

Structuri de Beton Armat și Precomprimat

Proiect - IV CCIA

Elaborat de:

Ș.I.dr.ing. Sorin-Codruț FLORUȚ

Conf.dr.ing. Tamás NAGY-GYÖRGY

2014-2015

Cuprins

- » I. Generalități
- » II. Concepția / alcătuirea preliminară a structurii de rezistență
- » III. Acțiuni
- » IV. Modelarea comportării structurale
- » **V. Cerințe esențiale de verificare a elementelor din proiect**
- » VI. Dimensionarea și alcătuirea grinzilor
- » VII. Dimensionarea și alcătuirea stâlpilor
- » VIII. Dimensionarea și alcătuirea nodului

1. Verificări calitative

Contribuția modurilor proprii

- în calcul se vor considera modurile proprii cu o contribuție semnificativă la răspunsul seismic total
- suma maselor modale efective pentru modurile proprii considerate reprezintă **cel puțin 90%** din masa totală a structurii
- se consideră în calcul toate modurile proprii cu masă modală efectivă mai **mare de 5%** din masa totală.

1. Verificări calitative

Formele modurilor proprii de vibrație

!!! Răspunsul seismic al construcțiilor cu vibrații de torsiune majore este unul nefavorabil, cu sporuri semnificative ale deplasărilor laterale, cu efectele negative aferente asupra stării de degradare a elementelor structurale și nestructurale => Reducerea excentricităților maselor în raport cu centrul rigidității

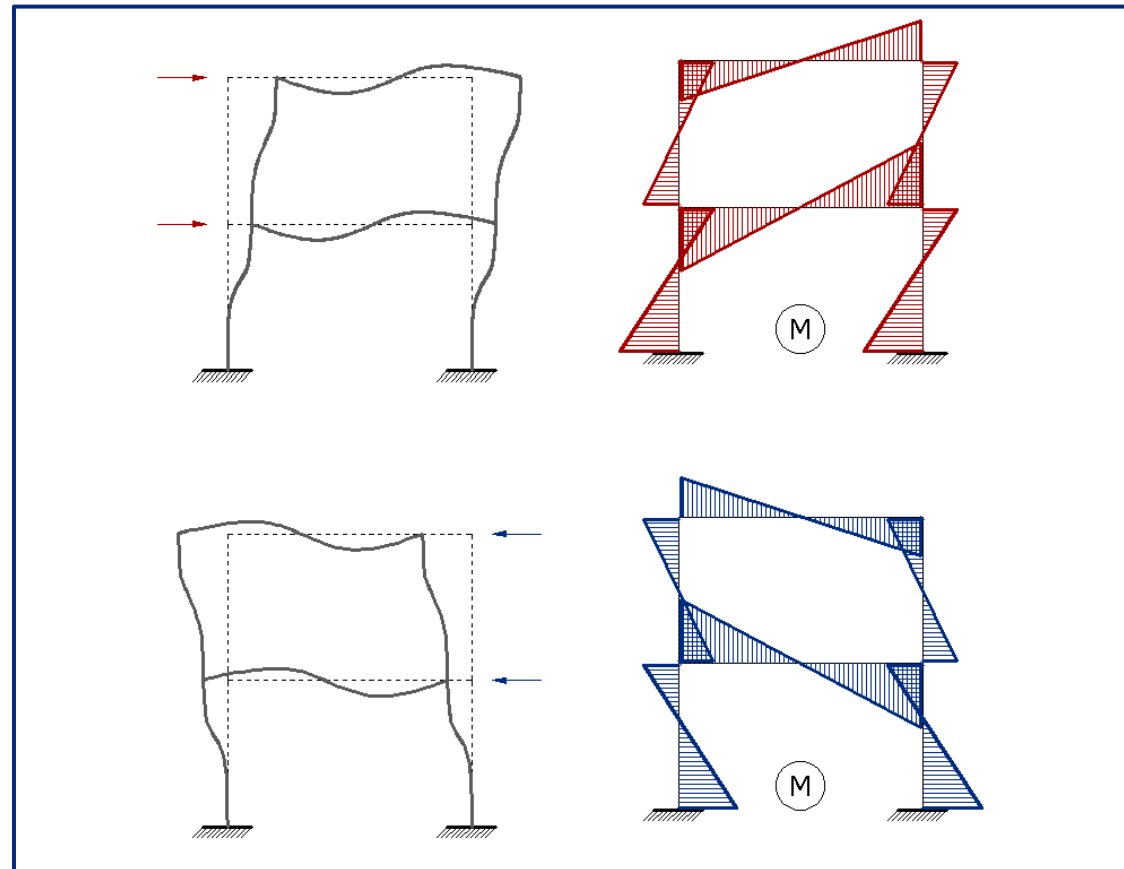
!!! Optimizarea răspunsului seismic din perspectiva rigidității și rezistenței la torsiune este maximă atunci când cuplarea modurilor de torsiune cu cele de translație este practic eliminată sau redusă substanțial ⇔ **structura are o perioadă proprie în modul de vibrație de torsiune semnificativ mai mică decât perioada proprie în modurile de translație**

