ土、砂
半圓	—	—	$798\sqrt{a}$	—	$1.596\sqrt{a}$	—	$1.773\sqrt{a}$	$563\sqrt{a}$	煉瓦、コンクリート、金屬

第 28 表ハ理論的計算ニ依ツテ得タルモノニシテ、断面積小ナル水路ニハ最も適當ナル寸法割合ヲ與フルモノナレドモ少シク大形ノモノ或ハ其他實際ニ當ツテハ種々ノ狀況ニヨリ之ヲ改變スベキ必要ガアル。

(32) 水路中ノ許容最大速度 水路中ノ水ハ大抵砂、砂利等ヲ流シ其底部ヲ是等ヲ以テ磨滅スル。其流速小ニ過ギル時ハ沈澱物が底部又ハ水路ノ兩側ニ生ジ、之ニ反シテ流速大ニ過グレバ是等ハ水ニ押シ流サレテ水路ノ底部、兩壁等ヲ破壊スル。之ガ爲ニ水路ヲ設計スルニ當リテハ流速ハ或最小、

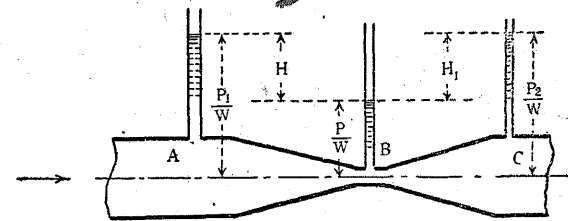
最大速度ノ範圍中ニ在ル様ニ注意セネバナラヌ。平均流速ガ毎秒 60~90 厘米ナル時ハ或程度迄ハ沈澱作用ハ起ル事ナク、又水路中ニ水草ノ生ズルコトヲ防止スル。

次ニ磨滅ヲ生ゼザル最大平均流速ヲ掲ゲル。

第 29 表

材 料	平均速度(厘米毎秒)
甚ダ輕キ密デナキ砂	30~45
甚ダ輕キ純砂	22.5~30
粗砂又輕キ砂交リノ土	45~60
砂交リノ土	60~75
砂交リノ壤土	75~82.5
壤 土	82.5~90
硬キ粘土、普通ノ砂利交リノ土	120~150
粗砂利、小石	150~180
礫岩、軟カキ粘板岩、軟カキ水成岩等	180~240
硬 基 岩	300~450
コンクリート	450~600

(33) ベンチヨリ・メーター ベンチヨリ・メーター (Venturi meter) ハベール・ヌーイノ定理ヲ應用シタルモノデ、クレメン・ス・ハース・ヘルセル (Clemens Herschel) 氏ガ發明シタルモノデアル。



第 25 圖

水柱計又ハ他ノ壓力計ヲベンチヨリ・メーターノ咽喉部(即チ断面ノ縮小部)及ビ圓錐部ノ大ナル方ノ末端ノツ又ハ兩方ニ連結スル。

a = 咽喉部断面積

a_1 = 水管断面積 (A = 於ケル)

a_2 = 水管断面積 (C = 於ケル)

p = 咽喉部壓力水頭

p_1 = A = 於ケル壓力水頭

p_2 = C = 於ケル壓力水頭

W = 水ノ單位重量

Q = べんちゆり・めーたーヲ通ル流量

$$H = \frac{p_1}{W} - \frac{p}{W}, \quad H_1 = \frac{p_2}{W} - \frac{p}{W}$$

v = 咽喉部ニ於ケル速度

v_1 = A = 於ケル速度

v_2 = C = 於ケル速度

べるぬーいノ 定理〔(34)参照〕カラ次式ヲ得ル。

$$\frac{p}{W} + \frac{v^2}{2g} = \frac{p_1}{W} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{W} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$H = \frac{p_1}{W} - \frac{p}{W} = \frac{v^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} = \frac{v^2 - v_1^2}{2g}$$

