

# ITERACȚIUNEA TERENULUI DE FUNDAȚIE CU STRUCTURA DE REZISTENȚĂ LA ACȚIUNI DINAMICE

**Autor: Denis SEMIHOV**

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** *In cadrul acestei lucrari este descrisa importanta stabilirii corecte a metodologiei de calcul sub aspectul influentei iterațiunea terenului de fundație cu structura de rezistență la acțiuni dinamice. Proiectarea antiseismica trebuie sa acorde o atentie deosebita conditiilor de teren, determinate prin corelarea rezultatelor din prospectarile in situ (seismice, geotehnice) si incercari de laborator, precum si celor mai eficiente solutii structurale de fundatie. Miscarea seismica ce actioneaza la suprafata terenului, in zona de influenta (zona activa) a constructiilor, constituie una dintre principalele cauze ale degradarii structurilor in caz de cutremur si, de aceea, este importanta intelegerea cat mai corecta a comportarii terenului si parametrilor caracteristici, cat si efectele miscarii seismice asupra constructiilor.*

**Cuvinte cheie:** *teren de fundație, structura de rezistență, acțiune dinamică, deformabilitate, perioadă.*

## Introducere

In cadrul acestei lucrari este descrisa importanta stabilirii corecte a metodologiei de calcul sub aspectul influentei iterațiunea terenului de fundație cu structura de rezistență la acțiuni dinamice

Evaluarea cat mai corecta a efectelor cu caracter dinamic pe care le genereaza miscarile seismice asupra constructiilor reprezinta o problema extrem de complexa si dificil de abordat analitic, avand in vedere multitudinea factorilor care intervin in descrierea si definirea structurii de rezistenta, actiunii seismice, conditiilor geotehnice, geologice si hidrogeologice ale amplasamentului. Prin multitudinea fenomenelor pe care le poate genera, mediul de propagare si terenul din amplasament pot avea o influenta determinanta asupra comportarii fundatiilor si suprastructurilor in timpul miscarilor seismice.

Proiectarea antiseismica trebuie sa acorde o atentie deosebita conditiilor de teren, determinate prin corelarea rezultatelor din prospectarile in situ (seismice, geotehnice) si incercari de laborator, precum si celor mai eficiente solutii structurale de fundatie. La stabilirea preliminara a sistemului structural, trebuie analizate, in primul rand, conditiile de teren, care constituie factorul de decizie cel mai semnificativ in proiectarea constructiilor.

Evaluarea cat mai corecta a hazardului seismic intr-un anumit amplasament este importanta in vederea punerii in siguranta a fondului construit existent si viitor. Miscarea seismica ce actioneaza la suprafata terenului, in zona de influenta (zona activa) a constructiilor, constituie una dintre principalele cauze ale degradarii structurilor in caz de cutremur si, de aceea, este importanta intelegerea cat mai corecta a comportarii terenului si parametrilor caracteristici, cat si efectele miscarii seismice asupra constructiilor.

## Influența deformabilității terenului de fundație asupra perioadei fundamentale

In studiul interactiunii teren – fundatie – structura, trebuie luate in considerare urmatoarele aspecte: influenta tipului de pamant asupra proprietatilor de amortizare ale structurilor, respectiv asupra miscarilor si fortelor induse in structura in timpul seismului, influenta prezentei constructiei asupra formei accelerogramei in teren si influenta constructiilor asupra deformatiilor permanente ale terenului de fundare. Pentru analiza interactiunii teren – fundatie au fost propuse o serie de tehnici bazate pe metode si modelari matematice aplicate atat la probleme de inginerie seismica, cat si la studiul vibratiilor de masini. Tipul de fundatie are o influenta determinanta asupra modului de interactiune. De exemplu, ca rezultat al faptului ca, intr-un anumit amplasament, miscarea este de obicei mai ampla la suprafata terenului, descrescand cu adancimea, excitatia efectiva la contactul teren – fundatie directa va fi o functie descrescatoare pe adancimea de fundare. Efectul interactiunii teren – structura, descrie flexibilitatea sistemului de fundare al structurii si potentialele variatii intre miscarea fundatiei si miscarea in camp liber. In plan, miscarea seismica imprima terenului de fundare o deformabilitate care, la randul ei, induce constructiei o miscare in jurul unui centru instantaneu de rotatie,

