

伍、附錄

幫浦出水量之測定方法

一、適用範圍：本標準係規定幫浦出水量^{註(1)}之測定方法。

註(1)：出水量為幫浦於單位時間內可汲出之液體體積。

備考：1. 本標準中，標示{ }記號之數值及單位，僅供參考之用。

2. 本標準使用之水頭為單位質量液體之能量除以該場所之重力加速度(假設為 $9.8 \text{ m} / \text{s}^2$)所得之值。

二、種類：出水量之測定得就下列各法中，擇其一行之。

(一)水堰法：

1. 直角三角堰
2. 四角堰
3. 全幅堰

(二)節流裝置法：

1. 孔口
2. ISA 1932 噴嘴
3. 橢圓噴嘴

(三)流量計法

(四)容器法

備考：1. 水堰、節流裝置及流量計測定法，原則上適用於清水或海水(以下總稱水)。

2. 容器法，適用於水或非水液體流量之測定。

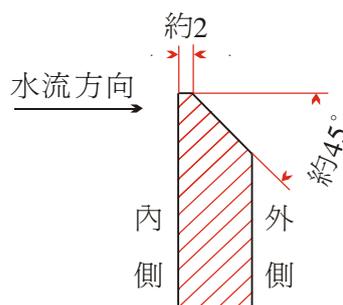
三、水堰法

(一)水堰之構造

1. 通則：水堰係由堰板、支撐板及水路三個構件所構成。
2. 堰板及支撐板之構造應符合下列規定。

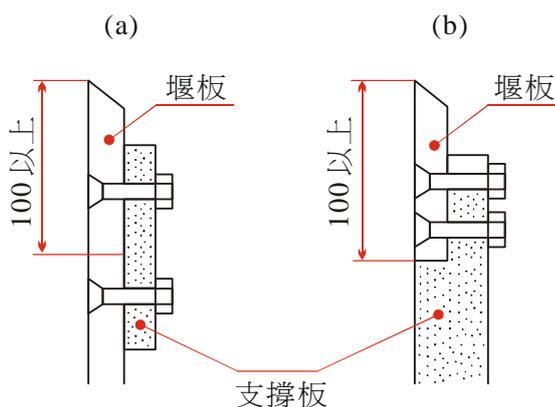
(1) 堰板內平面和上端面相交處應加工成直角銳緣。上端面之寬度約為 2 mm ，上端面之外側呈傾斜面，其與上端面之夾角約為 45° (如圖 1)。

圖 1 堰板之截面圖 (單位：mm)



- (2) 堰板之內面應為光滑平整之平面，特別是堰板上端面起算 100mm 內之範圍（如圖 2）。其他部分如不致擾亂水流，則不需做特別之光滑處理。其施工方式亦請參照圖 2 (a)、(b)。

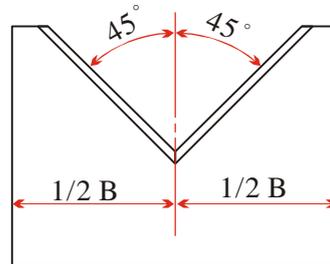
圖 2 堰板之內面圖 (單位：mm)



- (3) 堰板之材料應使用不生銹、耐腐蝕之材質。
- (4) 支撐板應採用能承受堰板內部水壓，不致產生變形之軟鋼板或水泥來施作，堰內部之水位，四角堰由堰下緣，全幅堰由堰緣起算，分別為 30mm 以上（三角堰則由切口底點起算 70mm 以上），並應採用適當之構造及尺寸，使水位上漲時，注入之水不會產生飛濺及紊流。
- (5) 堰板及支撐板內面應與水路之長軸方向呈直交。
- (6) 直角三角堰之切口：
- a. 直角三角堰之切口應呈 90 度角，切口之平分線應為鉛直線，且在水路寬度之中央位置（如圖 3）。

b. 切口角度之許可差為 ± 5 分。

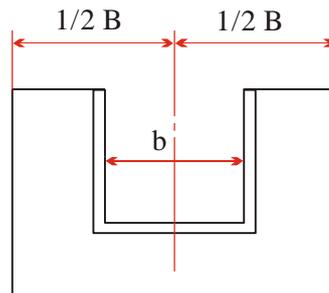
圖 3 直角三角堰之切口



(7) 四角堰之切口如下所示。

- a. 四角堰之堰下緣與兩側板緣，分呈直角（如圖 4）。
- b. 切口角度許可差為 ± 5 分。
- c. 切口應在水路寬度之中央位置，下緣應呈水平。
- d. 切口之寬度等於切口下緣之長度。
- e. 切口寬度之許可差為 $\pm 0.001b$ 。

