



A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2012

ANALIZA FEM A SISTEMELOR DE IZOLARE SEISMICĂ CU SUPRAFAȚA DE ALUNECARE GENERATĂ DE FUNCȚII POLINOMIALE

Claudiu IAVORNIC, Gilbert-Rainer GILLICH, Andrea Amalia MINDA,
Ștefania Camelia JURCĂU, Nicoleta GILLICH

FEM ANALYSIS OF EARTHQUAKE ISOLATION SYSTEMS WITH SLIDING SURFACE GENERATED BY POLYNOMIAL FUNCTIONS

Earthquake isolation systems are devices located at the base of overhead structures (civil works), which have the goal to take off the oscillating period of this compared with ground, during an earthquake and decrease the transmitted energy using frictional dissipation. The results of the study presented of this paper relieve the possibility of using sliding surfaces generated by polynomial functions by using an intermediate neoprene element between the sliding surface and the slider.

Cuvinte cheie: izolator seismic, pendul cu fricțiune, neopren, funcție polinomială, analiză FEM

Keywords: seismic isolation, friction pendulum, neoprene, polynomial function, FEM analysis

1. Introducere

Izolatorii seismici sunt dispozitive amplasate la baza structurilor supraterane (construcțiilor civile) care au rolul de a reduce perioada de oscilație a acestora în raport cu solul în timpul producerii seismelor și de diminuare a energiei transmise bazându-se pe disiparea prin frecare.

2. Argumentarea necesității introducerii elementului elastic de tip elastomer

Variantele clasice de izolatori seismici au componentele realizate din oțel, acest fapt conferindu-le rezistență în timp, însă în momentul producerii unui eveniment seismic valoarea tensiunilor normale în lungul direcției verticale poate avea valori însemnate, conducând la scoaterea relativ rapidă din serviciu a întregului ansamblu.

Pentru a preîntâmpina astfel de evenimente este necesară intercalarea unui strat elastomeric poziționat pe talpa pivotului ce intră în componența articulației glisante conform figurii 1.

Avantajul folosirii elementului elastic de tip elastomer rezultă din faptul că acesta asigură o rezistență crescută pe toată durata normată de exploatare a sistemului de izolație seismică.

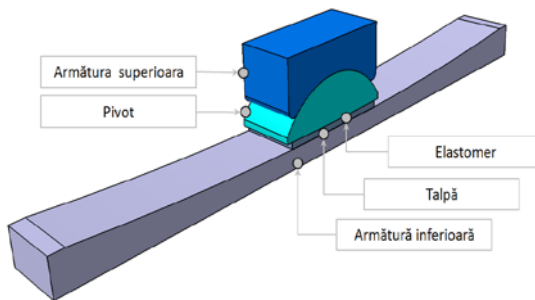


Fig. 1 Intercalarea unui strat elastomeric poziționat pe talpa pivotului ce intră în componența articulației glisante

În figura 2 sunt prezentate 4 (patru) variante având suprafața de alunecare generată de o funcție polinomială de ordin superior, cu formă apropiată de un arc semi-eliptic (și o variantă având suprafața de alunecare cilindrică). Profilul suprafeței generat de o funcție polinomială reușește să devanseze o serie de limitări existente și anume oferă posibilitatea reglajului fin al cantității energiei disipate oferind practic un reglaj parametric al geometriei profilului.

3. Descrierea sistemului și a modului său de funcționare

Plecând de la modelul real au fost transpuse pe un model virtual încărcările, contactele și suporturile existente pe modelul fizic.

Pentru intervalul de timp de 1 s a fost aplicată o încărcare verticală (simulând masa suprastructurii), iar până la sfârșitul intervalului de timp de 2 s a fost impusă o deplasare cu o cursă prestabilită (simulând oscilația orizontală în timpul producerii unui seism).