miscare accelerata care conduce la forte de inertie a caror marime este determinata de masele structurii. Evaluarea cat mai corecta a efectelor cu caracter dinamic pe care le genereaza miscarile seismice asupra constructiilor reprezinta o problema extrem de complexa si dificil de abordat analitic, avand in vedere multitudinea factorilor care intervin in descrierea si definirea structurii de rezistenta, actiunii seismice, conditiilor geotehnice, geologice si hidrogeologice ale amplasamentului. Prin multitudinea fenomenelor pe care le poate genera, mediul de propagare si terenul din amplasament pot avea o influenta determinanta asupra comportarii fundatiilor si suprastructurilor in timpul miscarilor seismice. Proiectarea antisismica trebuie sa acorde o atentie deosebita conditiilor de teren, determinate prin corelarea rezultatelor din prospectarile in situ (seismice, geotehnice) si incercari de laborator, precum si celor mai eficiente solutii structurale de fundatie. La stabilirea preliminara a sistemului structural, trebuie analizate, in primul rand, conditiile de teren, care constituie factorul de decizie cel mai semnificativ in proiectarea constructiilor. Incepand cu ultima decada a secolului trecut, in plus fata de preocuparea pentru imbunatatirea normelor de proiectare, comunitatile stiintifice, profesionale si administrative au constientizat importanta si necesitatea cercetarilor si actiunilor pentru hazardul seismic. Influenta parametrilor caracteristici ai miscarii seismice, cu luarea in considerare a conditiilor de teren, este determinata de intensitatea miscarii seismice care se manifesta la suprafata libera, exprimata prin acceleratii si viteze, compozitia spectrala, durata miscarii seismice, configuratia globala a variatiei miscarii in functie de filtrarea undelor de propagare si focalizarea efectelor seismice care se manifesta la suprafata libera a terenului. In mod simplificat se poate considera un lant format din trei componente: focar – drum de propagare a undelor – conditii locale de teren. Drumul de propagare a undelor seismice are o influenta semnificativa asupra spectrului miscarii de la roca de baza, corelat cu analiza conditiilor de amplasament. Rolul important al caracteristicilor terenului de fundare a cladirilor este mult mai mare in cazul actiunilor seismice, deoarece prin acestea se transmit incarcările dinamice cu ponderea cea mai mare, incarcare dinamica ce dimensioneaza de obicei constructia. In studiile si cercetarile efectuate pana in prezent s-a evidentiat importanta legaturii intre conditiile de amplasament pe care sunt amplasate constructiile si distrugerile provocate de cutremur, avand in vedere o serie de aspecte strans corelate, a caror analiza se face, din motive metodologice, separat, care se influenteaza reciproc, uneori intr-o masura considerabila. Aceste aspecte se refera la rolul de filtru dinamic (influenta terenului asupra formei accelerogramei si a intensitatii miscarii seismice) si la rolul de reazem deformabil (interactiunea dinamica teren – structura, avand in vedere influenta sollicitarii seismice asupra rezistentei pamantului si posibilitatea de producere in teren a unor deformatii ireversibile).

Experienta cutremurelor recente a condus la concluzia ca efectele interactiunii teren – structura trebuie intelese in context dinamic, cu referire la continutul spectral al miscarii seismice si caracteristicile geotehnice si geologice al amplasamentului. In aceste conditii, caracteristicile dinamice ale sistemului „structura – fundatie – teren” pot modifica substantial caracteristicile raspunsului acestui ansamblu, conducand la suprasolicitari sau stari de avariere.

