



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

SISTEME INOVATIVE DE IZOLARE SEISMICĂ BAZATE PE DISIPAREA ENERGIEI PRIN FRECARE. ANALIZA STATICĂ

Claudiu IAVORNIC, Gilbert Rainer GILLICH, Andrea Amalia MINDA,
Petru Florin MINDA, Ștefania Camelia JURCĂU

INNOVATIVE SYSTEMS FOR SEISMIC ISOLATION BASED ON FRICTIONAL ENERGY DISSIPATION. STATIC ANALYSIS

Friction pendulums are used to reduce forces transmitted from the ground to buildings, in order to diminish or avoid earthquakes loss, by permitting relative displacements between the isolated structure and earth during seismic actions. The result consists in reduced accelerations and consequently reduced inertia forces. In this paper we present a new approach regarding implementation of a friction pendulum having the sliding surface profile based on a polynomial function of superior order. The new device implies the use of an elastic element between the slider and the sliding surface. Static and dynamic analyses performed using the finite element method confirmed that the use of an elastomeric element is suitable for this purpose.

Cuvinte cheie: pendul cu fricțiune, suprafața de alunecare, funcții polinomiale, element elastomeric

Keywords: friction pendulum, sliding surface, polynomial functions, elastomeric element

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. Din punct de vedere constructiv izolatorii seismici se împart în două categorii: activi și pasivi. Cei activi sunt eficienți, însă costisitori din punct de vedere financiar. În practică în majoritatea cazurilor se adoptă izolatorii seismici pasivi. Avantajele lor sunt: robustețea în utilizarea pe termen lung, costurile scăzute de fabricație, montaj și mentenanță.

Din aceste considerente în prezent tendința în acest domeniu este reprezentată de utilizarea pe scară largă a pendulului cu fricțiune. Acesta reprezintă un sistem de control pasiv al oscilațiilor structurilor bazat pe alunecarea unui ansamblu glisant pe o suprafață de revoluție având profilul generatoarei un arc de cerc (figura 1) ori un profil de curbă generat pe baza unor funcții polinomiale așa cum vor fi prezentate în continuare. Avantajul primordial dat de utilizarea sa este reprezentat de posibilitatea facilă de revenire în poziția de echilibru (inițială) sub greutatea structurii.

Pendulul cu fricțiune la rândul său poate fi clasificat din punct de vedere al numărului de suprafețe de alunecare (armături glisante) astfel: mono-armătură sau multi-armături. În prezent există astfel de dispozitive cu până la patru armături glisante suprapuse, fapt ce conduce la demultiplicarea corespunzătoare a oscilațiilor transmise structurii. De asemenea sistemul este robust, existând posibilitatea susținerii unor sarcini însemnate. Acest lucru este demonstrat și virtual prin simulări numerice efectuate în cadrul lucrării de față.

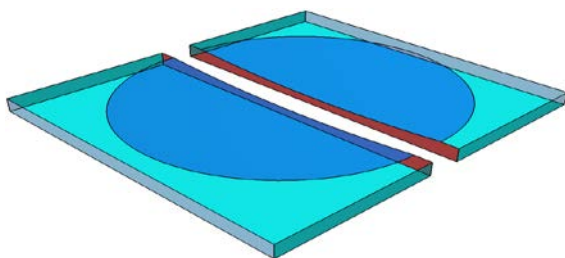


Fig. 1

Reprezentare tridimensională secționată a suprafeței de alunecare

2. Variante constructive inovative

Baza de glisare a pendulului cu fricțiune mono-armătură clasic are profilul generatoarei un arc de cerc, acest aspect conferind și o serie de dezavantaje: deformație crescută în timpul încărcării,

capacitate limitată de mișcare, instabilitate la deplasările orizontale mari, condiții neadecvate de lucru a articulației glisante datorate coroziunii suprafeței sferice inferioare, apariția momentelor de torsiune datorate încărcărilor asimetrice ale structurilor, posibilitate limitată de control asupra mișcării utilizând numai doi parametri: raza pendulului R și coeficientul de frecare μ . Un exemplu de pendul cu fricțiune mono-armătura este oferit în figura 2.

