

MÓDULO DE YOUNG

OBJETIVOS

- Conocer el límite elástico de un material.
- Aplicar los conceptos de esfuerzo y deformación.
- Determinar el módulo de Young de un material.

INTRODUCCIÓN

Los diagramas de esfuerzo–deformación para la mayoría de los materiales de ingeniería exhiben una relación lineal entre el esfuerzo y la deformación unitaria dentro de la región elástica. Por consiguiente, un aumento en el esfuerzo causa un aumento proporcional en la deformación unitaria. Este hecho fue descubierto por Robert Hooke en 1676 en los resortes, se conoce como ley de Hooke:

$$\sigma = E \epsilon$$

E representa la constante de proporcionalidad, que se llama módulo de elasticidad o módulo de Young, desarrollado por Thomas Young y publicado en 1807. La ecuación anterior representa la ecuación de la porción inicial recta del diagrama esfuerzo–deformación hasta el límite proporcional. Además, el módulo de elasticidad representa la pendiente de esta línea. Puesto que la deformación unitaria no tiene dimensiones, según esta ecuación tendrá unidades de esfuerzo, tales como psi, ksi o pascales. Para aclarar la manera de calcularlo, consideremos el siguiente ejemplo:

Como vemos en la figura anterior, el límite proporcional para un tipo particular de acero depende de su contenido de aleación; sin embargo, la mayoría de los grados de acero tienen aproximadamente el mismo módulo de elasticidad, aceptado normalmente como $E_{ac} = 29 (103) \text{ ksi}$ o 200 GPa . Debe observarse que el módulo de elasticidad es una propiedad mecánica que indica la rigidez de un material.

El módulo de elasticidad puede usarse sólo si un material tiene un comportamiento elástico lineal. También, si el esfuerzo en el material es mayor que el límite proporcional, el diagrama de esfuerzo–deformación deja de ser una línea recta y la ley de Hooke deja de ser válida.

Cuando una fuerza actúa sobre un objeto, ésta produce cambios de forma y tamaño.

- Esfuerzo de tensión: cuando fuerzas iguales y opuestas tienden a alejarse entre sí, como en los cables que sostienen un puente colgante
- Esfuerzo de compresión: cuando fuerzas iguales y opuestas se dirigen una hacia otra, como en el caso de los pilares o columnas que sostienen un puente
- Esfuerzo de corte o cortante: cuando fuerzas iguales y opuestas no tienen la misma línea de acción:

El esfuerzo es la relación de una fuerza aplicada entre el área sobre la que actúa, como por ejemplo newtons por metro cuadrado o libras por pie cuadrado.

La deformación es el cambio relativo de dimensiones o forma de un cuerpo como resultado de la aplicación de un esfuerzo.

MATERIAL

- 2 soportes universales

- 1 vernier
- 1 tornillo micrómetro
- 2 nueces para soporte
- 1 varilla de metal
- 1 trozo de soldadura
- 1 juego de pesas

PROCEDIMIENTO

Armamos un sistema, como el que aparece en el diagrama anterior. La longitud inicial de la soldadura fue $L_0 = 12.1$ cm, y el diámetro de la sección transversal fue de 0.4 cm, y el área de la sección se calculó de la siguiente manera:

$$A = r^2 L$$

$$A = 3.1416 \times (0.4)^2 \times 12.1 = 6.08 \text{ cm}^2$$

Para no afectar las mediciones, tuvimos cuidado en no estirar la soldadura con la mano. Surgió un problema al llevar a cabo el experimento: la soldadura se rompía en la unión con la varilla, en lugar de romperse en el medio.

La segunda soldadura tenía una longitud inicial $L_0 = 11.13$ cm, por lo que el área es la siguiente:

$$A = 3.1416 \times (0.4) \times 11.13 = 5.59 \text{ cm}^2$$

Las pesas están dadas en gramos, por lo que tenemos que convertirlas a fuerza multiplicando los gramos por 9.81 m/s^2 , la gravedad de la Tierra en el Sistema Internacional, o su equivalente en el Sistema Inglés.

PREDICCIONES

Integrante	1ª soldadura	2ª soldadura
J	1600g	3000g
K	1500g	1200g
R	1800g	1800g

La soldadura debería partirse en el centro, sin embargo, como mencionamos anteriormente, se partió en la unión con la varilla.

A continuación aparece un cuadro con los datos obtenidos. El cambio de longitud tiene un error de $\pm 1/40$:

FUERZA (n)	CAMBIO DE LONGITUD (m)
	error: $\pm 1/40$
981	12.01
1962	12.01
2943	12.01
3924	12.02
4905	12.02
5886	12.16
6867	12.16

7848	12.22
8829	12.29
9810	12.32
10791	12.41
	RUPTURA en unión
7848	11.25
9810	11.53
10791	11.73
11772	11.86
12753	12.09
13734	12.29
	RUPTURA

Nuez

Soporte Universal

Pesa

Soldadura

Varilla

Nuez

Soporte Universal

Pesa

Soldadura

Varilla

$\delta_p = 35 \text{ ksi}$ y $\delta_p = 0.0012 \text{ pulg} / \text{pulg}$, por lo que:

$E = (\delta_p / \delta_p) = (35 \text{ ksi} / 0.012 \text{ pulg/pulg})$

$E = 29 (103) \text{ ksi}$