!!! **Optim: Mod 1 - Translație; Mod 2 - Translație; Mod 3 - Torsiune generală**

!!! $T < > T_c$

1. Verificări calitative

Rigiditatea grinzilor este suficientă pentru ca deformația stâlpilor să aibă puncte de inflexiune la toate nivelurile, sau la marea majoritate a nivelurilor



2. Verificarea deplasărilor laterale (P100-1/2013 - Cap.4 și Anexa E)

SLU

Verificarea structurii la **SLU** trebuie să aibă în vedere și limitarea deplasărilor laterale pentru:

- limitarea degradărilor structurale, în vederea asigurării unei marje de siguranță suficientă față de deplasarea laterală care produce prăbușirea
- evitarea prăbușirii unor elemente nestructurale care ar putea pune în pericol viețile oamenilor
- limitarea efectelor de ordinul 2, care dacă sunt excesive pot duce la pierderea stabilității structurilor
- pentru evitarea sau limitarea efectelor coliziunii între clădirile vecine, în situațiile în care dimensiunile rosturilor seismice nu pot fi oricât de mari.

2. Verificarea deplasărilor laterale (P100-1/2013 - Cap.4 și Anexa E)

SLU

Verificările deplasărilor laterale menționate în slide-ul precedent nu sunt necesare pentru construcțiile amplasate în zonele seismice, caracterizate de valori $a_g \leq 0,10g$

În cazul clădirilor cu pereți structurali, cu rigiditate laterală consistentă (orientativ cu perioada oscilațiilor proprii $T \leq 0,8$ sec.) se consideră că deplasările laterale sunt suficient de mici pentru a satisface condițiile date în slide-ul precedent.

2. Verificarea deplasărilor laterale (P100-1/2013 - Anexa E)

SLS

(1) Verificarea la starea limită de serviciu are drept scop menținerea funcțiunii principale a clădirii în urma unor cutremure ce pot apărea de mai multe ori în viața construcției, prin limitarea degradării elementelor nestructurale și a componentelor instalațiilor construcției. Prin satisfacerea acestei condiții se limitează implicit și costurile și durata reparațiilor necesare pentru aducerea construcției în situația premergătoare seismului.

(2) Verificarea la deplasare se face pe baza expresiei:

$$d_r^{SLS} = v q d_{re} \leq d_{r,a}^{SLS} \quad (E.1)$$

d_r^{SLS} deplasarea relativă de nivel sub acțiunea seismică asociată SLS

d_{re} deplasarea relativă de nivel, determinată prin calcul static elastic sub încărcări seismice de proiectare (vezi capitolul 4). Se ia în considerare numai componenta deformației care produce degradarea pereților înrâmați, extrăgând partea datorată deformației axiale a elementelor verticale în cazul în care aceasta are o contribuție semnificativă la valoarea deformației totale. Pentru elementele structurale de beton armat, rigiditatea la încovoiere utilizată pentru calculul valorii d_{re} se va determina conform tabelului E.1. Pentru structuri realizate din alte materiale, prevederi referitoare la valorile de proiectare ale rigidității elementelor structurale sunt date în capitolele relevante ale Codului.

2. Verificarea deplasărilor laterale (P100-1/2013 - Anexa E)

- SLS** ν factorul de reducere care ține seama de intervalul de recurență mai redus al acțiunii seismice asociat verificărilor pentru SLS.
Valoarea factorului este: $\nu = 0,5$.
- q factorul de comportare specific tipului de structură (vezi capitolele 5..9) utilizat la determinarea fortei seismice de proiectare
- $d_{r,a}^{SLS}$ valoarea admisă a deplasării relative de nivel. În lipsa unor valori specifice componentelor nestructurale utilizate, determinate experimental, se recomandă utilizarea valorilor date în tabelul E.2.

