ГОДИШНИК НА УНИВЕРСИТЕТА ПО АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛСТВО И ГЕОДЕЗИЯ – СОФИЯ

Първа научно-приложна конференция с международно участие
„СТОМАНОБЕТОННИ И ЗИДАНИ КОНСТРУКЦИИ – ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА“
22 – 23 октомври 2015
22 – 23 October 2015

First Scientific-Applied Conference with International Participation
“REINFORCED CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES – THEORY AND PRACTICE”

ANNUAL OF THE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY – SOFIA

48 том vol. **2015** **св. fasc. 12 – II**

ОТНОСНО ОТЧИТАНЕ НА ПРОСТРАНСТВЕНИЯ ХАРАКТЕР НА СЕИЗМИЧНОТО ВЪЗДЕЙСТВИЕ ПРИ ДЪЛГИ В ПЛАН КОНСТРУКЦИИ

Ст. Доспевски[1], З. Бонев[2]

Ключови думи*: изчислително сеизмично натоварване, пространствен модел на сеизмичното въздействие*

Научна област*: строителна динамика и сеизмичен анализ*

РЕЗЮМЕ

В настоящата статия се предлага пространствен модел на сеизмичното въздействие. Пространственият характер на въздействието е отчетен с използване на хоризонтални транслационни компоненти и ротационни компоненти на ускоренията на основата, възникващи като резултат от разпространението на повърхнинни вълни на Love. Поради липсата на корелация между записите на двата вида ускорения при прилагането на спектралния анализ конструкцията е подложена последователно на действието на всеки от компонентите. Определени са преносното и релативното движение от двата вида въздействия, а на основата на тях и модалните сеизмични сили. Показана е схемата за комбиниране на ефектите от сеизмичното въздействие по компоненти.

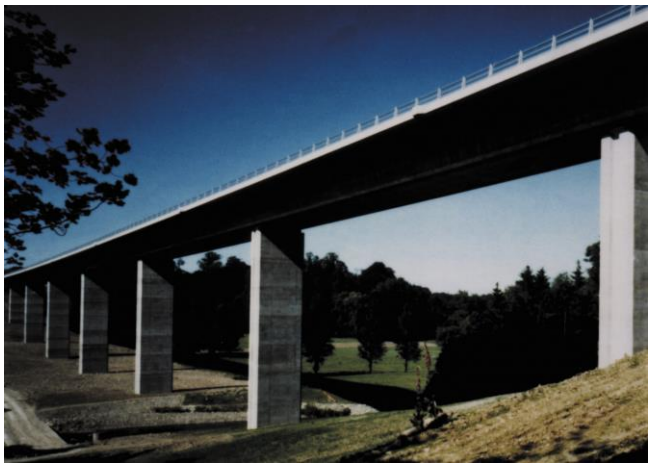
1. Въведение

През последните 20 години от редица изследвания и експертизи става ясно колко важно е използването на адекватен модел на сеизмичното въздействие. Той трябва да отразява факта, че ускоренията, достигащи до фундаментите на конструкцията, са

[1] Станислав Доспевски, д-р инж., кат. „Строителна механика”, УАСГ, бул. „Христо Смирненски” № 1, 1046 София, e-mail: stdospevsky@abv.bg
[2] Здравко Бонев, проф., д-р инж., кат. „Строителна механика”, УАСГ, бул. „Христо Смирненски” № 1, 1046 София, e-mail: zbp_uacg@abv.bg

резултат не от „платформено" действие, а от преминаване на повърхнинните сеизмични вълни [11]. Това причинява пространствено изменение на сеизмичното въздействие. Отчитането на пространствения модел по принцип е по-трудно и предложения за това са дадени в източници [1], [2], [3], [4], [8], [9], [10] и [12]. Там се разглежда случаят, при който ускоренията в основата на конструкцията не са равномерно разпределени. Като резултат от това при дълги в план конструкции (мостове и дълги в план сгради) възникват такива ефекти от сеизмичното въздействие, които се оказват по-големи от ефектите, възникващи при равномерно разпределение на ускоренията и „платформено" движение на основата. Случаят с неравномерно разпределение на ускоренията в основата очаквано се оказва много по-неблагоприятен. Така прецизирането на модела на сеизмичното въздействие намалява риска от неправилно проектиране и недооценяване на максималните стойности на ефектите.

