

III-29 複合管路の水撃圧の機械的計算法

中央大学 林 泰 道

Schnyder-Bergeron-Angus による特性曲線法(図式解法)を解析幾何学的に表示し、複合管路の水撃作用を機械的に計算する方法を示したものである。

§1 機械的計算に適した水撃圧の規準化

水撃圧の特性曲線法においては、通常 $h' = H/H_0$, $v' = V/V_0$ なる比值を用いるが、高速度計算機等にかけるためには、

$$h = \frac{H}{H_0} \frac{1}{1 + \frac{aV_0}{gH_0}}, \quad v = \frac{V}{V_0} \frac{1}{1 + \frac{gH_0}{aV_0}} \dots \dots \dots (1)$$

なる比值を用いるのがさらに好都合である。これは、この比值を用いると、特性直線の方程式 $(H/H_0) - 1 = -2\rho [(V/V_0) - 1]$ (ただし $2\rho = aV/gH_0$) が

$$h + v = 1 \dots \dots \dots (2)$$

と書直され、勾配1の直線とされるからである。

$t=0$ において $H = H_0$, $V = V_0$ とすれば、新しい比值について

$$t=0 : h = \sigma, \quad v = 1 - \sigma \quad \text{ただし} \quad \sigma = 1/[1 + (aV/gH_0)] \dots \dots (3)$$

また、管路 c (図-1) に対する特性直線の方程式は

$$\frac{H}{H_0} - 1 = -2\rho_c \left(\frac{V}{V_0} - 1 \right) = -\frac{aV_0}{gH_0} \frac{\rho_c}{\rho_a} \left(\frac{V}{V_0} - 1 \right)$$

であるから、新しい比值を用いると、

$$h + \rho v = \sigma + \rho(1 - \sigma) \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{ただし} \quad \rho = \rho_c / \rho_a \dots \dots \dots (5)$$

となる。また、井の特性双曲線

$$V/V_0 = \psi \sqrt{H/H_0}$$

は新しい比值を用いると

$$h = \frac{1}{\psi^2} \frac{\sigma}{(1 - \sigma)^2} v^2 \dots \dots \dots (6)$$

となる。

四-2 は図式解の一例を示す。この図からも明らかなように、まず $h_A(t)$ は

$$h_A = h_B(t - \tau) + v_{B_2}(t - \tau) \dots \dots \dots (7)$$

$$\text{と与えられる。ただし} \quad \tau = L_a/a_a \dots \dots \dots (8)$$

また、B 点の値はつぎの2本の特性直線の交点として与えられる。

$$h_B(t) = v_{B_2}(t) + h_A(t - \tau) - v_A(t - \tau), \quad h_B = -(\rho/(1 + \rho)) v_{B_2}(t) + \sigma(t) \dots \dots (9)$$

こゝに

$$\Phi(t) = \sigma + \frac{\rho}{1 + \rho} [v_c(t - n\tau) - \{\sigma - h_D(t - \tau)\}] \dots \dots \dots (10)$$

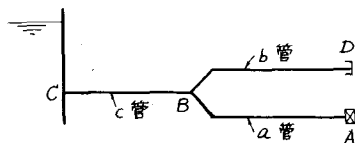


図 - 1

これとくと $h_B(t)$, $v_{B_a}(t)$

が求められる。

これと同様にして $v_{B_b}(t)$, $v_{B_c}(t)$;
 $h_D(t)$, $v_C(t)$ も数式表示されるので、
 これを一覧とするとつぎのようになる。

