

管網の流量計算法としては, Hardy cross 法とその改良法とも言うべき種々の方法が用いられており, これ等の方法によると, 各管路の仮定流量に対する各網目の補正量は  $-\frac{\sum h}{n \sum f q^{n-1}}$  で与えられ, 修正された流量について, この計算法を所要の精度に達するまで繰返す。

ここでは管網の補正量を算出するのに最小二乗法を応用してみる。

今,  $q_a, q_b, \dots$  : 各管路の仮定流量,  $h_a, h_b, \dots$  : 仮定流量に対する補正量,  
 $h_a, h_b, \dots$  : 仮定流量に対する損失水頭,  $H_a, H_b, \dots$  : 修正流量 (即ち  $q+v$ ) に対する損失水頭,  $\gamma$  : 流水抵抗, とすると,  $H_a = \gamma(q_a + h_a)^n = \gamma \{ q_a^n + n q_a^{n-1} h_a + \frac{n(n-1)}{2} q_a^{n-2} h_a^2 + \dots \}$ ,  
 ここでは  $h_a$  は  $q_a$  に比較して小さい値として, 第3項以下を省略すると,  $H_a \approx \gamma q_a^n + n \gamma q_a^{n-1} h_a$ ,  
 同じようにして  $H_b = h_b + n \frac{\gamma}{f_b} q_b^{n-1} h_b, \dots, H_m = h_m + n \frac{\gamma}{f_m} q_m^{n-1} h_m$ ,

例えば, 下図 (註 昭和29年土木学会編, 水理公式集 p.120 図3.38 を利用し, 仮定流量および流向もその借用してみる) では, 各網目の水理条件式は次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} 1. \quad n \left( \frac{h_a}{f_a} + \frac{h_b}{f_b} - \frac{h_c}{f_c} - \frac{h_d}{f_d} \right) + u_1 &= 0 & \text{ただし } u_1 &= h_d + h_c - h_a - h_b \\ 2. \quad n \left( \frac{h_b}{f_b} + \frac{h_f}{f_f} - \frac{h_c}{f_c} - \frac{h_g}{f_g} - \frac{h_h}{f_h} \right) + u_2 &= 0 & \text{" } u_2 &= h_c + h_f - h_d - h_g - h_h \\ 3. \quad n \left( \frac{h_c}{f_c} + \frac{h_g}{f_g} + \frac{h_k}{f_k} - \frac{h_e}{f_e} - \frac{h_l}{f_l} \right) + u_3 &= 0 & \text{" } u_3 &= h_c + h_g + h_k - h_e - h_l \\ 4. \quad n \left( \frac{h_d}{f_d} + \frac{h_e}{f_e} - \frac{h_c}{f_c} - \frac{h_m}{f_m} \right) + u_4 &= 0 & \text{" } u_4 &= h_d + h_e - h_c - h_m \end{aligned} \right\} (1)$$

各管路の補正量の重みを  $k_a, k_b, \dots, k_m$ ,  
 (1) の各条件式に対するコリレートと  $K_1, K_2, K_3, K_4$  とし, 最小二乗法の原理により,  

$$W = [P] - 2K_1 \left\{ n \left( \frac{h_a}{f_a} + \frac{h_b}{f_b} - \frac{h_c}{f_c} - \frac{h_d}{f_d} \right) + u_1 \right\} - \dots - 2K_4 \left\{ n \left( \frac{h_d}{f_d} + \frac{h_e}{f_e} - \frac{h_c}{f_c} - \frac{h_m}{f_m} \right) + u_4 \right\} = \text{最小},$$
 とする大めに  $\frac{\partial W}{\partial v} = 0$  と求め, このとき  $k_a = \frac{h_a}{f_a}, k_b = \frac{h_b}{f_b}, \dots, k_m = \frac{h_m}{f_m}$  と代入すると,