В източник [5] са дефинирани еластичните и изчислителните спектри на реагиране на хоризонталните ускорения. Те се използват за случая на „платформено" действие на основата и равномерно разпределение на ускоренията там. Същите спектри могат да се използват и при неравномерно разпределение на ускоренията в основата. В източник [1] е показано как може опростено да се използват хоризонталните спектри на реагиране в обстановка на неравномерно разпределение на ускоренията в основата. В източник [6] е въведен спектърът на ротационните ускорения, възникващи като резултат от преминаване на повърхнинните вълни на Love. С помощта на този спектър на реагиране може да се усъвършенства и прецизира пространственият модел на сеизмичното въздействие. Точно това е основната цел на настоящата статия. По-ранни идеи за модел, съдържащ транслационни и ротационни ускорения като сеизмичен вход в конструкцията, са дадени в [2].



Фиг. 1. Стоманобетонен мост, използван като пример за дълга в план конструкция[7]

На фиг. 1 е даден изглед на многоотворен стоманобетонен мост с праволинейна връхна конструкция и вертикални стълбове [7]. При такива конструкции, при отчитане на почвените условия, скоростта на разпространение на напречните вълни и фундаменталния период на конструкцията, може да се очаква, че дължината на конструкцията е съизмерима с дължината на сеизмичната вълна. Това от своя страна води до неравномерно разпределение и на транслационните, и на ротационните ускорения в основата.

2. Формулировка на задачата

На основата на анализа в т. 1 се формулира задачата за определяне на ефектите от сеизмично въздействие с пространствен характер, който отчита процеса на разпространение на повърхнинните вълни на Love. По литературни данни пространственият модел на сеизмичното въздействие се оказва по-неблагоприятен. Неотчитането на пространствения характер на въздействието по принцип повишава сеизмичния риск от повреди и аварии при дълги в план и нерегулярни конструкции. С настоящата статия се предлага един от възможните начини за отчитане на пространствения характер на въздействието със средствата, които са препоръчани в стандартите [5] и [6].

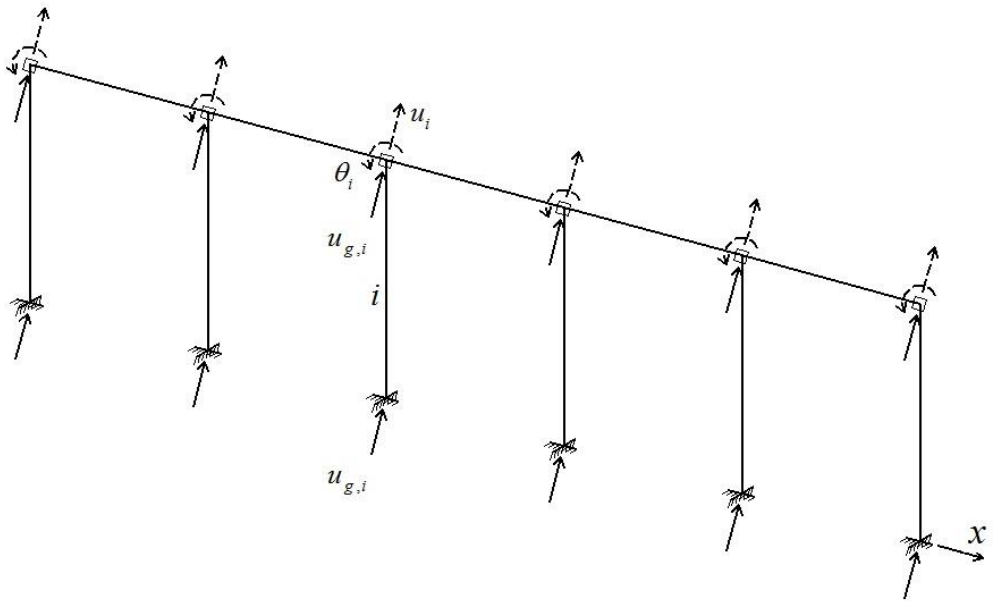
3. Модел за отчитане на транслационни и ротационни компоненти на ускоренията на основата