圖 4 四角堰之切口

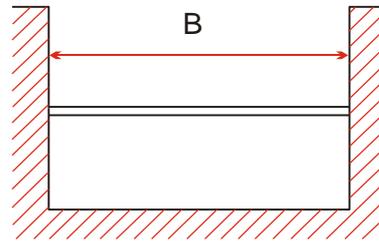


(8) 全幅堰之寬度：

- a. 全幅堰之堰緣，跨越整個水路之寬度，且呈水平（如圖 5）。
- b. 堰板之寬度等於夾在堰板兩側水路壁面間之堰緣長度。

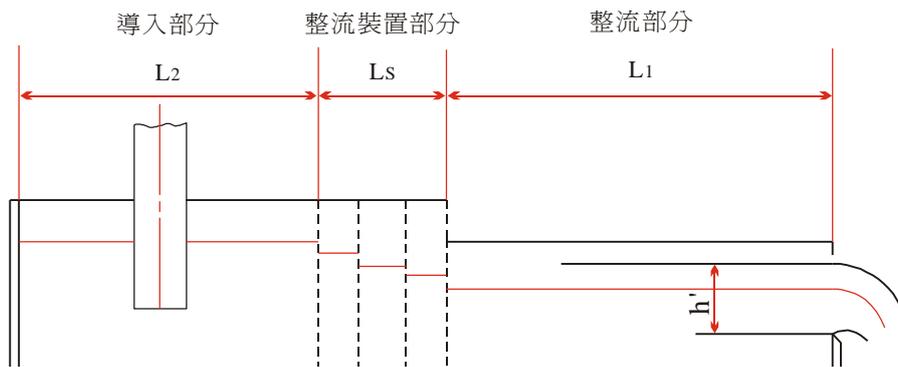
c.堰板之寬度許可差為 $\pm 0.001B$ 。

圖 5 全幅堰之堰緣



3.水路：由導入部分、整流裝置部分，及整流部分所構成（如圖 6）。

圖 6 水路



(1)水路各部分之長度應符合表 1 之規定。如沒有整流裝置部分，則整流部分之長度(L_1)應為水路寬度 10 倍以上。

表 1 水路各部分之長度

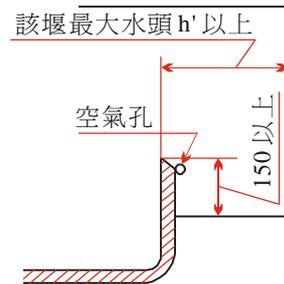
	L_1	L_s	L_2
直角三角堰	$> (B+2h')$	約 $(2h')$	$> (B+h')$
四角堰	$> (B+3h')$	約 $(2h')$	$> (B+2h')$
全幅堰	$> (B+5h')$	約 $(2h')$	$> (B+3h')$

(2)整流部分之水路及其底面須呈水平，側面應呈鉛直線，其結構應堅固，不得因水槽注滿水而變形。且整流部分之水路軸線應呈直線，其水路之寬度應一致。

(3)全幅堰水路之堰板及支撐板外側，應延伸至該堰最大水

頭 h' 以上之兩側壁面，以避免由該堰流下之水漫流到外側（如圖 7）。此片延長壁之下端宜超過堰板緣下方達 150mm 以上。且在漫過堰板流下之水舌下方，應設置能讓空氣自由出入，通氣面積足夠之空氣孔。

圖 7 全幅堰之水路 (單位：mm)



