

秋田大学	正会員	川上	洵
秋田大学	学生員	加藤	俊二
秋田大学	学生員	○浅井	隆一

曲率を有するコンクリート構造物は、橋梁や用排水施設等をはじめ幅広く使用されている。近年、構造物のプレキャスト化による施工の合理化が進む一方、曲線部材に対してもＰＣ鋼材を配置してプレストレスを導入したプレキャスト曲線部材もみられるようになってきている。

2. ひびわれ曲げモーメント

図-1 コンクリートの応力-ひずみ関係

図-2 PC曲線部材のひびわれ直前のひずみ状態

$$\begin{cases} N_c = C_c + C_s - T_c - T_s - T_p & \dots\dots ① \\ M_c = (y a + e') N & \dots\dots ② \end{cases}$$
$$C_c = E_c \epsilon_c^* \frac{R_o R_i b}{v_i} \left\{ \frac{y_a}{R_o} - \log \left(1 + \frac{y_a}{R_o} \right) \right\} \quad \dots\dots (3)$$

$$T_c = \sigma_{ct} \cdot b R_1 \left[\frac{(1 - \gamma_t) y_1}{R_1 + \gamma_t y_1} - \frac{R_0}{\gamma_t y_1} \left\{ \frac{2 R_1 + 3 \gamma_t y_1}{R_1 + \gamma_t y_1} - 2 \left(1 + \frac{R_1}{\gamma_t y_1} \right) \log \left(1 + \frac{\gamma_t y_1}{R_1} \right) \right\} \right] \dots \textcircled{4}$$

γ_t : 引張率係數

—528—

によるPC鋼材位置のコンクリートのひずみ変化量 $\Delta \varepsilon_p$ は、次式のように表される。

$$\varepsilon_{cpi} = \frac{\sigma_{cpi}}{E_p} = \left\{ \frac{P}{A_i} - \frac{M}{I_R} \left(\frac{G_R}{A_p} - \frac{R}{R - e_r} \right) \right\} / E_p \quad \dots\dots ⑤$$

$$\Delta \varepsilon_p = \frac{(1 + \lambda \psi)}{E_c} + \frac{\Delta P_c}{A_c} + \left\{ 1 - \frac{G_{RC}}{I_{RC}} e + \frac{e y_p}{(1 - y_p/R) \rho_2} \right\} + \varepsilon_{sh} + \frac{\psi \sigma_{cpi}}{E_c} \quad \dots\dots ⑥$$

よって、 T_p は

$$T_p = [E_p \cdot \left\{ \frac{(h - y_a - a_{ph})R}{(R_i + a_{ph})(h - y_a)} \varepsilon_{ct} + \varepsilon_{pv} + \Delta \varepsilon_p \right\} + \Delta \sigma_{pr}] A_p \quad \dots\dots ⑦$$

ここで、 λ ：材令係数、 ρ^2 ：断面2次半径、 ΔP_c ：損失によるコンクリートの力の変化量、 A_c ：純コンクリート断面積、 G_R ：曲率を考慮した換算断面重心位置の断面1次モーメント、 I_R ：曲率を考慮した換算断面重心位置の断面2次モーメント、 G_{RC} ：曲率を考慮した全補強材図心位置の断面1次モーメント、 I_{RC} ：曲率を考慮した全補強材図心位置の断面2次モーメント、 e ：純コンクリート断面から換算断面重心位置までの距離、 e_r ：換算断面重心位置から全補強材図心位置までの距離、 σ_{cpi} ：初期プレストレス導入直後のコンクリートの弾性変形による応力、 E_c ：コンクリートのヤング係数、 E_p ：PC鋼材のヤング係数
 ε_{pv} ：PC鋼材の有効引張ひずみ

以上により、ひびわれ時における軸力 N_{cr} ひびわれ曲げモーメント M_{cr} は、次のように求められる。

$$\therefore N_{cr} = C_c + C_s - T_c - T_s - T_p \quad \dots\dots ⑧$$

$$M_{cr} = C_c y_c' + C_s y_s' + T_c y_c + T_s y_s + T_p y_p \quad \dots\dots ⑨$$

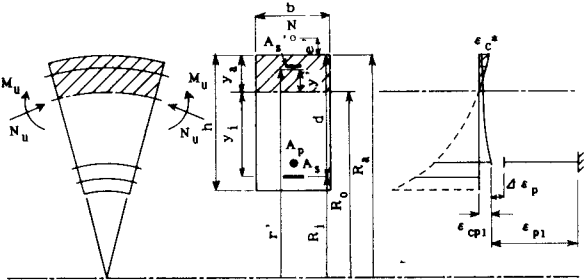
3. 破壊曲げモーメント

図-3は、破壊時におけるPC曲線部材のひずみ状態である。

破壊強度においては、ひびわれ曲げモーメントでの仮定(2)・(3)に変えて、(4)破壊は、コンクリートの圧縮縁ひずみが、曲げ圧縮極限ひずみに達した時に生ずるとする、(5)コンクリートの圧縮部の塑性変形を考慮する。(図-1)

この場合の平衡条件式は、

$$\begin{cases} N_u = C_c + C_s - T_s - T_p & \dots\dots ⑩ \\ M_u = (y_a + e') N & \dots\dots ⑪ \end{cases}$$



また、コンクリートの圧縮力、 C_c は

図-3 PC曲線部材の破壊直前のひずみ状態

$$C_c = \sigma_c b R_a \left\{ \frac{\gamma y_a^2 (1 - \gamma) + R_o (3 \gamma y_a - 2 R_a)}{\gamma y_a (R_a - \gamma y_a)} - \delta + \frac{\delta R_o}{y_a (1 - \gamma)} \log \left(\frac{R_a - \gamma y_a}{R_o} \right) + \frac{2 R_o}{\gamma y_a} \left(1 - \frac{R_a}{\gamma y_a} \right) \log \left(1 - \frac{\gamma y_a}{R_a} \right) \right\} \quad \dots\dots ⑫$$

以上により、破壊曲げモーメント M_u と軸力 N_u は、次のように求められる。

$$\therefore N_u = C_c + C_s - T_s - T_p \quad \dots\dots ⑬$$

$$M_u = C_c y_c' + C_s y_s' + T_s y_s + T_p y_p \quad \dots\dots ⑭$$

4. むすび

以上の理論を用いて、曲げと軸力を受けるPC曲線部材について、プレストレスの損失を考慮し、ひびわれ曲げモーメント、また破壊曲げモーメントを解析し、その構造特性を検討した。。

参考文献

- 1) 川上 洵, 矢作 秀之, 中 狭 靖「PRC曲線部材の限界状態設計」, 平成元年度土木学会東北支部技術研究発表会, V PP.498~499.