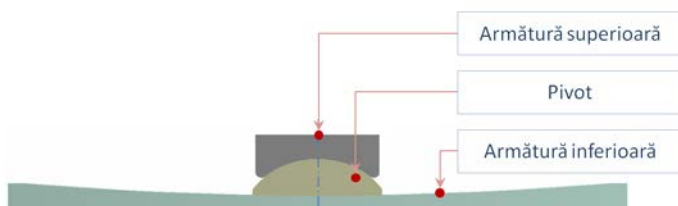


Fig. 2 Pendul cu fricțiune mono-armătură

În scopul surmontării acestor deficiențe, în cadrul lucrării de față vor fi propuse o serie de variante constructive inovative: suprafața bazei de glisare va fi generată de un profil polinomial. Utilizarea sa permite ca disiparea energiei seismului să poată fi controlată indexat într-un mod ce conferă o precizie sporită.

Există însă și un neajuns: distribuția tensiunilor este mai neuniformă decât la cel sferic. Acesta poate fi compensat prin utilizarea unui strat elastomeric poziționat pe talpa pivotului ce intră în componența articulației glisante conform figurii 3.

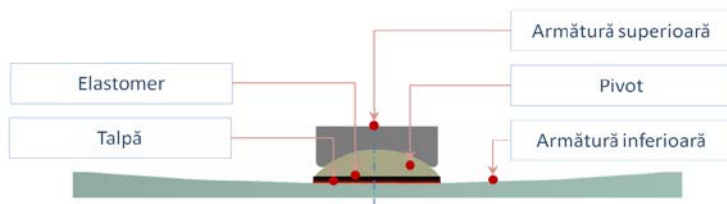


Fig. 3 Schema de principiu a pendulului cu fricțiune mono-armatura inovativ

Astfel în figura 4 sunt prezentate patru variante având suprafața de alunecare generată de o funcție polinomială de ordin superior, al cărui model matematic va fi detaliat în partea a doua a lucrării și o variantă având suprafața de alunecare generată de un arc de cerc.

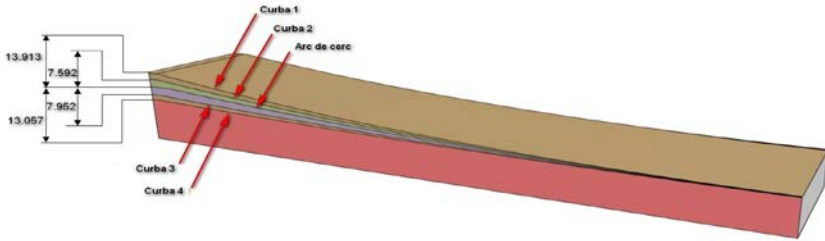


Fig. 4 Variante de profil

Utilizând analiza cu elemente finite a fost determinată starea de tensiuni și deformații a sistemului, de asemenea au fost determinate presiunile de contact între diversele componente pentru cele cinci cazuri luate în considerare. Vizualizarea fluxului tensiunilor normale după acele trei direcții ortogonale, utilizând obiectele de vizualizare a rezultatelor, relevă fluxul forțelor sub forma unor franje conforme cu tabelul cu valori. Conturul mărginit de aceste curbe reprezintă valoarea echipotențială a tensiunilor normale. Liniile de forță astfel definite, creează posibilitatea vizualizării variației tensiunilor în timp.

În figura 5 se observa variația tensiunilor normale după direcția Oz (verticală) pentru sistemul cu **profil curba 1**, la sfârșitul intervalului de timp de 2 s și capăt de cursă.

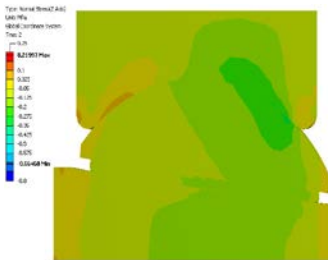


Fig. 5 Variația tensiunilor normale după direcția Oz pentru sistemul cu profil curba 1

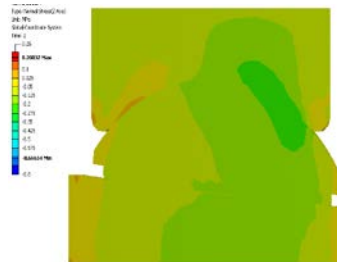


Fig. 6 Variația tensiunilor normale după direcția Oz pentru sistemul cu profil curba 2

În figura 6 se observă variația tensiunilor normale după direcția Oz (verticală) pentru sistemul cu **profil curba 2**, la sfârșitul intervalului de timp de 2 s și capăt de cursă.

