

ВРАХУВАННЯ РЯДУ ОКРЕМИХ ФАКТОРІВ В ПРОЕКТІ НОВИХ НОРМ ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Узун І. О. (Одеська Державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса)

Дослідження присвячено врахуванню ряду окремих факторів в проекті нових норм проектування залізобетонних конструкцій. Діаграми деформування бетону трансформують с урахуванням градієнтів деформацій. Враховують також масштабний фактор, зчеплення арматури з бетоном, тривалість дії навантажень, вид напруженого стану та інші фактори. Проаналізовані результати розрахунків.

Починаючи з 1990 р. створюються Будівельні Єврокоди для Проектування ENV від 1992 до 1999, які містять у собі групу стандартів для конструктивного і геотехнічного проектування будівель та інженерних споруд. Відповідно до Єврокодів повинні створюватися Національні Нормативні Документи Європейських країн, за які є відповідні компетентні національні органи. З країн СНД першою розроблений проект нових норм республік Беларусь, який в цій роботі розглядається.

Проект нових норм [1, 2] розроблений у відповідності з вимогами і положеннями Єврокодів 1 і 2 при збереженні розділів СНиП 2.03.01-84, які не суперечать Евронормам [2]. Колишні літерні позначення (B , $R_{b,ser}$, R_b , γ_{bc} , $R_{bt,ser}$, R_{bt} , E_b) замінені новими (C , f_{ck} , f_{cd} , γ_c , f_{ctk} , f_{ctd} , E_c). Міцнісні і деформативні характеристики СНиП 2.03.01-84 та нових норм [1] відрізняються до +10%. Приведені граничні значення деформацій $\epsilon_{CR2} \cdot 10^{-3}$, які змінюються від 3,6‰ для класу бетону C12 до 2,8‰ для класу C50.

В якості узагальненої характеристики механічних та деформативних якостей бетону при однорідному напруженому стані рекомендується приймати нормативні діаграми деформування бетону при стиску $\sigma_{ck} - \epsilon_{ck}$ і при осьовому розтягу $\sigma_{ctk} - \epsilon_{ctk}$, які описують формулою ЕКБ-ФИП

$$\frac{G_c}{f_c} = \frac{k\eta - \eta^2}{1 + (k - 2)}, \quad (1)$$

де при стиску

$$\eta = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{cl}}; k = \frac{1,1 \cdot E_{cm} \cdot \varepsilon_{cl}}{f_c}; \varepsilon_{cl} = 0,0022; \varepsilon_{c2} = \varepsilon_{cR2} \cdot N$$

а при розтягу

$$\eta = \frac{\varepsilon_{ct}}{\varepsilon_{ct1}}; k = \frac{1,1 \cdot E_{cm} \cdot \varepsilon_{ct1}}{f_{ct}}; \varepsilon_{ct,1} = 0,0001; \varepsilon_{ct2} = \varepsilon_{ctR2} = 2f_{ctk}/E_{cm}$$

Діаграми деформування бетону [1] в процесі розрахунку рекомендується трансформувати з урахуванням неоднорідного складного напруженого стану, тобто з урахуванням градієнтів деформацій по висоті перерізів $\varepsilon_{cR2}/d3$. Ці врахування здійснюються шляхом множення напружень σ_c в вершинах діаграм на коефіцієнт N , а відповідних деформацій в ε_{c1} на коефіцієнт $1,05 \cdot N$ [3]. Коефіцієнт N лінійно змінюється від $15 \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1}$ до $50 \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1}$. Враховують також масштабний фактор, зчеплення арматури з бетоном в перерізі з тріщиною, тривалість дії навантаження та інші фактори [4]. Аналогічно трансформуються діаграми деформування бетону при осьовому розтягу [4].

Величини нормативних та розрахункових опорів ненапруженої арматури у Нових нормах [1] не відрізняються від відповідних характеристик СНиП 2.03.01-84. В Нормах приведені діаграми деформування твердої і м'якої сталі. В розрахунках [4] пропонується застосовувати діаграми $\sigma_s - \varepsilon_{sm}$, які враховують вплив роботи розтягнутого бетону на ділянках з тріщинами за допомогою коефіцієнта ψ_s [5].