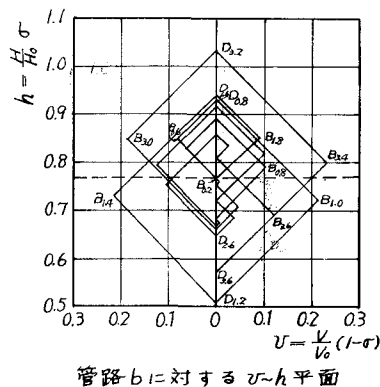
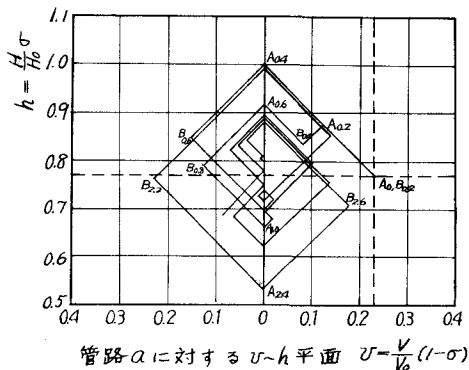
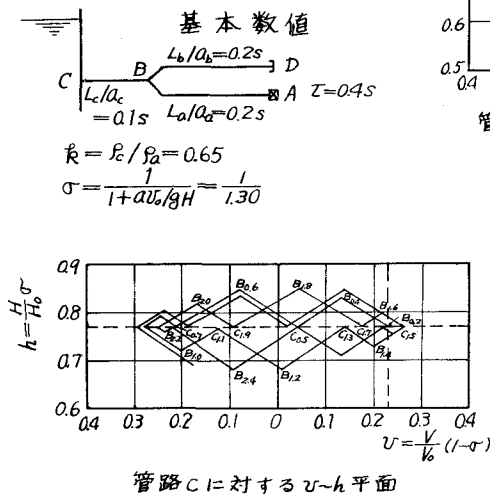


図 - 2

$$h_A(t) = -v_A(t) + h_B(t-\tau) + v_{B_a}(t-\tau)$$

$$v_A(t) = \frac{1}{p} \left[-1 + \sqrt{1+2p} \right] \quad \text{ここで } p = \frac{2}{\left(1 - \frac{1}{2T}\right)^2} \frac{\sigma}{(1-\sigma)^2} \quad (T: \text{閉塞時間})$$

$$h_B(t) = \frac{\rho}{1+2\rho} \left[h_A(t-\tau) + h_D(t-\tau) + v_C(t-n\tau) - v_A(t-\tau) \right] + \frac{\sigma}{1+2\rho} \quad \text{ここで } n = \frac{L_c}{a_c} / \frac{L_a}{a_a}$$

$$v_{B_a}(t) = h_B(t) - h_A(t-\tau) + v_A(t-\tau)$$

$$v_{B_b}(t) = h_B(t) - h_D(t-\tau)$$

$$v_{B_c}(t) = \frac{1}{\rho} \left[\sigma + \rho v_C(t-n\tau) - h_B(t) \right]$$

$$h_D(t) = h_B(t-\tau) + v_{B_b}(t-\tau)$$

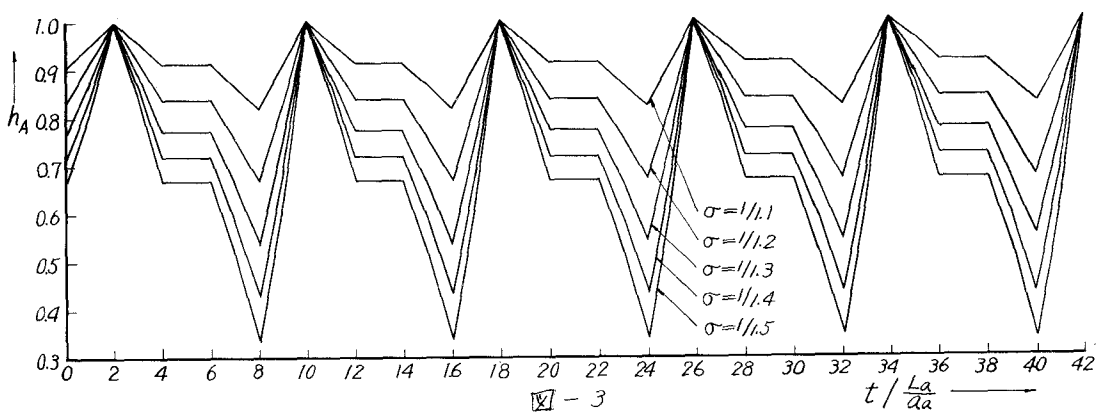
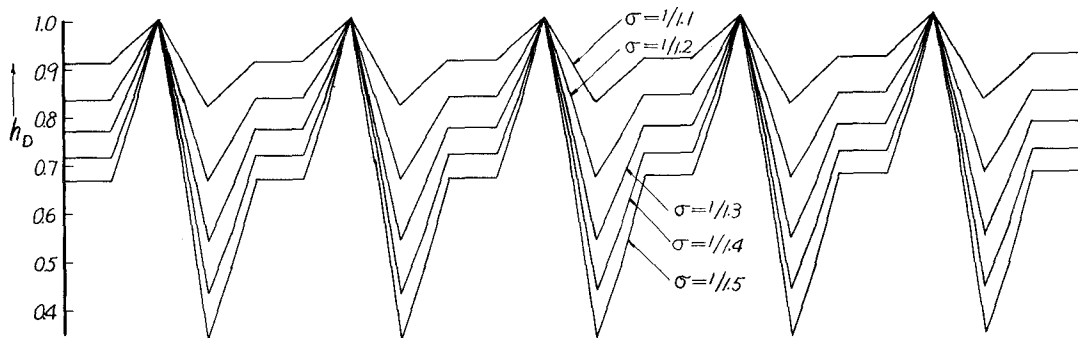
$$v_C(t) = \frac{1}{\rho} \left[\sigma + \rho v_{B_c}(t-n\tau) - h_D(t-n\tau) \right]$$