故ニ

$$2gH = v^2 - v_1^2$$

$$v = \frac{Q}{a}, \quad v_1 = \frac{Q}{a_1}$$

故ニ

$$Q^2 \left(\frac{1}{a^3} - \frac{1}{a_1^3} \right) = v^2 - v_1^2 = 2gH$$

即チ

$$Q^2 \frac{a_1^3 - a^3}{a_1^3 a^3} = 2gH$$

∴

$$Q = \frac{a_1 a}{\sqrt{a_1^3 - a^3}} \sqrt{2gH}$$

めーたー中ノ摩擦及ビ渦巻流ノタメニ流量ハ上記理論値ヨリモ僅ニ少ナ
1。即チ

$$Q = C \frac{a a_1}{\sqrt{a_1^3 - a^3}} \sqrt{2gH}$$

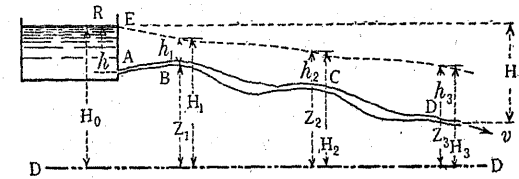
C ノ値ハ實驗カラ定マル定數デアツテ大略 0.97 デアル。

(34) 管中ノ損失水頭 べるぬーい (Bernoulli) ノ定理ハ次ノ通り。

$$\frac{v^2}{2g} + Z + h = \text{常數}$$

又ハ

$$\frac{v^2}{2g} + H = \text{常數}$$



第 26 圖

v = 流管ノ或位

置ニ於ケル流速

Z = 任意基準水平面 DD ヨリノ其高サ

$$h = \frac{p}{W}, \quad W \text{ハ水ノ單位重量}$$

p = 壓力

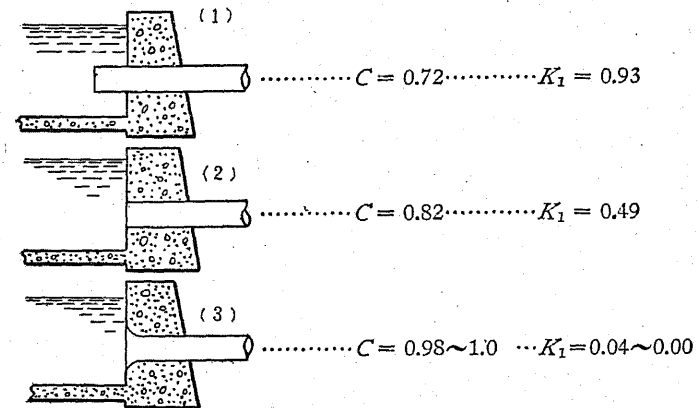
動水勾配線トハ水管ノ諸點ニ立テタル水柱計中ニ昇ル水ノ表面ヲ結ブ線デ
アル。

實際問題ニ於テ管流ヲ考慮スル際ニハべるぬーいノ定理ハ管流ニ對スル摩
擦損失ヲ含ム様ニ補正セネバナラヌ。べるぬーいノ定理,

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 + H_a$$

H_a ハ管ノ任意二點間ノ總損失水頭デアル。

$$H_a = H_0 + H_1 + H_2 + H_3$$



第 27 圖

水管ノ流入ロニ於ケル損失水頭 (H_0)

$$H_0 = \left(\frac{1}{C^2} - 1 \right) \frac{v^2}{2g} = K_1 \frac{v^2}{2g}$$

水管内摩擦ニ基因スル損失水頭 之ハ水管ノ内面ト流水トノ間ノ摩擦ニヨリテ生ズル損失水頭ニシテ諸種ノ實驗ノ結果ニ依レバ此水頭ハ管長ニ正比例シ管徑ニ逆比例シ水流速度ノ自乗ニ比例シ管内面ノ粗糲ノ程度ニ比例スル。

今 H_1 ラ以テ此損失水頭(米)ヲ示セバ

$$H_1 = f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$$

f = 摩擦係數

l = 管長(米)

$g = 9.80$ 米/(秒)²

d = 管ノ直徑(米)

v = 流速(米毎秒)

次ニ第 30 表ニふあんにんぐ, すみす氏等ニヨリテ研究セラレタル f ノ値ヲ示ス。此値ハ滑カナル又ハこゝろた一ヲ以テ塗料ヲ施シ叮嚀ナル接手ヲ施セル新シキ鑄鐵管及ビ鍊鐵管ニ適用シ得ルモノデアル。

第 31 表ニ鑄鐵管ノ年齢ト共ニ摩擦係數ガ大トナルコトヲ示ス。

第 30 表 清潔なる鐵管の摩擦係數 (f)

直徑(吋)	速 度 (米 毎 秒)					
	0.5	0.6	1.0	1.5	2.5	4.5
1.5	0.047	0.041	0.036	0.033	0.030	0.028
3	0.038	0.032	0.030	0.027	0.025	0.023
8	0.031	0.028	0.026	0.024	0.023	0.021
16	0.027	0.026	0.025	0.023	0.021	0.019
30	0.025	0.024	0.023	0.021	0.019	0.017
40	0.024	0.023	0.022	0.019	0.018	0.016
60	0.022	0.020	0.019	0.017	0.015	0.013
90	0.019	0.018	0.016	0.015	0.013	0.012
120	0.017	0.016	0.015	0.013	0.012	
180	0.015	0.014	0.013	0.012		