Розрахунок залізобетонних елементів на дії згинальних моментів і поздовжніх зусиль слід робити за деформаційною моделлю нормальних перерізів [1, 4]. Граничні зусилля визначають з рішення системи: рівнянь рівноваги моментів і поздовжніх зусиль; залежностей між напруженнями і деформаціями бетону і арматури; розподілу деформацій в бетоні і арматурі виходячи з гіпотези плоских перерізів та умови сумісності осьових деформацій арматури і бетону у зонах елемента без тріщин.

Умови рівноваги в матричній формі

$$\begin{Bmatrix} N_{sdz} \\ M_{sdx} \\ M_{sdy} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{12} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} \varepsilon_z \\ k_x \\ k_y \end{Bmatrix} \quad (2)$$

де елементи матриці жорсткості

$$\begin{aligned} R_{11} &= \sum_n E_{cm,n} \cdot A_{cn} + \sum_k E_{sk} \cdot A_{sk} \\ R_{12} &= -\sum_n E_{cm,n} \cdot A_{cn} \cdot X_n - \sum_k E_{sk} \cdot A_{sk} \cdot X_k \end{aligned} \quad (3)$$

і т.д.

Формули для визначення змінних характеристик жорсткості перерізу приведені в роботі 5

$$\begin{aligned} D_{33} = R_{11} &= \sum_i A_{bi} \cdot E_b \cdot V_{\Delta bi} + \sum_j A_{sj} \cdot E_{sj} \cdot V_{\Delta sj} + \sum A_{si} \cdot E_{si} \cdot V_{\Delta smi} \\ R_{13} = R_{12} &= \sum_i A_{bi} \cdot E_b \cdot V_{\Delta bi} + \sum A_{sj} \cdot E_{sj} \cdot V_{\Delta sj} \cdot Z_{cxj} + \sum_i A_{si} \cdot E_{si} \cdot V_{\Delta smi} \cdot Z_{ski} \end{aligned} \quad (4)$$

і т.д.

Коефіцієнт $V_{\Delta bi}$ враховує зміни модуля напруженості [4, 6].

Приклади розрахунків, виконані за методикою Евронорм [1, 6] з врахуванням градієнтів деформацій, масштабного фактору, зчеплення арматури з бетоном в перерізах з тріщинами та за методикою СНиП 2.03.01-84 показали, що значення відношень теоретичних даних до дослідних за усіма групами дослідів рівні відповідно 0,98 і 0,989, а значення коефіцієнту варіації складають 0,0572 та 0,0730.

Висновки

Деформаційну модель Евронорм з врахуванням вказаних факторів можна використовувати при розробці проекту норм України і країн СНД. На жаль збір пропозицій та всебічне обговорення проекту нових норм України широким загалом вчених відсутнє.

Література

1. Конструкции бетонные и железобетонные. Нормы проектирования СНБ 5.03.01-98 // Государственный комитет Республики Беларусь по архитектуре и строительству. – Минск. – 1998. – 193 с.
2. Європейський передстандарт ENV 1991-1. Еврокод 1: Основи проектування і дії на споруди // GEN Європейський комітет стандартів. – 1997. – 83 с.
3. Узун И. А. Напряжение в сжатой зоне бетона // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1987. – №3. – С. 8 – 13.
4. Узун И. А. Расчет НДС изгибаемых элементов при кратковременном и длительном действии нагрузки // Изв. вузов. Строительство. – 1993. – №1. – С. 3 – 8.
5. Карпенко Н. И., Мухамедиев Т. А., Сапожников М. А. К построению методики расчета стержневых элементов на основе диаграмм деформирования

тодики расчета стержневых элементов на основе диаграмм деформирования материалов // Совершенствование методов расчета статистически неопределимых железобетонных конструкций. – М: НИЖБ, 1987. – С. 4 – 24.

6. Узун І. О. Застосування нових методів розрахунку залізобетонних елементів на підставі діаграм деформування матеріалів // Будівництво України. – 1999. – №4. – С. 21.