

長岡工業高等専門学校 正員 北村 直樹
 ○長岡工業高等専門学校 学員 五十嵐 隆宏
 長岡工業高等専門学校 学員 小林 学

1. まえがき

今までの床版の解析方法では、床版にひび割れが生じた後であっても、たわみ剛度 EI は変化しないものとして扱ってきた。しかし実際問題として、ひび割れの発生により EI は小さくなり、その結果 EI を一定として計算したたわみの値よりも大きくたわむはずである。

そこで本解析では、曲率及びモーメントを求め、それらの値を利用してたわみ剛度 EI を求める、という考え方の基に行う。この方法により、 EI は床版の形状やひび割れ状態に応じて変化するという実際の床版の挙動をより正確につかむ事ができる。

2. 解析方法

基本的には差分法を用いて曲率、たわみなどを求めるが、モーメントを求めるために EI を用いることは出来ない。従来の解析方法では、曲率を EI で割ってモーメントを求めていたが、この解析ではモーメントは中立軸の周囲の歪、力、曲率それぞれに比例するという考え方を基にして求める。

本解析に用いたプログラムの流れ図を図1に、モーメントを求める式を下に示す。

$$\left. \begin{aligned} M_x &= \frac{1}{\phi_{xx}} \sum F_{sxi} \cdot (\varepsilon_{xi} - \varepsilon_{xi}) \\ &\quad + \frac{1}{\phi_{xx}^2} \int_{\varepsilon_{bx}}^{\varepsilon_{tx}} F_c(\varepsilon)(\varepsilon - \varepsilon_{xi}) d\varepsilon \\ &\quad (a) \end{aligned} \right\} (1)$$

$$\left. \begin{aligned} M_y &= \frac{1}{\phi_{yy}} \sum F_{syi} \cdot (\varepsilon_{yi} - \varepsilon_{yi}) \\ &\quad + \frac{1}{\phi_{yy}^2} \int_{\varepsilon_{by}}^{\varepsilon_{ty}} F_c(\varepsilon)(\varepsilon - \varepsilon_{yi}) d\varepsilon \end{aligned} \right\}$$

F_s : 鉄筋に生じる応力

F_c : コンクリートに生じる応力

ε_t : コンクリート圧縮側表面のひずみ

ε_b : コンクリート引張り側表面のひずみ

添字の x , y はそれぞれ方向を示す。

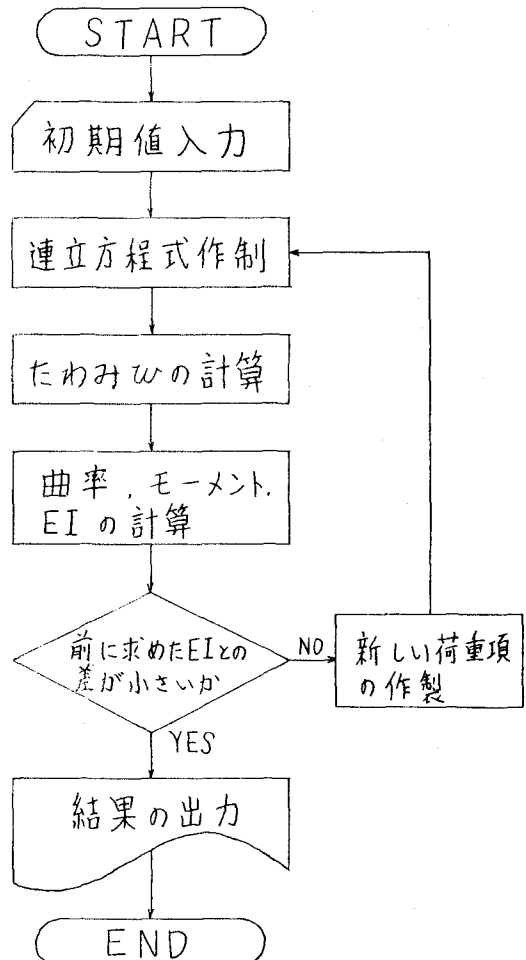


図1

しかし(1)式はこのままの形では計算する事が出来ないで、事前に積分計算を行、た式に直し、その式を実行しなければならない。以下に積分計算を行、た式を示す。(a)部分のみ)

$$-\frac{f'_c}{\epsilon_o} \left\{ \frac{1}{4\epsilon_o} (\epsilon_{tx}^4 - \epsilon_{bx}^4) - \frac{1}{3} \left(2 + \frac{\epsilon_{x1}}{\epsilon_o} \right) (\epsilon_{tx}^3 - \epsilon_{bx}^3) + \epsilon_{x1} (\epsilon_{tx}^2 - \epsilon_{bx}^2) \right\}$$

$$-\frac{f'_c}{\epsilon_u - \epsilon_o} \left\{ 0.05 (\epsilon_{tx}^3 - \epsilon_{bx}^3) - \frac{1}{2} (\epsilon_u + 0.85 \epsilon_o + 0.15 \epsilon_{x1}) (\epsilon_{tx}^2 - \epsilon_{bx}^2) \right. \\ \left. - \epsilon_{x1} \cdot \epsilon_u (\epsilon_{tx} - \epsilon_{bx}) \right\}$$

$$E_{t1} \left\{ \frac{1}{3} (\epsilon_{tx}^3 - \epsilon_{bx}^3) - \frac{\epsilon_{x1}}{2} (\epsilon_{tx}^2 - \epsilon_{bx}^2) \right\}$$

$$\frac{E_{t2}}{3} (\epsilon_{tx}^3 - \epsilon_{bx}^3) + \frac{1}{2} (E_{t1} \epsilon_1 - E_{t2} \epsilon_{x1} - E_{t2} \epsilon_1) (\epsilon_{tx}^2 - \epsilon_{bx}^2) \\ + (E_{t2} - E_{t1}) \epsilon_1 \epsilon_{x1} (\epsilon_{tx} - \epsilon_{bx})$$

$$\frac{E_{t3}}{3} (\epsilon_{tx}^3 - \epsilon_{bx}^3) + \frac{1}{2} (E_{t1} \epsilon_1 + E_{t2} \epsilon_2 - E_{t2} \epsilon_1 - E_{t3} \epsilon_{x1} - E_{t3} \epsilon_2) (\epsilon_{tx}^2 - \epsilon_{bx}^2) \\ - (E_{t1} \epsilon_1 + E_{t2} \epsilon_2 - E_{t2} \epsilon_1 - E_{t3} \epsilon_2) \epsilon_{x1} (\epsilon_{tx} - \epsilon_{bx})$$

積分計算した式がこのように5本の式になるのは、 $E_c(\epsilon)$ という ϵ の関数の式が ϵ の値によって形が違うためである。(E_{ti} : $i = 1, 3$ は弾性係数)

3. 今後の課題と問題点

現時点での最大の問題点は、以上の式の積分区間である。これはたわみを求めた点における床版の上と下のひずみであり、実験データとして得るものである。しかしすべての点において上下のひずみを求める事は、床版の大きさや実験装置などの問題があり困難である。従って数カ所の点においてひずみを測定し、その値で全ての点におけるモーメントを計算しなければならない。

今後の課題は、従来の方法による解析結果、実験値、本解析による結果と比較、検討する事である。

4. 参考文献

- 1) 成田昌夫 著 構造力学 第三巻 板の力学 ら善株式会社
- 2) CHOU, 川口, 田辺 鉄筋コンクリート床版の差分による解析
土木学会論文報告集 No. 318号 1982年 2月