第 31 表

鑄鐵管ニ對スル實際ノ摩擦係數 (f)

直徑 (吋)	材齡, (年)	速 度 (米毎秒)			参 照
		0.6	0.9	1.2	
30	0	0.021	0.019	0.018	Trans. Am. Soc. C. E., Vol. 47
30	15	0.076	—	—	Hering's kutter.
30	22	0.121	0.127	—	Hering's Kutter.
50	5	0.019	0.022	—	Trans. Am. Soc. C. E., Vol. 35
50	22	0.069	0.071	0.074	Hering's Kutter.
90	1½	—	—	0.015	Tras. Am. Soc. C. E., Vol. 44
90	3½	—	—	0.039	Trans. Am. Soc. C. E., Vol. 44
120	0	—	—	0.013	Trans. Am. Soc. C. E., Vol. 35
120	7	0.028	—	—	Trans. Am. Soc. C. E., Vol. 28
120	16	0.023	0.023	0.023	Trans. Am. Soc. C. E., Vol. 35

管ノ彎曲及ビ屈折ニ基因スル損失水頭 (H_2) 管ノ彎曲ニ基因スル損失

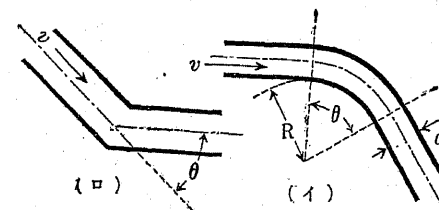
水頭ニツキテわいすばつは氏ノ公式ハ次ノ通り。[第 28 圖(イ)]

$$H_2 = \left\{ 0.131 + 1.847 \left(\frac{d}{2R+d} \right)^{\frac{1}{2}} \right\} \frac{\theta}{180} \frac{v^3}{2g} = K_2 \frac{v^3}{2g}$$

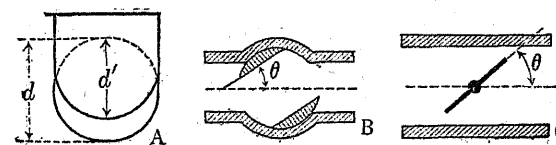
管ノ屈折ニ基因スル損失水頭ニツキテわいすばつは氏ノ公式ハ次ノ通り。

[第 28 圖(ロ)]

第 28 圖



第 29 圖



$$H_2 = \left(0.946 \sin^2 \frac{\theta}{2} + 2.05 \sin^4 \frac{\theta}{2} \right) \frac{v^2}{2g} = K_2 \frac{v^2}{2g}$$

其他ノ損失水頭 管ガ瓣又ハ其他ノ障碍物ヲ有セル時ニモ損失水頭ヲ生ズル。

第29圖ハ管中ノ水流ヲ調節スル三種ノ瓣ヲ示ス。Aハ鉛直滑動門扉ヨリ成ル瓣ニシテ、Bハ二ツノ廻轉スル缺圓片ヨリ成レル活嘴ニシテCハ絞瓣デアル。是等瓣ニテ生ズル損失水頭ハ水流ニ突然ノ變化ヲ生ズル程ニ充分閉塞スル時ニハ甚ダ大デアル。之ヲ H_3 ニテ示セバ次ノ通り。

$$H_3 = K_3 \frac{v^2}{2g}$$

小直徑ノ管ニ對シテわいすばつは氏ノ實驗ヨリ決定セル K_3 ノ値ハ次ノ通り。門瓣ニ對シテハ d' ヲ門扉ガ管ノ頂上以下ニ降下サレタル鉛直距離トスレバ K_3 ノ値ハ次ノ通り。

$d'/d = 0$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
$K_3 = 0.0$	0.07	0.26	0.81	2.1	5.5	17	98

活嘴ニテハ θ ヲ其レガ廻サレタル角度トスレバ K_3 ノ値ハ次ノ通り。

$\theta = 0^\circ$	10°	20°	30°	40°	50°	55°	60°	65°
$K_3 = 0$	0.29	1.6	5.5	17	53	106	206	486

絞瓣ニ對シテハ K_3 ノ値ハ次ノ通り。

$\theta = 5^\circ$	10°	20°	30°	40°	50°	60°	65°	70°
$K_3 = 0.24$	0.52	1.5	3.9	11	33	118	256	750

K_3 ノナル數ハ急ニ増大シ瓣ガ凡テ閉塞スル時ハ甚ダ大トナルガ、此時速度ハ零ナルヲ以テ水頭ノ損失ハナイ。此處ニ云フ v ハ本管中ノ速度ニシテ瓣ノタメ收縮セル部分ノ速度デハナイ。

