

V-135

橋脚底面が長方形断面 $b \times h$ 、であり 高さ l の橋脚頭部に中心軸荷重 N 及び水平力が作用するとき h を求める h の2次方程式並びに鉄筋量 A'_s 、中立軸 x を求める解析式
道都短期大学 正会員 今井芳雄

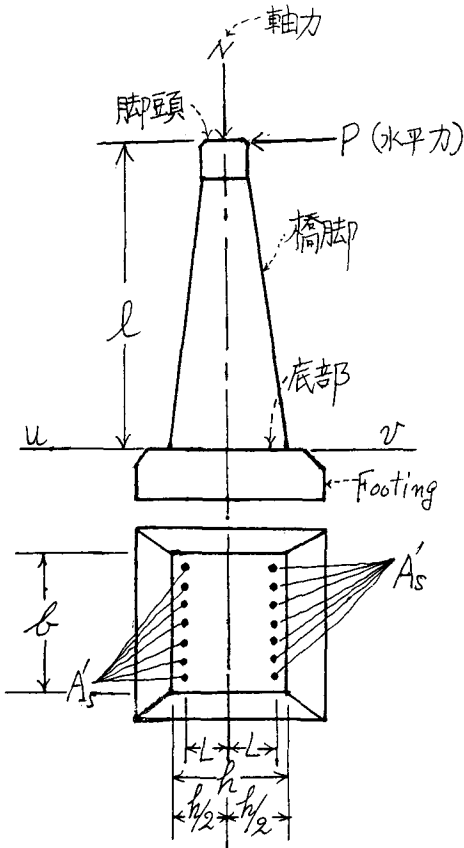


図-1.1

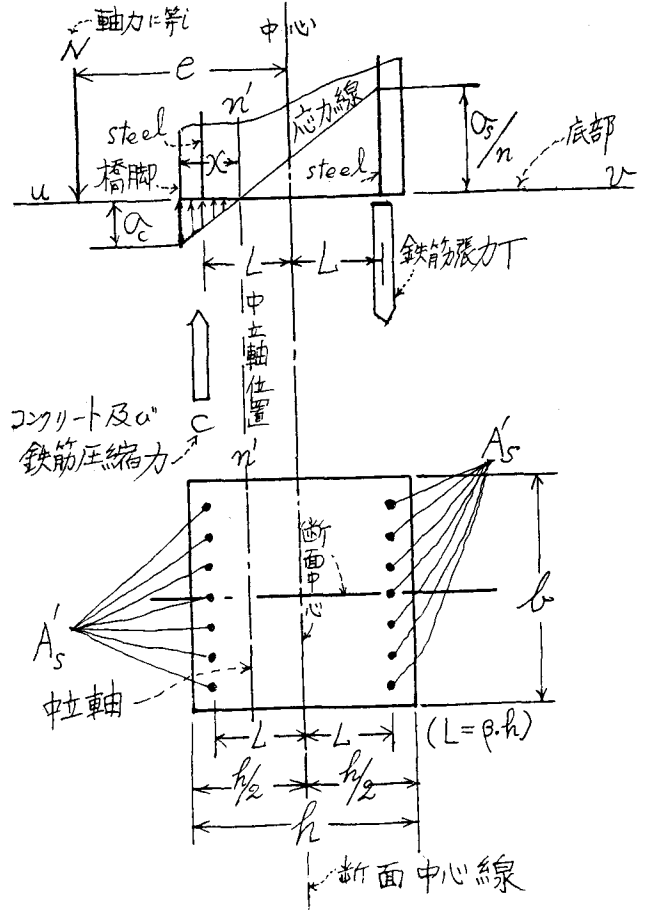


図-1.2

§1. 前言

鉄筋コンクリート力学解析には残された分野は未だかなりある。本論文はその1つに手を付けたものである。Footing 上高さ l の橋脚(図-1.1)頭部に軸荷重 N 及び水平力 P (地震力)が作用するとき、 $u-v$ 面には中心軸荷重 N と moment, $P \times l$ が作用する。この外力に耐える鉄筋コンクリート長方形断面を $b \times h$ 、鉄筋は対称配置とし、 h を求める方程式を發表するものである。与えられる条件は断面の幅 b 、鉄筋は対称配置で断面中心から $L (= \beta \cdot h)$ 、指定した鉄筋応力 σ_s と $\sigma_s / \sigma_c = m$ の m を指定し、弾性係数の比 $E_{steel} / E_{concrete} = n = 15$ である。 h が求められたら次は α_c と σ_s を用いて鉄筋量 A'_s 更に h を用いて中立軸位置 x を解析する式が得られる。