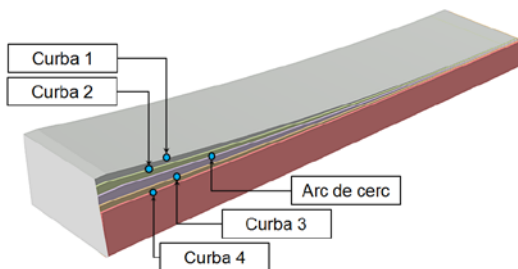


Fig. 2 Variante având suprafața de alunecare generată de o funcție polinomială de ordin superior, cu formă apropiată de un arc semi-eliptic (și o variantă având suprafața de alunecare cilindrică)

Ulterior utilizând un program avansat de analiză cu elemente finite cu capacități de analiză dinamică non-lineară au fost determinate o serie de rezultate tip: tensiuni normale, deplasări, reacțiuni, presiuni de contact etc. pentru cele 5 (cinci) cazuri luate în calcul. În cadrul analizei cu elemente finite, pentru reducerea duratei necesare soluționării cazului s-a considerat ansamblul redus la jumătate în lungul planului de simetrie xOz.

Un pas important în definirea cazului îl reprezintă discretizarea. Procesul de discretizare împarte modelul geometric realizat în diverse programe CAD într-un număr oarecare de fragmente volumetrice sau elemente, ce formează modelul matematic al structurii ce urmează a fi supusă analizei (figura 3).

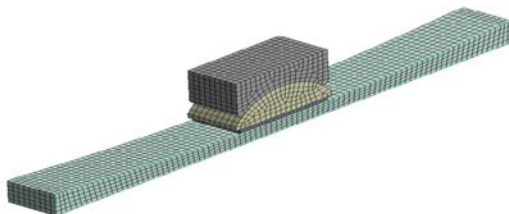


Fig. 3 Modelul matematic al structurii ce urmează a fi supusă analizei

În cadrul ansamblului analizat au fost definite 3 tipuri de contacte aplicate selectiv între componentele sistemului de izolare seismică, și anume:

- contact de tip fără frecare, între armătura superioară și pivot;
- contact de tip cu frecare ($\mu = 0,15$), între armătura inferioară și talpă;
- contact de tip solidar, între elementul elastic și pivot, respectiv talpă.

Deoarece componenta sistemului ce reprezintă elementul de noutate este elastomerul ne-am concentrat întreaga atenție asupra sa.

De aceea am considerat necesar a construi prin centrul său o serie de "căi" transversale în lungul cărora să urmărim evoluția tensiunilor normale pe direcția verticală.

Astfel s-a ales un număr de 11 "căi" dispuse conform figurii 4 de unde s-au prelevat în urma soluționării rezultatele obținute.

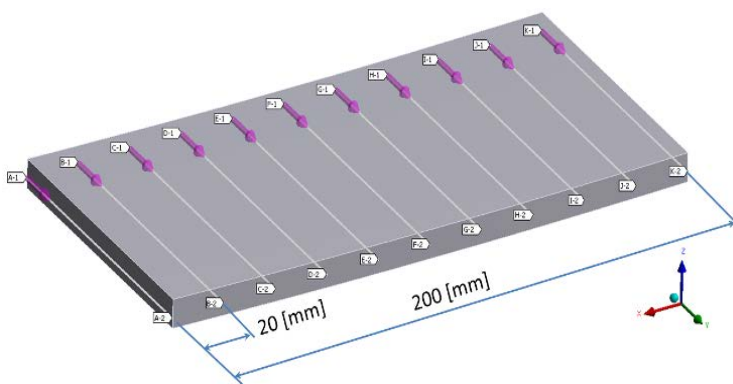


Fig. 4 Dispunerea a 11 "căi" de prelevare în urma soluționării a rezultatele obținute

4. Rezultate și concluzii

■ În urma efectuării analizei cu elemente finite au fost determinate tensiunile normale în lungul axei Oz (verticale) pe baza cărora au fost contruite o serie de grafice, conform figurilor următoare:

