



en colaboración con



Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería

www.elsevier.es/rimni



Evaluación del factor de comportamiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción para estructuras metálicas porticadas

J.C. Vielma^{a,*} y M.A. Cando^b

^a Escuela de Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile

^b Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 8 de febrero de 2016

Aceptado el 7 de septiembre de 2016

On-line el xxx

Palabras clave:

Factor de comportamiento
Análisis incremental dinámico
Prestaciones sísmicas
Razón de margen de colapso

R E S U M E N

El análisis incremental dinámico se ha empleado en el último tiempo para determinar la máxima resistencia de edificios sometidos a terremotos de intensidad variable. Esta variación se logra incrementado progresivamente las amplitudes de los acelerogramas empleados como excitación dinámica. En este trabajo se aplica este procedimiento numérico de evaluación del comportamiento sísmico de las estructuras con la finalidad de evaluar los valores del factor de comportamiento q (presentes en las normas sismorresistentes, aunque su denominación puede variar) postulados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción para el proyecto sismorresistente de pórticos especiales de acero resistentes a momentos. Asimismo, se ha modificado la metodología FEMA P-695 incluyendo variaciones en la definición de la acción sísmica y en la determinación del umbral de colapso.

Para realizar la mencionada evaluación, se ha definido un grupo de arquetipos representativos del espacio de proyecto de estructuras de uso residencial y se han considerado tres procedimientos distintos de proyecto sismorresistente: el basado en fuerzas, el basado en desplazamientos y el alternativo con base en desplazamientos obtenidos a través de métodos energéticos. Los resultados obtenidos muestran que algunos de los factores de comportamiento del citado código no permiten alcanzar las prestaciones de proyecto, produciendo un comportamiento no seguro frente a la acción de terremotos fuertes.

© 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/>).

Assesment of the behavior factor prescribed by the Ecuadorian Construction Code for steel framed structures

A B S T R A C T

Incremental Dynamic Analysis (IDA) has been applied lately in order to evaluate the maximum lateral strength of buildings under variable seismic intensity. This variation on intensity is achieved by means of the progressive scaling of the amplitudes of the dynamic signal imposed to the models of the buildings. This numerical procedure was used in order to assess the seismic performance, via the assessment of the behavior factor q (used in many seismic codes worldwide) of the recent version of the Ecuadorian Construction Code. Likewise, the used approach is based on the adaptation of the FEMA P-695 Methodology including issues like the seismic input selection and the definition of the collapse threshold.

In order to perform the above mentioned assessment, a set of archetypes representatives of the design space have been defined. These archetypes were designed according three different procedures: acceleration-based and displacement-based procedures and an energy-based alternative procedure. Results depict that some of the adopted values for the behavior factor does not fulfill the requirements of the methodology used, so the design is not able to guarantee an adequate performance of the buildings when they withstand destructive earthquakes.

© 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:

Behavior factor
Incremental dynamic analysis
Seismic performance
Collapse margin ratio

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: jcvielma@cimne.upc.edu, juan.vielma@pucv.cl (J.C. Vielma).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rimni.2016.09.001>

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/>).

Cómo citar este artículo: J.C. Vielma, M.A. Cando, Evaluación del factor de comportamiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción para estructuras metálicas porticadas, Rev. int. métodos numér. cálc. diseño ing. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rimni.2016.09.001>

1. Introducción

El proyecto actual de estructuras se lleva a cabo aplicando procedimientos con base en resultados del análisis con comportamiento elástico. Es bien sabido que bajo la acción de cargas excepcionales, las estructuras alcanzan un comportamiento que excede el rango elástico. De esta forma, la estructuras metálicas pueden incursionar en el rango plástico, mientras que las estructuras de hormigón armado alcanzan el daño en el hormigón (producto del agrietamiento a tracción o por el aplastamiento a compresión a compresión del hormigón) y la plastificación del acero de refuerzo (transversal o longitudinal) [1,2].

Es bien sabido que los procedimientos convencionales de análisis sísmico de estructuras permiten determinar las fuerzas sísmicas a partir de espectros elásticos de proyecto, reducidos mediante factores de comportamiento (q). Los factores de comportamiento son prescritos por las normas para diferentes tipologías estructurales, configuraciones y materiales que las constituyen, con base esencialmente en el juicio de expertos.

Estos factores son aplicados también para el cálculo de los factores de amplificación de desplazamientos, que permiten la verificación del cumplimiento de las derivas máximas admisibles, y que en caso contrario puede conducir al cambio de las dimensiones de la estructura. De allí la especial importancia de los factores de comportamiento dentro de todo el proceso de análisis sísmico y proyecto sismorresistente de las estructuras emplazadas en zonas de alta amenaza sísmica de las que se espera deberían alcanzar altos valores de ductilidad.

En este artículo se presentan los resultados de una investigación, cuyo objetivo principal ha sido evaluar los factores de comportamiento de respuesta de la Norma Ecuatoriana de la Construcción [3]. La metodología aplicada ha requerido llevar a cabo los siguientes objetivos: definir un conjunto de arquetipos índice representativos de las edificaciones con estructura metálica predominantes en Ecuador, diseñar los arquetipos aplicando procedimientos normativos y un procedimiento alternativo, determinar la respuesta no lineal pseudo-estática y dinámica y calcular la incertidumbre total de las estructuras.