Изчислителният модел, отчитащ пространствения характер на сеизмичното въздействие, е напълно съгласуван с изчислителния модел на конструкцията, композиран по правилата на метода на крайните елементи. Входното въздействие, с което се провежда традиционният анализ, е представено с хоризонталните ускорения на ниво горен ръб фундамент, означени с $\ddot{u}_g(x,t)$. Приема се те да бъдат перпендикулярни на оста на връхната конструкция. На фиг. 2 са представени ускоренията в основата на всеки стълб, които по същество не са равни и следват формата на стоящата вълна. Преносните ускорения във възлите, свързващи стълбовете с връхната конструкция, са чисто транслационни и пораждат инерционно натоварване. След провеждане на решение от тези сили във възлите на връхната конструкция се появяват компонентите на релативното движение u_i (транслация) и θ_i (ротация), означени с прекъсната линия. Обръща се внимание на следната особеност: преносното движение поражда само транслационни ускорения, но във връхната конструкция възникват не само транслационни, но и релативни ротационни движения.

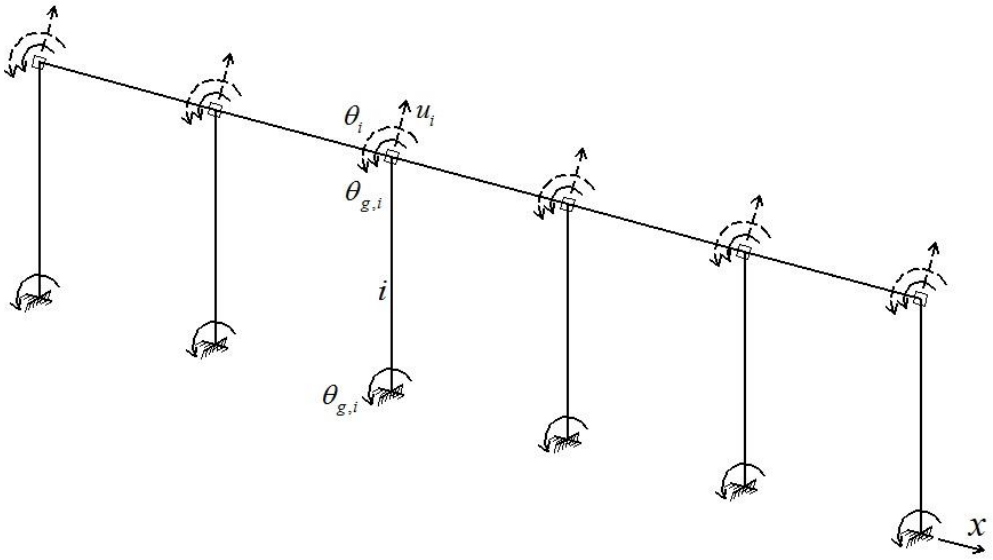
При условие че ускоренията $\ddot{u}_{g,i}$ в основата на всички стълбове не са еднакви и не са равномерно разпределени, моделът на сеизмичното въздействие е пространствен.

В настоящата статия описаният на фиг. 2 пространствен модел е усъвършенстван и отразява по-добре движението на земната повърхност, включвайки в описанието ротационните ускорения $\ddot{\theta}_{g,i}$ (фиг. 3).

Ротационните ускорения $\ddot{\theta}_{g,i}$ се реализират в хоризонтална равнина около вертикална ос (например оста на стълб i). Ротационните преносни движения за цялата конструкция (плътна линия) се разпределят във възлите на връхната конструкция, следвайки разпределението им в основата. Преносното движение поражда моменти в равнината на връхната конструкция, които се третират като външни. След решение на конструкцията със средствата на модалния динамичен анализ се получават компонентите на релативното движение u_i и θ_i, показани на фиг. 3 с прекъсната линия. Обръща се внимание на факта, че от ротационното преносно движение във възлите на връхната конструкция се пораждат релативни ротационни и транслационни движения (прекъсната линия).



