ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТОДА НА ПРЕМЕСТВАНИЯТА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА РАМКА ПРИ ОБЩО ПРЕМЕСТВАНЕ НА ОСНОВИТЕ

Виолета Трифонова-Генова

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

РЕЗЮМЕ. За изследване на различни строителни конструкции при общо преместване на основите (транслация и ротация) е приложен „Метода на преместванията“. Той прилага „принципа на сечението “за предварително решена при статично състояние конструкция и формира статично определена „конзолна колона„. Тя се подлага на общо преместване в основата и се определят разрезните усилия. Разгледана е едноетажна рамка на която основите са подложени на общо преместване и са получени изразите за разрезните усилия. Диаграмите на разрезните усилия са построени за рамка с конкретни размери и натоварване.

APPLICATION OF THE METHOD OF DISPLACEMENTS FOR THE EXAMINATION OF A FRAME DURING GENERAL MOVEMENT OF THE FONDATIONS

Violeta Trifonova–Guenova
University of Mining and Geology “St. Iv. Rilski”, 1700 Sofia

ABSTRACT. The „Method of displacements „has been applied to a survey of different building constructions which are subject to general movement of the foundations (translation and rotation). This method used the „Method of the section„ solved system in static state and forms static „corbel beam“.It is a subject of general moving at its foundation and the internal forces are determinated.
The research studied a one-storey frame whose foundations are subject to general moving and the internal forces were measured numerically. The diagrams of the internal forces are made for a frame with certain size and load.

За изследване на статично неопределима рамка, натоварена с постоянен товар, се използва силов метод [1] .Съгласно него от действителната система се отстраняват толкова връзки колкото е необходимо за да се получи статически определима основна система. Тя се използува за получаване на коефициентите в каноничните уравнения. От решението на тези уравнения се получават отстранените връзки, а от там и разрезните усилия в изследваната система.

В практиката често се получават премествания на основите на конструкцията вследствие на земетръс, слягания , динамични вибрации на транспорта и др. В тези случаи горепосочения метод е неприложим поради което е възприет „метод на преместванията“ [2] , [3]. Той прилага „принципа на сечението“ в точката на запъването на ригела в колоната и се формира основната статично определима „конзолна колона“ натоварена с усилията от статичното решение на системата N_n, Q_n, M_n. Тя се подлага на динамично преместване на основите. Изследването на всички елементи на конструкцията (колони и ригели) се провежда при деформирано състояние.

Тук се изследва рамка с размери и натоварване според (фиг.1). Основните уравнения са получени не само при хоризонтално преместване $u = 0,3m$ [4], но и при вертикално преместване $v = 0,1m$ и при завъртане на основите на рамката на ъгъл φ=2°. Предполагаме, че материалът е от стоманобетон с модул на еластичността $E = 3000kN/m^2$. Размерите на колоната са 30/50 cm и на ригела 30/60 cm, а инерционните моменти са $J_1 = 0,003125m^4$ и $J_2 = 0,00540m^4$.

Изследването се провежда спрямо координатна система, която е завъртяна на ъгъл φ. Тогава редуцираните сили за върха на колоната са:

$$Q = Q_n \cos\varphi - N_n \sin\varphi$$

$$N = Q_n \sin\varphi + N_n \cos\varphi \qquad (1)$$

При деформирано състояние огъващият момент за произволно сечение x е:

$$M(x) = N(\delta + z) + Q(h + v - x) + M_n . \qquad (2)$$

Диференциалното уравнение на огъвателната линия приема вида :

$$z'' + a^2 z = -b - c(h + v - x) - a^2\delta , \qquad (3)$$

където са въведени означенията:

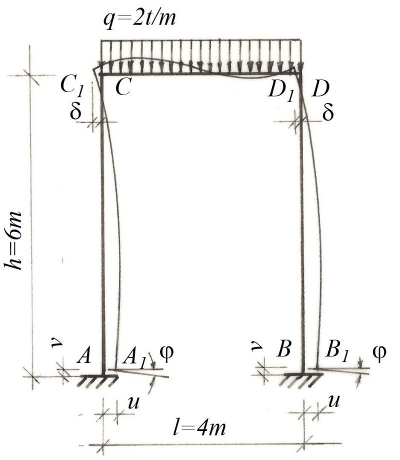
$$a^2 = \frac{N}{EJ_1}, \qquad b = \frac{M_n}{EJ_1}, \qquad c = \frac{Q}{EJ_1}.$$

