

小徑ノ量水計ヲ用ヒテ大管中ノ流量ヲ測定スル法

Prof. George Lunge, (Poland Russia.)

凡ソ管内ノ流量ヲ測定スル爲使用セラル、量水計ニシテ現今行ハル、モノ、中 Reaction, Disc 或ハ Piston 等種々アリト雖モ此等ノ使用範圍ハ製作費ノ高價ナルニ依リ大ニ限局セラル、ノミナラス Reaction 及 Disc meter ハ實地採用ノ際充分ノ試験ヲ經ルニ非ラスンハ種々ナル狀態ノ下ニ應用シテ確固タル信頼ヲ置ク能ハス殊ニ此缺點ハ大口徑ノ量水計ニ於テ著明ナリ唯 Piston meter ニ至リテハ數等信頼ス可キモノナリト雖モ非常ニ高價ナルヲ遺憾トス

然ルニ茲ニ管内ノ流量ヲ測定スルニ進歩シタル一法アリ即チ 1796 年夙ニ伊國ノ學者 Venturi ニ依テ發見セラレタルモノニシテ液體カ漸次縮少セラレタル管内ヲ流ル、時ニ於ケル流速ト其壓力トノ關係ヲ基礎トセルナリ

第一圖ハ Venturi 管ヲ表ハシ

第二圖ハ量水計ヲ裝置シタル Venturi 管ヲ表ハス

今漸縮部 H—H 直前ニ於ケル

面積 = Q_1

流速 = v_1

壓力 = P_1

最縮部 H—H ニ於ケル

面積 = $Q_2 = cQ_1$

流速 = v_2

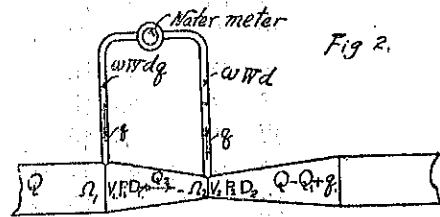
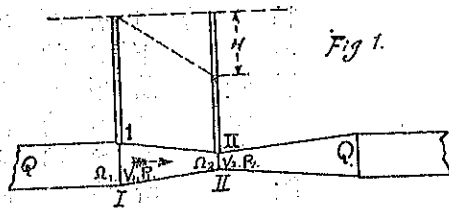
壓力 = P_2

トシ液體ノ比重ヲ ρ ヲ以テ表示スレハ

Bernulli 方程式ヲ基礎トシテ次ノ算式ヲ作成スルコトヲ得

(5) 此ノ場合ニ於テμハ一定ノ價數ヲ附與スヘキモノニシテ即チコトナルトキμ=0.95トス
 (7) 及(7)ヨリ

後 萃 小徑ノ量水計ヲ用ヒテ大管中ノ流量ヲ測定スル法



$$\frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma} = H = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \dots \dots \dots (1)$$

然ルニ
 故ニ
 $Q_1 v_1 = Q_2 v_2 \dots \dots \dots (2)$

又
 $H = \left(\frac{Q_1^2}{Q_2^2} - 1 \right) \frac{v_1^2}{2g} = \left(\frac{1}{c^2} - 1 \right) \frac{v_1^2}{2g} \dots \dots \dots (3)$

又
 $H = \left(1 - \frac{Q_2^2}{Q_1^2} \right) \frac{v_2^2}{2g} = (1 - c^2) \frac{v_2^2}{2g} \dots \dots \dots (4)$

又
 $v_1 = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{c^2} - 1}} \sqrt{2gH} \dots \dots \dots (5)$

故ニ流量ハ
 $Q = \frac{Q_1}{\sqrt{\frac{1}{c^2} - 1}} \sqrt{2gH} \dots \dots \dots (6)$

$$Q_1 = \mu Q = \frac{\mu Q_1}{\sqrt{\frac{1}{c^2} - 1}} \sqrt{2gH} \dots \dots \dots (7)$$

