



Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería

www.elsevier.es/rimni



Método simplificado para el análisis sísmico de estructuras con aisladores FPS de tercera generación

R. Aguiar^{a,*}, E. Morales^b, B. Guaygua^c y M. Rodríguez^a

^a Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, Av. Gral. Rumiñahui s/n, Sangolquí, Ecuador

^b State University of New York at Buffalo

^c Cuerpo de Ingenieros del Ejército

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 28 de agosto de 2015

Aceptado el 29 de marzo de 2016

On-line el xxx

Palabras clave:

Aisladores FPS de la tercera generación

Curvas de histéresis

R E S U M E N

Existen varios modelos que definen el comportamiento no lineal de los aisladores de triple péndulo de fricción; uno de ellos es el de cinco fases, propuesto por un grupo investigador de la Universidad de Buffalo, cuyo cálculo se presenta en este artículo. Al existir cierto grado de dificultad al realizar un análisis sísmico con este modelo, en el artículo se propone una alternativa de cálculo simplificado. Concretamente, se propone un método simplificado de análisis sísmico que consiste en encontrar la rigidez efectiva para el sismo de diseño, utilizando los puntos del diagrama de histéresis que definen el comportamiento del modelo ante sismos. Como aplicación ilustrativa se realiza el análisis sísmico del Bloque Estructural 2 del nuevo centro de Investigaciones Científicas y de Post Grado de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE.

© 2016 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Simplified method for seismic analysis of structures with FPS isolators - third generation

A B S T R A C T

There are several models that define the nonlinear behavior of the triple friction pendulum isolator; one of them is the five regimes of operation proposed by the University of Buffalo, which is described in this article. This approach has some degree of difficulty in order to implement a seismic analysis through this model; therefore, a simplified method of seismic analysis is proposed in this article. The proposal is based specifically on finding the effective stiffness to the design earthquake (DE) using the hysteresis curve points that defines the behavior of the model under seismic forces. As a practical application, the seismic analysis of Block 2 of the new Research Department and Graduate studies of the Universidad de Fuerzas Armadas ESPE is considered.

© 2016 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords:

FPS isolators - third generation

Hysteresis curves

1. Introducción

Básicamente se conocen tres tipos de aisladores de péndulo de fricción: primera generación, en la cual una superficie es cóncava y la otra es recta; segunda generación tanto la placa inferior como la superior son cóncavas; y la tercera generación, corresponde al

aislador indicado en la figura 1, en que se tiene un aislador dentro de otro aislador. Para los aisladores de tercera generación se ha logrado reducir dimensiones en los mismos y permitir mayores desplazamientos, además de conseguir un desempeño relacionado con la demanda [11–15].

En este artículo se presenta, en primer lugar, las 5 fases en que trabaja un aislador friccional triple péndulo de acuerdo al modelo de Fenz y Constantinou [9], luego el método simplificado propuesto por Fadi y Constantinou [8] y, posteriormente, se propone una variante a este método. Para ello es necesario describir primero las

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: rraguiar@espe.edu.ec (R. Aguiar).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rimni.2016.03.002>

0213-1315/© 2016 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

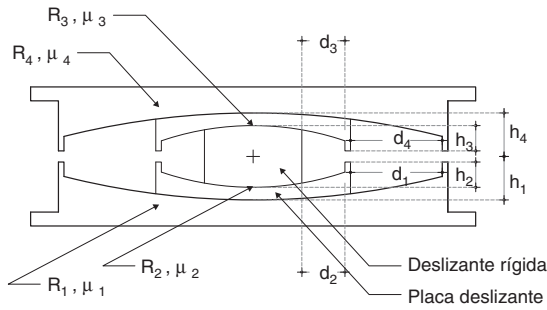


Figura 1. Aislador FPS de la tercera generación y nomenclatura utilizada.

variables de la geometría del disipador que se indica en la figura 1: R_1, R_4 , radios de curvatura de las placas 1 y 4; R_2, R_3 ; radios de curvatura de las placas interiores 3 y 4; μ_1, μ_4 ; coeficientes de roce (fricción) en las superficies 1 y 4; μ_2, μ_3 ; coeficientes de roce en las superficies 2 y 3; d_1, d_4 ; capacidad de desplazamiento en las superficies 1 y 4; d_2, d_3 ; capacidad de desplazamiento en las superficies 2 y 3; h_1, h_2, h_3, h_4 alturas al borde inferior y superior de las placas 2 y 3.

Todas estas dimensiones y coeficientes de roce son proporcionados por el proyectista estructural a la empresa que fabrica los aisladores quien tiene la obligación de ensayarlos y entregar la curva de histéresis para que el proyectista verifique que corresponde al modelo con el cual realizó el cálculo estructural [8,9].

Valores comunes de las dimensiones del aislador indicado en la figura 1 son: $R_1 = R_4 \gg R_2 = R_3$; $d_1 = d_4$, y $d_2 = d_3$; $h_1 = h_4$, y $h_2 = h_3$. En cuanto a los coeficientes de rozamiento $\mu_2 = \mu_3 < \mu_1 = \mu_4$. Para describir las fases en que trabaja el aislador se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$R_{i,eff} = R_i - h_i \quad (1)$$

$$d_i^* = \frac{R_{i,eff}}{R} d_i \quad (2)$$

$$F_{i,f} = \mu_i W \quad (3)$$

donde el subíndice i varía de 1 a 4; $R_{i,eff}$ es el radio efectivo; d_i^* es el desplazamiento lateral efectivo de la placa i ; $F_{i,f}$ es la resistencia característica.