(4) 整流裝置部分之水路寬度與整流部分寬度應相等，側壁高度應與導入部分之側壁高度相等。整流裝置應能夠防制水面之波動，達到整流之功效。

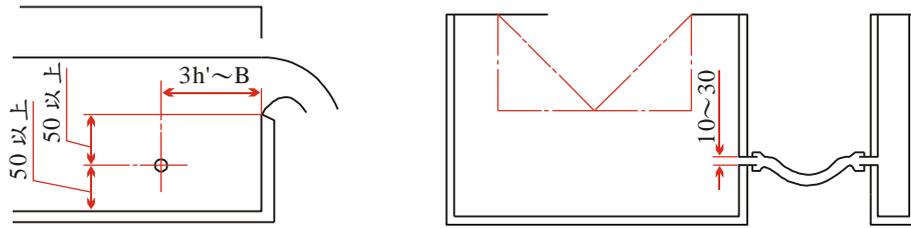
(5) 導入部分之儲水容量以儘量大為宜。其寬度及深度，應大於整流部分水路之寬度及深度。且為防止水面上升而溢出，側壁高度應高於整流部分之水路壁面高度。水之導入管末端並應沒入水中。

(二) 堰水頭^{註(2)}之測定裝置：應符合下列規定。

註(2)：堰水頭為堰板上游之水位，與切口底點（直角三角堰）、切口下緣（四角堰）或堰緣（全幅堰）中央之垂直距離。

1. 堰水頭之測定，係於水路之整流部分側壁設置一細孔，經由此細孔使水路連通至一小水槽，藉該小水槽內水位而測定之（如圖 8）。

圖 8 堰水頭之測定裝置 (單位：mm)

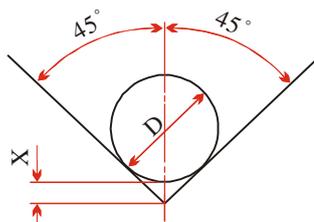


2. 上述細孔之位置應設於堰板之上游側，距堰板內面最小為 $3h'$ (h' 為堰最大水頭) ~ 最大為 B (水路之寬度) 之處，且應低於切口底點、切口下緣或堰緣 50mm 以上處，並高於水路底面 50mm 以上處。
3. 上述細孔之內徑為 10 ~ 30mm，應與水路之內壁面成直角，其周圍應平坦，孔緣不得捲曲。

(三) 測定方法：應符合下列規定。

1. 越過堰板流下之水，不得附著於堰板外側及支撐板。
2. 堰水頭零點之測定：應符合下列規定，且其量測精度應為 $\pm 0.2\text{mm}$ 以內。
 - (1) 四角堰、全幅堰：將補助用之鈎形計設在堰內側中央部位，使用水平儀測量出切口下緣或堰緣之高度後，小心地將水注入直達該高度，然後測定小水槽內鈎形計之讀數，將它當成零點。如果是玻璃管，刻度上之零點應與水面在同一平面上。
 - (2) 三角堰：將補助用之鈎形計設在堰內側，沿著切口邊緣將正圓柱棒 (直徑為 D) 以與水路之長軸呈平行之方式水平置入。以上述 (1) 之方法計算出圓柱棒下方之高度差，計算出之數值 (如圖 9) 即為零點。

圖 9 三角堰水頭零點之測定



$$X = 0.2071D$$

3. 水位之量測精度，使用直角三角堰時應為水頭之 $\frac{1}{250}$ ，使用

四角堰或全幅堰時應為水頭之 $\frac{1}{150}$ 。

4. 水位之測定應使用符合規定精度之鈎形計、浮標計或其他水面計。

5. 堰水頭之測定應待小水槽內之水位穩定後始為之。

(四) 計算：流量之計算應符合下列規定。

1. 直角三角堰（如圖 10）

$$Q = K h^{5/2}$$

式中，Q：流量（ m^3/min ）

h：堰之水頭（m）

K：流量係數

$$K = 81.2 + \frac{0.24}{h} + \left(8.4 + \frac{12}{\sqrt{D}} \right) \left(\frac{h}{B} - 0.09 \right)^2$$