此方法ニヨリ壓力ノ差即ニ管ノ水準差ニヨリ或ル瞬間ニ於ケル流量Qヲ測定スルコトヲ得
 以上ノ概説ニハ管内ノ摩擦ニ關シテ何等考究スル所ナカリシカ實際ニ於テハ水準差Hニ對シテ
 流速v1ハ理論上ノ流速ヨリ幾分小ナラサルヘカラス故ニ漸縮部I-I直前ニ於ケル流量Qハ
 Castelli及ヒ Massoniノ實驗ニ從ヒ次ノ如クナルヘシ

$$v_1 = \frac{H}{\sqrt{\frac{1}{2} - 1}} \sqrt{2gH} \dots \dots \dots (8)$$

此ノ公式ヨリ水準差ヲ知リテ容易ニ流量ヲ求ムルコトヲ得
要スルニ Venturi 量水計ノ特色トスル所ハ

- (1) 管内流速ヲ連續記録スルコト
 - (2) 量水計自體ハ水管ノ一部ヲ形成スルモノニシテ殆ント之レカ爲メ壓力ヲ減耗セサルコト
 - (3) 管内ニ於テ一片ノ機體ヲモ存在セシムルコトナク而モ計量機ヲ管外ニ裝置シ得ルコト
- 然レトモ不幸ニシテ本器ハ液體ノ流速減少スルニ從ヒテ示數ノ確實ヲ缺キ同時ニ此裝置ノ高價ナルヲ不利トス

今茲ニ論述セントスル量水ノ方法ハ等シク Venturiノ主義ニ準據スト雖モ漸縮部終始兩端ヲ小徑管ヲ用ヒテ連接シ此側管ニ量水計ヲ裝置シ以テ本管ノ流量ヲ測定セントスルニアリ
以下論スル所ニヨリ此本管ノ流量ハ常ニ側管ノ流量ニ正確ナル比例ヲ保持スルヲ知ルヘシ
今 $\frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma} = 4.0 \frac{L+L_1}{d} \dots \dots \dots$

トシ量水計ノ挿入ニヨリ L ハ L_1 丈増加スルモノトス而シテ流レノ方向ノ變轉ヨリ起ル壓力ノ減耗ハ極メテ微細ナルヲ以テ之ヲ除外ス

$$\begin{aligned} \frac{H}{\gamma} &= \frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma} = 4.0 \frac{L+L_1}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} + 2.5 \frac{\beta}{90} \cdot \frac{w^2}{2g} \dots \dots \dots \\ &= \left(4.0 \frac{L+L_1}{d} + 2.5 \frac{\beta}{90} \right) \frac{w^2}{2g} = a_1 \frac{w^2}{2g} \dots \dots \dots (9) \end{aligned}$$

此方程式ノ右方ニ於テ第一項ハ長 L ノ管内並ニ量水計ノ挿入ヨリ起ル壓力ノ減耗ヲ現ハシ第二

ハニケ所ノ曲ヨリ起ル壓力ノ減耗ヲ現ハス
 此中 P. H. Darby, Vallot, Weston, Jung, Levy, 其他ノ學者ニ依リ一定數若クハ管徑及ヒ管壁ノ Roughness
 ノ函數トシテ論セラレ他ノ水理學者例ハハ Kutler 氏ノ如キハ傾斜 θ (即壓力流速)ニ關係セシム今
 Kutler 說ニ從ヘハ傾斜 θ ニ對スル係數ノ包含物ハ

$$C = \sqrt{\frac{8g}{4\rho} = \frac{1.811 + 41.6 + \frac{0.00281}{\theta^2}}{1 + (41.6 + \frac{0.00281}{\theta^2}) \frac{1}{VR}}}$$

ノ如ク獨リ傾斜ノ小ナルトキニ價值アル效果ヲ生スルモノニシテ通常如斯小傾斜ハ小徑ノ給水
 管ニ適用セラレサルモノナリ依テ一般ニ同氏略式ニ從ヒ

$$C = \sqrt{\frac{8g}{4\rho} = \frac{1.811 + 41.6}{1 + 41.6 \frac{1}{VR}}}$$

依テ壓力互カ著明ナルモノナラハ P. H. 單獨ニ θ 或ハ互或ハ θ ノ如ク甚タ正確ニ算出シ得ルモノ
 ナリ但シ量水計内ノ抵抗ニ關シテ發表セラレタル文献ハ唯 Frager piston 量水計ノ他之レヲ知ラ
 ス

