

ANALIZA DEFORMABILITĂȚII STRUCTURILOR DE REZISTENȚĂ

Mihaela GALAJU

Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat: La aprecierea comportării clădirilor, de regulă, se evidențiază starea de tensiune, iar stării de deformare i se atribuie un rol de verificare. Se menționează că în zonele afectate de seisme deformabilitatea necontrolată a structurii de rezistență poate conduce la consecințe grave. Pentru astfel de clădiri, se consideră mai importante caracteristicile răspunsului dinamic. La evaluarea preliminară a deformabilității tradițional se aplică modelul plan, cunoscându-se că eforturile rezultate depășesc cu 30-40% cele rezultate din calculul spațial. Problema se complică în cazul structurilor neregulate. În lucrare se prezintă o analiză calitativă a deformabilității unei structuri pe baza modelului spațial și plan. Evaluarea a fost realizată prin metoda elementelor finite utilizând pachetul de programe aplicative StructureCAD.

Cuvinte-cheie: metoda elementelor finite, deplasări laterale, schemă de calcul, mase gravitaționale.

Introducere

La momentul actual există studii practice care confirmă oportunitatea utilizării modelelor plane la evaluarea preliminară a structurilor de rezistență [1, 2]. Enunțul dat este valabil în cazul structurilor regulate în plan și în elevație. Însă pentru structuri neregulate nu se recomandă folosirea acestei concepții, principalul impediment fiind apariția efectului de torsiune, situația dată evidențiindu-se mai ales în cazul clădirilor amplasate în zone seismice, unde replica seismică generează forțe laterale însemnate, iar centrul de rigiditate a clădirii nu coincide cu centrul de greutate [3].

Practica de proiectare demonstrează că valorile eforturilor și deplasărilor se majorează cu 30-40% pentru calculul plan comparativ cu cel spațial (în cazul structurilor regulate). De regulă această diferență constituie o asigurare suplimentară a proiectanților. În cazul structurilor neregulate se presupune că diferența va fi mult mai mare. În continuare se propune analiza variației deformabilității unei structuri de rezistență ale unui obiect real realizată pe trei scheme de calcul.

1. Studiu de caz

Studiul de caz reprezintă o clădire cu regim în elevație 2S+P+11E, de forma unui poligon neregulat în plan cu structura de rezistență realizată din beton armat monolit. Structura de rezistență un schelet, alcătuit din stâlpi, rigle și diafragme de rigidizare. Studiul constă în analiza prin metoda elementelor finite a modelului spațial și a unui cadru plan caracteristic (marginal, având orientare arbitrară în planul XOY). Având în vedere că deformabilitatea laterală este condiționată de prezența forțelor seismice, structura plană s-a studiat pe două faze: în primul caz distribuția maselor gravitaționale a fost realizată de pachetul de programe SCAD prin transformarea încărcărilor statice și al doilea – distribuție controlată, efectuată conform modelului consolei verticale. Încărcările sunt reale, calculate în conformitate cu normele în vigoare, aplicarea lor s-a realizat ținându-se seama de configurația geometrică. Schemele de calcul sunt prezentate în fig. 1.



Figura 1. Scheme de calcul

În rezultatul calculului static au fost obținute deplasările nodurilor caracteristice pentru toate trei scheme, valorile cărora sunt prezentate în Tabelul 1.

Tabelul 1. Valorile deplasărilor liniare ale nodurilor caracteristice.

Cota nodului	Deplasări orizontale pe direcția axei X , mm		
	u_1	u_2	u_3
-6,60	5,48	0,03	0,04
-3,00	3,03	0,10	0,13
$\pm 0,00$	1,51	1,57	2,01
+3,00	7,85	3,79	4,85
+6,00	10,21	6,13	7,84
+9,00	12,98	9,10	11,69
+12,00	15,75	11,88	15,33
+15,00	18,53	14,42	18,70
+18,00	21,27	16,71	21,76
+21,00	23,93	18,73	24,48
+24,00	26,46	20,47	26,84
+27,00	28,86	21,87	28,78
+30,00	31,13	22,88	30,24
+33,00	33,11	23,48	31,19

Analizând valorile din Tabelul 1 se poate observa că deplasările nodurilor mai jos de cota $\pm 0,00$ pentru schemele plane sunt mult mai mici în comparație cu modelul spațial, efect datorat tipurilor de elemente finite utilizate (plane și spațiale). Totodată, valorile deplasărilor schemei spațiale și schemei plane cu distribuția maselor gravitaționale efectuată conform modelului consolei verticale sunt destul apropiate.

În scopul interpretării rezultatelor obținute s-a realizat transformarea deplasărilor absolute în relative, iar elemente de referință au fost alese deplasările nodurilor caracteristice ale modelului spațial. Valorile deplasărilor relative sunt prezentate în Tabelul 2, unde $\Delta_1 = [(u_1 - u_2)/u_1] \cdot 100\%$ și $\Delta_2 = [(u_1 - u_3)/u_1] \cdot 100\%$. Pentru o mai bună percepere, valorile Δ_1 și Δ_2 au fost reprezentate grafic în figura 2.

