

PRÁCTICA 2

COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE SISTEMAS DE UN GRADO DE LIBERTAD ANTE CARGAS SÍSMICAS

Esta práctica fue elaborada con recursos del Fondo CONACyT-SENER, a través del proyecto 260155

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



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 de un grado de libertad con variación en la masa del sistema así como su distribución en planta. Verificar la diferencia de comportamiento de los marcos ante un movimiento periódico y un movimiento tipo registro sísmico.

PALABRAS CLAVE

- Marco rígido
- Masa
- Sistema 1 grado de libertad
- Trabes
- Columnas
- Movimiento senoidal
- Movimiento sísmico
- Amplitud
- Frecuencia
- Desplazamiento

INTRODUCCIÓN

Comportamiento Dinámico

Un sismo es la liberación de energía en un punto al interior de la corteza terrestre; 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 cual se desplantan las edificaciones.

Debido a que el sismo es un movimiento en la cimentación de un edificio se debe aprender la respuesta del comportamiento dinámico que presenta cualquier elemento al verse excitado bajo distintos tipos de ondas con sus respectivas aceleraciones.

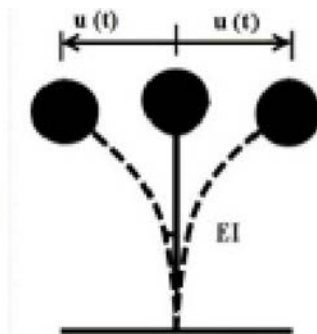


Fig. 1 S1GL

La ecuación de movimiento que describe el comportamiento de un sistema de un grado de libertad (S1GL) bajo una aceleración (se idealiza el comportamiento de un edificio como un péndulo donde las columnas simulan el resorte y el peso del entrepiso es igual a la masa que gravita sobre el péndulo) es igual a:

$$\ddot{x} + 2z\Omega\dot{x} + \Omega^2x = -\ddot{a}(t)$$

Dónde:

Ω 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 así como su distribución en planta.

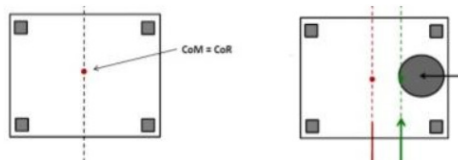


Fig. 2 Distribución de masa simétrica y distribución de masa asimétrica en planta

En esta segunda práctica se observará la variación del movimiento y respuesta de una edificación al modificar la masa del sistema; este cambio de masa se logrará adicionando peso sobre el modelo de un solo nivel mientras se mide la frecuencia y desplazamiento que sufre el modelo, además de que se distribuirá tanto de forma simétrica como asimétrica observando los efectos en su respuesta, verificando de forma intuitiva el centro de masa así como el centro de rigidez.

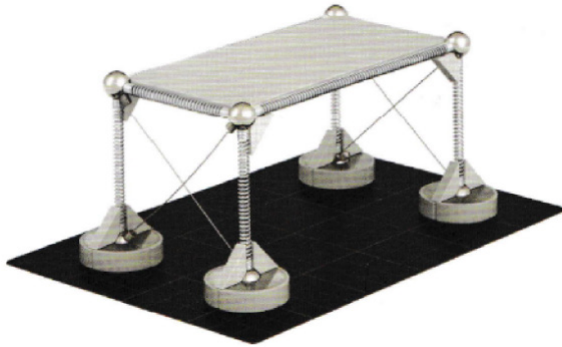
MATERIAL

- Modelo Mola 1 nivel una cruzja en cada dirección perpendiculares formando marcos rígidos con diafragma rígido.
- Mesa vibradora (Shaketable I)
- 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 con

cubierta de 1 nivel. (fig. A). Los modelos deben estar completamente plomeados (rectos) en sus columnas y traveses alineados conforme su plataforma. Debe colocar el diafragma rígido (losa) para cada caso y sobre de este colocar una pesa de 500 g.



Modelo marcos rígidos 1 nivel.

2. El modelo se colocará sobre la mesa vibratoria (Shake table I)
3. Se excitará el modelo 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 del modelo. 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 el modelo bajo una condición de sismo semejante a la sufrida en la Ciudad de México en el 2017 (sismo Kobe). Grabar el movimiento del modelo. 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. Una vez terminados los pasos anteriores se colocará una carga adicional de 500 gramos sobre la losa; emplee plastilina para adherir la carga y que no juegue sobre la superficie.
6. Nuevamente se procederá a realizar los pasos 2 al 4 con este nuevo peso.
7. Coloque finalmente los dos pesos de 500 gramos pero uno en cada extremo de la cubierta en contra-esquina, para tener en total 1000 gramos sobre la estructura. Repita los pasos 2 al 4.

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 elementos sufrieron mayor deformación?
 - c) ¿Varió la frecuencia de respuesta del modelo?
 - 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. Del último caso donde la masa se distribuyó de forma asimétrica responda:
- a) ¿El movimiento del modelo al aumentar la frecuencia del movimiento varió con respecto a los otros modelos?
 - b) ¿Qué elementos sufrieron mayormente al presentarse torsión en la respuesta del edificio?
 - c) ¿Dónde se encontraba el centro de los elementos resistentes y donde estaba el centro de masa?
 - d) ¿Existe alguna relación del punto C con el nivel de deformación que tuvo el modelo?

CONCLUSIONES

A partir de la observación del comportamiento dinámico de un sistema de un grado de libertad con distintas masas ante un movimiento senoidal y uno sísmico se determina la importancia de la respuesta del modelo, su deformación y la relación que existe con la frecuencia de la estructura y la frecuencia del movimiento. La distribución de masas es importante en la respuesta de una estructura, ya que puede generar comportamientos no deseados como es la torsión en una edificación.



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 efecto de torsión por una distribución de masas distinta a la distribución de rigidez lateral del edificio.

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 con una distribución de masa adecuada y siempre evitando que su frecuencia del edificio sea distinta a la del movimiento para evitar entrar en resonancia.

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.