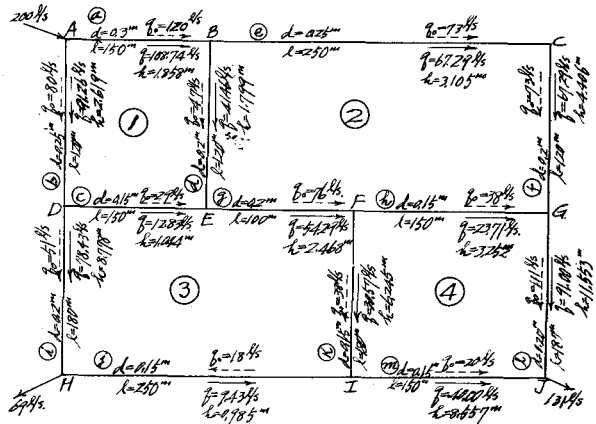
補正量は

$$\left. \begin{aligned} h_a &= n K_1, & h_b &= -n K_1, & h_c &= n (K_2 - K_1), & h_d &= n (K_1 - K_2), & h_e &= n K_2, & h_f &= n K_2, & h_g &= n (K_3 - K_2) \\ h_b &= n (K_2 - K_1), & h_c &= -n K_2, & h_f &= n K_3, & h_k &= n (K_3 - K_4), & h_l &= n K_4, & h_m &= -n K_4 \end{aligned} \right\} (2)$$

(2) を (1) に代入するとコリレート正規方程式が求められる。この式のコリレートの係数を抜出して配列すると表-1 のようになる。故に表-1 から  $K_1 \sim K_4$  を求め (2) に代入すれば  $h_a \sim h_m$  が求められるから補正量 ( $q+v$ ) が得られる。

この計算法を繰返すことになるが, 上図についての計算の経過は表-2 のようになる。

なお, 各コリレートおよび補正量を求める式の特長と, その特長を利用して, これらの



式の機械的作製方法、更にこれらの式を図上と比較吟味することにより、各コリレートおよび公補正量の機械的計算法を説明する。

表一 (コリレート正規方程式)

| 種別 | 左                                                                         |                                                                           |                |                | 辺                                                                         |                |                |                                                                           | w                   | 辺 |
|----|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------|---|
|    | K                                                                         | K <sub>2</sub>                                                            | K <sub>3</sub> | K <sub>4</sub> | K <sub>5</sub>                                                            | K <sub>6</sub> | K <sub>7</sub> | K <sub>8</sub>                                                            |                     |   |
| 1  | $(\frac{h_1}{f_1} + \frac{h_2}{f_2} + \frac{h_3}{f_3} + \frac{h_4}{f_4})$ | $-\frac{h_1}{f_1}$                                                        |                |                | $-\frac{h_1}{f_1}$                                                        |                |                |                                                                           | $\frac{w_1}{\pi^2}$ | 0 |
| 2  | $-\frac{h_1}{f_1}$                                                        | $(\frac{h_1}{f_1} + \frac{h_2}{f_2} + \frac{h_3}{f_3} + \frac{h_4}{f_4})$ |                |                | $-\frac{h_2}{f_2}$                                                        |                |                | $-\frac{h_2}{f_2}$                                                        | $\frac{w_2}{\pi^2}$ | 0 |
| 3  | $-\frac{h_1}{f_1}$                                                        | $-\frac{h_2}{f_2}$                                                        |                |                | $(\frac{h_1}{f_1} + \frac{h_2}{f_2} + \frac{h_3}{f_3} + \frac{h_4}{f_4})$ |                |                | $-\frac{h_3}{f_3}$                                                        | $\frac{w_3}{\pi^2}$ | 0 |
| 4  |                                                                           | $-\frac{h_1}{f_1}$                                                        |                |                | $-\frac{h_2}{f_2}$                                                        |                |                | $(\frac{h_1}{f_1} + \frac{h_2}{f_2} + \frac{h_3}{f_3} + \frac{h_4}{f_4})$ | $\frac{w_4}{\pi^2}$ | 0 |

$$n=1.85 \quad Y = \frac{43567 \times 10^4}{6.185 \times 2.489} \ell \quad C=100$$
[illegible]

※ 管路の仮定流量による計算結果、修正値  $q_0$  の修正は受と送り流回と変更されるため、第1次修正以下は  $w_0 = h_c + q_0 + h_k - h_f - q_f$ 、  
 かつ(2)式の内で  $h_p = -h_k$  となる。