

PRÁCTICA 1

COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE DISTINTOS TIPOS DE MARCOS ANTE CARGAS SISMICAS

Laboratorio de Estructuras de
Materiales y Sistemas Estructurales

Facultad de Arquitectura, Universidad
Nacional Autónoma de México

Autores:

Dr. Alberto Muciño Vélez

M. en I. Perla Santa Ana Lozada

Formato:

Luis Francisco López Gutiérrez



LEMSE

LABORATORIO DE
MATERIALES Y SISTEMAS
ESTRUCTURALES

ÍNDICE

Objetivo	2
Introducción	2
Material	3
Procedimiento	3
Análisis de Resultados	4
Conclusiones	5
Bibliografía	6

OBJETIVO

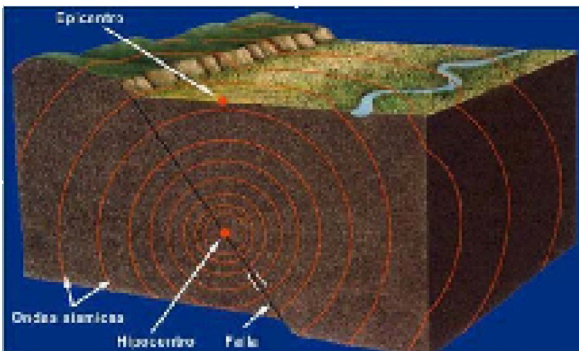
Determinar los efectos de un movimiento sísmico sobre una estructura a base de marcos rígidos y semi-rígidos. Verificar la diferencia de comportamiento de los marcos ante un movimiento periódico y un movimiento tipo registro sísmico.

PALABRAS CLAVE

- Marco rígido
- Marco semi-rígido
- Contraventeos verticales
- Trabes
- Columnas
- Movimiento senoidal
- Movimiento sísmico
- Amplitud
- Frecuencia
- Desplazamiento

INTRODUCCIÓN

Un sismo es la liberación de energía en un punto al interior de la corteza terrestre ya sea interplaca o intraplaca; esta energía se transmite como una serie de ondas las cuales viajan a través de la corteza terrestre tendiendo a salir a la superficie produciendo movimiento del terreno sobre el cuál se desplantan las edificaciones.



Para poder comprender el comportamiento de estas construcciones al verse excitadas por estas ondas sísmicas, se inicia por analizar y aprender la respuesta del comportamiento dinámico que presenta cualquier elemento al verse excitado bajo distintos tipos de ondas con sus respectivas aceleraciones.

La ecuación de movimiento que describe el comportamiento de una edificación de un solo nivel (un grado de libertad) es igual a:

$$mx'' + cx' + kx = p(t)$$

Dónde:

M= masa de la estructura

C = amortiguamiento de la estructura K = rigidez del sistema.

X = desplazamiento

x'' y x' es la velocidad y aceleración de la estructura. Si se divide la ecuación entre la masa tenemos:

$$\frac{mx'' + cx' + kx = p(t)}{m}$$

La cuál es igual al movimiento acelerado que excitará al elemento:

$$x'' + 2\zeta\Omega x' + \Omega^2 x = -a''(t)$$

Dónde:

W es la frecuencia de la estructura

z es el amortiguamiento

$a''(t)$ es la aceleración del terreno producto de las ondas sísmicas.

Como puede observarse de la ecuación de movimiento, la respuesta de una edificación ante un sismo dependerá de la rigidez de sus elementos, el amortiguamiento que se produzca entre sus elementos trabajando como un sistema y la distribución de la masa que soporte con respecto a la altura.

En esta primera práctica se observará la variación del movimiento y respuesta de una edificación al modificar su rigidez del sistema; este cambio de rigidez se logrará modificando la restricción en las uniones de los elementos que soportan al edificio: unión rígida o continua entre traveses y columnas, unión semirígida sin contraventeos y unión semirígida con contraventeos.

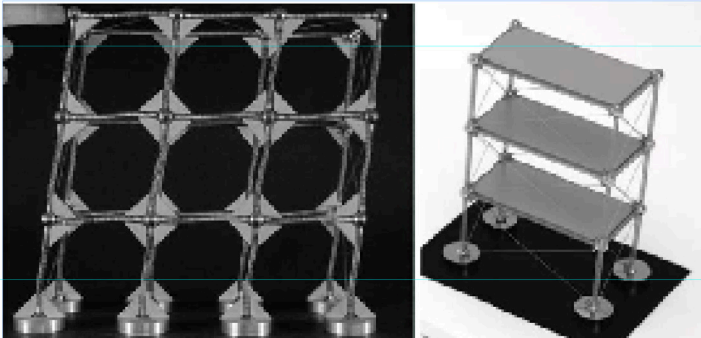
MATERIAL

- Modelo Mola 3 niveles dos crujeas perpendiculares formando marcos rígidos y semi-rígidos con y sin contraventeos
- Mesa vibradora
- Cámara o teléfono con cámara para grabar el movimiento.
- Nivel de burbuja pequeño (en caso de ser necesario).