式中，B：水路寬度（m）

D：水路底面至切口底點間之高度（m）

此算式之適用範圍如下。

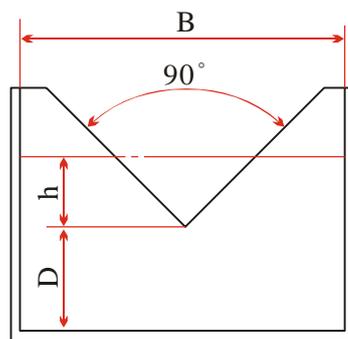
$$B = 0.5 \sim 1.2m$$

$$D = 0.1 \sim 0.75m$$

$$h = 0.07 \sim 0.26m$$

$$h = \frac{B}{3} \text{ 以下}$$

圖 10 直角三角堰



2. 四角堰（如圖 11）

$$Q = K b h^{3/2}$$

式中，Q：流量（ m^3/min ）

b：切口寬度（m）

h：堰之水頭（m）

K：流量係數

$$K = 107.1 + \frac{0.177}{h} + 14.2 \frac{h}{D} - 25.7 \sqrt{\frac{(B-b)h}{DB}} + 2.04 \sqrt{\frac{B}{D}}$$

式中，B：水路寬度（m）

D：水路底面至切口下緣間之高度（m）

此算式之適用範圍如下。

$$B = 0.5 \sim 6.3 \text{ m}$$

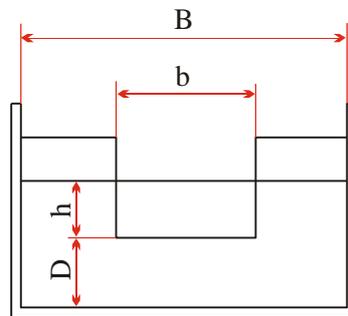
$$b = 0.15 \sim 5 \text{ m}$$

$$D = 0.15 \sim 3.5 \text{ m}$$

$$\frac{bD}{B^2} \geq 0.06$$

$$h = 0.03 \sim 0.45 \sqrt{b} \text{ m}$$

圖 11 四角堰



3. 全幅堰（如圖 12）

$$Q = K b h^{3/2}$$

式中，Q：流量（m³/min）

B：水路寬度（m）

h：堰之水頭（m）

K：流量係數

$$K = 107.1 + \left(\frac{0.177}{h} + 14.2 \frac{h}{D} \right) (1 + \varepsilon)$$

式中，D：水路底面至堰緣間之高度（m）

ε：修正項（如 D 為 1 m 以下，ε=0；如 D 為 1 m 以上，ε=0.55(D-1)）

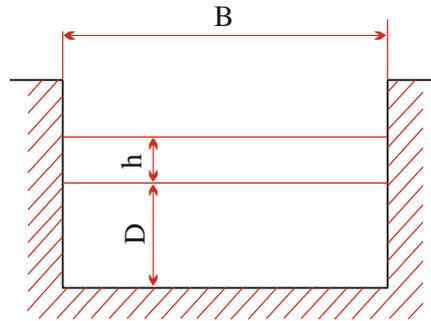
此算式之適用範圍如下。

$$B \geq 0.5 \text{ m}$$

$$D = 0.3 \sim 2.5 \text{ m}$$

$h = 0.03 \sim D \text{ m}$ (但 h 應為 0.8m 以下且為 $\frac{B}{4}$ 以下)。

圖 12 全幅堰



四、節流裝置測定法

(一)裝置

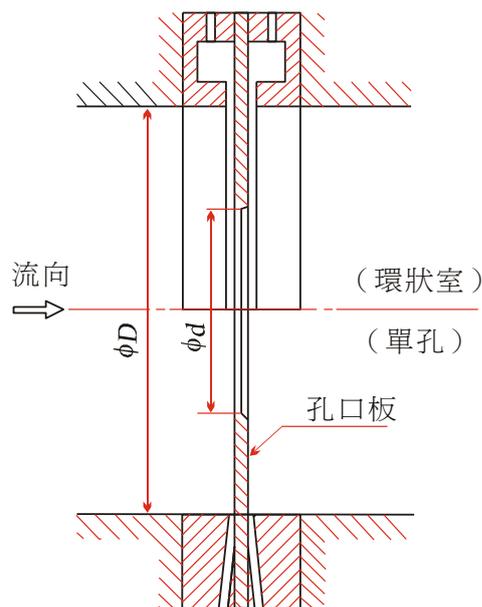
1.通則：除依下列規定外，應依 CNS 11872 之規定。

2.孔口板

(1)構造：孔口板之構造，應依 CNS 11872 之規定。

壓力取出口原則上採用隅間取壓口(如圖 13)，其構造及位置應依 CNS 11872 之規定。且 D 取壓口、 $0.5D$ 取壓口及凸緣取壓口亦應依 CNS 11872 之規定。