Antes de presentar el método simplificado propuesto por Fadi y Constantinou [8] se debe indicar que el aislador triple péndulo trabaja en 5 fases de acuerdo al grado de demanda sísmica. En la primera fase el aislador se desliza en las superficies 2 y 3 (véase la fig. 1); en esta fase, la fuerza lateral F y el desplazamiento lateral q , en esta fase vienen definidos por las siguientes ecuaciones [8]:

$$0 \leq q \leq q^* \quad (4)$$

$$F = \frac{W}{R_{2,eff} + R_{3,eff}} q + \frac{F_{2,f} R_{2,eff} + F_{3,f} R_{3,eff}}{R_{2,eff} + R_{3,eff}} \quad (4)$$

$$q^* = (\mu_1 - \mu_2) R_{2,eff} + (\mu_1 - \mu_3) R_{3,eff} \quad (5)$$

donde W es el peso que gravita sobre el aislador; las restantes variables han sido definidas anteriormente. En la figura 2 se indica la curva de histéresis correspondiente a la primera fase [9]. El diagrama de histéresis de la figura 2 corresponde a un FPS de la primera generación, desarrollado con todos los detalles en la referencia [4].

En la segunda fase, el desplazamiento del aislador interno se produce en las superficies 1, 2 y 3, como en un aislador de la segunda generación en el que el cojinete es el aislador interno [2]. La fuerza

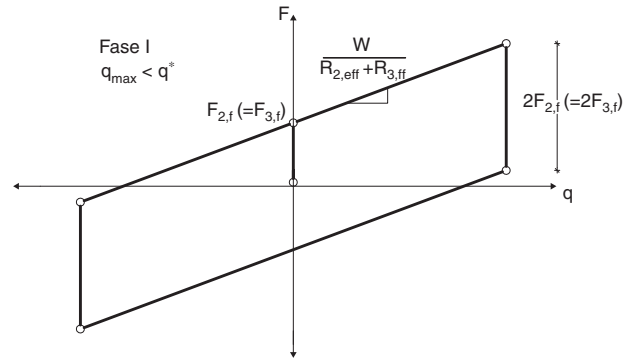


Figura 2. Diagrama de histéresis en Fase I [9].

lateral F y desplazamiento lateral q , propuestas por Fenz y Constantinou [9] son:

$$q^* \leq q \leq q^{**} \quad (6)$$

$$F = \frac{W}{R_{1,eff} + R_{3,eff}} q + \frac{F_{1,f} (R_{1,eff} - R_{2,eff}) + F_{2,f} R_{2,eff} + F_{3,f} R_{3,eff}}{R_{1,eff} + R_{3,eff}} \quad (6)$$

$$q^{**} = q^* + (\mu_4 - \mu_1) (R_{1,eff} + R_{3,eff}) \quad (7)$$

donde todas las variables han sido ya definidas. En la figura 3 se muestran las curvas de histéresis correspondientes a las fases I y II.

La tercera fase se inicia en $F_{4,f}$, cuando el desplazamiento lateral supera q^{**} . En este régimen se están deslizando las cuatro superficies. En la figura 4 se indica el diagrama de histéresis de la fase III y las ecuaciones que definen la fuerza y desplazamientos, que son:

$$q^{**} \leq q \leq q_{dr1} \quad (8)$$

$$F = \frac{W}{R_{1,eff} + R_{4,eff}} q + \frac{F_{1,f} (R_{1,eff} - R_{2,eff}) + F_{2,f} R_{2,eff} + F_{3,f} R_{3,eff} + F_{4,f} (R_{4,eff} - R_{3,eff})}{R_{1,eff} + R_{4,eff}} \quad (8)$$

$$q_{dr1} = q^{**} + d_1 \left(1 + \frac{R_{4,eff}}{R_{1,eff}} \right) - (\mu_4 - \mu_1) (R_{1,eff} + R_{4,eff}) \quad (9)$$

En la fase IV el aislador interior topa con uno de los bordes y se inicia con una fuerza $F_{dr1} = \frac{W}{R_{1,eff}} d_1 + F_{1,f}$; asociada a un

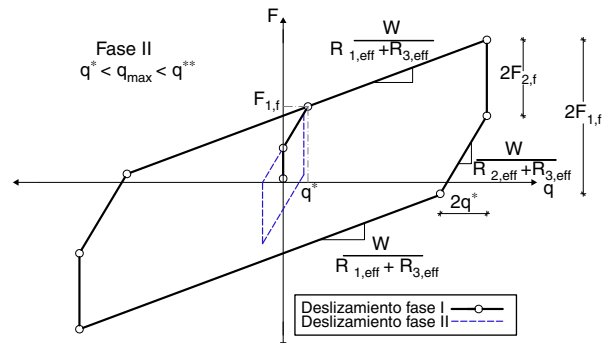


Figura 3. Diagrama de histéresis en Fase II [9].

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/8050790>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/8050790>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)