(35) 平均速度ノ公式

$$v = \sqrt{\frac{2gH}{1 + K_1 + f(l/d) + K_2 + K_3}}$$

H = 全水頭

上式ハ一定ノ横斷面積ノ管中ノ平均速度ノ公式デアル。

最モ普通ニ起ル場合ハ曲線ガ無イカ又ハ曲線ノ半径甚ダ大ニシテ其影響極メテ小ナル時、又ハ一部分開ケル瓣其他色々ノ水ノ流レニ對スル障碍物ガ無イ時デアル。此場合 K_2 及ビ K_3 ハ零ニシテ K_1 ヲ 0.5 トスレバ公式ハ次ノ如クニナル。

$$v = \sqrt{\frac{2gH}{1.5 + f(l/d)}}$$

此公式ハ實際上多クノ場合ニ用ヒラレル。

(36) 流量ノ計算 與ヘラレタル直徑ノ水管ノ流量ハ流速ニ管ノ横斷面積ヲ乘ジテ得ラレル。

$$Q = \frac{1}{4} \pi d^2 v = 0.7854 d^2 v$$

速度 v ハ前節ノ公式ヨリ求メ得ル。

(例題) 徑 7.5 糎、長サ 450 米ニテ水頭 20 米ナル時、流量ヲ立方米毎分ニテ見出セ。

$$d = 7.5 \text{ 糎}, \quad l = 45,000 \text{ 糎}, \quad h = 2,000 \text{ 糎}$$

$$v = \sqrt{\frac{2gH}{1.5 + f(l/d)}} = \sqrt{\frac{2 \times 980 \times 2,000}{1.5 + 0.02 \times 45,000/7.5}}$$

$$= 170 \text{ 糎毎秒} = 1.70 \text{ 米毎秒}$$

$$Q = 0.7854 d^2 v = 0.7854 \times 0.075^2 \times 1.7^2$$

$$= 0.0128 \text{ 立方米毎秒}$$

$$\text{又 } Q = \frac{1}{4} \pi d^2 \sqrt{\frac{2gH}{1.5 + f(l/d)}} \quad \text{カラ}$$

$$H = \frac{8}{\pi^2 g} (1.5 + f(l/d)) \frac{Q^2}{d^5}$$

上式カラ與ヘラレタル流量ヲ生ズルニ要スル水頭ヲ求メルコトガ出來ル。

(37) 直徑ノ計算 水頭、水管ノ長サ、水量ガ與ヘラレテ居ル場合、管徑ヲ求ム、管ノ屈曲及ビ瓣等ノ抵抗ヲ省略シテ次式ヲ得ル。

$$d^5 = \frac{8}{\pi^2 g} (1.5 + fl) \frac{Q^2}{H}$$

$$d^5 = 0.082(1.5d + fl) \frac{Q^2}{H}, \quad (\text{米式単位})$$

l, H, d ハ凡テ米ニテ Q ハ立方米毎秒デアル。上式カラ

$$d = 0.606 \left[(1.5d + fl) \frac{Q^2}{H} \right]^{\frac{1}{5}} \quad (\text{米式単位}) \dots\dots\dots (A)$$

l, H, d ハ凡テ米ニテ Q ハ立方米毎秒

上式ニ於テ摩擦係数 f ノ値ハ最初 0.02 ニ採リ上式ノ右邊ノ d ヲ省略シテ d ヲ概算スル。即チ

$$d = 0.606 \left(fl \frac{Q^2}{H} \right)^{\frac{1}{5}}$$

次ニ速度ヲ次式カラ求メル。

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{0.7854d^2}$$

此ノ v ト d ノ近似値トヲ以テ第 30 表カラ f ノ値ヲ求メル。斯クシテ表カラ求メタル f ト d ノ近似値ヲ上ノ (A) 式ノ右邊ニ入レテ d ヲ計算シ、此ノ求メタル d ト計算ニ用ヒタル d トガ一致スレバ假定 d ハ正確デアルガ、若シ一致セザレバ一致スル迄、上記計算法ヲ繰返ス。

