

## TAREA 3

### *Análisis Dinámico Incremental e Incertidumbre en el Modelo Estructural*

Esta tarea consiste en realizar análisis dinámico incremental (IDA) a varios sistemas de 1GDL y estudiar la influencia de los parámetros histeréticos del modelo en la respuesta estructural. Supondremos que los sistemas se ubican en la ciudad de San Francisco, CA, EE.UU en un sitio cuya latitud y longitud son:  $37.784^\circ$  y  $-122.419^\circ$ , respectivamente.

#### ESTRUCTURAS A ANALIZAR

Tal como en la tarea anterior, analizaremos dos estructuras con diferentes períodos fundamentales, pero esta vez estudiaremos **4 variaciones** de cada estructura. En todos los casos, **utilice un modelo IMK bilineal** para aproximar el comportamiento cíclico de las estructuras. Para todos los sistemas, asuma que no hay resistencia residual (i.e.,  $F_{res} = 0$ ) y que  $\delta_u = 20\delta_y$ . Además, no considere efectos  $P - \Delta$ .

Las Tabla 1 y 2 indican las propiedades de las 4 modificaciones de las Estructuras 1 y 2, respectivamente. En rojo se muestran los valores que cambian con respecto al caso base (Caso A).

Tabla 1: Parámetros de Estructura 1 y sus modificaciones

| Parámetro  | Caso A | Caso B | Caso C | Caso D |
|--|--------|--------|--------|--------|
| Periodo, $T$ [s]   | 3.0    | 3.0    | 3.0    | 3.0    |
| Peso, $W$ [tonf]   | 550    | 550    | 550    | 550    |
| Coeficiente sísmico inelástico, $C_y$                          | 0.2    | 0.2    | 0.2    | 0.2    |
| Fracción de Amortiguamiento, $\xi$                             | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Coeficiente de endurecimiento post-fluencia $\alpha$           | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| $\delta_p/\delta_y$  | 3      | 7      | 3      | 3      |
| $\delta_{pc}/\delta_y$   | 10     | 10     | 5      | 10     |
| Factor de degradación de resistencia, $\lambda_s$              | 9999   | 9999   | 9999   | 30     |
| Factor de degradación de resistencia post-capping, $\lambda_c$ | 9999   | 9999   | 9999   | 30     |
| Factor de degradación de rigidez, $\lambda_k$                  | 9999   | 9999   | 9999   | 9999   |

Tabla 2: Parámetros de Estructura 2 y sus modificaciones

| Parámetro  | Caso A | Caso B | Caso C | Caso D |
|--|--------|--------|--------|--------|
| Periodo, $T$ [s]   | 0.2    | 0.2    | 0.2    | 0.2    |
| Peso, $W$ [tonf]   | 550    | 550    | 550    | 550    |
| Coeficiente sísmico inelástico, $C_y$                          | 1.0    | 1.0    | 1.0    | 1.0    |
| Fracción de Amortiguamiento, $\xi$                             | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Coeficiente de endurecimiento post-fluencia $\alpha$           | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| $\delta_p/\delta_y$  | 3      | 7      | 3      | 3      |
| $\delta_{pc}/\delta_y$   | 10     | 10     | 5      | 10     |
| Factor de degradación de resistencia, $\lambda_s$              | 9999   | 9999   | 9999   | 30     |
| Factor de degradación de resistencia post-capping, $\lambda_c$ | 9999   | 9999   | 9999   | 30     |
| Factor de degradación de rigidez, $\lambda_k$                  | 9999   | 9999   | 9999   | 9999   |

## REGISTROS A UTILIZAR

Para esta tarea utilizaremos los mismos 20 registros sísmicos de la tarea anterior. Para obtener los registros, en AULA se subirá una modificación de la función “getIdeaCurves” llamada “getIdeaCurves\_V2” que es necesaria para esta tarea.

## RESULTADOS A DESARROLLAR

1. A modo de comparación, presente las curvas de capacidad monotónicas de las 4 modificaciones (Casos A-D) de cada estructura en una figura. En otras palabras, se le pide crear una figura para los 4 casos de la Estructura 1 y otra figura para los 4 casos de la Estructura 2.
2. Para los 8 sistemas, calcule y grafique las curvas IDA (desplazamiento lateral vs  $S_a$ ). Para el análisis, utilice incrementos de intensidad de 0.1 g hasta una intensidad máxima de 20 g y considere un límite de desplazamiento muy grande (por ejemplo, 100 m). En una misma figura por estructura, compare las curvas de medianas de desplazamiento lateral de los 4 casos correspondientes. **Comente sobre los efectos del desplazamiento  $\delta_p$ , la rigidez post-capping (definida a través de  $\delta_{pc}/\delta_y$ ) y la degradación cíclica de la resistencia en las demandas de desplazamiento en ambas estructuras. ¿Cómo cambia el efecto al variar el período fundamental de la estructura?**
3. Para los 8 sistemas, calcule y grafique las curvas de fragilidad de colapso. En una misma figura por cada estructura, compare las curvas de fragilidad de colapso de los 4 casos correspondientes. **Comente sobre los efectos del desplazamiento  $\delta_p$ , la rigidez post-capping (definida a través de  $\delta_{pc}/\delta_y$ ) y la degradación cíclica de la resistencia**

en las curvas de fragilidad de colapso de ambas estructuras. ¿Cómo cambia el efecto al variar el período fundamental de la estructura?

4. Vaya al sitio web de USGS y obtenga las curvas de amenaza sísmica de ordenadas espectrales para los períodos de ambas estructuras en el sitio de interés. Considere suelo tipo D. Calcule la probabilidad de colapso de los 8 sistemas para una intensidad con 2% de probabilidad de excedencia en 50 años.
5. Calcule la tasa anual media de colapso  $\lambda_c$  **solo para las estructuras 1A y 2A**. Para la integración numérica, ajuste el siguiente polinomio de cuarto orden a la curva de amenaza sísmica obtenida en el punto 4:

$$\ln(\lambda_{IM}(im)) = a_0 + a_1 \ln(im) + a_2 \ln(im)^2 + a_3 \ln(im)^3 + a_4 \ln(im)^4$$

y luego utilice la expresión analítica para la derivada de la curva de amenaza sísmica. Sin hacer cálculos adicionales, ¿cómo espera que la tasa anual media de colapso cambie para el resto de los casos en comparación con el Caso A?

6. Calcule y grafique la desagregación de la tasa anual media de colapso **de las estructuras 1A y 2A**, considerando los siguientes casos para la derivada de la curva de amenaza sísmica:
  - a. Utilice la derivada numérica resultante de una interpolación lineal de la curva de amenaza sísmica en el espacio lineal. Esto significa primero interpolar la curva de amenaza sísmica cada 0.1 g (espaciamiento de la curva IDA) en el espacio lineal, y luego realizar la derivada numérica entre puntos.
  - b. Utilice la derivada numérica resultante de una interpolación lineal de la curva de amenaza sísmica en el espacio log-log. Esto significa primero interpolar la curva de amenaza sísmica cada 0.1 g (espaciamiento de la curva IDA) en el espacio log-log, y luego realizar la derivada numérica entre puntos en el espacio lineal.
  - c. Utilice la derivada analítica del polinomio de cuarto orden ajustado en el punto 5.

Compare las 3 diferentes curvas de desagregación para la estructura 1A en una figura, y las 3 curvas de desagregación para la estructura 2A en otra figura. ¿Cuál de los 3 esquemas de integración recomendaría? Comente sus resultados.