En el proceso de evaluación del factor de comportamiento que establece la Norma Ecuatoriana de la Construcción, se ha utilizado la Metodología del FEMA P695 [4]. Si bien esta metodología ha sido formulada para cuantificar los parámetros sísmicos de nuevas tipologías estructurales o de estructuras que contemplen el uso de nuevos materiales o incluso nuevas conexiones, que son de especial interés para el ámbito de las estructuras metálicas. La adopción de la metodología se justifica ampliamente dadas las características especiales que, tanto a nivel de proyecto como en la utilización de secciones de perfiles no convencionales, se tienen en Ecuador.

El análisis incremental dinámico (conocido como IDA, por sus siglas del inglés) se lleva a cabo considerando acciones dinámicas que pueden ser registros de terremotos fuertes o acelerogramas sintéticos [5]. Se incluyen dentro de estas acciones dinámicas a los registros modificados (con corrección de línea base, filtrados, rotados e incluso los adaptados para ser compatibles con espectros de proyecto). En cada análisis se aplica la acción dinámica, obteniéndose la consiguiente respuesta. En el paso siguiente la acción dinámica se transforma mediante un escalado uniforme de las ordenadas aplicando:

$$\lambda \in [0, +\infty) : \mathbf{a}_\lambda = \lambda \mathbf{a}_1 \tag{1}$$

donde \mathbf{a}_1 es el acelerograma original, λ es el factor de escala aplicado para obtener el acelerograma \mathbf{a}_λ .

Como es bien sabido, el análisis dinámico produce una gran cantidad de resultados que se pueden aprovechar para estudiar la idoneidad de la respuesta estructural [6,7] o inclusive en la determinación de la capacidad que tienen las estructuras para disipar

energía [8]. Sin embargo, la ventaja asociada a este tipo de análisis es poder simplificar toda la respuesta estructural utilizando los valores máximos del daño que se alcanzan para una intensidad aplicada. La manera más habitual de representar los resultados consiste en adoptar como medida de intensidad la aceleración del espectro de respuesta para un 5% del amortiguamiento crítico $S_a(T_1, 5\%)$. En cuanto a la medida del daño, se define esta como:

$$DM \in [0, +\infty) \tag{2}$$

Entre las muchas alternativas de la medida del daño, la más comúnmente aceptada es la deriva máxima de entrepiso y la deriva global δ_G , que es la relación adimensional:

$$\delta_G = \frac{\Delta_C}{H_T} \tag{3}$$

dada por el desplazamiento del nivel de cubierta Δ_C entre la altura total del edificio H_T .

Las curvas del análisis incremental dinámico se grafican mediante el conjunto de puntos que se generan con la medida de intensidad y la medida del daño. En la figura 1 se puede observar un ejemplo de una de estas curvas graficada conjuntamente con una curva de análisis no lineal con empuje incremental (curva Pushover).

Cabe indicar que mediante estas curvas es posible estimar el punto de colapso de una estructura, lo que permite evaluar las prestaciones sísmicas de estructuras que han sido proyectadas conforme a normas sismorresistentes actuales [9-11] o incluso para apoyar la evaluación probabilista de edificios [12,13]. Según [14] el colapso se alcanza a partir del punto de la curva en el cual la pendiente se hace menor o igual que la el 20% pendiente inicial, lo que se interpreta como una reducción drástica de la rigidez lateral y por ende, como una reducción de la capacidad de la estructura para soportar cargas sísmicas.

Partiendo de los resultados del análisis incremental dinámico, es posible calcular la razón de margen de colapso, como se indica en el siguiente apartado. Este valor caracteriza la calidad de la respuesta sísmica de las estructuras ante la acción de los sismos considerados, permitiendo comparar este valor con la razón de margen de colapso aceptable, tanto para arquetipos individuales, como para arquetipos agrupados conforme a las características adoptadas para el proyecto. En caso de que la razón de margen de colapso sea menor que esta última, el factor de comportamiento no es aceptable, ya que no garantiza las prestaciones sísmicas esperadas.

2. Metodología aplicada

Como ya se ha indicado, en este trabajo se ha adaptado la Metodología del FEMA P-695 para evaluar los factores de

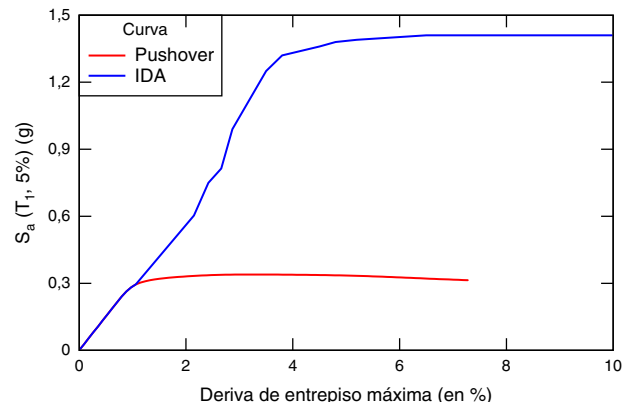


Figura 1. Ejemplo de curva IDA graficada conjuntamente con curva Pushover.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/8050719>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/8050719>

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