(例題) 長サ 1,400 米、水頭 7 米ナル時、毎秒 2 立方米ヲ流ス新ラシキ管ノ直径ヲ求ム。

$$l = 1,400 \text{ 米}, \quad H = 7 \text{ 米}, \quad Q = 2 \text{ 立方米毎秒}$$

$$d = 0.606 \left(fl \frac{Q^2}{H} \right)^{\frac{1}{5}} = 0.606 \left(0.02 \times 1,400 \times \frac{2^2}{7} \right)^{\frac{1}{5}}$$

$$= 0.606 \times 1.74 \doteq 1.05 \text{ 米}$$

$$v = \frac{Q}{0.7854d^2} = \frac{2}{0.7854 \times 1.05^2} = 2.3 \text{ 米毎秒}$$

第 30 表カラ $d = 1.05, v = 2.3$ ニ對スル f ヲ求メルト $f = 0.013$ ヲ得ル。

$$d = 0.606 \left[(1.5 \times 1.05 + 0.013 \times 1,400) \frac{2^2}{7} \right]^{\frac{1}{5}}$$

$$\doteq 0.96 \text{ 米}$$

$$v = \frac{2}{0.7854 \times 0.96^2} = 2.78 \text{ 米毎秒}$$

第 30 表カラ $f = 0.013$

$$d = 0.606 \left[1.5 \times 0.96 + 0.013 \times 1,400 \right] \frac{2^2}{7} \Bigg]^{\frac{1}{5}}$$

$$\doteq 0.97 \text{ 米}$$

$d = 0.97$ 米ヲ採ル。

茲ニ注意スベキコトハ管ノ内面ガ年ヲ經過スルニ從ヒテ腐蝕、鏽等ノタメニ粗糲トナリテ摩擦係数 f ガ追々ト大トナリテ流量ヲ減少スルコトデアル。水ノ性質ニ依ツテハ鏽等ヲ生ジテ數年ナラズシテ摩擦係数ノ値ガ第 30 表ニ示セルモノノ 2 倍ヨリモ尙大トナルコトガアル。斯クノ如ク管ノ材齡ト共ニ f ガ増加スルコトハ第 31 表ニ示ス通りデアル。此原因ニテ f ガ大トナルコトハ大管ニ於テハ小管程ニ甚ダシクナイ。上記ノ事ヲ考慮シテ之ニ對シテ餘裕ヲ採リテ $f = 0.03$ ナル値ガ計算ニ於テ屢採用セラレルガ之ハ適當ナル値デアルト思ハレル。

(38) 短 管 管ノ長サガ其直径ノ 500 倍ヨリ短イ時ニハ之ヲ短管ト云ヒ、其長サガ直径ノ 50 倍ヨリ短イモノヲ甚ダ短キ管ト云フ。

何レノ場合ニテモ c ナル係數ハ出來ルダケ上端ノ狀況ニ應ジテ見積リ長サ l ノ中、管ノ直径ノ最初ノ 3 倍ダケハ除クベキデアル。斯カル管ニ對スル流量ヲ計算セントスルニ、速度ハ第 30 表ニ與フルモノヨリ大ニシテ從ツテ摩擦係数 f ヲ確カメ得ラレヌ事ガ屢デアル。此理由ニ依リテ水頭が大ナル短管ノ流量ニツキテ正確ナル見積リヲナス事ガ出來ナイ。但シ幸ニモ實際上之ヲ用ヒル事ハ極メテ稀デアル。

例ヘバ直径 30 糎ニテ長サ 30 米、水頭 30 米ナル管中ノ速度ヲ求メル時ニ、上端ニ於テ c ヲ 0.8 ト假定スレバ $K_1 = \left(\frac{1}{c^2} - 1 \right)$ ハ 0.56 トナル。 K_2 及ビ K_3 ヲ無視スレバ (屈曲モ瓣モ無シトス) 速度ハ下ノ通り。

$$v = \sqrt{\frac{2gH}{1.56 + f(l/d)}}$$

f ヲ 0.02 トシ l ヲ 29.1 米 $= (30 - 3 \times 0.3)$ トスレバ平均速度ハ 13 米毎秒トナル。鐵管中ニテ斯カル大ナル速度ニ對スル摩擦係数 f ノ値ニ關スル實驗

ハ無イ。但シ判斷ニ依ツテ f ヲ0.015トスレバ v ハ14米毎秒トナル。

甚ダ短キ管ニ對スル水ノ速度ノ公式ハ l ノ代リニ $l-3d$ トシ K_1 ヲ c ノ語ニテ表ハシテ l ハ下ノ如クニナル。

$$v = \sqrt{\frac{2gH}{\frac{1}{c^2} + f \frac{l-3d}{d}}}$$

此式ニテ若シ l ガ $3d$ ニ等シキ時ハ $v = c\sqrt{2gH}$ トナリテ短キ圓壩形管ノ場合ト一致スル。

(39) 長管 長管ニ對スル速度ノ公式ハ下ノ通り。

$$v = \sqrt{\frac{2gH}{1.5 + f(l/d)}}$$

此公式ニ於テ管ノ長サ l ガ甚ダ大ナル時ハ1.5ヲ無視シ得ル。之ヲ無視スルモ其ノ爲ニ起ル誤差ガ1%以內ニ止マル様ニスルニハ l ノ長サヲ如何ニスレバ宜シキヤ。

f ヲ0.02トシテ

$$\frac{\sqrt{1.5 + f \frac{l}{d}}}{\sqrt{f \frac{l}{d}}} = 1.01 \quad f = 0.02$$