圖 13 隅間取壓口之孔口



(2)流出係數^{註(3)}隅間取壓口之流出係數 C 列於表 2。表 2 之

適用範圍如下所示。

d ：縮減孔徑 (mm) $d \geq 12.5$
 D ：管徑 (mm) $50 \leq D \leq 1000$
 β ：直徑縮減比 $0.30 \leq \beta \leq 0.80$
 Re ：雷諾數 $10^5 \leq Re \leq 10^7$

如使用在上述範圍外之場合，請參照 CNS 11872 之規定。

註(3)：流出係數是指流量係數與接近速度係數之比。

表 2 隅間取壓口流出係數

β	C	β	C	β	C
0.30	0.598 8	0.54	0.604 9	0.71	0.602 8
0.32	0.599 3	0.56	0.605 4	0.72	0.602 0
0.34	0.599 7	0.58	0.605 7	0.73	0.601 0
0.36	0.600 2	0.60	0.605 8	0.74	0.599 9
0.38	0.600 7	0.62	0.605 9	0.75	0.598 7
0.40	0.601 2	0.64	0.605 7	0.76	0.597 2
0.42	0.601 7	0.65	0.605 5	0.77	0.595 6
0.44	0.602 3	0.66	0.605 3	0.78	0.593 8
0.46	0.602 9	0.67	0.605 0	0.79	0.591 7
0.48	0.603 4	0.68	0.604 6	0.80	0.589 4
0.50	0.604 0	0.69	0.604 1		
0.52	0.604 5	0.70	0.603 5		

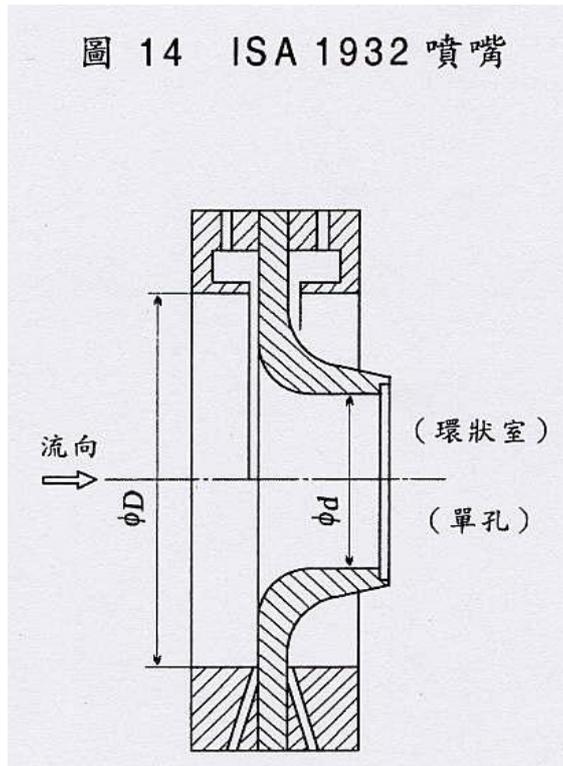
備考：1.必要時，得依比例以內插法求取 β 值及對應之 C 值。

2.D 取壓口、0.5D 取壓口及凸緣取壓口應依 CNS 11872 之規定。

3.ISA 1932 噴嘴

(1)構造：應依 CNS 11872 之相關規定（如圖 14）。且壓力取出口原則上採用隅間取壓口之裝置，其構造及位置亦應依 CNS 11872 之規定。

圖 14 ISA 1932 噴嘴



(2)流出係數：ISA 1932 噴嘴之流出係數 C 列於表 3。表 3 之適用範圍則如下所示。

D ：管徑 (mm) $50 \leq D \leq 500$
 β ：直徑縮減比 $0.30 \leq \beta \leq 0.80$
 Re ：雷諾數 $10^5 \leq Re \leq 10^7$

