

Авторський колектив запрошує осіб та організації, які зацікавлені в отриманні “Зводом правил...” звертатись до авторів статті в полтавському ДТУ імені Юрія Кондратюка.

Тут же можна отримати розроблені в попередні роки для України креслення типових сталезалізобетонних несучих конструкцій: колон, балок, кроквяних ферм та арок для широкого спектру прольотів та навантажень. Крім того тут можна отримати аутентичний переклад німецького варіанту Eurocode 4 “Сталезалізобетонні конструкції” з видання 1997 року та монографію “Сталезалізобетонні конструкції” (російською мовою).

Література:

1. Руководство по проектированию железобетонных конструкций с жесткой арматурой. //НИИЖБ, ЦНИИпромзданий. – М. Стройиздат. – 1978, 54 с.
2. Рекомендации по проектированию монолитных железобетонных перекрытий со стальным профилированным настилом / НИИЖБ, ЦНИИпромзданий. – М. Стройиздат. – 1987, 41 с.
3. Стороженко Л.И., Семко А.В., Ефименко В.И. Сталежелезбетонные конструкции. – Киев: Четверта хвиля, 1997. – 158 с.

УДК 624.01

ВИРІШЕННЯ РІВНЯНЬ РІВНОВАГИ ДЛЯ КОЛОН КРУГЛОГО ПЕРЕРІЗУ

О.О.РАССКАЗОВ – д.т.н., проф., УТУ

М.Г.ЧЕКАНОВИЧ – к.т.н., доц., ХерсонськийДАУ

Залізобетонні колони будівель, стояки опор мостів та деякі інші елементи споруд досить часто проектується і зводяться круглого поперечного перерізу [1]. Для уточнення розрахунків напружено-деформованого стану таких залізобетонних елементів доцільно використовувати повну криволінійну діаграму “напруження – деформації” бетону [2]. Розглянемо аналітичне вирішення рівнянь рівноваги нормального перерізу жорсткого залізобетонного елемента круглого перерізу в межах передумов “еквівалентного” перерізу [3].

Для виведення рівнянь рівноваги залізобетонного елемента круглого перерізу приймемо наступні положення.

Розрахунковим вважається переріз, деформації в якому дорівнюють середнім, що виникають вздовж блоку між тріщинами (якщо останні мають місце).

Середні деформації бетону й арматури розподіляються за виотою перерізу відповідно до лінійного закону.

Залежність між напругами і деформаціями арматурної сталі приймається у вигляді експериментальної діаграми “напруження – деформації” (рис. 1) або розрахункової діаграми за рекомендаціями [4].

Зв’язок між напругами й деформаціями бетону (рис. 2) описується поліномом п’ятого степеня.

$$\sigma_b = \sum_{k=1}^5 c_k \varepsilon^k \quad (1)$$

Зниження зусилля, яке сприймає розтягнена зона бетону внаслідок тріщиноутворення, може враховуватися коефіцієнтом ψ [3]:

$$\psi = \sqrt{\frac{\varepsilon_{bt}}{\varepsilon_2}}$$

де ε_2 – відносні деформації розтягнутої крайньої фібри.

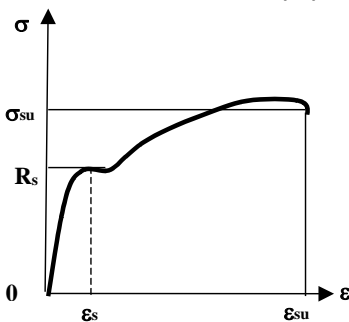


Рис. 1. Розрахункова діаграма роботи сталі

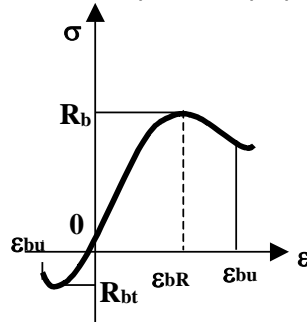


Рис. 2. Розрахункова діаграма роботи бетону

Враховуючи наведені передумови, рівняння рівноваги для будь-якого рівня навантаження мають вигляд:

$$N = 2 \left(\sum_{k=1}^5 N_k - N_{bt} \right) + \sum_{i=1}^m \sigma_{si} A_{si} \quad (2)$$

$$M = 2 \left(\sum_{k=1}^5 M_k - M_{bt} \right) + \sum_{i=1}^m \sigma_{si} A_{si} h_{si} \quad (3)$$

Для стиснутої зони бетонного перерізу:

$$N_k = \Omega_k \left[\frac{k+1}{\varepsilon_1} I_0 - \frac{k(k+1)}{\varepsilon_1^2} \rho I_1 + \frac{k(k+1)(k-1)}{2! \varepsilon_1^3} \rho^2 I_2 - \frac{k(k+1)(k-1)(k-2)}{3! \varepsilon_1^4} \rho^3 I_3 + \right. \\ \left. + \frac{k(k+1)(k-1)(k-2)(k-3)}{4! \varepsilon_1^5} \rho^4 I_4 - \frac{k(k+1)(k-1)(k-2)(k-3)(k-4)}{5! \varepsilon_1^6} \rho^6 I_5 \right]$$

i

$$M_k = \Omega_k \left[\frac{k+1}{\varepsilon_1} I_0 - \frac{k(k+1)}{\varepsilon_1^2} \rho I_1 + \frac{k(k+1)(k-1)}{2! \varepsilon_1^3} \rho^2 I_2 - \frac{k(k+1)(k-1)(k-2)}{3! \varepsilon_1^4} \rho^3 I_3 + \right. \\ \left. + \frac{k(k+1)(k-1)(k-2)(k-3)}{4! \varepsilon_1^5} \rho^4 I_4 - \frac{k(k+1)(k-1)(k-2)(k-3)(k-4)}{5! \varepsilon_1^6} \rho^6 I_5 \right]$$