Principalul efect favorabil produs de fenomenul de interactiune dintre teren si structura, cu conditia evitarii deformatiilor plastice sau remanente ale pamantului, consta in capacitatea de disipare ciclica sau histeretica a energiei induse de miscarea seismica. In prescriptiile tehnice pentru constructii, ipoteza fundamentala este ca miscarea care actioneaza la baza structurii este aceeaasi cu cea inregistrata in amplasament, fara luarea in considerare a existentei structurii. In cazul terenurilor deformabile, aceasta ipoteza nu este valabila, efectele interactiunii apreciindu-se ca diferenta dintre raspunsul structurii in ipoteza identitatii miscarii seismice de la baza cu miscarea din camp liber si raspunsul structurii considerand miscarea reala, modificata de la baza structurii.

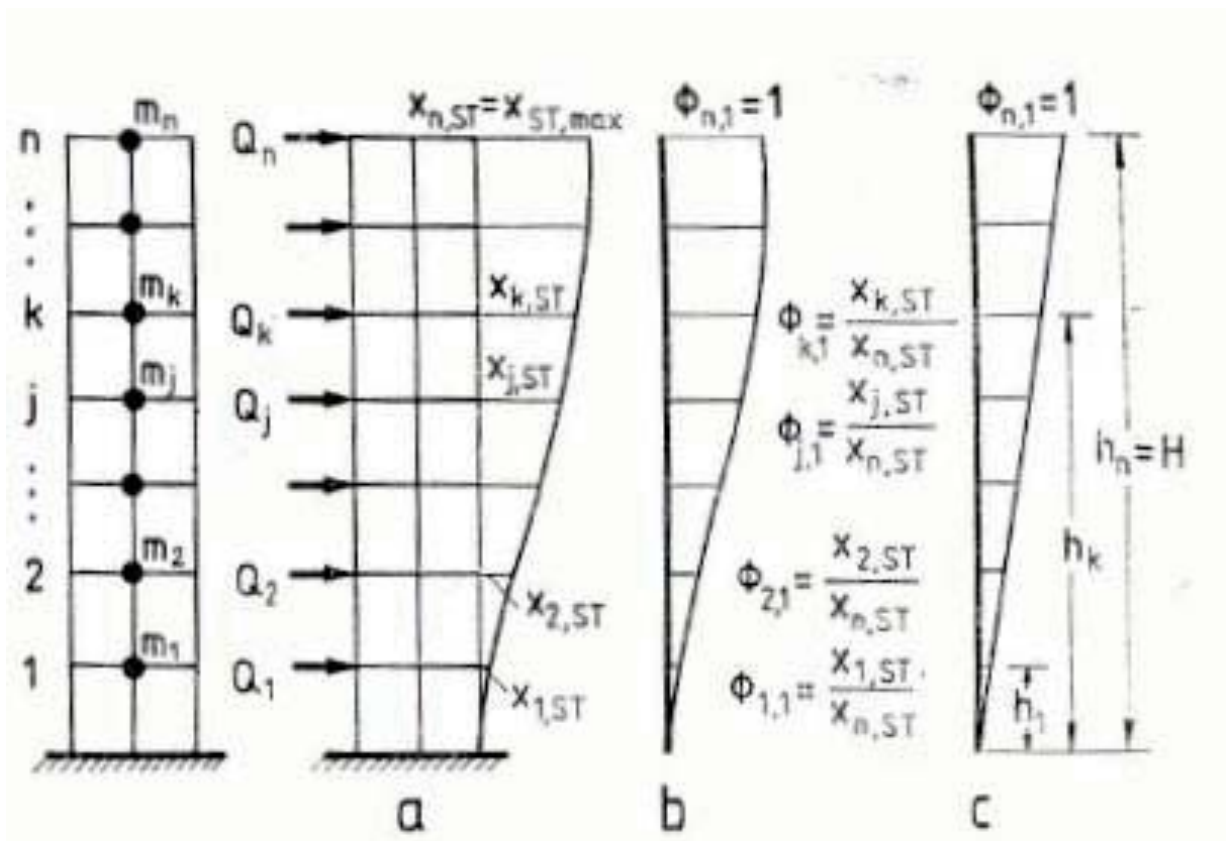


Fig. 1 Deplasările produse de acțiunea încărcărilor gravitaționale  $Q_k$ , aplicate pe direcția GLD