此實驗ニヨレハ量水計中ノ壓力ノ減耗ハ同徑ニシテ且一定ノ長ヲ有スル管内ノ減壓ニ等シ例ハ
 ハ徑 30^m / ρ ノ量水計中ノ減壓ハ徑 20^m / ρ 長 15^mノ管内ノ夫レト等シ此長サハ量水計ノ口徑カ管徑
 ト一致スル以上徑ノ大小如何ニ拘ラス常ニ一定不變ト見テ可ナリ
 且ハ Weisbach 氏ニ依レハ唯曲部ノ半徑及管徑ノ比ニ關スルノミ

拔萃 小徑ノ量水計ヲ用ヒテ大管中ノ流量ヲ測定スル法

β ハ曲部ノ角度ナリ
 故ニ法則トシテ(9)ノ $\frac{w^2}{2g}$ ノ總テノ係數ハ Invariable ナル (L, d, β) 若クハ Stationary ナル (ρ, L, β) ヲ以
 テ現ハシ得ルモノナルコトヲ知ル

即チ

$$a_1 = 4.0 \frac{L + L_1}{d} + 2.5 \frac{\beta}{90} = \text{const.} \dots \dots \dots (10)$$

故ニ(9)ヨリ

$$w = \frac{1}{\sqrt{a_1}} \sqrt{2gH} = 2\sqrt{2gH} \dots \dots \dots (11)$$

ニシテ側管ノ流量 q ハ

$$q = cw = caw\sqrt{2gH} \dots \dots \dots (12)$$

(11) 及 (8) ヲリ

$$w = \frac{aw\sqrt{1-c^2}}{ac} \dots \dots \dots (13)$$

(12) 及 (7) ヲリ

$$\frac{Q_1}{q} = \frac{\mu D_1 c}{aw\sqrt{1-c^2}} \dots \dots \dots (14)$$

故ニ本管ニ於ケル全流量ハ

$$Q = Q_1 + q = \frac{\mu D_1 c + aw\sqrt{1-c^2}}{aw\sqrt{1-c^2}} q = \lambda q \dots \dots \dots (15)$$

此公式ニ於テ λ ハ一定ノ係數ナリ
 以上ノ如ク側管ノ流量 q ヲ容易ニ本管ノ流量 Q ヲ測定スルヲ得ヘシ

此事實ヲ明瞭ナラシムル爲メ此ニ例ヲ舉ク

Ex. 1.

$$D = 300 \text{ m/m}$$

$$d = 30 \text{ m/m}$$

Darcy ヲヨク

$$4g = 0.01989 + \frac{0.00050708}{d} = 0.02$$

$\beta = 90^\circ$ $d: R = 0.8$ ヲハ Weisbach ヲヨク

$$f = 0.206$$

Fringet 量水計ニテ

$$L_1 = 15 \text{ m}$$

今 $L = 1 \text{ meter}$

$$c = \frac{1}{10}$$

$$\mu = 0.95 \text{ m/m}$$

此等ノ條件ニヨリ

$$a = 0.3$$

$$w = 0.314v_2 = 3.14v_1$$

$$\lambda = 32.9$$

Ex. 2.

$$D = 100 \text{ m/m}$$

$$c = 0.1$$

$$d = 20 \text{ m/m}$$

側管ノ長 $L = 10 \text{ m}$ トシ一邊ヲ 4 m トスルトキ

此ノ如キ場合ハニヶ所ノ曲角ハ計算外トス

$$a = 0.163$$

$$w = 0.1707v_2 = 1.707v_1$$

$$\lambda = 15.7$$

此ノ例ヨリ量水計ヲ本管ヨリ稍遠隔セル距離ニ置クモ尙側管内ノ流速ハ Venturi 管ノ始端ノ流速

抜萃 小徑ノ量水計ヲ用ヒテ大管中ノ流量ヲ測定スル法

拔萃 小徑ノ排水計ヲ用ヒテ大管中ノ流量ヲ測定スル法

二〇

ヨリ 1.707 倍大ナルヲ知ル

Venturi 量水計ノ特色ノ中連續記錄ノ裝置ハ此發明量水計ニ含マレズト雖モ上來述ヘタル理由ニヨリ本量水計ハ Venturi meter ノ如ク流速減少ニヨリ急速ニ不精確トナルモノニアラス Venturi meter ハ流速カ $\frac{1}{10}$ 或ハ $\frac{1}{20}$ ニ減少スルトキニ 100 倍或ハ 400 倍丈精確度ヲ失スルモノナリト雖モ本量水計ハ單ニ 10 倍乃至 20 倍精確度ヲ失スルノミ