Фиг. 2. Мостова конструкция, подложена на транслационни преносни движения (плътна линия) и релативни движения, получени след решение на конструкцията (прекъсната линия)



Фиг. 3. Мостова конструкция, подложена на ротационни преносни движения (плътна линия) и релативни движения, получени след решение на конструкцията (прекъсната линия)

Основната система диференциални уравнения за определяне на компонентите на релативното движение $\{r\}$, дефинирано чрез вектора на релативните транслации $\{u\}$ и вектора на релативните транслации $\{\theta\}$, се дава с израза

$$[m]\{\ddot{r}\}+[c]\{\dot{r}\}+[k]\{r\}=-[m]\left\{\ddot{r}_g(x,t)\right\}, \tag{1}$$

където

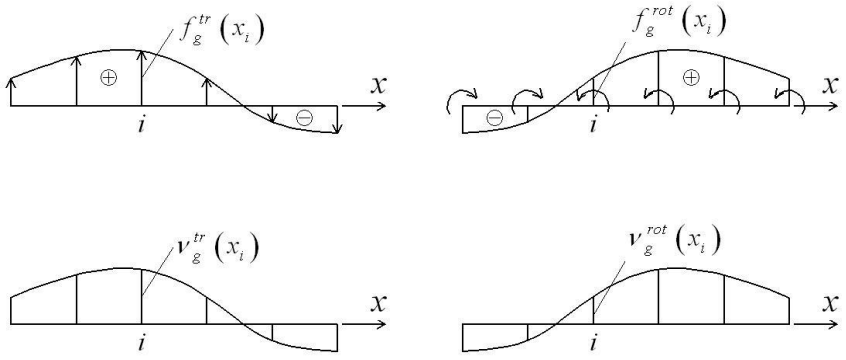
$$\{r\}^T=\left\langle\{u\}^T,\{\theta\}^T\right\rangle, \tag{2}$$

а $[m]$, $[c]$ и $[k]$ са матриците на масите, вътрешните съпротивления и коравина на динамичния модел съответно. С точка е означено диференциране по време. Дясната страна на (1) дефинира силите от преносните движения (транслационни и ротационни). За вектора на ускоренията $\left\{\ddot{r}_g(x,t)\right\}$ е удобно да се използва представяне чрез разделяне на променливите

$$\left\{\ddot{r}_g(x,t)\right\}=\left\{F_g(x)\right\}\ddot{h}(t), \tag{3}$$

където $\left\{F_g(x)\right\}$ е вектор, съдържащ ординатите на стоящата вълна като функция на координатата x, а $\ddot{h}(t)$ е функция на времето. Уместно е да се дефинират два вектора на стоящата вълна за случаите на транслационни и ротационни преносни ускорения:

$$\left\{F_g^{tr}\right\}=\begin{Bmatrix}\left\{f_g^{tr}\right\}\\ \{0\}\end{Bmatrix}_{(12x1)}, \qquad \left\{F_g^{rot}\right\}=\begin{Bmatrix}\{0\}\\ \left\{f_g^{rot}\right\}\end{Bmatrix}_{(12x1)}. \tag{4}$$



Фиг. 4. Функции на неравномерното разпределение на транслационните ускорения (отбелязани с *tr*) и ротационните ускорения (отбелязани с *rot*). Функциите от втория ред са нормализирани към най-голямата ордината от първия ред съответно

Векторите $\left\{f_g^{tr}\right\}$ и $\left\{f_g^{rot}\right\}$ са дискретни образи на разпределението на хоризонталните транслационни и ротационни ускорения. Идеята за тяхното получаване е илюстрирана на фиг. 4. При лабораторни изследвания на модел на конструкцията с вибрационна маса се приема, че векторът $\left\{f_g^{tr}\right\}$ съответства на равномерно разпределение на транслационното ускорение и има равни компоненти. Приема се също така,

че векторът $\left\{ f_g^{rot} \right\}$ е идентичен с $\{0\}$. Тези приемания не отразяват коректно действителното разпределение на ускоренията в основата. Използват се, когато е невъзможно да се осигури експериментално неравномерно изменение на транслационните и ротационните ускорения.