Общият интеграл на уравнение (3) при гранични условия

$x = v \quad z = u$

$x = v \quad z' = 0$ има вида:

$$z = \left(u + \delta + \frac{ch + b}{a^2}\right)\cos(ax - av) - \frac{c}{a^3}\sin(ax - av) + \frac{cx}{a^3} - \left(\delta + \frac{c(h+v) + b}{a^2}\right). \quad (4)$$



Фиг.1

От условието $x = h + v$ и $z = -\delta$ се получава преместването δ във върха на колоната :

$$\delta = -u + \frac{b}{a^2}\left(\frac{1}{\cos ah} - 1\right) + \frac{c}{a^3}\left(\frac{tgah}{a} - h\right). \quad (5)$$

Заместваме (4) и (5) в (2) и получаваме израза за огъващия момент :

$$M(x) = M_n + Q(h + v - x) + N\left\{\left(\frac{b}{a^2\cos ah} + \frac{ctgah}{a^3}\right)\cos(ax - av) - \frac{c}{a^3}\sin(ax - av) + \frac{cx}{a^2} - \left(\frac{c(h+v) + b}{a^2}\right)\right\}. \quad (6)$$

Така за $x = v \quad z = u$ за момента в основата на колоната се получава

$M(v) = N(\delta + u) + Qh + M_n$,

а за $x = h + v$ и $z = -\delta$ моментът във върха на колоната е $M(h + v) = M_n$, което следва да се получи.

Ъгълът на наклона на огъвателната линия се определя от зависимостта :

$$\alpha_x = \alpha(x) = z'(x) = -\left(u + \delta + \frac{ch + b}{a^2}\right)a\sin(ax - av) + \frac{c}{a^2}\left(1 - \cos(ax - av)\right). \quad (7)$$

За върха $x = h + v$ ъгълът на наклона е:

$$\alpha = \alpha(h + v) = -a\left(u + \delta + \frac{ch + b}{a^2}\right)\sin ah + \frac{c}{a^2}(1 - \cos ah). \quad (8)$$

Въз основа на израза за α_x може да се определят нормалните и напречни сили за произволно сечение x на колоната които имат вида:

$$N(x) = -N\cos\alpha_x + Q\sin\alpha_x$$
$$Q(x) = -N\sin\alpha_x + Q\cos\alpha_x \quad (9)$$

Ригелът се изследва като еластично подпряна греда на две опори ,които са се преместили на хоризонтално разстояние δ , определено по формула (5). Приема се оста x на координатната система да е по оста на недеформирания ригел, а оста z да е насочена вертикално надолу . На ригела му действуват усилията придадени от колоните. При това състояние огъващият момент за произволно сечение x има вида:

$$M(x) = M_n\left(1 - \frac{2x}{l} - \frac{2\delta}{l}\right) + (N\cos\alpha - Q\sin\alpha)z, \quad (10)$$

където α се определя от уравнение (9).

Диференциалното уравнение на огъвателната линия на ригела има вида:

$$z'' + a_1^2 z = -b_1 - \delta d_1 - d_1 x \quad (11)$$

където $a_1^2 = \dfrac{Ncos\alpha - Q\sin\alpha}{EJ_2}$, $b_1 = \dfrac{M_n}{EJ_2}$,

$$d_1 = \frac{-2M_n}{lEJ_2}.$$

Общият интеграл на уравнение (11) при гранични условия

$x = -\delta \quad z = 0$

$x = 1 - \delta \quad z = 0$ се получава във вида:

$$z = -\frac{b_1}{a_1^2}\frac{\cos\left[a_1\left(\frac{l}{2} - \delta - x\right)\right]}{\cos\left(\frac{a_1 l}{2}\right)} - \frac{d_1 l}{a_1^2}\frac{\sin(a_1 x + a_1\delta)}{\sin(a_1 l)} - \frac{d_1 x}{a_1^2} - \frac{b_1 + d_1\delta}{a_1^2}. \quad (12)$$