本量水計ハ附屬各管凡テ合算スルモ Connet 及ヒ Jackson 量水計ヨリ 100 倍廉價ニシテ普通行ハルル給水管用ノ他ノ量水計ニ比スルモ著シク廉價ナルヲ特色トス

以上ノ記述ニハ水カ一定ノ方向即 Positive direction ニ流ル、場合ノミヲ説明セリ然ルニ時トシテ水ノ逆流スル場合即 Negative direction ニ流ル、コトアリ此時通常量水計ハ正負ノ區別ナク正流ノ水量ニ負流ノ水量ヲ加算シ誤謬ヲ重ヌルニ至ルヘシ

即本管中ノ流向ハ變スト雖モ分岐管及量水計内ノ流向ハ依然トシテ變セス詳言スレハ漸縮管ノ最大管徑部ニ於テハ最小管徑部ヨリ壓力常ニ大ニシテ流速小ナルヲ以テ水ハ分岐管内ニ於テ常ノ方向ニ流ル、ナリ

上述ノ如キ誤差ヲ訂正センカ爲ニ著者ハ本管ニ於ケル流向カ變スルトキ量水計内ノ流向ヲ同時ニ變換スル如ク更ニ一ノ分岐管ヲ増置スルコトヲ主張ス之ニ依テ Negative direction ニ於ケル流量ヲ量水計ニ現ハレタル Positive direction ノ流量ヨリ減少セシメント欲ス

著者ノ發明ニヨレハ第一ノ分岐管ニハ主管ノ流向 Negative トナルトキニ閉チ第二ノ分岐管ニハ同時ニ開ク弁ヲ有セシメ流向ノ Positive ナルトキニ全ク反對ノ作用ヲナス如ク裝置ス

而シテ漸縮管ノ最大管徑部ニ於ケル第二分岐管ハ Negative direction ニ量水計ニ入水セシムル如ク取付ケ同時ニ量水計ヨリノ流出管モ逆ニ取付ケ置クコトトス

此装置ニヨリ小量水計カ如何ナル大徑管内ノ流量ヲモ計ルニ足ルモノトナルヘシ
水量ヲ表示スヘキ文字板ヲ製作スルニ二法アリ

一ハ著者ノ範式ニヨルコト

二ハ量水計試験室内ニ於ケル實驗ニヨルコト

譯者曰 數年前本著ヲ得テ拙譯ヲ試ミ同僚二三氏ニ示シ實驗ヲ勸誘セシコトアリ後大正二年申
し一めんすはるすけ商社ノ量水計型錄ヲ得ルニ及ヒ西曆千九百十二年同社ニ於テ此原理ヲ應用
セル量水計ヲ製作シ僅數ナカラ漢堡及維納ニテ使用セラレ成績良好ナルヲ知り得タリ依テ之ヲ
某港新水道ニ採用ノコトニ取計ヒ置キタルモ歐洲戰爭ノ爲ニ果サス其他本邦ニ於テ既ニ採用セ
ラレタル所ノ有無ハ寡聞ニシテ未タ承ハラス現品ハ格別六ヶ敷品ニテモ無キ様子ニ付工場ノ自
由ニナル諸君ハ一應實驗ヲ試ミラレンコトヲ希望ス(完)

技術者ハ自己ノ技能ヲ商フヘシ

(Engineering Record Vol. 74 No. 3 July 15, 1916.)

近時技術方面ニ志ス學生ノ減少セシ事ト其ノ教育方法ノ改善ニ關スル論議漸ク盛ニナリシカ之
ト相關聯シテ Middle Western Institution ノ先輩ニシテ知名ノ某氏ハ次ノ如キコトヲ云ヘリ
余ハ種々雑多ナル職業ヲ持テテ爾ト接觸スル先輩ノ一員ナルカ近時我國ノ青年學生カ如何ナ
レハ工學ニ對スル興味ヲ失ヘルカニ就キテ疑問ヲ懷キシカ此ノ現象ハ技師職業カ制ニ合ハサル
モノナル事ニ原因セルヲ發見シ得タリ

拔萃 技術者ハ自己ノ技能ヲ商フヘシ