За дефинирането на модалните сеизмични сили се изисква въвеждането на бездименсионните вектори на транслационното $\left\{ \nu_g^{tr} \right\}$ и ротационното $\left\{ \nu_g^{rot} \right\}$ движение. За целта се използват следните представяния:

$$\left\{ f_g^{tr} \right\} = \left\{ \nu_g^{tr} \right\} f_{g,\max}^{tr} , \qquad \left\{ f_g^{rot} \right\} = \left\{ \nu_g^{rot} \right\} f_{g,\max}^{rot} . \tag{5}$$

За нормализиране на ординатите на функциите на транслационното и ротационното преносно движение предварително се извършват следните логически операции:

$$\begin{aligned} f_g^{tr}\left(x_i\right) \to f_{g,\max}^{tr} &= \left| f_g^{tr}\left(x_i\right) \right|_{\max} , \quad (i = 1,2,...,6); \\ f_g^{rot}\left(x_i\right) \to f_{g,\max}^{rot} &= \left| f_g^{rot}\left(x_i\right) \right|_{\max} , \quad (i = 1,2,...,6). \end{aligned} \tag{6}$$

Така се стига до вида (7), даващ бездименсионния вид на формите на стоящата вълна за транслационните и ротационните движения на основата:

$$\left\{ D_g^{tr} \right\} = \begin{Bmatrix} \left\{ \nu_g^{tr} \right\} \\ \{0\} \end{Bmatrix} , \qquad \left\{ D_g^{rot} \right\} = \begin{Bmatrix} \{0\} \\ \left\{ \nu_g^{rot} \right\} \end{Bmatrix} . \tag{7}$$

Тоталните ускорения са необходими за получаване на сеизмичните сили. Те се получават като сума на преносните и релативните движения по формули (8):

$$\left\{ \ddot{u}_{tot} \right\} = \left\{ \ddot{u}_g \right\} + \left\{ \ddot{u} \right\} , \qquad \left\{ \ddot{\theta}_{tot} \right\} = \left\{ \ddot{\theta}_g \right\} + \left\{ \ddot{\theta} \right\} . \tag{8}$$

При получаване на $\left\{ \ddot{u}_{tot} \right\}$ от ротационно преносно движение $\left\{ \ddot{\theta}_g \right\}$ първата от формули (8) приема вида $\left\{ \ddot{u}_{tot} \right\} = \left\{ \ddot{u} \right\}$. По същия начин под действие на транслационни преносни движения $\left\{ \ddot{u}_g \right\}$ следва да се запише $\left\{ \ddot{\theta}_{tot} \right\} = \left\{ \ddot{\theta} \right\}$. Това означава, че дори и да липсват компоненти на преносното движение, съответните тотални движения ще породят сеизмични сили.

Матрицата на масите $[m]$ е диагонална. Първите 6 диагонални елемента са свързани с транслационните степени на свобода на връхната конструкция, а вторите 6 са свързани с ротационните степени на свобода на връхната конструкция. С тези обяснения матрицата на масите се дефинира по следния начин:

$$\begin{aligned} &[m] = diag\left(M_i\right) , \qquad M_j = \begin{cases} m_j & translation\ DOF \\ I_{0j} & rotation\ DOF \end{cases} \\ &M_i = m_i ,\ \left(1 \le i_i \le 6\right);\ \ M_i = I_{0i} ,\ \left(7 \le i_i \le 12\right). \end{aligned} \tag{9}$$

4. Спектрален сеизмичен анализ на конструкции при отчитане на двата вида компоненти

Едновременното отчитане на транслационните и ротационните компоненти на движението на основата при използване на спектрите на реагиране и в съчетание с линейния анализ е невъзможно. За целта конструкцията е последователно подложена само на транслационните компоненти на ускоренията и само на ротационните компоненти. След като се определят ефектите от сеизмичното въздействие при двете описани състояния, се търси начин за обединяване на ефектите. Така се получават ефектите от комбинираното действие на двата компонента едновременно.

Приложението на спектралния метод изисква системата уравнения за динамично равновесие (1) да бъде разпадната на отделни независими уравнения, всяко от които представлява уравнение на еднотонен осцилатор (система с една степен на свобода. Това се постига с помощта на модалната трансформация $\{r_n\} = \{\Phi_n\} y_n$ ($\{r_n\}$ е приносът на форма n в преместванията; $\{\Phi_n\}$ е n-тият модален вектор; $y_n(t)$ е n-тата модална функция на времето) при отчитане на свойството ортогоналност на модалните вектори с матриците $[m]$, $[c]$ и $[k]$. Така системата от взаимно свързани уравнения (1) се разпада на отделни несвързани уравнения, като n-тото от тях има вида

$$\ddot{y}_n + 2\xi_n \omega_n \dot{y}_n + \omega_n^2 y_n = -\Gamma_n S_a(\xi_n, T_n), \tag{10}$$

