

можна пояснити той факт, що центрально-стиснуті елементи конструкцій, які експлуатуються в закритій атмосфері, до кінця терміну служби мають меншу надійність, ніж елементи, що знаходяться у відкритій атмосфері. Така закономірність спостерігається для всіх розглянутих значень товщини сталевих оболонок стиснутих елементів.

Із наведених порівнянь слідує, що бетонування двосторонньо кородованих сталевих стійок суттєво до 30% впливає на підвищення їх надійності за рахунок ліквідації внутрішньої корозії та підвищення загальної стійкості і несучої здатності конструкції.

Висновки. Аналізуючи отримані результати при визначенні функції надійності центрально-стиснутих сталевих та сталезалізобетонних елементів вражених рівномірною корозією, можна зробити наступні

висновки:

- бетонування двосторонньо кородованих сталевих стійок суттєво (до 30%) впливає на підвищення їх надійності за рахунок ліквідації внутрішньої корозії та підвищення загальної стійкості і несучої здатності конструкції;
- прийняті лінійна і експонентні моделі корозії адекватно відповідають зміні товщини прокатних профілів, що підтверджується порівнянням даних результатів із результатами, отриманими по фактичним замірам зміні товщини профілів експлуатованих конструкцій;
- ступінь агресивності оточуючого конструкції середовища прямопропорційно впливає на швидкість корозії незахищених сталевих елементів, що приводить до відповідного зменшення функції надійності останніх.

Література

1. Бахвалов Г.Т. Коррозия и защита металлов / Г.Т. Бахвалов, А.В. Турковская. – М. : Металлургиздат, 1959. – 312 с.
2. Гасенко А.В. Надійність коротких центрально-стиснутих сталевих елементів при різних ступенях корозії, до та після підсилення бетонуванням / А.В. Гасенко, О.В. Семко // Вісник ДонНАБА. Серія : Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології. – Макіївка, 2005. – Вип. 2005-8 (56). – С. 87–91.
3. Овчинников И.Г. Моделирование и прогнозирование коррозионных процессов / И.Г. Овчинников, Х.А. Сабитов. – Саратов, 1982. – 61 с.
4. Райзер В.Д. Расчет и нормирование надежности строительных конструкций / В.Д. Райзер. – М. : Стройиздат, 1995. – 352 с.
5. Себешев В.Г. Надежность и долговечность растянутых элементов стержневых конструкций при коррозионных повреждениях / В.Г. Себешев // Строительство : изв. вузов. – Новосибирск, 2006. – № 11–12 – С. 100–107.
6. Семко О.В. Надійність сталевих і сталезалізобетонних стійок із швелерів з корозійними пошкодженнями / О.В. Семко, А.В. Гасенко // Будівельні конструкції : зб. наук. пр. – К. : НДІБК, 2008. – Вип. 70. – С. 260–268.
7. Чирков В.П. Прикладные методы теории надежности в расчетах строительных конструкций : учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / В.П. Чирков. – М. : Маршрут, 2006. – 620 с.

УДК 624.04

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ЕЕ ФОРМАЛИЗАЦИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕВЫГОДНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ НАГРУЗКИ ДЛЯ СЕЧЕНИЙ МНОГОПРОЛЕТНЫХ НЕРАЗРЕЗНЫХ БАЛОЧНЫХ СИСТЕМ.

Душин В.В., Нагорный М.В., Чегринцев А.Н.

Определены $\min$ - $\max$ значения искомых параметров M , Q , N , Δ и расчетное положение нагрузки в каждом фиксированном сечении рассматриваемого пролета при прохождении по нему и соседним пролетам системы подвижной нагрузки.

Результатами расчета являются матрица влияния фактора от расположения нагрузок $L_{фр}$, построчный анализ этой матрицы на $\min$ - $\max$ значения и соответствующее невыгодное положение системы сосредоточенных нагрузок для каждого сечения.

Постановка проблемы в общем виде.