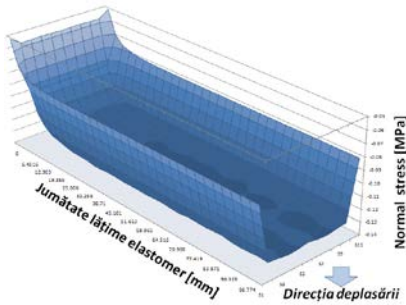


Fig. 5 Profil arc de cerc - 1s

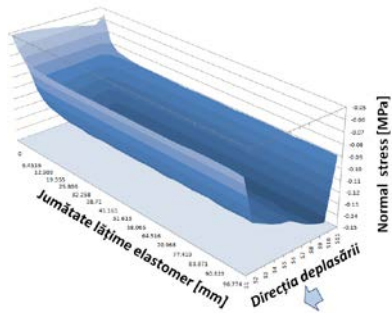


Fig. 6 Profil arc de cerc – 2 s

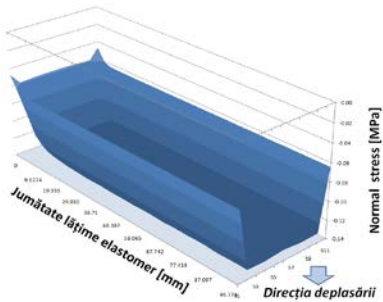


Fig. 7 Curba 1 – 1 s

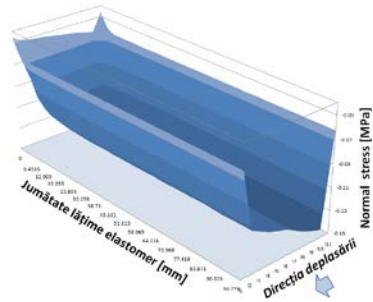


Fig. 8 Curba 1 – 2 s

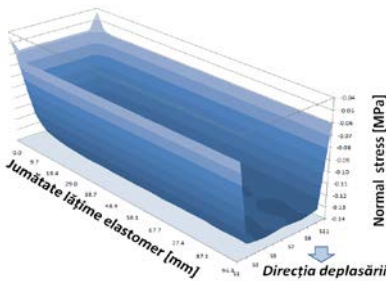


Fig. 9 Curba 2 – 1 s

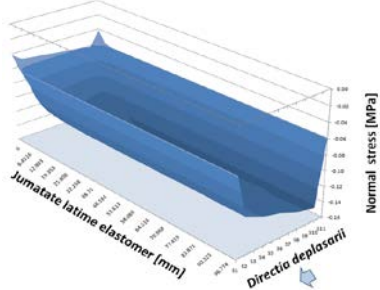


Fig.10 Curba 2 –2 s

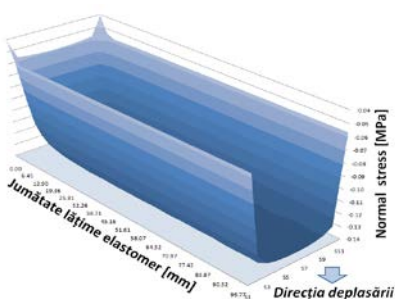


Fig.11 Curba 3 – 1 s

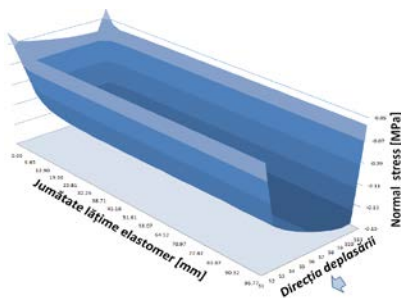


Fig.12 Curba 3 – 2 s

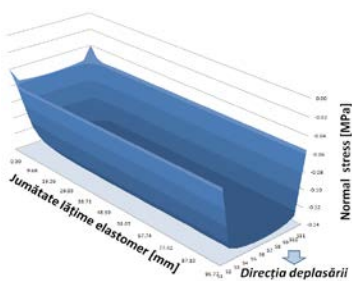


Fig.13 Curba 4 – 1 s

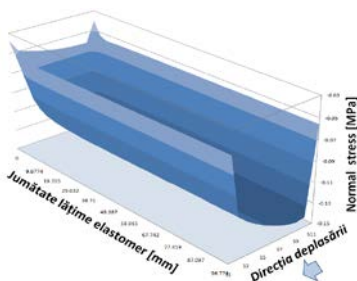


Fig.14 Curba 4 – 2 s

■ Din graficele prezentate în figurile 5-14 se poate observa distribuția tensiunilor normale și pot fi trase o serie de concluzii referitoare la influența elastomerului asupra componentelor învecinate.