PROCEDIMIENTO

1. En equipo de tres personas, construirán el modelo de marcos rígidos sin cubierta de 3 niveles. (fig. A). Los modelos deben estar completamente plomeados (rectos) en sus columnas y traveses alineados conforme su plataforma.

Debe colocar en el último nivel un diafragma rígido (losa) para cada caso.



2. El modelo se colocará sobre la mesa vibratoria (Shake table I)
3. Se excitarán los distintos 3 modelos bajo una carga senoidal de amplitud de 1 cm y se hará varia la frecuencia entre 1 y 1.8 para observar su comportamiento en un lapso de 2 minutos. Grabar el movimiento de cada uno de los edificios. Debe estar atento de que el modelo no falle antes de alcanzar la frecuencia solicitada; en caso de que inicie su fallo, lleve la frecuencia a cero de inmediato.
4. Se excitará cada uno de los modelos bajo una condición de sismo semejante a la sufrida en la Ciudad de México en el 2017 (sismo Kobe). Grabar el movimiento de cada uno de los edificios. Se debe verificar antes de iniciar el experimento que el modelo sobre la mesa se encuentra plomeado en su vertical y nivelado en su horizontal.
5. Repita el último modelo realizado quitando el diafragma rígido del último nivel y excite bajo el mismo sismo. Verifique nuevamente antes de iniciar el experimento que el modelo sobre la mesa se encuentra plomeado en su vertical y nivelado en su horizontal.

ANALISIS DE RESULTADOS

1. A partir de observar el movimiento de cada uno de los modelos bajo el comportamiento de una onda senoidal variando la frecuencia de esta última (ver grabación mínimo 2 veces) responda las siguientes preguntas:
 - a) ¿Cuál modelo sufrió mayor desplazamiento bajo dicha excitación?
 - b) ¿Qué parámetros influyeron para modificar la rigidez del sistema y como trabajaron sus elementos (columnas, traveses y contraventeos)?
 - c) ¿Qué modelo sufrió mayor daño (deformación permanente)? Justifique su respuesta mencionando los elementos dañados.
 - d) ¿Qué diferencia existió en el comportamiento de todos los modelos al aumentar la frecuencia del movimiento?

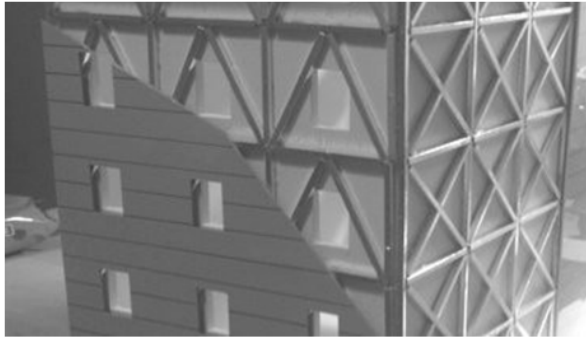
2. A partir de observar el movimiento de cada uno de los modelos bajo la excitación de un sismo similar al de la CDMX de 2017, responda las siguientes preguntas:
 - a) ¿Qué diferencia observa en el comportamiento de cada uno de los modelos con respecto al que se observó al aplicarles un movimiento armónico senoidal? Explique detalladamente su respuesta para cada caso.
 - b) ¿Qué modelo sufrió mayor índice de deformación y cual sufrió mayor daño estructural? Justifique y relacione las respuestas.
3. Quitando el diafragma rígido del último modelo y excitando este último modelo bajo un acelerograma sísmico responda:
 - a) ¿Qué diferencia genera en el comportamiento de la estructura el contar con un diafragma rígido bajo un movimiento sísmico?
 - b) ¿Cómo fue su nivel de deformaciones con respecto a los casos anteriores?
 - c) ¿Cómo cambió la rigidez del sistema?

CONCLUSIONES

A partir de la observación del comportamiento dinámico de un sistema de 3 niveles ante un movimiento senoidal y uno sísmico se determina la importancia de la integración de distintos elementos estructurales como son los contraventeos y/o conexiones rígidas así como diafragmas para mejorar la respuesta de una edificación ante un sismo.



Es importante llevar estos modelos teóricos a la práctica observando condiciones similares las cuales han sufrido daño, como en la edificación mostrada donde se aprecia que existió deficiencia en la continuidad del acero entre traveses y columnas formándose una articulación o sistema semi-rígido, habiendo sido diseñado como conexión rígida o continua.



El uso correcto de los elementos que se requieren dentro de la edificación permite un mejor comportamiento de los mismos ante sismo, como este edificio empleando contraventeos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bazan, Meli 2010, Diseño Sísmico de Edificios. Edit. Limusa. Ciudad de México. 2ª Edición.
- Gioncu, Mazzolani, 2015, Earthquake Engineering for Structural Design, Edit. CRC Press, Estados Unidos.
- Reglamento de Construcción para el DF, 2016, Ciudad de México.
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, 2017. RCDF, Ciudad de México.