2. Verificarea deplasărilor laterale (P100-1/2013 - Anexa E)**SLU**

(1) Verificarea deformațiilor laterale la starea limită ultimă are drept scop evitarea pierderilor de vieți omenești la atacul unui cutremur major prin prevenirea prăbușirii elementelor nestructurale. Aceasta verificare este necesară în cazul construcțiilor de beton, cu excepția celor cu sistem structural tip pereți sau sistem structural dual cu pereți preponderenți, în cazul construcțiilor de oțel sau al construcțiilor compozite.

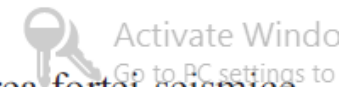
(2) Verificarea la deplasare se face pe baza expresiei:

$$d_r^{ULS} = c q d_{re} \leq d_{r,a}^{ULS} \quad (E.2)$$

d_r^{ULS} deplasarea relativă de nivel sub acțiunea seismică asociată ULS

2. Verificarea deplasărilor laterale (P100-1/2013 - Anexa E)

SLU	q	factorul de comportare specific tipului de structură (vezi capitolele 5..9)
	d_{re}	definit in cadrul paragrafului E.1. În lipsa datelor care să permită o evaluare mai precisă, rigiditatea la încovoiere a elementelor structurale de beton armat, utilizată pentru calculul valorii d_{re} , se consideră egală cu jumătate din valoarea corespunzătoare secțiunilor nefisurate, adică $0,5E_cI_g$, cu excepția elementelor structurilor cu pereți, pentru care rigiditățile de proiectare se vor lua conform CR 2-1-1.1, par.6.6. Pentru structuri realizate din alte materiale, prevederi referitoare la valorile de proiectare ale rigidității elementelor structurale sunt date în capitolele relevante ale Codului.
	$d_{r,a}^{ULS}$	valoare admisibilă a deplasării relative de nivel. În lipsa unor valori specifice componentelor nestructurale și modului de prindere pe structură utilizat, determinate experimental, se recomandă utilizarea valorii de $0,025h$ (unde h este înălțimea de nivel)
	c	factorul de amplificare a deplasărilor
		$1 < c = 3 - 2.3 \cdot \frac{T_1}{T_c} < \frac{\sqrt{T_c \cdot q}}{1.7} \quad (E.3)$
	T_1	este perioada proprie fundamentală de vibrație a clădirii
	T_c	este perioada de control a spectrului de răspuns
	q	este factorul de comportare al structurii utilizat la determinarea forței seismice de proiectare



2. Verificarea deplasărilor laterale (P100-1/2013 - Anexa E)

SLS

Tabelul E.1 Valori de proiectare ale modulelor de rigiditate pentru structuri de beton

Tipul de structură	Natura legăturilor între componentele nestructurale și structura din beton armat	
	Componentele nestructurale contribuie la rigiditatea de ansamblu a structurii	Componentele nestructurale nu interacționează cu structura
Structuri de beton armat		
Structuri tip cadre	$E_c I_g$	$0,5 E_c I_g$
Structuri cu pereți	$0,5 E_c I_g$	
E_c - Modulul de elasticitate al betonului		
I_g - Momentul de inerție al secțiunii brute (nefisurate) de beton		

!!! Se impune în cadrul prezentului proiect

Tabelul E.2 Valori admisibile ale deplasării relative de nivel

Tipul de componente nestructurale	Componente nestructurale din materiale fragile, atașate structurii	Componente nestructurale din materiale cu capacitate mare de deformare, atașate structurii	Componente nestructurale care, prin natura prinderilor, nu interacționează cu structura sau fără componente nestructurale
Valoarea admisă a deplasării de nivel	$0,005 h$	$0,0075 h$	$0,01 h$
h – înălțimea de nivel			

!!! Se impune în cadrul prezentului proiect

3. Verificarea condițiilor de ductilitate locală

Condiția de ductilitate locală se exprimă, în mod aproximativ, prin condiții de alcătuire a secțiunilor în funcție de valorile eforturilor secționale.