Математическая модель построена с использованием основных правил строительной механики по построению линий влияния (ЛВ), применением их свойств и правил загрузки подвижной нагрузкой. Условимся при построении математических моделей нагрузку с переменным положением обозначать, принятым в строительной механике термином — подвижной нагрузкой.

Расчетная схема аналогична рассматриваемой ранее при загрузке разрезной балочной системы. Дополнением будут служить добавки от загрузки подвижной

нагрузкой ЛВ M_{j-1} и ЛВ M_j , рассматриваемого пролета балки, когда эта нагрузка переходит на пролеты слева, либо справа.

Формулирование целей статьи

В качестве исходных данных для расчетной модели служат:

1. Граничные условия крайних опор балки.
2. Пролеты балки L , $\{l_j\}$, где $j = 1, 2, \dots, n$
3. Жесткостные характеристики $EJ = \{E_j\}$, где $j = 1, 2, \dots, n$.
4. Вектор количества поперечных сечений, на которые разбивается каждый пролет балки (L_a) и матрица расстояний до сечения от левого краяпролета (a_l): $L_a - \{m_j\}$,

$a_1 = \{a_{i,j}\} = 1, 2, \dots, n, i = 1, 2, \dots, m_j,$

5. Нагрузка $P = \{P_r\}, r = 1, 2, \dots, k.$

Расположение от левого края платформы до каждой силы P_r определяется как b_r . Эти расстояния сводятся в соответствующий вектор $b = \{b_r\}, j = 1, 2, \dots, k.$

Изложение основного материала

Значения моментов в сечениях определяются следующим образом:

$$M_{j,i,r} = M_{i,i} \cdot P_r + \sum_{\varphi=1}^k M_{i,\varphi} \cdot \psi_{\varphi} \cdot P_{\varphi}, \quad (1.1)$$

где

$$\psi_{\varphi} = 0 \text{ для } \begin{cases} \left(a_i + \sum_{y=1}^{j-1} l_y \right) - D_b < 0 \text{ и } D_b > 0 \\ D_b = 0 \\ \sum_{y=1}^n l_y - \left(a_i + \sum_{y=1}^{j-1} l_y \right) + D_b < 0 \end{cases}$$

$\psi_{\varphi} = 1$ - во всех остальных случаях;

В основе расчета опорных моментов примем способ фокусных отношений. Используем для определения опорных моментов j -того рассматриваемого пролета при

перемещении груза $P = 1$ (ординаты ЛВ опорных моментов) следующие выражения:

$$M_{j-1} = -\frac{6\omega_j}{l_j^2} \cdot \frac{t_j k'_j - s_j}{k_j k'_j - 1}, \quad (1.2)$$

$$M_j = -\frac{6\omega_j}{l_j^2} \cdot \frac{t_j k'_j - s_j}{k_j k'_j - 1}.$$

В частном случае шарнирного опирания левого и правого концов получаем соответственно следующие выражения:

$$M_1 = -\frac{6\omega_1}{l_j^2} \cdot \frac{a_1}{k'_1}, \quad (1.3)$$

$$M_j = -\frac{6\omega_m}{l_m^2} \cdot \frac{b_m}{k_m}.$$

где ω_j - площадь грузовой эпюры M_p в основной системе метода сил для j -го пролета от нагрузки $P = 1$, приложенной на расстоянии l_i от левой опоры; s_i, t_i - расстояния, соответственно, от левой и правой опоры до равнодействующей грузовой эпюры M_{pj} (рис. 2.5 г); k_j и k'_j - левое и, соответственно, правое фокусные отношения; l_j - величина j -го пролета.