където ω_n е n-тата модална честота на свободните незатихващи трептения; ξ_n е модален коефициент на затихване за форма n, изразен като част от критичното. Γ_n е модален коефициент за участие, а $S_a(\xi_n, T_n)$ е спектралната ордината от спектъра на реагиране за тоталните ускорения, форма n. За последните две означения се налага да се дадат следните обяснения:

– $\Gamma_n = \Gamma_n^{tr}$ и $S_a(\xi_n, T_n) = S_e(\xi_n, T_n)$, когато основата извършва само транслационно движение;

– $\Gamma_n = \Gamma_n^{rot}$ и $S_a(\xi_n, T_n) = S^{\theta}(\xi_n, T_n) = 2\pi . S_e(\xi_n, T_n) / (V_s . T_n)$, когато основата извършва само ротационно движение. Модалните коефициенти за участие се дават с изразите:

$$\Gamma_n^{tr} = \{\Phi_n\}^T [m] \{D_g^{tr}\} / m_n^*, \quad \Gamma_n^{rot} = \{\Phi_n\}^T [m] \{D_g^{rot}\} / m_n^*, \tag{11}$$

където: матрицата на масите $[m]$ е дефинирана с уравнение (9); $\{D_g^{tr}\}$ и $\{D_g^{rot}\}$ са въведени с равенства (7), а модалната маса m_n^* се изчислява по формулата $m_n^* = \{\Phi_n\}^T [m] \{\Phi_n\}$.

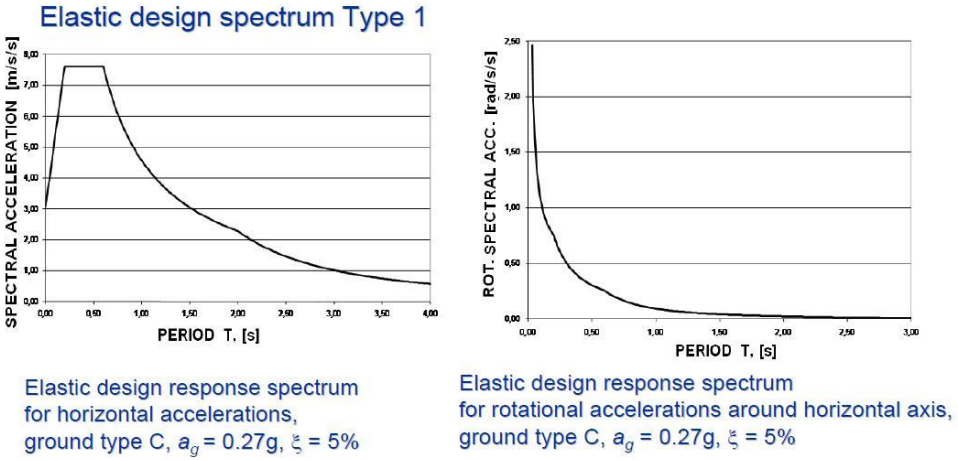
Сеизмичните сили, възникващи при форма n по направление на степен на свобода j за случаите на сеизмичен вход, състоящ се само от транслационни ускорения и само от ротационни ускорения на основата, се обобщава със следната формула:

