ANALISIS DE DEFORMACIONES EN FLEXIÓN SIMPLE

0. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

La realización de esta práctica tiene como objetivos que el alumno compruebe experimentalmente:

- La validez de la utilización de la ecuación diferencial de la elástica en la obtención de flechas en vigas sometidas a flexión.
- La validez de despreciar el efecto del cortante en los casos de vigas largas.

1. BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS TEÓRICOS.

2.1. Hipótesis de BERNOULLI.

Según esta hipótesis, al someter a una sección a un momento flector, ésta sufre una rotación, manteniéndose plana (figura 1, dcha).

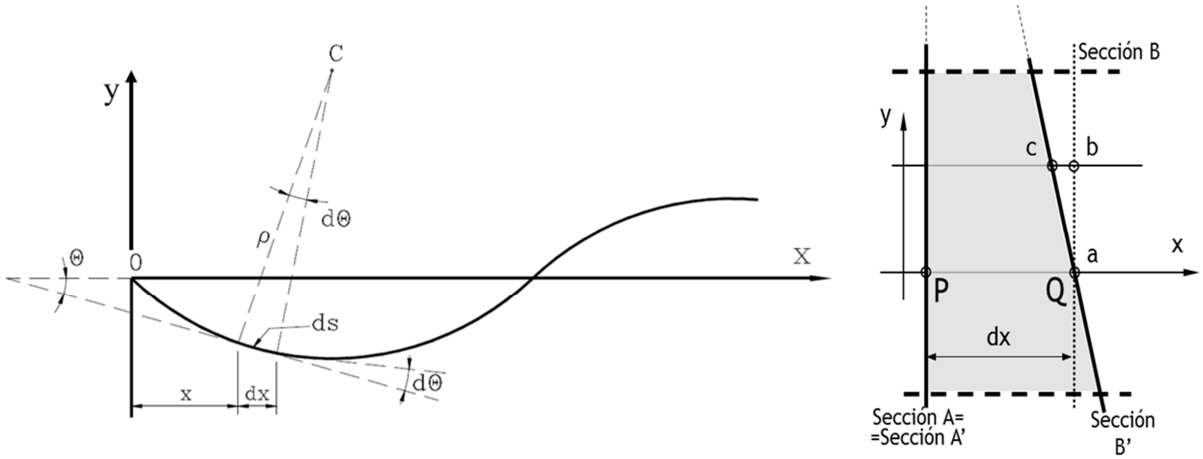

Figura 1: Esquema de deformada de flexión (Izda) y giro de la sección según la hipótesis de Bernoulli (Dcha)

Esto implica que la deformación unitaria que sufre cada fibra, varía linealmente con su distancia a la fibra neutra (1).

$$\varepsilon_x = -\frac{y}{\rho} \tag{1}$$

Donde:

- ε_x son las deformaciones lineales en la dirección x.
- ρ es el radio de curvatura.
- y es la distancia desde la línea neutra.

Por tanto, en el caso de que la sección esté formada por un único material, la tensión varía linealmente con la distancia a la fibra neutra: ley de Navier (2).

Castillo López, G. García Sánchez, F. López Taboada, C. Pedraza Rodríguez, C. (2014) Resistencia de Materiales. OCW-Universidad de Málaga. http://ocw.uma.es
Bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Spain

$$\sigma_x = -\frac{E}{\rho} y \tag{2}$$

Donde:

- σ_x son las tensiones normales en la dirección x.
- E es el módulo de Young.
- ρ es el radio de curvatura.
- y es la distancia desde la línea neutra.

2.2. Ecuación Diferencial de la Elástica.

Teniendo en cuenta la teoría de Bernoulli, Euler obtuvo, para el caso de pequeños desplazamientos, la ecuación diferencial de la elástica (3).

$$\frac{1}{\rho} \cong \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M_z(x)}{E\, I_z(x)} \tag{3}$$

Siendo

- $M_z(x)$ el momento flector de la barra respecto del eje z.
- $I_z(x)$ el momento de inercia de la barra respecto del eje z.