■ Astfel după o secundă de la aplicarea sarcinii verticale (greutății structurii) observăm că tensiunile scad în zona frontierelor libere ale elastomerului (figurile 5, 7, 9, 11, 13), de unde alura în forma literei "U" a variației tensiunilor.

■ Acest lucru determină ca pata de contact ce se formează prin apăsarea dintre talpă și armătura inferioară să aibă alura din figura 14.

■ La finalul deplasării ansamblului glisant cu o cursă orizontală de 400 mm și sub acțiunea greutății structurii, distribuția tensiunilor se prezintă conform figurilor 6, 8, 10, 12, 14.

■ Această variație se datorează în principal încărcării mai pronunțate a părții din spate a elastomerului datorită direcției de deplasare pe curbă, în rampă, caz ce conduce și la o ușoară creștere a valorii maxime a tensiunilor normale.

■ Pata de contact pentru acest caz este evidențiată în figura 15.

■ Urmărind evoluția petei de contact, se constată o dublare a valorii acesteia după sfârșitul intervalului de timp de 2 [s].

■ Acest comportament se propagă identic la toate cele 5 (cinci) cazuri analizate și confirmă evoluția tensiunilor normale din volumul elastomerului.

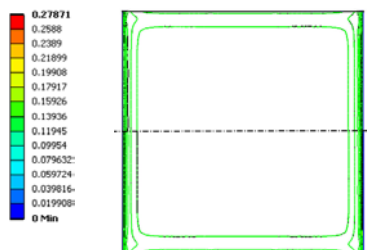


Fig. 15 Evidențiere presiune de contact 1 s, U.M. [MPa]

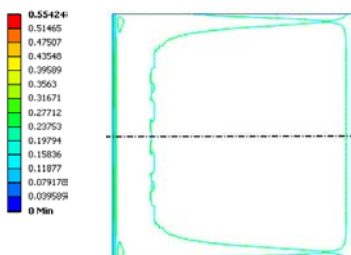


Fig. 15 Evidențiere presiune de contact 2 s, U.M. [MPa]

BIBLIOGRAFIE

- [1] Touaillon, J., *Improvement in Buildings*. United States Patent Office, Letters Patent No. 99,973, February 15, 1870.
- [2] Hyakuda, T., Saito, K., Matsushita, T., Tanaka, N., Yoneki, S., Yasuda, M., Miyazaki, M., Suzuki, A., Sawada, T., *The structural design and earthquake observation of a seismic isolation building using Friction Pendulum system*.
- [3] Tsai, C.S., Chiang, T.C., Chen, B.J., *Shaking table tests of a full scale steel structure isolated with MFPS*. Proceedings.
- [4] Constantinou, M.C., *Friction Pendulum double concave bearing*. NEES Report, available at: <http://nees.buffalo.edu/docs/dec304/FP-DC%20Report-DEMO.pdf>, 2004.

[5] Yang, Y.B., Lee, T.Y., and Tsai, I.C., *Response of multi-degree-of-freedom structure with sliding supports*, Earthquake Engrg. Struct. Dyn. 19, 739Ð752, 1990.

[6] Roussis, P., Constantinou, M.C., Uplift-restraining friction pendulum seismic isolation system. Earthq. Eng. Struct. Dyn., 2006, 35:577–593.

Drd.Ing. Claudiu IAVORNIC,

Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița

e-mail: ciavornic@gmail.com

Prof.univ.Dr.Ing.ec. Gilbert-Rainer GILLICH

prorector învățământ, Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița

președintele Sucursalei Caraș-Severin a AGIR

e-mail: gr.gillich@uem.ro

Dr. Andrea Amalia MINDA,

Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița

e-mail: a.minda@uem.ro

Drd.Ing. Ștefania Camelia JURCĂU,

Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița

e-mail: stefania_cj@yahoo.com

Prof.Dr.Ing. Nicoleta GILLICH

Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița, membru AGIR

e-mail: n.gillich@uem.ro