Tabelul 2

Cota nodului	Δ_1 , %	Δ_2 , %
-6,60	99,51	99,36
-3,00	96,63	95,61
$\pm 0,00$	3,99	33,04
+3,00	51,74	38,29
+6,00	39,99	23,19
+9,00	29,84	9,89
+12,00	24,58	2,65
+15,00	22,22	0,88
+18,00	21,47	2,28
+21,00	21,71	2,34
+24,00	22,65	1,44
+27,00	24,23	0,30
+30,00	26,50	2,86
+33,00	29,08	5,79

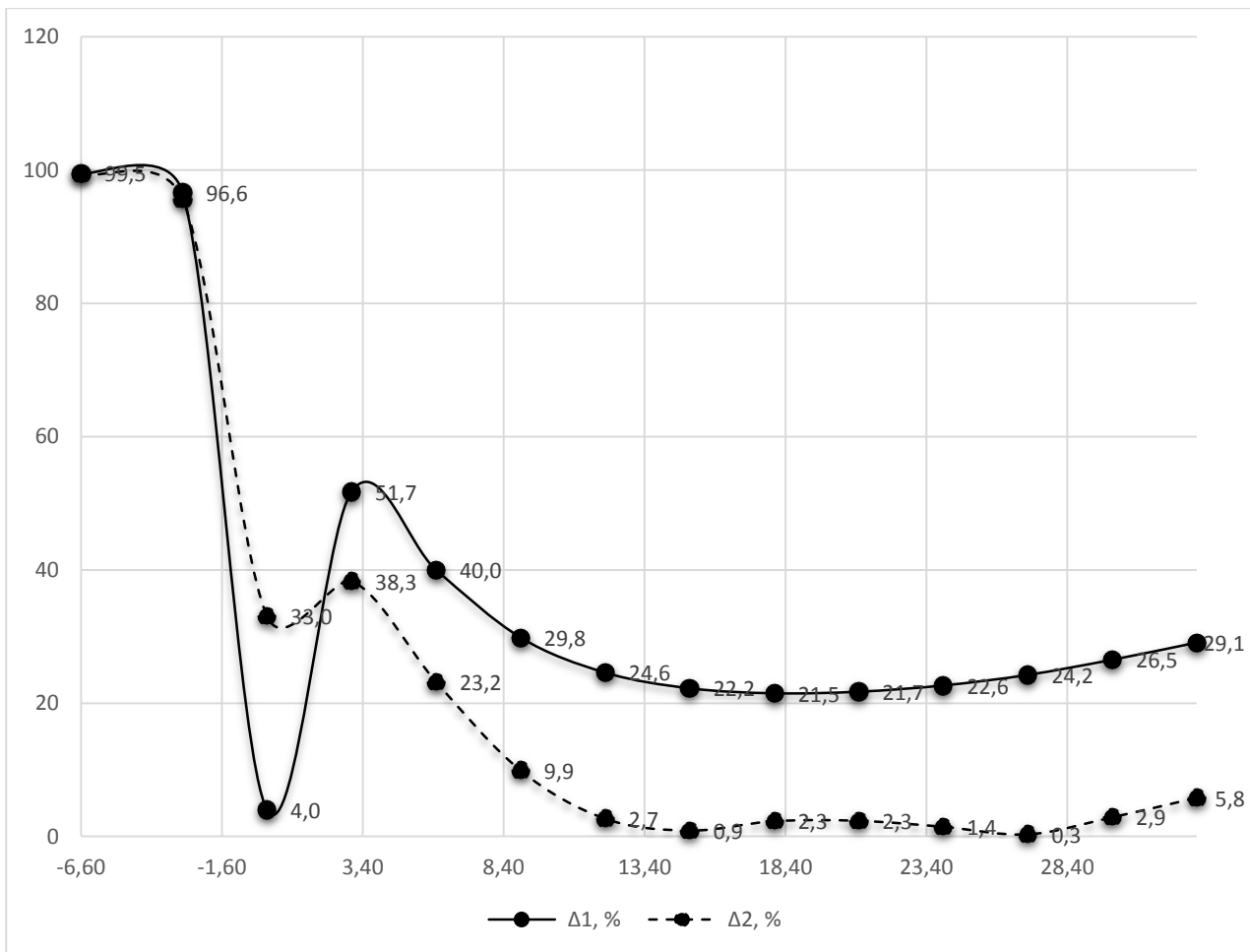


Figura 2

Schemele plane cu distribuția maselor gravitaționale realizată de pachetul de programe SCAD și cu distribuția controlată a maselor gravitaționale au fost analizate mai profund, luându-se ca elemente de referință schema 2, i-au fost comparate valorile deplasărilor cu schema 3. Rezultatul obținut a fost reprezentat în tabelul 3 prin Δ_3 . Grafic aceste valori au fost date în figura 3.