$$E_{nj} = \Phi_{nj} \Gamma_n S_a \left(\xi_n, T_n \right) M_j \,, \tag{12}$$

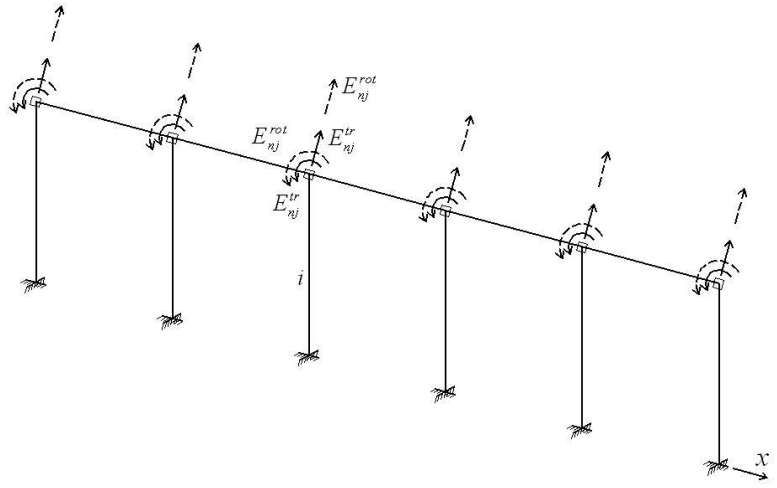
където: $E_{nj} = E_{nj}^{tr}$ за случая, когато основата извършва транслационно движение и $E_{nj} = E_{nj}^{rot}$, в случай че основата извършва ротационно движение.

Формула (12) отчита важния факт, че от транслационно движение на основата във връхната конструкция се появяват както транслационни, така и ротационни сеизмични сили. Формулата отчита при ротационно движение на основата появата на транслационни и ротационни сеизмични сили във връхната конструкция.

На фиг. 5 са начертани спектрите на реагиране на транслационните и ротационните компоненти съгласно дефинициите, дадени в [5] и [6].



Фиг. 5. Еластични спектри на реагиране за тоталните ускорения на транслационните ускорения (ляво [1]) и на ротационните ускорения (дясно [6])



Фиг. 6. Сеизмични сили във връхната конструкция: от транслационно движение на основата (плътна линия) и от ротационно движение на основата (прекъсната линия)

На фиг. 6 са показани възникващите сеизмични сили (форма n) при транслационно и ротационно движения на основата поотделно. Модалните ефекти се определят с помощта на вече определените модални сеизмични сили, като се извърши линеен статичен анализ върху конструкцията от тези сили.

Ефектите от сеизмичното въздействие за форма n и форма m са означени съответно с V_n и V_m. С горен индекс tr или rot се указва от какъв вид движение на основата са получени ефектите от сеизмичните въздействия V_n^{tr} и V_n^{rot}. Максималните стойности на ефектите, възникващи поотделно от транслационно и от ротационно движения на основата, се получават с формулите за пълно квадратично модално комбиниране [1] по правилото CQC, където ρ_{mn} са корелационни коефициенти, зависещи от отношението на честотите ω_n и ω_m и фиктивното затихване ξ_n.

$$V^{tr} = \sqrt{\sum_m \sum_n \rho_{mn} V_m^{tr} V_n^{tr}} \quad , \qquad V^{rot} = \sqrt{\sum_m \sum_n \rho_{mn} V_m^{rot} V_n^{rot}} \quad . \tag{13}$$

Максималните ефекти от сеизмичното въздействие $\max V$ от съчетаното действие на транслационните и ротационните компоненти на ускоренията на основата се получават по формулата SRSS, тъй като взаимните корелационни коефициенти на записите на транслационните и ротационните ускорения като редове във времето са равни на нула [6].

$$\max V = \sqrt{\left(V^{tr}\right)^2 + \left(V^{rot}\right)^2} \quad . \tag{14}$$

От формула (14) се вижда, че при възприетия пространствен модел на сеизмичното въздействие с транслационни и ротационни компоненти ефектите от сеизмичните въздействия се получават по-големи от ефектите, получени само от действие на транслационните компоненти. Този резултат е по-неблагоприятен за конструкцията, защото при него се получават по-големи разрезни усилия и премествания. След като в [6] е създадена възможността за включване на ротационните компоненти на основата, тази възможност трябва да се използва с цел да се получи най-неблагоприятното сеизмично натоварване на конструкцията.

5. Изводи и заключения

Разработен е модел на мост с праволинейна връхна конструкция, който отчита пространствения характер на сеизмичното въздействие и пространственото реагиране на конструкцията като резултат от него. Като сеизмичен вход на въздействието са отчетени както транслационните, така и ротационните компоненти на хоризонталното движение на основата. Използването на ротационните компоненти все още не е традиционна практика при проектирането на мостове. Досега проектирането се извършва с използване само на транслационните компоненти. При използването на ротационните компоненти пространственият характер на сеизмичното въздействие се моделира по-правилно, а от формула (14) се вижда, че ефектите от сеизмичното въздействие се получават по-големи от тези, получени само от транслационно движение на основата. Отчитането на ротационните компоненти води до по-неблагоприятни ефекти, а неотчитането им би довело до повишаване на сеизмичния риск още на ниво проектиране.

