

Pre-Stressed 部材の横座屈について

名古屋大学 福本 晴 士

プレストレスト・コンクリート部材のような、プレストレスング力によりすでに初期応力が存在しているような部材が曲げにより横方向に不安定になる。いわゆる横座屈強度の理論的解析を行なつた。

プレストレスング力が部材の横方向弾性座屈に与える影響を、単純曲げが作用した場合について調べた。

図-1のような座標系において、横方向に変形した部材に関する平衡条件或は、Timoshenko によれば、次のようになる。

$$EI_v \phi'' - M_{s1} = 0 \quad (1)$$

$$EI_v u'' - M_{s1} \phi = 0 \quad (2)$$

$$C \phi' - C_1 \phi'' + M_{s1} u' = 0 \quad (3)$$

(3)式は変形した部材の剪断中心に関する振りモーメントの条件式であるが、部材に初期応力が存在すると、この初期応力により、断面に附加振りモーメント M_{s1} が作用する、すなわち、

$$M_{s1} = - \int \sigma s^2 dA \left(\frac{d\phi}{dx} \right) \quad (4)$$

いま、図-2に示すように、断面は2軸対称、プレストレスング力による部材断面の初期応力分布が図のような場合には、(4)式は

$$M_{s1} = - \left[P \frac{I_0}{A} - \sum_i P_i (e_i^2 + c_i^2) \right] \frac{d\phi}{dz} \quad (5)$$

ここに、 $P = \sum_i P_i$ プレストレスング力の総和。

したがって、プレストレスト部材では、(3)式の代りに、

$$\left[C - \left\{ P \frac{I_0}{A} - \sum_i P_i (e_i^2 + c_i^2) \right\} \right] \frac{d\phi}{dz} - C_1 \frac{d^3 \phi}{dz^3} + M_{s1} \frac{du}{dz} = 0 \dots \dots \dots (6)$$

座屈曲げモーメント

$$M_{ocr} = \frac{\pi}{L} \sqrt{EI_y \left\{ c - P \frac{I_0}{A} + \sum_i P_i (e_i^2 + c_i^2) \right\}} \times \sqrt{\left(1 + \frac{C_1 \pi^2}{\left\{ c - P \frac{I_0}{A} + \sum_i P_i (e_i^2 + c_i^2) \right\} L^2} \right)} \quad (7)$$

く形断面では曲げ振り剛性 C_1 は無視でき、(7)式は

$$Mocr = \frac{\pi}{L} \sqrt{EI_y \left\{ C - P \frac{I_o}{A} + \sum_i P_i (e_i^2 + c_i^2) \right\}}$$

各鋼棒内のプレストレッシング力を同一とみなすと、

$$P_i = \frac{P}{n}$$

ここに、 n は鋼棒の本数である。

$$Mocr = \frac{\pi}{L} \sqrt{EI_y \left\{ C - P \left\{ \frac{I_o}{A} - \frac{1}{n} \sum_i (e_i^2 + c_i^2) \right\} \right\}} \quad (9)$$

$$(9) \text{式は} \quad \frac{1}{n} \sum_i (e_i^2 + c_i^2) = r_x^2 + r_y^2 \quad (10)$$

または、 $P = 0$

なる条件のもとにかぎり、Timoshenko の導びく、

$$Mocr = \frac{\pi}{L} \sqrt{EI_y c} \quad (11)$$

となる。 r_x, r_y は X, Y 軸に関する断面 2 次半径である。

したがって、(9)式からもわかるように、鋼棒の位置と部材の断面 2 次半径の関係式が部材の横方向座屈強度に重要な影響を与える。

$$(1) \quad \frac{1}{n} \sum_i (e_i^2 + c_{ix}^2) > r_x^2 + r_y^2 \text{ なる条件では、} \\ Mocr \text{ (Eq (9))} < Mocr \text{ (Eq (11))}$$