La integración de dicha ecuación y la imposición de las condiciones de contorno y de continuidad, permite obtener la ecuación de la elástica o deformada. Ecuación que, como es conocido, es válida siempre que se cumplan las hipótesis que se exigen para obtener las ecuaciones. Entre estas hipótesis se encuentra que el valor del desplazamiento transversal máximo ha de ser muy inferior a la altura de la viga.

Por otro lado, la obtención de la deformada mediante esta ecuación, desprecia el efecto de la cizalladura.

Por todo lo anterior la deformada real siempre será superior a la calculada mediante esta ecuación.

2. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA.

2.2. Flexión de viga biapoyada.

Para la realización de la práctica se dispone del dispositivo de ensayo PRO-023 figura 2. Dicho dispositivo está formada por:

- Estructura de apoyo.

Castillo López, G. García Sánchez, F. López Taboada, C. Pedraza Rodríguez, C. (2014) Resistencia de Materiales. OCW-Universidad de Málaga. http://ocw.uma.es
Bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Spain

- Tres relojes centesimales para la medición de desplazamientos (figura 3).
- Pesas para aplicación de carga.
- Viga de acero (E=210 GPa, σ_{adm}= 200 MPa) de 1m de longitud y una sección nominal de $30mm \times 6mm$.

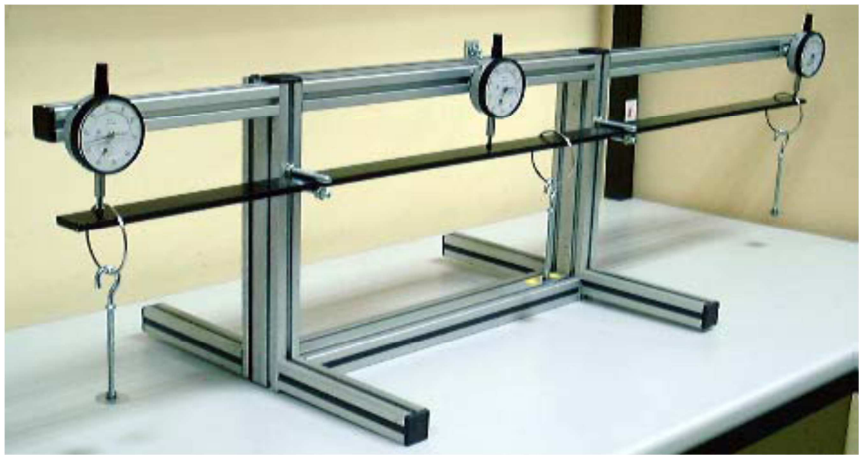

Figura 2. Dispositivo PRO-023 para el ensayo de una viga en flexión.

Nota: Antes de empezar los ensayos es importante tomar la primera lectura de los relojes comparadores ya que los desplazamientos, medidos por estos, se obtendrán por diferencia a esta primera lectura. Téngase en cuenta el sentido de giro de los relojes comparadores (figura 3). A estos efectos, resulta práctico desplazar ligeramente, a mano, cualquiera de los extremos de la viga y analizar visualmente la relación desplazamiento-giro del reloj centesimal.