Tabelul 3

Cota nodului	Δ_3 , %
-6,60	29,63
-3,00	30,39
±0,00	27,93
+3,00	27,86
+6,00	28,01
+9,00	28,44
+12,00	29,07
+15,00	29,70
+18,00	30,24
+21,00	30,71
+24,00	31,14
+27,00	31,59
+30,00	32,17
+33,00	32,84

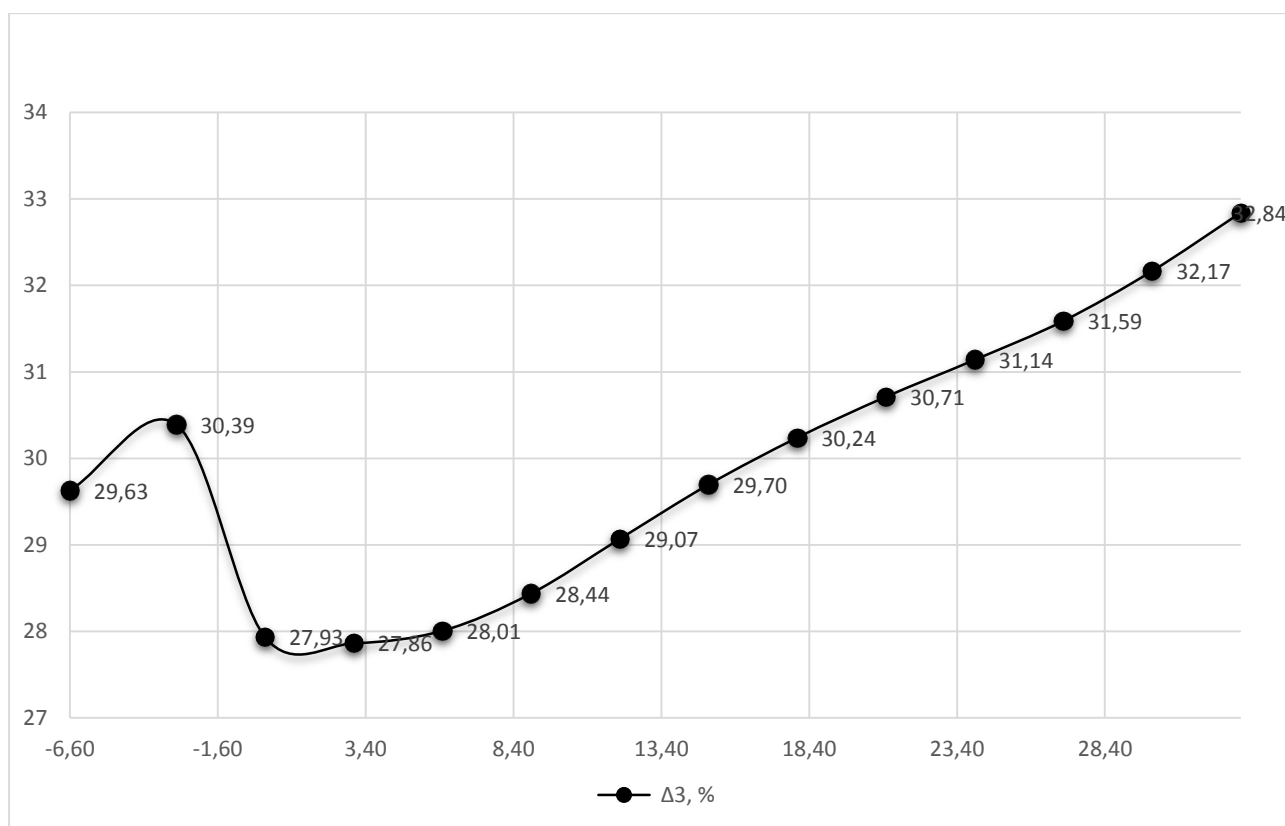


Figura 3

Concluzii

1. În rezultatul studiului s-a observat că valorile deplasărilor orizontale în cazul folosirii schemei plane depășesc cu până la 100% valorile deplasărilor după schema spațială pentru structurile neregulate în plan.
2. Compararea modelului plan în două situații – distribuția maselor automată și distribuția controlată arată o diferență de până la 35%.
3. Se evidențiază zone cu caracter contradictoriu de comportare, concentrate la trecerea dintr-un sistem rigid într-un sistem flexibil.
4. Din punct de vedere al asigurării unei rigidități sporite, calculul plan este mult mai acoperitor în comparație cu calculul spațial.
5. Distribuția controlată a maselor gravitaționale confirmă ipotezele mecanicii structurilor privind calculul dinamic al construcțiilor. Reprezintă un interes aparte aplicarea modelului dat în cazul calculului spațial.

Bibliografie

1. *Rasčėtne modeli sooruženij i vozmožnost' ih analiza* – A.V.Perel'muter, V.I. Slivker. Izdatel'stvo ASV (DMK Press) – Moskva 2011.
2. *Rasčėt i proektirovanie konstrukcij vysotnyh zdaniy iz monolitnogo železobetona: problemy, opyt, vozmožnye rešenija i rekomendacii, komp'uternye modeli, informacionnue tehnologii* – A.S.Gorodeckij, L.G.Batrak et al. Izdatel'stvo Fakt – Kiev 2004.
3. *Komp'uternye modeli konstrukcij* – A.S.Gorodeckij, I.D.Evzerov. Izdatel'stvo Fakt – Kiev 2005.