stâlpi: $v_d < v_{adm}$

!!! +prevederi suplimentare P100-1/2013

4. Verificarea condițiilor de rezistență / Proiectarea elementelor structurale (Stâlpi, grinzi)

Pentru toate elementele structurale și nestructurale se va respecta relația:

$$E_d \leq R_d$$

E_d - este valoarea de proiectare a efectului acțiunii (efortului secțional), în combinația care conține acțiunea seismică, ținând seama și de efectele de ordinul 2, atunci când acestea sunt semnificative

R_d - valoarea corespunzătoare efortului capabil, calculată pe baza regulilor specifice diferitelor materiale (în funcție de valorile caracteristice ale rezistențelor și factorilor parțiali de siguranță)

4. Verificarea condițiilor de rezistență / Proiectarea elementelor structurale (Stâlpi, grinzi)

Efectele de ordinul doi pot fi considerate nesemnificative dacă la toate nivelurile este îndeplinită condiția:

$$\theta = \frac{P_{tot} d_r}{V_{tot} h} \leq 0,10$$

- θ coeficientul de sensibilitate al deplasării relative de nivel
- P_{tot} încărcarea verticală totală la nivelul considerat, în ipoteza de calcul seismic
- d_r deplasarea relativă de nivel, determinată ca diferența deplasărilor laterale medii la partea superioară și cea inferioară nivelului considerat, calculată conform (4.5.4)
- V_{tot} forța tăietoare totală de etaj
- h înălțimea etajului
- (3) Dacă $0,1 < \theta \leq 0,2$, efectele de ordinul 2 pot fi luate în considerare în mod aproximativ, multiplicând valorile de calcul ale eforturilor cu factorul $1/1-\theta$.
- (4) Dacă $0,2 < \theta < 0,3$ determinarea valorilor eforturilor secționale se face pe baza unui calcul structural cu considerarea echilibrului pe poziția deformată a structurii (printr-un calcul de ordinul 2 consecvent)
- (5) Nu se admit valori $\theta \geq 0,3$

!!! Se recomandă în cadrul prezentului proiect (în limitele respectării tuturor celorlalte prevederi)

5. Condiții preliminare privind proiectarea elementelor seismice principale

	Clasa de ductilitate înaltă (H)	Clasa de ductilitate medie (M)
A. Condiții referitoare la materiale		
Se vor utiliza betoane cel puțin de clasa	C20/25	C16/20
Elementele structurale se armează numai cu bare din oel profilat		
In zonele critice ale elementelor principale se vor utiliza oțeluri cu alungiri specifice corespunzătoare efortului maxim de cel puțin	7,5% Oțelurile din clasa C	5,0% Oțelurile din clasa B
In afara zonelor critice	Oțel din clasa B	Oțel din clasa B

5. Condiții preliminare privind proiectarea elementelor seismice principale

	Clasa de ductilitate înaltă (H)	Clasa de ductilitate medie (M)
B. Condiții geometrice		
Grinzi		
Lățimea grinzilor va fi cel puțin	200 mm	
Raportul între h_w / b_w	≤ 4	
Excentricitatea axului grinzii, în raport cu axul stâlpului la noduri, va fi cel mult 1/3 din lățimea b_c a stâlpului, normală la axa grinzii.	-	
Stâlpi		
Dimensiunea minimă a secțiunii va fi	≥ 300 mm	

6. Mecanismul structural de disipare de energie

Proiectarea seismică are ca obiectiv dezvoltarea unui mecanism de plastificare favorabil. În acest scop, se impun condiții de ductilitate globală ce permit dirijarea apariției articulațiilor plastice.

a) La cadrele etajate, deformațiile plastice trebuie să apară mai întâi în secțiunile de la extremitățile riglelor și ulterior și în secțiunile de la baza stâlpilor. În vederea impunerii acestui mecanism de disipare de energie, la fiecare nod grindă-stâlp al structurilor tip cadru va fi îndeplinită următoarea condiție:

$$\Sigma M_{RC} \geq \gamma_{Rd} \Sigma M_{Rb}$$

în care:

ΣM_{RC} - suma momentelor capabile de proiectare ale stâlpilor; se consideră valorile minime, corespunzătoare variației posibile a forțelor axiale în combinația seismică de proiectare (Modal)

ΣM_{Rb} - suma momentelor capabile de proiectare ale grinzilor care intră în nod

γ_{Rd} - factorul de suprarezistență datorat efectului de consolidare al oțelului:

= 1,3 - pentru structuri încadrate în clasa de ductilitate înaltă (DCH)

= 1,2 - pentru structuri încadrate în clasa de ductilitate medie (DCM).