如使用在上述範圍外之場合，請參照 CNS 11872 之規定。

表 3 ISA 1932 噴嘴之流出係數

β	C	β	C	β	C	β	C
0.30	0.987 6	0.44	0.980 5	0.58	0.964 0	0.72	0.930 8
0.32	0.986 9	0.46	0.978 9	0.60	0.960 4	0.74	0.924 1
0.34	0.986 2	0.48	0.977 1	0.62	0.956 5	0.76	0.916 9
0.36	0.985 4	0.50	0.975 0	0.64	0.952 3	0.78	0.909 2
0.38	0.984 4	0.52	0.972 6	0.66	0.947 6	0.80	0.900 8
0.40	0.983 3	0.54	0.970 0	0.68	0.942 4		
0.42	0.982 0	0.56	0.967 2	0.70	0.936 8		

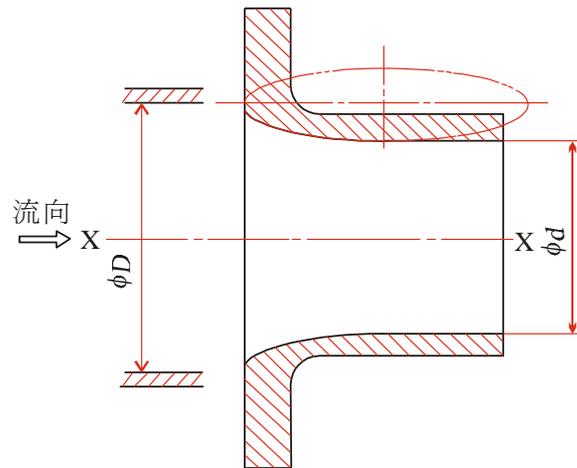
備考：必要時，得依比例以內插法求取 β 值及對應之 C 值。

4. 橢圓噴嘴

(1) 構造：應符合 CNS 11872 之高直徑縮減比橢圓噴嘴之相關規定。(如圖 15)

且壓力取出口原則上採用隅間取壓口之裝置，其構造及位置應依 CNS 11872 之規定。

圖 15 橢圓噴嘴



(2) 流出係數：橢圓噴嘴之流出係數 C 列於表 4。但表 4 之適用範圍則如下所示。

D ：管徑 (mm) $50 \leq D \leq 630$

B ：直徑縮減比 $0.30 \leq \beta \leq 0.80$

Re ：雷諾數 $10^5 \leq Re \leq 10^7$

如使用在上述範圍外之場合，請參照 CNS 11872 之規定。

表 4 橢圓噴嘴之流出係數

β	C	β	C	β	C	β	C
0.30	0.990 3	0.44	0.989 0	0.58	0.987 9	0.72	0.986 9
0.32	0.991 8	0.46	0.988 8	0.60	0.987 7	0.74	0.986 7
0.34	0.989 9	0.48	0.988 7	0.62	0.987 6	0.76	0.986 6
0.36	0.989 7	0.50	0.988 5	0.64	0.987 4	0.78	0.986 5
0.38	0.989 5	0.52	0.988 3	0.66	0.987 3	0.80	0.986 4
0.40	0.989 3	0.54	0.988 2	0.68	0.987 2		
0.42	0.989 2	0.56	0.988 0	0.70	0.987 0		

備考：必要時，得依比例以內插法求取 β 值及對應之 C 值。

5. 節流件：使用於之管路應符合下列規定。

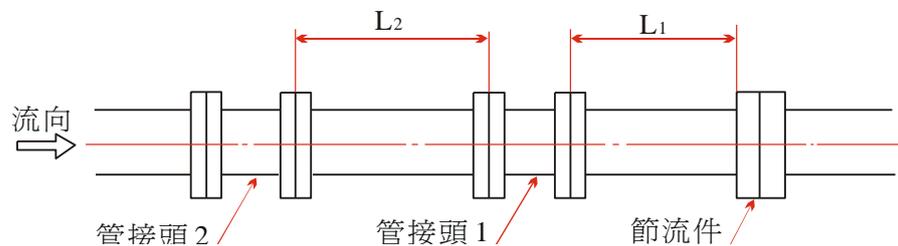
(1) 如節流件上游側及下游側設有管接頭類^{註(4)}，節流件與管接頭間應有足夠長度之直管。必要之最小直管長度 (L_1)，與直徑縮減比 $\beta (= d/D)$ 之關係值(以 D 之倍數表示之)，如表 5 所示。其中， d 係指節流件之孔徑。

