

УДК 624.05

НЕОДНОРОДНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ СТЕРЖНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Кобринец В.М., Смагин А.Б. (Одесса)

Неоднородность материала существенно может повлиять на напряженное и деформированное состояние конструкций. Поэтому, в ряде случаев, ее необходимо учитывать.

Все материалы являются неоднородными. Но на макро уровне ею часто пренебрегают, что значительно упрощает определение усилий. И это для инженерных расчетов допустимо. Если такую гипотезу применять нельзя, неоднородность необходимо учитывать. Конструктивная неоднородность изучена достаточно полно. Сейчас уделяется большое внимание технологической и наведенной (наследственной) неоднородности.

Наследственную неоднородность учитывать сложно, так как она появляется в процессе эксплуатации и носит недетерминированный характер.

Рассмотрим симметричное расположение зон неоднородностей, которые отмечаются модулем E_n , от основного материала (E_0). Выясним, при каких параметрах ее можно не учитывать. Так, например, в сжатых стержнях напряжения в основном материале (матрице) σ_m и в зонах неоднородности σ_n определяются через функцию $f_{1.n}$ [1].

$$\sigma_m = \sigma_0 * f_{1.H}; \quad \sigma_{n.i} = \sigma_m * \alpha_{n.i} \quad (1)$$

Обозначения

$$\sigma_0 = \frac{p}{A_0}, \quad f_{1.H} = \frac{1}{1 - \sum_1^n \mu_{n.i} (1 - \alpha_{n.i})}, \quad (2)$$

где $f_{1.H}$ – Функция неоднородности $\mu_{n.i} = A_{n.i}/A_0, \alpha_{n.i} = E_n/E_0$.
Поставим задачу, когда наличие неоднородности приведет к увеличению напряжений σ_m по сравнению с σ_0 не более чем на 5%. Если $\alpha_n < E_0$, что имеет место при наследственной неоднородности под влиянием агрессивной среды, когда $\alpha_{n.i}$ всех зон одинаковое для n получаем такое условие

$$\mu_n = \frac{0,04762}{1 - \alpha_n} \quad (3)$$

Для $\alpha_n = 0$ – это соответствует износу (разрушению) материала. При этом зона симметричного износа не должна быть больше 4,762% первоначальной площади поперечного сечения.

Если $\alpha_n = 0,95238$ т.е. $E_n = 0,95238 E_0$, то $\mu_n = 1$. Следовательно, если модуль упругости для всего сечения снизился до указанной величины, это не является опасным по условию прочности. Для α_n , если известна μ_n должно выполняться условие

$$\alpha_n = 1 - 0,04762/\mu_n \quad (4)$$

Это соответствует таким предельным значениям

$$0,04762 \leq \mu = 1; \dots 0 \leq \alpha_n \leq 0,95238$$

Если $E_n > E_0$, для этого случая имеем такие выражения для μ_n и α_n .

$$\mu_n = \frac{0,05263}{\alpha_n}, \quad (5)$$

$$\alpha_n = 1 + \frac{0,05263}{\mu_n} \quad (6)$$

Так например, в железобетонных сжатых элементах при начальном и текущем модуле упругости бетона и арматуры класса А-3 значения μ_n и μ_{nc} представлены в таблице 1.

Класс бетона	В 12,5	В 15	В 20	В 25
α_n	9,5238	8,6957	7,4074	6,6667
μ_n	0,005526	0,006839	0,0081335	0,009287
$\mu_{нс}$	0,00307	0,00433	0,00511	0,00581

Значение $\mu_{нс}$ следовало бы взять в качестве конструктивного коэффициента армирования. Но учитывая длительную эксплуатацию конструкций, следует учесть ползучесть бетона. В результате перераспределения усилий напряжения в бетоне будут уменьшаться. Поэтому, если учесть длительный модуль упругости, то значение $\mu_{нс}$ для бетона В12,5 приблизится к рекомендуемому значению $0,002bho$. Но для железобетонных элементов, выполненных из бетонов более высокого класса это значение следовало бы увеличить в 1,5 раза.

Изгибаемый элемент представим как балку прямоугольного сечения $b \cdot h$, которая испытывает замачивание со стороны нижней грани. В части появится наведенная неоднородность. Максимальное смещение нейтральной линии Z_{\max} относительно центра тяжести первоначально однородной балки при полном замачивании растянутой зоны

$$h_z = h / (1 + \sqrt{\alpha_n}) \quad (7)$$

составляют

$$Z_{\max} = \frac{h(1 - \sqrt{\alpha_n})}{2(1 + \sqrt{\alpha_n})} \quad (8)$$

При благоприятном влиянии среды замачивания Z_{\max} – отрицательное $E_n > E_0$, $\alpha_n > 1$. Центр изгиба смещается вниз относительно центра тяжести. При агрессивном воздействии $E_n < E_0$, $\alpha_n < 1$, Z_{\max} – положительное. Для этого случая

$$I_{z,n} = I_{z,0} \cdot f_{2,n}, \quad (9)$$

где

$$f_{2,n} = \frac{4\alpha_n}{(1 + \sqrt{\alpha_n})^2} \quad (10)$$

Максимальные напряжения в сжатой зоне сухой балки

$$\sigma_{\max} = \frac{Mh(1 + \sqrt{\alpha_n})}{4\sqrt{\alpha} * I_o} \quad (11)$$

Из условия, что $\sigma_{n.\max}$ не превзойдут $1,05 \sigma_{\max}$ сухой балки определяем допускаемое значение α_n

$$\alpha_n = 0,82644 \quad (12)$$

Отсюда делаем вывод. Если в результате замачивания растянутой зоны модуль материала уменьшится на 17,35%, то такую среду можно считать слабоагрессивной.

Литература

В.М.Кобринец, Ю.С.Рудык//Влияние окружающей среды на время надежной эксплуатации конструкций//Сб. Строительные материалы и конструкции.//Одесса, 1999г. с54-58