上ノ方程式ヨリ $\frac{l}{d} = 3,750$ 又ハ $l = 3,750d$

即チ l ガ其直径ノ3,750倍ヨリ大ナレバ1.5ヲ無視スルモ誤差ハ1%以內ニ過ギナイ。1.5ヲ無視スレバ

$$v = \sqrt{\frac{2gHd}{fl}}, \quad Q = \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{2gHd^5}{fl}}$$

米式單位ヲ用ヒレバ

$$v = 4.42 \sqrt{\frac{Hd}{fl}} \quad (\text{米式}) \quad Q = 3.47 \sqrt{\frac{Hd^5}{fl}} \quad (\text{米式})$$

v ……米毎秒, Q ……立方米毎秒, H, d, l ……米

Q ニ對スル此公式ヨリ流量, 長サ, 水頭ガ與ヘラレタル時, 管ノ直径ヲ計算スル公式ハ次ノ通り。

$$d^5 = \frac{8}{\pi^2 g} \frac{f l Q^2}{H}, \quad d = 0.082 \left(\frac{f l Q^2}{H} \right)^{\frac{1}{5}}$$

(40) 動水勾配線 第26圖ニ於テ $A B C D$ ヲ池ニ連結セル水管

トスル。 h_1, h_2 , 等ヲ B, C, D 點等ニ於ケル管中ノ壓力トスル。 z_1, z_2, z_3 等ヲ任意ノ平面 DD 以上ノ B, C, D 點等ノ高サトシ, H_0 ヲ同平面以上, 池中ノ水面ノ高サトスル。 v_1, v_2, v_3 等ヲ是等ノ點ニ於ケル速度トスル。

前述ノ平面ニ關スル高サノ語ニテ表ハシタル任意ノ與ヘラレタル容積ノ水ノ位置ノえねるぎー及ビ運動ノえねるぎー即チ全えねるぎーハ次ノ通り。

$$h + z + \frac{v^2}{2g} \quad \text{又ハ} \quad H + \frac{v^2}{2g}$$

水管中ノ諸點ヲ流レル間ニえねるぎーノ損失ナケレバ

$$h + z + \frac{v^2}{2g} = \text{定數} \cdots \cdots \text{ベルヌーイノ定理}$$

管中水ガ流レル時ニ或えねるぎーノ損失ガ起ルモノトスレバ, 上式ハ定數ニアラズシテ水ガ追々ト遠ク流レルニ從ヒテ小トナル。

H_a ヲ B ト C 點ノ間ノ摩擦損失水頭トスレバ

$$h_1 + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + H_a$$

第26圖ニテ管ノ各點ニ於テ樹テタル水管中ニ上昇スル水柱ノ水面ヲ連結スル線ヲ管ノ動水勾配線ト云フ, 管ノ斷面一定ナレバ v_1, v_2, v_3 等ハ等シキ故ニ $h_1 + z_1 = h_2 + z_2 + H_a$ トナル, 即チ任意ノ二點ニ於ケル動水勾配線ノ高サノ差ハ此二點間ノ摩擦ニテ失ハレタル水頭(H_a)ヲ表ハスモノデアル。

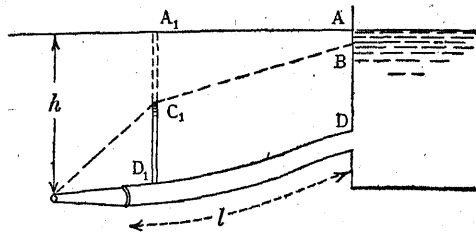
動水勾配線ノ高サハ管ノ高サニ無關係ナルヲ以テ $H_1 = H_2 + H_a$ ト書ク事ヲ得ル。若シ管ガ任意ノ點ニ於テ動水勾配線以上ニ在ル時ハ其點ノ壓力ハ大氣ノ壓力ヨリ小トナリ, 水中ニ含マレタル空氣ハ斯カル點ニ集マリ遂ニ水ノ流レヲ妨ゲルニ至ルモノデアル。

$$\text{尙} \quad H_0 - H_1 = \frac{v_1^2}{2g} + H_a, \quad \text{又管中ノ任意ノ二點ニテハ}$$

$$H_1 - H_2 = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + H_a \text{ デアル。}$$