註(4)：包括彎管、T 型管、收縮管及各種閥類。但不包括和直管內徑相同之凸緣或螺牙接頭。

(2) 串聯安裝兩個以上管接頭於節流件上游側時(如圖 16)，其直管長度如下所示。但如全由 90° 彎頭組合而成，則應符合表 6 之規定。

最接近節流件之管接頭 1 與節流件間之直管長度 L_1 ，取表 6 所能求得之最小直管長度；管接頭 1 與其上游側之管接頭 2 間之直管長度 L_2 ，則依管接頭 2 之種類，在表 6 求出 $\beta = 0.7$ (即使 β 之實際值不為 0.7 時亦然)時之最小直管長度，然後取其 1/2 值。

圖 16 節流件上游側管接頭及直管長度



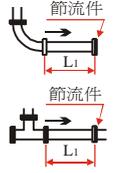
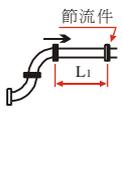
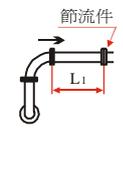
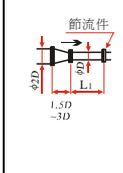
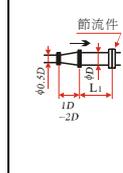
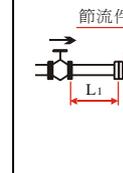
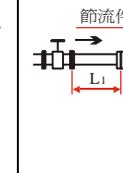
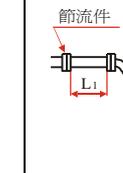
(3) 管路中應裝設排氣栓等裝置，使測定用管路中完全充滿水。

(4) 為了不使節流件下游側因縮流而產生空氣呈漩渦狀迴流之低壓帶，應於下游側裝設壓力調節閥。

(5) 上游側如設有表 5 所示之各種閥，應於閥全開狀態使用。至於流量之調節，宜在下游側安裝之閥施行之。萬一為求高壓，須在上游側設置閥來節流時，為了避免測定產生誤差，應採用比表 5 所示長度更長之管路。

(6) 節流件上游直管內面之相對粗糙度，應依 CNS 11872 之規定施作。

表 5 節流件上游側及下游側各種管接頭與節流件間必要之直管最小長度 (D 之倍數)

直徑縮減 比 β	上游側							下游側
								
≤ 0.30	6	8	17(6)	5	8	9	6	2.5
≤ 0.35	6	8	18(6)	5	8	9	6	2.5
≤ 0.40	7	9	18(6)	5	8	10	6	3
≤ 0.45	7	9	19(6)	5	9	10(6)	6	3
≤ 0.50	7	10(6)	20(6)	5	9(6)	11(6)	6	3
≤ 0.55	8	11(6)	22(6)	5	10(6)	12(6)	6	3
≤ 0.60	9(6.5)	13(6.5)	24(6.5)	5	11(6.5)	13(6.5)	7(6.5)	3.5
≤ 0.65	11(6.5)	16(7)	27(7)	6	13(7)	14(7)	8(7)	3.5
≤ 0.70	14(7)	18(7.5)	31(7.5)	7	15(7.5)	16(7.5)	10(7.5)	3.5
≤ 0.75	18(8)	21(8)	35(8)	11(8)	19(8)	18(8)	12(8)	4
≤ 0.80	23(9)	25(9)	40(9)	15(9)	27(9)	22(9)	15(9)	4
其他				上游側必要之最小直管長度				
直徑比 0.5 以上之急收縮管				15				
直徑 0.03D 以下之溫度計套管				3				
直徑 0.03D~0.13D 之溫度計套管				10				

備考：1.表 5 所列直管長度，在上游側之直管長度 L_1 係從節流件之上游面起算之長度，在下游側直管長度 L_3 係從節流件出口起算之長度。

2.表 5 中 () 內之數值若用在整流裝置時，係指該整流裝置之下游側至節流件之上游側間之直管長度。整流裝置應設於距離管接頭下游側 2D 以上處。

(二)水頭之測定：節流件上游側及下游側之壓力取出口之水頭 h ，

應使用 U 字形水銀液柱計^{註(5)}或相當之計器測定之，量測精度

應為 $\frac{1}{100}$ 。如使用 U 字形水銀液柱計，讀取其指示之 h' 值後，

應依下列公式換算。

$$h = (\rho_{\text{Hg}} - \rho) h' / \rho \quad \{h = (\gamma_{\text{Hg}} - \gamma) h' / \gamma\}$$