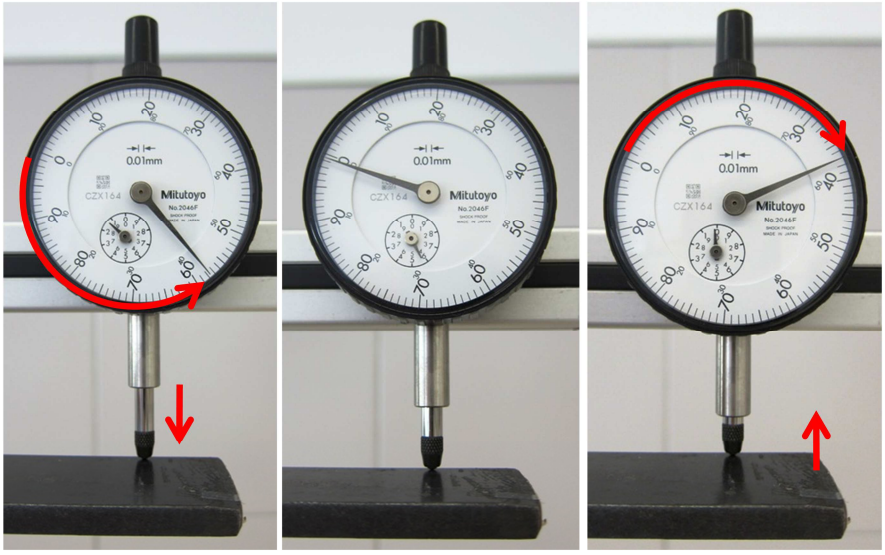

Figura 3. Imagen de un reloj comparador con indicación del sentido de giro de la aguja mayor en función del desplazamiento del vástago.

Castillo López, G. García Sánchez, F. López Taboada, C. Pedraza Rodríguez, C. (2014) Resistencia de Materiales. OCW-Universidad de Málaga. http://ocw.uma.es
Bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Spain

OCW UMA
Castillo López, G. García Sánchez, F. López Taboada, C. Pedraza Rodríguez, C. (2014) Resistencia de Materiales. OCW-Universidad de Málaga. http://ocw.uma.es
Bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Spain

3. TRABAJO A REALIZAR.

3.1.- Análisis de esfuerzos y desplazamientos.

Durante el ensayo se determinarán, a estima o de forma rigurosa, dependiendo del docente responsable de prácticas, los diagramas de esfuerzos y deformadas para diferentes situaciones de carga.

3.2.- Análisis de otras magnitudes relacionadas

a) Para cada uno de los casos determínese la carga máxima aplicable que garantice que la estructura no falla (incluida la estabilidad de la estructura).
b) Realice los ensayos que indique el docente responsable de prácticas, añadiendo pesas en los puntos que se les indique hasta alcanzar 20N. Para cada incremento de carga anótense las lecturas de los relojes comparadores, teniendo en cuenta el signo del desplazamiento. Repitan el proceso descargando la viga pesa a pesa.
c) Representen una gráfica fuerza-desplazamiento para cada uno de los casos de carga obteniendo la regresión lineal que se ajuste a los datos experimentales.
d) En las mismas gráficas, representen la relación fuerza-desplazamiento obtenidas teóricamente.
e) Discútanse los resultados obtenidos y la teoría y búsquense fuentes de error.

3. INFORME DE PRÁCTICAS. PROPUESTA DE MINIMOS

El índice de la memoria que habrá de entregar el grupo que realiza la práctica habrá de contener, como mínimo, los apartados siguientes:

- Título de la práctica.
- Objetivo de la práctica.

  En este apartado se expondrá lo que para el alumno es el objetivo de la práctica. Se plantearán las cuestiones que se estimen clave y que los resultados de la práctica habrían de poner de manifiesto.
- Análisis numérico.

Castillo López, G. García Sánchez, F. López Taboada, C. Pedraza Rodríguez, C. (2014) Resistencia de Materiales. OCW-Universidad de Málaga. http://ocw.uma.es
Bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Spain

En este apartado se recogerán los cálculos que se hayan realizado durante el desarrollo de esta memoria. Este apartado se subdividirá en tantos sub-apartados como se considere necesario.

- Análisis experimental.

  En este apartado se incluirán todos los datos medidos y calculados.

  Se graficarán las mediciones realizadas justificando la forma y comportamiento de las gráficas.

- Correlación teórico experimental.

  En este apartado se compararán los resultados teóricos con los experimentales, cuantificando, en porcentaje, la desviación de los resultados experimentales de los resultados esperados teóricamente.

- Conclusiones.

  En este apartado se describirán las conclusiones alcanzadas por los alumnos, dando respuesta a los objetivos de la práctica y a los aspectos clave del ensayo, comentados a lo largo de la realización del mismo.

Nota final:

El documento contendrá sólo los nombres de los alumnos que hayan colaborado efectivamente en la ejecución de la práctica, a tal efecto se efectuará control de asistencia a las sesiones de laboratorio.

OCW UMA
Castillo López, G. García Sánchez, F. López Taboada, C. Pedraza Rodríguez, C. (2014) Resistencia de Materiales. OCW-Universidad de Málaga. http://ocw.uma.es
Bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Spain