де Ω_k - компоненти питомої роботи бетону а:

$$a = \sum_{k=1}^5 \Omega_k$$

Для розтягнутої зони перерізу:

$$N_{bt} = \psi_{bt} R_{bt} I_{bt0}$$

i

$$M_{bt} = \psi_{bt} R_{bt} I_{bt1}$$

Тут N і M – зовнішня нормальна сила і зовнішній момент в перерізі; N_k , N_{bt} , M_k і M_{bt} – складові внутрішніх зусиль в бетоні; σ_{si} , A_{si} і h_{sr} – напруження, площа і розміщення для арматурного стрижня; ε_1 – відносні деформації стисненої фібри перерізу; ρ – кривизна; I_k – інтегральний вираз, що враховує форму перерізу.

Для круглого перерізу:

$$I_k = \int h^k \sqrt{2R h - h^2} d h \quad (4)$$

Аналітичне вирішення інтегралу I_k для будь-якого степеня знайдено з використанням рекурентної формули для інтегралу від диференційного бінома:

$$I_k = -2(2R)^{k+2} (I_{k-1}^* - I_k^*) \quad (5)$$

де

$$I_k^* = \frac{h^{k+1} \sqrt{(2R-h)h}}{2(k+2)(2R)^{k+2}} + \frac{2k+3}{2k+4} I_{k-1}^* \quad (6)$$

$$I_0^* = -\frac{3}{16} \left(\frac{h-R}{R^2} \sqrt{2Rh-h^2} + \arcsin \frac{h-R}{R} \right) + \frac{h \sqrt{(2R-h)h}}{4R^2}$$

При $k = 0$ інтеграл визначається за формулою:

$$I_{b;0} = \frac{1}{2} \left[(h_b - R) \sqrt{2Rh_b - h_b^2} - R^2 \arcsin \frac{h_b - R}{R} \right]$$

Якщо прийняти межі інтегрування від нуля до h_b , де h_b – висота стиснутої зони перерізу, то одержимо відповідні розв'язки інтегралів.

Для стиснутої зони перерізу:

$$I_0^* = -\frac{3}{16} \left(\frac{h_b - R}{R^2} \sqrt{2Rh_b - h_b^2} + \arcsin \frac{h_b - R}{R} \right) + \frac{h_b \sqrt{(2R-h_b)h_b}}{4R^2} - \frac{3}{32} \pi \quad (7)$$

$$I_k^* = \frac{h_b^{k+1} \sqrt{(2R-h_b)h_b}}{2(k+2)(2R)^{k+2}} + \frac{2k+3}{2k+4} I_{k-1}^*$$

Для розтягнутої зони перерізу одержані наступні аналітичні вираження інтегралів:

$$I_{b;0} = \frac{1}{2} \left[\frac{\pi R^2}{2} - (h_b - R) \sqrt{2Rh_b - h_b^2} - R^2 \arcsin \frac{h_b - R}{R} \right]$$

$$I_{b;1} = \frac{1}{2} \left[\frac{\pi R^3}{2} - R^3 \arcsin \frac{R-h_b}{R} - \frac{3}{2} (2Rh-h^2) \sqrt{2Rh-h^2} - R \left(R-h_b \sqrt{2Rh-h^2} \right) \right]$$

Підставляючи знайдені значення інтегралів у рівняння (2) і (3), одержимо за відомими деформаціями відповідні нормальну силу та згинальний момент у круглому перерізі колони. Максимум діаграми “напруження – кривизна” відповідає показнику міцності залізобетонної колони. Рівняння (2) і (3) універсальні. При відповідній заміні інтегральної частини I_k дають можливість знаходити напружено-деформований стан перерізів залізобетонних елементів інших форм. Результати теоретичних досліджень були використані при проектуванні стояків круглого перерізу для опор моста через річку Дніпро в місті Дніпродзержинську.

Література:

1. Walter R. Challenges in bridge construction. A historical review // Proceedings of the XIII FIP Congress on Challenges for Concrete in the Next Millenium /Amsterdam/ Netherlands / 23-29 May 1998 – p.207-230
2. Гольшев А.Б. .Бачинский В.Я., Полищук В.П., Харченко А.В., Руденко И.В. Проектирование железобетонных конструкций – К.: Будівельник, 1990.- 544 с.
3. Бамбура А.Н., Бачинский В.Я., Журавлева Р.В., Пешкова И.Н. Методические рекомендации по уточненному расчету железобетонных элементов с учетом полной диаграммы сжатия бетона – К.: НИИСК, 1987. - 24 с.
4. Чеканович М.Г. Залізобетонні конструкції з попереднім обтисненням на бетонну суміш.-Херсон : Просвіта, 1996. 64 с.