式中， h ：節流件上游側及下游側壓力取出口之水頭 (m)

h' ：水銀柱之讀數 (m)

ρ ：水之密度 (kg/m^3)

ρ_{Hg} ：水銀之密度 = 13.55×10^3 (kg/m^3)

$\{\gamma$ ：相當於單位體積水之重量 (kgf/l) $\}$

$\{\gamma_{\text{Hg}}$ ：相當於單位體積水銀之重量 = 13.55 (kgf/l) $\}$

註(5)：U 字形水銀液柱計之玻璃管內徑應為 6~12mm，且左右形狀對稱。但測量水柱在 100mm 以下之水頭時，該管之內徑應在 10mm 以上。

備考：壓力導管內如有氣泡產生，測定之精度將明顯低下。故實際測定時，應將導管內之空氣完全排除之後，再讀取計器所示值。為達到測量結果準確之目的，可利用三通旋塞等裝置，將導管內空氣完全排除。

(三)計算：節流件管路中之流量，應依下式計算之。

$$Q = 60CEa\sqrt{2gh}$$

式中， Q ：流量 (m^3/min)

C ：流出係數

E ：接近速度係數 = $(1 - \beta^4)^{-\frac{1}{2}}$

a ：開口截面積 $\frac{\pi}{4}d^2$ (m^2) (d = 節流件之孔徑)

g ：測定場所之重力加速度 = 9.80 (m/s^2)

h ：水頭 (m) (參照第(二)項)

流出係數及適用之雷諾數範圍，係依節流件之種類別而定(參照第(一)項)。雷諾數 Re 應依下列公式計算之。

$$Re = \frac{vD}{\nu}$$

式中， v ：管路內水之平均流速（m/s）

D ：管路之內徑（m）

ν ：水之動黏度（ m^2/s ）

五、流量計測定法：得依 CNS 13979(渦流流量計)、ISO 9104(封閉管路之流量測定—液用電磁流量計之性能評估方法)、ISO 10790(封閉管路之流量測定—科氏式流量計(質量、密度及體積流量測定用)之選擇、安裝及使用指導)、ISO/TR 12765(封閉管路之流量測定—時間差式超音波流量計測定法)或同等以上標準之規定。

六、容器測定法：

(一)裝置

- 1.質量法：質量法所使用之容器應有足夠之容積，在測定中不致使液體溢出。
- 2.容積法：容積法使用之容器應符合下列規定。
 - (1)具有足夠之容積，在測定中不致使液體溢出。
 - (2)容器內之液位高低差應可達到 500mm 以上之高度。
 - (3)容器不得因裝滿液體而變形。
 - (4)容器之水平斷面積，應儘可能上下一致。

(二)測定：測定法應符合下列規定。

- 1.從液體開始注入容器至結束注入之操作，應迅速且正確。
- 2.容器注水之時間，應為注水切換時間之 200 倍以上，且應使用能正確判讀至 $\frac{1}{10}$ 秒之計器測定之。測定值應取數次測定值之平均值。
- 3.應標記測定時之液體溫度。
- 4.採用容積法測定時，應等氣泡完全消失之後再進行測定，且液位之高低差應在 500mm 以上。

(三)計算

- 1.質量法：質量法之計算應符合下列規定。

$$Q = 60 \frac{M}{\rho t} \quad \{Q = 0.06 \frac{W}{\gamma t}\}$$

式中， Q ：流量（ m^3/min ）

M：t 秒間注入容器內液體之質量 (kg)

ρ ：測定之溫度下，液體之密度 (kg/m³)

t：注入 M{W}液體所需之時間 (s)

{W：t 秒間注入容器內液體之重量 (kgf) }

{ γ ：測定之溫度下，液體每單位體積之重量(kgf/l) }

2.容積法：容積法之計算應符合下列規定。

$$Q = 60 \frac{V}{t}$$

式中，Q：流量 (m³/min)

V：t 秒間注入容器內液體之體積 (m³)

t：注入 V 液體所需之時間 (s)

3.校正：容器之刻度，應使用檢定合格容器或量秤校正之，其

刻度應能判讀至 $\frac{1}{100}$ 。