プレストレッシング力の増加とともに、部材の座屈強度は高くなる。

$$(2) \quad \frac{1}{n} \sum_i (e_i^2 + c_i^2) < r_x^2 + r_y^2 \text{ なる条件では} \\ Mocr \text{ (Eq (9))} < Mocr \text{ (Eq (11))}$$

プレストレッシング力の増加とともに、部材の座屈強度は低下する。

$$(3) \quad \frac{1}{n} \sum_i (e_i^2 + c_i^2) = r_x^2 + r_y^2 \text{ なる条件では、}$$

プレストレッシング力の大小に関係なく、すなわち、部材は初期応力の存在に関係なく、座屈強度は一定値を示し、(11)式により求められる。

上式を使つての数値計算例は当日にゆずる。

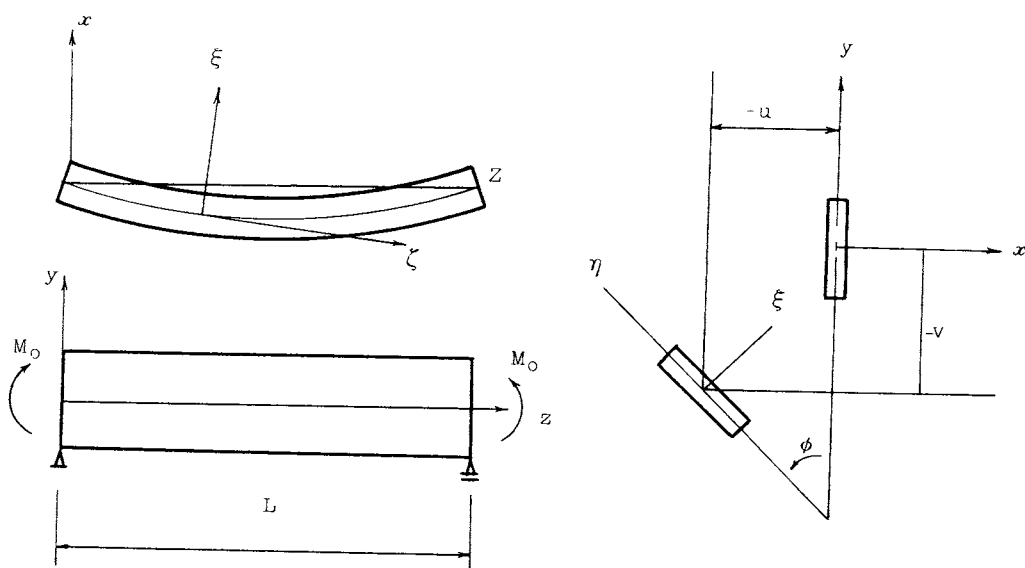


图 · 1

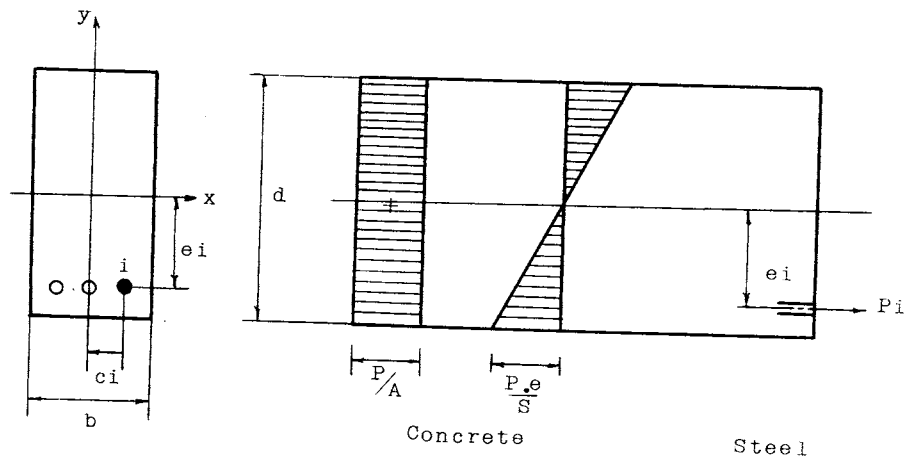


图 - 2