(41) 尖口蛇管

第 30 圖ニ於テ管ノ末端ニ設ケタル硝子管 $C_1 D_1$ 中ノ水位ヲ C_1 トスル。高サ $A_1 C_1$ ハ損失水頭ト速度水頭トノ和デアル。



第 30 圖

h ヲ尖口ノ末端ニ於ケル全水頭トシ D ヲ其直径、 V ヲ噴出スル水流ノ速度トスル。 d 及ビ l ヲ水管ノ直径及ビ速度トシ其長サヲ l トスル。

然ル時ハ噴出スル水流ノ有効速度水頭ハ $\frac{V^2}{2g}$ ニシテ損失水頭ハ $h - \frac{V^2}{2g}$ デアル。損失水頭ハ種々ノ部分ヨリ成ル即チ流入口 D ニ於ケル損失、管中ノ摩擦ニ依ル損失、屈曲及ビ瓣ニ依ル損失及ビ尖口ニ依ル損失等デアル。えねるぎノ原理ニヨリテ下ノ式ヲ得ル。

$$h - \frac{V^2}{2g} = K_1 \frac{v^2}{2g} + f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} + K_2 \frac{v^2}{2g} + K_3 \frac{v^2}{2g} + K' \frac{V^2}{2g}$$

K' ハ尖口ニ對スルモノニシテ K' ガ管ニ對シテ見出サレト同様ニシテ見出し得ル。即チ

$$K' = \left(\frac{1}{c}\right)^2 - 1$$

c = 尖口ニ對スル速度係數

此ノ K' ノ値ハ尖口ニ於ケル凡テノ損失水頭ヲ考慮セルモノナルヲ以テ、其長サヲ考フル必要ハ無イ。完全ナル尖口ニ對シテハ c ハ 1 ニシテ即チ K' ハ零トナル。

$$V = v(d/D)^2$$

此値ヲ上ノ方程式ニ入レテ K_2 ト K_3 トヲ無視シテ v ニ對シテ解ケバ次式ヲ得ル。

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{K_1 + f(l/d) + \left(\frac{1}{c}\right)^2 \left(\frac{d}{D}\right)^4}}$$

尖口ヨリ噴出スル水ノ速度及ビ其流量ハ次ノ式ヨリ求メラレル。

$$V = (d/D)^2 v \quad Q = \frac{1}{4} \pi D^2 V$$

噴出スル水ノ速度水頭ハ $\frac{V^2}{2g}$ デアル。

是等ノ方程式ニヨリテ V ノ最大値ハ D ガ d ニ比シテ出來ルダケ小ナル時ニ起リ又最大流量ハ D ガ d ニ等シキ時ニ起ルコトヲ知ル。

尖口ノ目的ガ噴出スル水ノ速度水頭ヲ利用スルニアル時ハ大ナル管ヲ用ヒ小ナル尖口ヲ附スルヲ宜シトスル。若シ目的ガ水車ニヨリテ動力ヲ生ズルタメニ射出スル水ノえねるぎヲ利用スルニアル時ハ之ヲ最大トスルニハ D ト d ノ間ニ或ル關係ガアルガ之ニツイテハ省略スル。

(42) 消火尖口

之ハ消火ノタメ水ノ噴出スル速度ヲ大トスルタメノ短管デアル。之ニ二種アリ、一ハ滑尖口、一ハ環狀尖口デアル。第 31 圖 A ハ前者ニ屬シ B ハ後者ニ屬スル。以上ノ二種ノ尖口ニ對スル平均流量係數ハ滑尖口ニ對シテハ 0.974 ニシテ環狀尖口ニ對シテハ 0.740 デアル。

尖口ヨリ噴出スル流量 Q ハ次式ヨリ求メル事ヲ得ル。

$$Q = 29.83 C_1 D^2 \sqrt{\frac{p_1}{1 - c_1^2 \left(\frac{D}{d}\right)^4}}$$

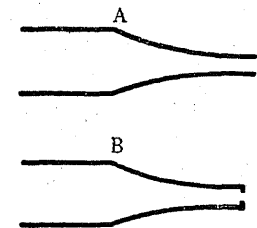
Q = 米がろん毎分

C_1 = 速度係數

D = 尖口ノ先端ニ於ケル直径

p_1 = 尖口流入口ニ於ケル壓力 (封度毎平方吋)

d = 蛇管ノ直径



第 31 圖

C_1 ノ値ハふりーまん氏ノ實驗ニ依レバ尖口ノ流入口ノ壓力水頭ガ 45 呎乃至 180 呎ナル時ハ滑圓錐尖口ニ對シテハ次表ノ通り。

D (吋).....	$\frac{3''}{4}$	$\frac{7''}{8}$	$1''$	$1\frac{1''}{8}$	$1\frac{1''}{4}$	$1\frac{3''}{8}$
C_1	0.983	0.982	0.978	0.976	0.971	0.959