これら3つの式の解析過程はかなりの分量で制限2頁に収まらないので

結果式のみを掲げ計算例で、補足したいと思います

§2. 解析結果式

橋脚底部断面 $b \times h$ の未知数を求める h の2次方程式は

$$\frac{\sigma_s}{m} \cdot b \cdot \frac{n}{m+n} (1+\beta) \times \frac{1}{12} \left\{ \frac{n}{m+n} (1+\beta) + 3 \left\{ \frac{2\beta^2}{1 - \frac{n}{m+n} (1+\beta)} + \frac{1}{z} \left\{ 1 - \frac{n}{m+n} (1+\beta) \right\} \right\} \right\} h^2 + N \left\{ \frac{-2\beta^2}{1 - \frac{n}{m+n} (1+\beta)} \right\} h - N \cdot e = 0 \quad \dots (2.1)$$

である断面中立軸位置 x は

$x = \frac{1}{2} \cdot \frac{n}{m+n} (1+\beta) h \quad \dots (2.2)$ である。 h を任意にすれば m は未知数となる。(2.1)式で求めた h でなければならぬ。対称鉄筋片方面積 A'_s については

$$2nA'_s = \frac{n(1+\beta) \left\{ \frac{1}{2} \cdot \frac{n}{m+n} (1+\beta) \cdot b \cdot h - m \cdot \frac{N}{\sigma_s} \right\}}{m - 2n\beta} \quad \dots (2.3)$$

である。分子末項

に $-m \cdot \frac{N}{\sigma_s}$ が入るのは筆者の工夫である

§3. 計算例; 橋脚の高さ $l=16.0$ 頭部水平荷重 $=118,764.625 \text{ kg}$ $N=499,848 \text{ kg}$
 $N \cdot e = 190,023,400 \text{ kg} \cdot \text{cm}$ 底面幅 $b=350 \text{ cm}$, $n=15$, $\beta=0.46$ $m = \frac{\sigma_s}{\sigma_c} = 36.4$
 $\sigma_s = 2400 \text{ kg/cm}^2 (=1600 \text{ kg/cm}^2 \times 1.5)$; (解) (2.1)式に上記諸数値を代入して

$$4425.74 \text{ kg/cm} \cdot h^2 - 472,440 \text{ kg} \cdot h - 190,023,400 \text{ kg} \cdot \text{cm} = 0 \quad \dots (3.1)$$

(3.1)式を解いて

$$h = \frac{-(-472,440) \pm \sqrt{(-472,440)^2 - 4 \times 4425.74 \times (-190,023,400)}}{2 \times 4425.74} = 267.35 \text{ cm} \quad \dots (3.2)$$

が得られた。次で鉄筋量 $2nA'_s = (2.3)式 = 10^3 \times 7.216 \text{ cm}^2 \therefore A'_s = 240.548 \text{ cm}^2 \quad (3.3)$

中立軸位置 x は $x = \frac{1}{2} \cdot \frac{n}{m+n} (1+\beta) \times 267.35 \text{ cm} = 74.9 \text{ cm} \quad \dots (3.4)$, x は(2.1)式と

独立な x の3次方程式 $\dots \frac{1}{6} b x^3 + \left\{ \frac{1}{2} \cdot b \left(e - \frac{h}{2} \right) \right\} x^2 + 2nA'_s (e) x + (-) 2nA'_s \left\{ L^2 + \frac{h^2}{2} \right\} e = 0$

$\dots (3.5)$ で check する。 $x=74.9 \text{ cm}$, $h=267.35 \text{ cm}$, $2nA'_s = 10^3 \times 7.216 \text{ cm}^2$, $L=122.981 \text{ cm}$

$$e = 387.1329 \text{ cm} \text{ を代入すると } \dots 10^3 \times 0.24510686 \text{ cm}^4 + 10^3 \times 2.48830126 \text{ cm}^4 + 10^3 \times 2.09235870 \text{ cm}^4 - 10^3 \times 4.8256505 \text{ cm}^4 = 10^3 \times 0.00116314 \text{ cm}^4$$

(3.5)式において $x=0$ の時右辺 $= -10^3 \times 4.8256505$ であり $x=74.9 \text{ cm}$ までの曲線勾配

$$\text{は } 10^3 \times 4.8256505 / 74.9 \text{ cm} = 10^{10} \times 6.4, (3.5) \text{式の根を } x_0 \text{ とすれば } (x_0 - 74.9 \text{ cm})$$

$$\times 10^{10} \times 6.4 = 10^3 \times 0.00116314 \text{ とおけるから } x_0 - 74.9 \text{ cm} = 10^3 \times 1.16314 / 10^{10} \times 6.4 = 10^{-7} \times 1.8 \text{ cm}$$

従って 74.9 cm は(3.5)式を満足している。(3.5)式を直接解くことは y の変動が大きく難しいことである。

§4. 結言

提示した(2.1)式は鉄筋量を仮定しなくて h を求める新しい解析式である

所要鉄筋量 A'_s については $2nA'_s$ を求める(2.3)式を提示した この(2.3)式が先づ得られ、(2.1)式が得られる解析順序であった。中立軸 x を直接求めるには(3.5)式の如く根の微小変動に対し y の変動が大きいのでは扱いにくい。中立軸 x も、 h が求まれば(2.2)式で求まる。

得られた鉄筋量 A'_s は丁度応力が指定した σ_s となる量である。(1984-3-3)