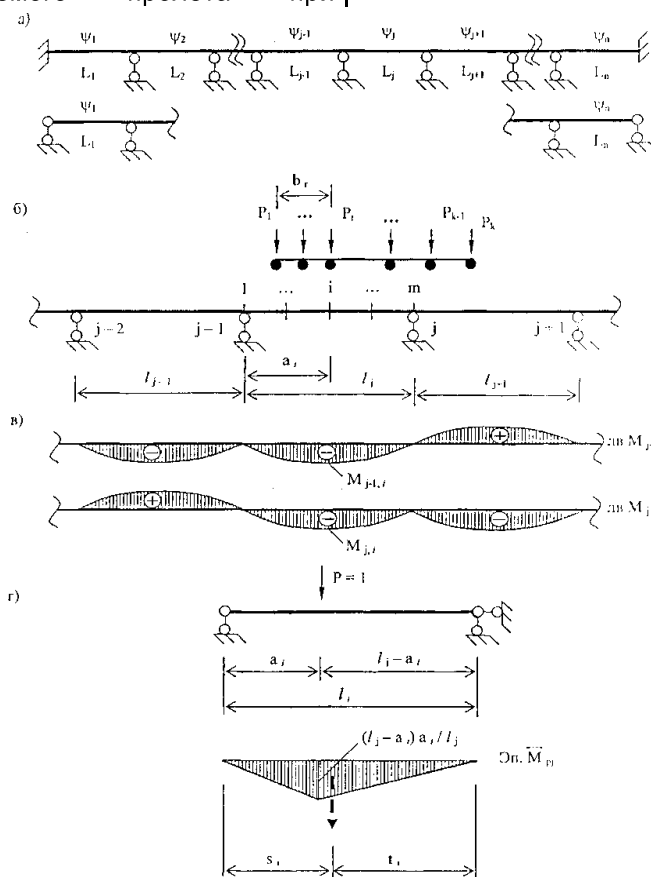


Рис. 1 Многопролетные неразрезные балочные системы:

а — общий вид;

б — загрузка j -того пролета для определения M в фиксированных сечениях « i »;

в — линии влияния опорных моментов; г — грузовая эпюра для j -тою пролет от $P = 1$

Для определения указанных значений используются следующие вспомогательные формулы:

$$\omega_j = \frac{1}{2} l_j (l_j - a_i) \quad (1.4)$$

$$s_j = (l_j^2 + 2a_i l_j + 6a_i^2) / (3l_j), \quad t_j = l_j - s_j \quad (1.5)$$

$$k_j = 2 + \frac{\psi_j}{\psi_{j-1}} \left(2 - \frac{1}{k_{j-1}} \right),$$

$$k'_j = 2 + \frac{\psi_j}{\psi_{j+1}} \left(2 - \frac{1}{k'_{j+1}} \right), \quad (1.6)$$

Значения ψ_i представляют собой отношения изгибной жесткости J -того пролета к некоторой приведенной $\psi_i = I_i \cdot E_i / E_1$ и $\psi_{i+1} = I_{i+1} \cdot E_{i+1} / E_1$

Жестким заделкам крайних опор расчетной системы соответствуют значения фокусных отношений $k_1 = 2$ и $k_n = 2$. При наличии шарнирных окончаний $k_1 = \infty$ и $k_n = \infty$.

Остальные опорные моменты могут быть получены через фокусные отношения:

$$M_{j-2} = -M_{j-1} / k'_{j-1}; \quad M_{j-3} = -M_{j-2} / k'_{j-2};$$

$$M_{j+1} = -M_{j-1} / k'_{j+1}; \quad M_{j+2} = -M_{j+1} / k'_{j+2}; \quad (1.7)$$

Полученные значения опорных моментов записываются в вектор

$$M_{op} = \{M_{op}^j\}, j = 0 \dots n.$$

По найденным значениям опорных моментов находим $M_{i,j}$:

$$M_{i,j} = M_{i,i}^0 + M_{j-1}(a_{i,j}) \cdot \frac{l_j - a_i}{l_j} + M_j(a_{i,j}) \frac{a_i}{l_j} \quad (1.8)$$

При нахождении силы P_ϕ делается слева от рассматриваемого сечения $M_{i,\phi}$ определяется ($D = D_b - a_i$)

При $a_i - D_b < 0$ и $l_{i+1} - D > 0$:

$$M_{i,\phi} = M_{i,\phi}^0 + M_{j-1}(D - l_{j-1}, j-1) \cdot \frac{l_j - a_i}{l_j} + M_j(D - l_{j-1}, j-1) \frac{a_i}{l_j} \quad (1.9)$$