В обобщение се дават следните предимства, получени с помощта на предлаганата методика.

1. По-правилно отчитане на пространствения характер на сеизмичното въздействие на основата на разпространение на сеизмичните вълни на Love.

2. Отчитането на ротационния компонент на ускоренията в основата води до по-големи стойности на ефектите от сеизмичното въздействие, ако се сравнят двата характерни случая: 1) ефекти, получени от съчетано действие на транслационен и ротационен компонент (философията на предлаганата методика) и 2) ефекти само от транслационен компонент (методология, предлагана досега). Математически казаното се изразява с формулата $\sqrt{\left(V^{tr}\right)^2+\left(V^{rot}\right)^2} \geq V^{tr}$.

3. Намалява се рискът от недооценяване на пространствения характер на сеизмичното въздействие.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бонев, З., А. Таушанов.* Изчисляване на конструкции на сеизмични въздействия. Линеен спектрален анализ. Издателство "Интегра инженеринг", София, 2006.

2. *Попов, Л., Ст. Ганчев, З. Бонев.* Изследване на сгради на сеизмично въздействие при трикомпонентен сигнал в основата. Списание "Строителство", бр. 2, София, 1992.

3. *Ценов, Л.* Намаляване на сеизмичната уязвимост на конструкциите. Дисертация (доктор на техническите науки), ЦЛСМСИ, БАН, София, 1983.

4. *Ценов, Л.* Основи на сеизмичното инженерство. Академично издателство "Проф. Марин Дринов", София, 2002.

5. БДС EN 1998-1 Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance – General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings.

6. БДС EN 1998-6 Eurocode 8: Masts, Chimneys and Towers.

7. Сайт на Concrete Bridge Development Group.
http://www.cbdg.org.uk/intro3.asp?sa=X&ved=0CDMQ9QEwDzgoahUKEwjEu8f_sP3GAhUya9sKHX0xD5A.

8. *Bonev, Z., S. Dimova, P. Petrov.* Study on the seismic design of irregular structural systems, . European Association of Earthquake Engineering, Task Group 8, Asymmetric and Irregular Structures, pp. 59 – 71, Volume 1, Istanbul, 1999.

9. *Dimova, S., P. Petrov, Z. Bonev.* Precising of the design seismic loading of irregular structures, Third Japan-Turkey Workshop on Earthquake Engineering, pp. 65 – 76, Volume 1, Istanbul, 2000.

10. *Dimova, S., Z. Bonev, P. Petrov.* Seismic design of irregular structures including rotational component of the seismic excitation, European Association of Earthquake Engineering, Task Group 8, Asymmetric and Irregular Structures, pp. 73 – 86, Volume 1, Istanbul, 1999.

11. *Kramer, S.* Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice Hall, 1996.

12. *Tzenov, L., S. Dimova, Z. Bonev, P. Petrov.* Seismic Resistant Design of Irregular Structures, Turkish Earthquake Foundation, Tachnical Report 037-62, Istanbul, 2001.

ON ACCOUNTING FOR SPATIAL VARIABILITY OF SEISMIC ACTION FOR LONG IN PLAN STRUCTURES

St. Dospevski[1], Z. Bonev[2]

***Keywords**: design seismic loading , spatial model of seismic action*

***Research area**: structural dynamics and seismic analysis*

ABSTRACT

The present paper provides numerical model capable to account for the spatial variability of seismic action. To do this both components of ground accelerations – translational horizontal and rotational are taken into account. Rotational accelerations are induced by surface waves propagation process of Love's waves. The lack of correlation between time series records allows for carrying out two independent analyses using each of two ground acceleration components represented in response spectra format. Transferred and relative motion of the structure are determined and used for definition of the design seismic forces. Coupled result of action effects is determined using component combination.

[1] Stanislav Dospevski, Dr. Eng., Dept. "Structural Mechanics", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: stdospevsky@abv.bg

[2] Zdravko Bonev, Prof. Dr. Eng., Dept. "Structural Mechanics", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: zbp_uacg@abv.bg