În situația în care o structură este amplasată pe un teren de fundație deformabil, datorită cuplajului elastic dintre teren și structură, perioada fundamental de vibrație se va majora, ca urmare a flexibilității în ansamblu a sistemului dinamic. Această problemă, care comportă o analiză aprofundată și vastă, va fi abordată în mod aproximativ. Perioada fundamentală de vibrație se obține cu relația:

$$T_1^* \approx 0,17\sqrt{x_{n,\max}} \quad (1)$$

Unde

$$x_{n,\max} = x_{n,ST} + x_{n,\varphi} \quad (2)$$

iar

$x_{n,ST}$  este deplasarea laterală maximă produsă de acțiunea încărcărilor gravitaționale  $Q_k$ , aplicate pe direcția GLD (fig. 1, a);

$x_{n,\varphi}$  este deplasarea maximă (la nivelul n) provenită din rotirea fundației, datorită deformabilității terenului.

Deplasarea maximă produsă de rotirea  $\varphi$  în jurul unei axe orizontale conținută în suprafața de contact dintre teren și fundație, se determină astfel :

$$x_{n,\varphi} = \varphi H \quad (3)$$

În care

$$\varphi = M_o / (C_\varphi I_f) \quad (4)$$

$M_o$  - momentul resultant la nivelul suprafeței de contact produs de la acțiunea încărcărilor gravitaționale  $Q_k$ , aplicate pe direcția GLD;

$C_\varphi$  - Coeficientul de elasticitate neuniformă (tasare neuniformă) al terenului, la rotire în jurul axei orizontale;

$I_f$  - momentul de inerție al suprafeței de contact în raport cu axa de rotație.

Dacă se ține seama de relația (2) și se introduce notația

$$\eta = \sqrt{1 + x_{n,\varphi} / x_{n,ST}}, \eta \geq 1 \quad (5)$$

Formula (1) se poate exprima sub formă compactă

$$T_1^* \square \eta T_1 \quad (6)$$

Introducându-se astfel influența deformabilității terenului

Cînd  $T_1$  a fost obținută prin altă metodă de calcul cuplajul elastic structură-teren se poate exprima prin coeficientul

$$\eta = \sqrt{1 + T_{1,\varphi}^2 / T_1^2} \quad (7)$$

rezultat în urma transformării relației (5), unde

$$T_{1,\varphi} \square 0,17 \sqrt{x_{n,\varphi}} \quad (8)$$

Expresia (6) pune în evidență, printr-o formulare simplă, majorarea perioadei fundamentale de vibrație datorită caracteristicilor de deformabilitate ale terenului de fundație.

## Concluzie

Majorarea perioadei fundamentale de vibrație datorită caracteristicilor de deformabilitate ale terenului de fundație are o influență decisivă asupra comportării structurilor la acțiunea cutremurelor, în special în cazul cînd configurația spectrelor seismice marchează tendințe de amplificare a răspunsului o dată cu creșterea perioadei.

## Bibliografie

1. Ifrim M.: *Analiza dinamică a structurilor și inginerie seismică*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983;
2. S. Balan, M. Ifrim and C. Pacoste 1966 *International Symposium on the Effects of Repeated Loading of Materials and Structures*, Mexico City, September 1966 (RILEM). Dynamic equivalent of anti-seismic structures considering the deformability of the foundation ground;
3. Iuliu Dimoiu. *Inginerie seismică*. Editura Academiei Române 1999.