În figura 7 se observă variația tensiunilor normale după direcția Oz (verticală) pentru sistemul cu **profil arc de cerc**, la sfârșitul intervalului de timp de 2 s și capăt de cursă.

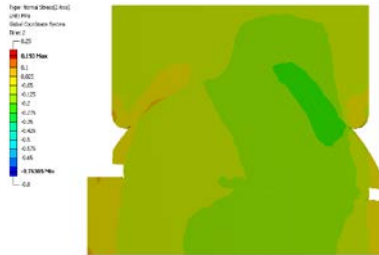


Fig. 7 Variația tensiunilor normale după direcția Oz pentru sistemul cu profil arc de cerc

În figura 8 se observa variația tensiunilor normale după direcția Oz (verticală) pentru sistemul cu **profil curba 3**, la sfârșitul intervalului de timp de 2 s și capăt de cursă.

În figura 9 se observa variația tensiunilor normale după direcția Oz (verticală) pentru sistemul cu **profil curba 4**, la sfârșitul intervalului de timp de 2 s și capăt de cursă.



Fig. 8 Variația tensiunilor normale după direcția Oz pentru sistemul cu profil curba 3



Fig. 9 Variația tensiunilor normale după direcția Oz pentru sistemul cu profil curba 4

În urma evaluării rezultatelor obținute prin metode numerice putem concluziona că pentru cele 5 noi variante propuse, tensiunile normale, cele care duc la scoaterea din exploatare timpurie a sistemelor au fost reduse față de varianta clasică prin utilizarea elementului elastic de tip elastomer.

De asemenea se poate observa dependența valorilor tensiunilor normale în raport cu tipul profilului suprafeței de contact.

Mulțumiri. Autorii mulțumesc pentru sprijinul acordat de Fondul Social European Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane (FSE POSDRU), prin Ministerul Muncii, Familiei și Protecției Sociale prin co-

finanțarea proiectului "Burse doctorale: investiții în cercetare-inovare-dezvoltare pentru viitor (DocInvest) " **POSDRU/107/1.5/S/76813.**

BIBLIOGRAFIE

- [1] Nakamura, S., Kitamura, Y., et al., *Seismic isolation system using rubber bearings and sliding bearings, Part 1 Shear loading test under constant compression*, Proc. AIJ Annual Meeting, Vol. B-2, pag. 501,1998.
- [2] Radulian, M., Popa, M., *Cercetări privind managementul dezastrelor generate de cutremurele românești*, Editura Tehnopress Iasi, 2009.
- [3] Tsai, C.S., *Finite element formulations for friction pendulum seismic isolation bearings*, International Journal for Numerical Methods in Engineering 1997;40(1):29–49.
- [4] Wang, Y.P., *Fundamentals of Seismic Base Isolation*. International training program for seismic design of building structures, sponsored by National Science Council, National Chiao-Tung University, Hsinchu, Taiwan, (2002).
- [5] Zayas, V.A., Low, S.S., *Earthquake Resistant Design Using Friction Pendulum Connections. Seismic Engineering: Research and Practice*, The American Society of Civil Engineers, Structures Congress, San Francisco, May 1989.
- [6] Zayas, V.A., Low, S.S., *A Simple Pendulum Technique For Achieving Seismic Isolation*, Earthquake Spectra, Professional Journal of the Earthquake Engineering Research Institute, May 1990.

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,
președinte Sucursala AGIR Caraș-Severin
e-mail: gr.gillich@uem.ro
Dr. Andrea Amalia MINDA
Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița
e-mail: a.minda@uem.ro
Drd. Petru-Florin MINDA
Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița
e-mail: f.minda@uem.ro
Drd.Ing. Ștefania Camelia JURCĂU,
Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița
e-mail: stefania_cj@yahoo.com