Като се замести (12) в уравнение (10) се получава окончателния израз за огъващия момент:

$$M(x) = M_n\left[1 - \frac{2}{l}(x + \delta)\right] - \frac{N\cos\alpha - Q\sin\alpha}{a_1^2}\left\{\frac{b_1\cos\left[a_1\left(\frac{l}{2} - \delta - x\right)\right]}{\cos\left(\frac{a_1 l}{2}\right)} + \frac{d_1 l\sin(a_1 x + a_1\delta)}{\sin a_1 l} + d_1(x + \delta) + b_1\right\}. \quad (13)$$

Нормалните и напречните усилия се определят от условието за равновесие за сечение x:

$$N(x) = -\frac{2M_n}{l}\sin\alpha_x - (Q\sin\alpha - N\cos\alpha)\cos\alpha_x;$$

$$Q(x) = -\frac{2M_n}{l}\cos\alpha_x - (Q\sin\alpha - N\cos\alpha)\sin\alpha_x. \tag{14}$$

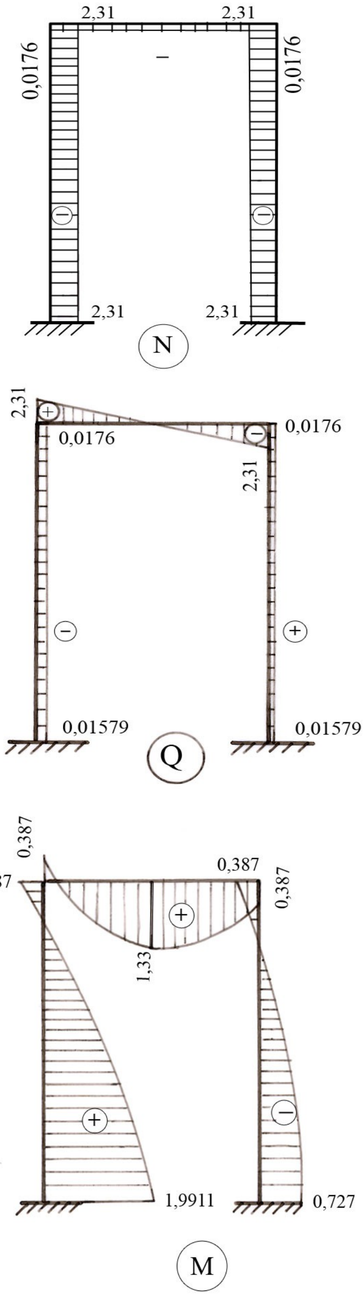
Тук, ъгълът на наклона на огъвателната линия α_x се получава:

$$\alpha_x = \alpha(x) = z'(x) =$$

$$= -\frac{b_1\sin\left[a_1\left(\frac{l}{2} - \delta - x\right)\right]}{a_1\cos\left(\frac{a_1 l}{2}\right)} - \frac{d_1 l\cos(a_1 x + a_1\delta)}{a_1\sin(a_1 l)} - \frac{d_1}{a_1^2}. \tag{15}$$

Въз основа на така получените изрази за разрезните усилия на колоните и ригела могат да се изчислят и построят диаграмите за огъващите моменти $M(x)$, за нормалните $N(x)$ и напречни $Q(x)$ сили на разглежданата едноетажна рамка подложена на постоянно натоварване при общо преместване на основите (фиг.2).

Полученото решение може да се използува и при подземна рамка, която е натоварена според големината на земния натиск. Въз основа на това натоварване се определят разрезните усилия при статично състояние и се използват получените изрази при общо преместване на основите.



Фиг.2

Литература:

1. Дарков А. В., Кузнецов Б. И., 1956, *Строительная механика*, М.
2. Минчев И. Т., 2003, *Теория на катастрофалните разрушения,* С.
3. Минчев И. Т., 2007, *Метод на преместванията*, С.
4. Трифонова-Генова В. М., 2007, *Основни принципи и приложения на метода на преместванията*, Годишник на МГУ „Св. Ив.Рилски", том 50.

Препоръчана за публикуване
от катедра "Техническа механика", МТФ