資　　料

水頭損失に關する管摩擦の新公式に就いて

著者　ペンシルバニア國立大學土木工學科助教授
レランドエス・ロードス
エンヂニアリング　ニユース　レコード　1940年8月15日發行譯

譯者　中　村　政　道

レイノルド數の函數として表示せる水頭損失に關する一般管摩擦公式はフルイド數をも計算に入れぬ爲に少しく誤差を見る。先づ基本公式に於て、

$$h=f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

h＝水頭損失、f＝無名數、L＝管長、D＝管徑、g＝重力に依る加速度、V＝速度とせば大小種々なる寸法の管にも亦種々なる種類の流體に就いても適用する公式は

$$h=0.212\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}\frac{N_F{}^{0.04}}{N_R{}^{0.19}}\cdots\cdots\cdots(2)$$

なりと思はる

と式に於て　N_F＝フルイド數又は$N_F=\frac{V}{\sqrt{gD}}$

N_R＝レイノルド數　又は

$N_R=\frac{VD\rho}{\mu}$、　P＝密度　μ＝完全粘性とす、これは次の如くして求める。

今摩擦損失は長、徑、速度及び重力に依る加速のみならず亦流體の粘性及び密度に依りても變化するものと假定し。

$$h=kLD^aV^bu^cP^dg_e\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

となす。上式に於てk＝無名數、羃數a, b, c, d, 及びeはデメンション方程式に依りて決定したるものとす。(3)方程式に於ける各數のデメンションを相等しくなせば、

$$L=LL^a\frac{L^b}{T^b}\frac{M^c}{L^cO^c}\frac{M_d}{L^{3d}}\frac{L^e}{T^{2e}}\cdots\cdots(4)$$

が得られる。上式に於てL＝長、T＝時間、M＝質量を示す。

(4)式の兩邊の長さの羃を相等しくなし、亦時間と質量に就いても同樣になせば、長に對して l＝l＋a＋b－c＋3d＋e、時間に對しては o＝－b－c－2e、質量に對しては o＝c＋d と書き表すことを得、而して方程式よりも未知數が多くある故上記の關係より未知數の數値を得ることは困難なるも猶 d＝－c、b＝－o－2e及び a＝－c＋e と書くことを得るを以つてこれ等の數値を(3)式に當て欲め羃數を整頓すれば下記の如し。

$$h=kL\left(\frac{V^2}{gD}\right)^{-e}\left(\frac{VD\rho}{\mu}\right)^{-e}\cdots\cdots(5)$$

又は　$$h=kLN_F{}^{-2e}N_R{}^{-c}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(6)$$

(6)式は管の呎當り摩擦損失はフルイド、レイノルド數は關係してゐることを示してゐる。　e＝－1と假定すれば(5)式は

$$h=2k\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}N_R{}^{-c}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(7)$$

の如く導かる。

上式は普遍式を示すものである。左れど有力なる實驗資料に依ればeは－1に等しからざるを示せるが如し、こは前に示せる通り。

普通の程及び速度に於て清淨なる鑄鐵管內の水に

對するウイリアムスハザンの一般式は

$$V=130R^{0.63}S^{0.54}0.001^{-0.04} \cdots\cdots\cdots(8)$$

である。

上式中　圓管に對しては、R＝動水半徑又は $\frac{D}{4}$、S＝勾配又は $\frac{h}{L}$、故に(8)式は

$$h=0.0235\frac{L}{D^{1.167}}\frac{V^{1.851}}{2g}\cdots\cdots\cdots\cdots(9)$$

となる。

このhの値を(1)式に代入すればfの値は次の如く與へらる

$$f=0.0235D^{-0.167}V^{0.149}\cdots\cdots\cdots\cdots(10)$$

イ、ダブリユースコーデル教授は可なり滑かなる管に就いて次の方程式を與へてゐる

$$h=0.00038\frac{LV^{1.86}}{D^{1.25}}$$ (ダウソン・スコーデル水理學216這參照)

又fの相當値を次の如く與へてゐる。

$$f=0.0215D^{-0.25}V^{-0.14}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(11)$$

(10)式と(11)式とを平均等分すれば

$$f=0.024D^{-0.21}V^{-0.15}\cdots\cdots\cdots\cdots(12)$$

の如く書き表すことを得。

(6)式は又

$$h=2k\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}N_F{}^{x}N_R{}^{x}\cdots\cdots\cdots\cdots(13)$$

と書くことを得。

上式中　$x=-2(1+e)$又$y=-c$なり、(13)式は亦

$$f=2kN_F{}^{x}N_R{}^{y}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(14)$$

に相當す。或はレイノルド・フルイド數の言ひ表し方に置き換へるときは、

$$f=2k\left(\frac{V}{\sqrt{gD}}\right)^x\left(\frac{VD_P}{\mu}\right)^y\cdots\cdots\cdots\cdots(15)$$

(12)式と(15)式とのfの値を相等しと置けば

$$2k\left(\frac{V}{\sqrt{gD}}\right)^x\left(\frac{VD_P}{\mu}\right)^y=0.024D^{-0.21}$$

$$V^{-0.15}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(16)$$

(16)式のDの冪を相等しく置き同様にVの冪を相等しくなせば、$-\frac{1}{2}x+y=-0.21$、$x+y=-0.15$又は$x=+0.04$、$y=-0.19$を得、(13)式中x, yに對しこれ等の値を代入すればhの値は

$$h=2k\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}\frac{N_F{}^{0.04}}{N_R{}^{0.19}}\cdots\cdots\cdots\cdots(17)$$

となる。

2Kに對する數値を求めんには(12)式を得る爲實驗せし水に對してのuとPとの適當の數値を假定せざるべからず。

$\mu=0.0000295$(毎呎部分數)$P=1.94$(毎立方呎部分數)を使用すれば(16)式よりx及yは既知數となり $2k=0.212$となる。左れば

$$h=0.212\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}\frac{N_F{}^{0.04}}{N_R{}^{0.19}}\cdots\cdots\cdots\cdots(18)$$

にて示さる。

これは諸狀態の汎ゆる範圍に於て使用して良い公式であるべきなり。又たとへ一層より良き公式を得べし期待し研究を續けるとして、(18)も式はレイノルド數と同様フルイド數も亦管の摩擦に關し或る關係を有する事實を示せるものなることを留意すべきなり。