иначе

$$M_{i,\phi} = M_{i,\phi}^0 + M_{j-1}(a_i - D_b, j) \cdot \frac{l_j - a_i}{l_j} + M_j(a_i - D_b, j) \frac{a_i}{l_j}$$

При нахождении силы P_ϕ справа от рассматриваемого сечения $M_{i,\phi}$ определяется ($D = l_{i+1} + a_i - D_b$)

При $a_i - l - D_b > 0$ и $l_{i+1} - D > 0$

$$M_{i,\phi} = M_{i,\phi}^0 + M_{j-1}(D, j+1) \cdot \frac{l_j - a_i}{l_j} + M_j(D, j+1) \frac{a_i}{l_j} \quad (1.10)$$

иначе

$$M_{i,\phi} = M_{i,\phi}^0 + M_{j-1}(a_i - D_b, j) \cdot \frac{l_j - a_i}{l_j} + M_j(a_i - D_b, j) \frac{a_i}{l_j}$$

В результате численной реализации полученных выражений составляется матрица изгибающих моментов (L_{MP}) в фиксированных сечениях на каждом участке рассматриваемого i -го сечения j -го пролета балочной конструкции от загрузки каждой силой подвижной тележки, располагая их последовательно над каждой i -той вершиной.

$$L_{MP} = \{M_{i,j,r}\}, j = 1, 2, \dots, n; i = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, k \quad (1.11)$$

Затем производится анализ матрицы L_{MP} для каждого сечения на максимальные значения моментов и запись в матрицу N^M соответствующего положения системы сосредоточенных нагрузок:

$$N^M = \left(r_{j,i}^M \max \right), j = 1, 2, \dots, n; i = 1, 2, \dots, m \quad (1.12)$$

Выводы.

1. Полученная математическая модель по определению максимальных усилий (изгибающих моментов и поперечных сил) и перемещений, и разрезных балочных системах позволяет находить соответствующие невыгодные положения нагрузки.

2. Расчетные зависимости по нахождению максимальных усилий в элементах статически определимых и неопределимых ферм и соответствующих невыгодных положений нагрузки могут быть в дальнейшем применены для расчета ферм на запроектные воздействия при переменном положении нагрузки.

Литература

1. Гениев Г.А. О динамических эффектах в стержневых системах из физически нелинейных хрупких материалов / Г.А. Гениев. – М.: Стройиздат, 1999. – С. 23-24. – (Промышленное и гражданское строительство; №9).
2. Гениев Г.А. Теория прочности бетона и железобетона / Г.А. Гениев, В.И. Киссюк, Г.А.Тюпин. – М.: Стройиздат, 1974. – 314 с.
3. Колчунов В.И. Физические модели сопротивления стержневых элементов железобетонных конструкций: дис. ... доктора техн. наук: 05.23.01 / Владимир Иванович Колчунов. – Киев, 1998. – 397 с.
4. Пирадов К.А. Теоретические и экспериментальные основы механики разрушения бетона и железобетона / К.А. Пирадов. — Тбилиси: Изд-во «Энергия», 1998. – 355 с.
5. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики (статика стержневых систем): учеб. пособие для студентов вузов / [Г.К. Клейн, Н.И. Леонтьев, М.Г.Ванющенко и др.]; под ред. Г.К. Клейна. – [4-е изд., переаб. и доп.]. – М.:Высш.школа, 1980. – 384 с.
6. Городецкий А.С. Приложение метода конечных элементов к физически нелинейным задачам строительной механики: автореф. дис. на соискание научн. степени. докт. техн. наук: 05.23.17 / А.С. Городецкий. – Киев, 1978. – 34 с.
7. Ляпина А.Н., Душин В.В., Мукосеев В.Н. Деформирование и трещиностойкость железобетонных балочных систем при переменном положении нагрузки и внезапных повреждениях/ А.Н. Ляпина, В.В. Душин, В.Н. Мукосеев //Вісник Сумського національного аграрного університету (серія Будівництво). – Суми, 2010. – Вип. 11(14). – С. 70 – 85