…(11)

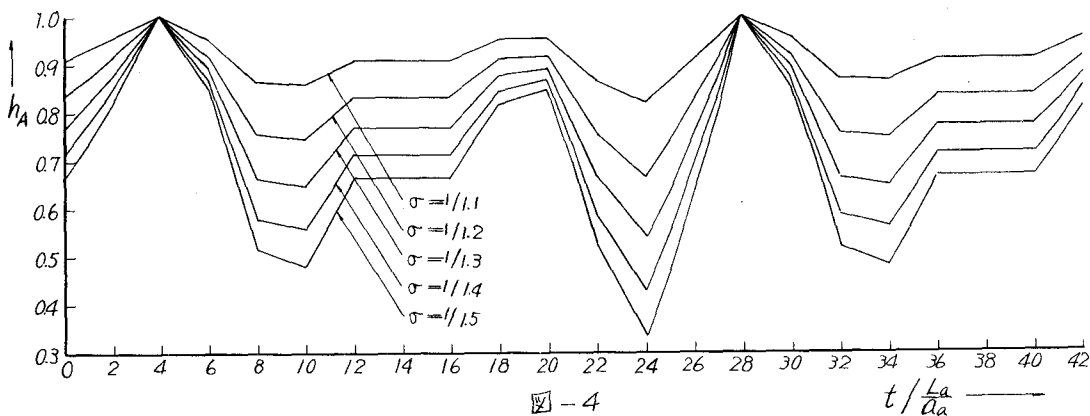
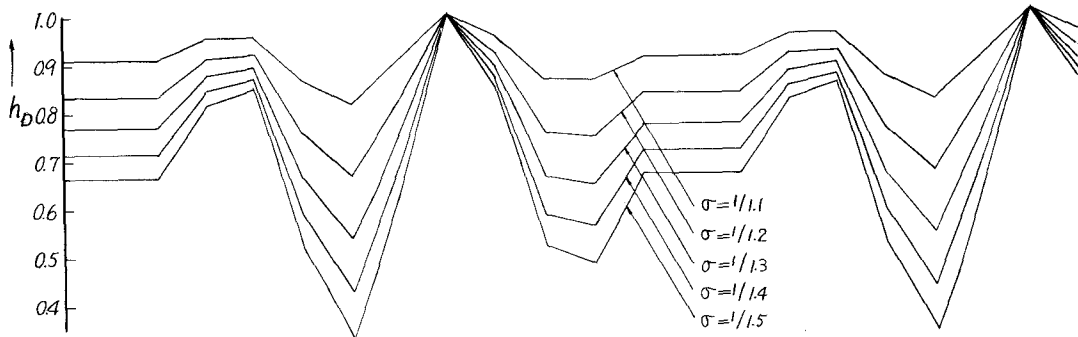
これらの式を漸化式のように用いて求めてゆけばよい。($t = t'$ における諸値は $t' = t - \tau$ および $t' = t - n\tau$ における値から定められる)

§2 計算例

図-1 の管路の限界水量遮断の場合について計算を行う。介入するパラメータは σ , ρ および n の3個だけであり、統一的な取扱が可能である。図-3 は $\rho = 0.5$, $n = 1$ のときの h_A と h_D とを、また図-4 は $\rho = 0.5$, $n = 0.5$ の場合のそれらを示す。



□ - 3



□ - 4