以上ハ滑尖口ニツキテナレドモ環狀尖口ニテハ流出口ガ $\frac{1}{16}$ 吋乃至 $\frac{1}{8}$ 吋程直径ガ小トナレルヲ以テ流出量ハ幾分減少スル。其ノ代リニ水ハ幾分高クアガル。

$$\frac{1}{4}\pi d^2 v = c' \frac{1}{4}\pi D^2 V = c' c_1 \frac{1}{4}\pi D^2 \sqrt{2gH}$$

c' = 收縮係數

$c'c_1$ = 流量係數

H = 尖口流入口ニ於ケル有效水頭

滑尖口ヲ上ニ向ケテ如何程高ク水ガ上ガルヤハ次式ニテ計算シ得ル。

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{c_1^2 h_1}{1 - c_1^2 \left(\frac{D}{d}\right)^4}$$

h_1 = 尖口流入口ニ於ケル壓力水頭

ふりーまん氏ノ實驗ニ依レル滑尖口ヨリ鉛直ニ噴出スル水ノ高サハ第 132 表ニ示ス通り。

第 32 表

尖口流入口 ニ於ケル壓力, kg/cm^2	$\frac{3}{4}$ 吋(19耗)尖口			1吋(25.4耗)尖口			$1\frac{1}{4}$ 吋(31.75耗)尖口		
	噴出ノ高 (米)		流出水量, リ つとる 毎分	噴出ノ高 (米)		流出水量, リ つとる 毎分	噴出ノ高 (米)		流出水量, リ つとる 毎分
	A	B		A	B		A	B	
0.7	6	5.4	196	6.3	5.4	350	6.6	5.7	512
1.4	12	9.9	275	12.9	10.5	500	13.2	11.1	790
2.1	17.7	14.4	340	18.9	15.3	610	19.8	15.9	960
2.8	23.4	18.0	395	24.9	19.2	700	25.8	20.1	1,120
3.5	27.9	20.1	440	30.3	21.9	790	32.1	23.1	1,250
4.2	31.2	21.6	480	35.1	23.7	860	37.8	25.5	1,370
4.9	34.2	22.8	520	39.0	25.5	930	42.0	27.3	1,480
5.6	36.9	23.7	555	42.0	26.7	990	45.0	28.5	1,580

6.3	38.7	24.3	590	44.1	27.6	1,060	47.1	29.7	1,680
7.0	40.2	24.9	620	45.6	28.8	1,120	48.3	30.3	1,760

A = 風ノ無イ時, 水滴ノ達スル高サ

B = 軟風ノ際, 水滴ノ達スル高サ

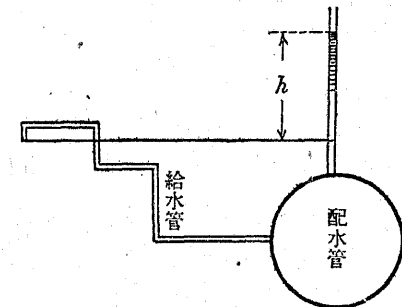
(43) 消火蛇管 尖口ヲ取付ケル蛇管ノ直径ハ通例 $2\frac{1}{2}$ 吋 (63.5 耗) デアル。可及的摩擦抵抗ヲ減少スルタメニ内面ニ護膜ヲ塗ル。 $2\frac{1}{2}$ 吋 (63.5 耗) ノ蛇管ノ摩擦係數ハ第 33 表ノ通り。

第 33 表

蛇管ノ種類	速度, 米毎秒				
	1.2	1.8	3.0	4.5	6.0
内面塗布セマ亜麻布蛇管	0.038	0.038	0.037	0.035	0.034
粗雜ナル護膜ヲ塗布セル木綿	0.030	0.031	0.031	0.030	0.029
滑カナル護膜ヲ塗布セル木綿	0.024	0.023	0.022	0.019	0.018
流 出 量 (リつとる毎分)	230	347	579	870	1,160

蛇管ガ長キ時ハ水ガ流レテ摩擦ノ爲失フ水頭ハ大トナルヲ以テ, 可及的短クスルヲ宜シトスル。

(44) 給水管 給水管ノ直径ヲ求メルニハ之ガ分出スル所ニテ配水管ノ壓力ヲ見出ス。給水管ヲ流レル水ハ第 32 圖ニ示ス如クハナル水頭ヲ有スルヲ知ルヲ以テ此徑ヲ見出ス事ヲ得ル。



第 32 圖