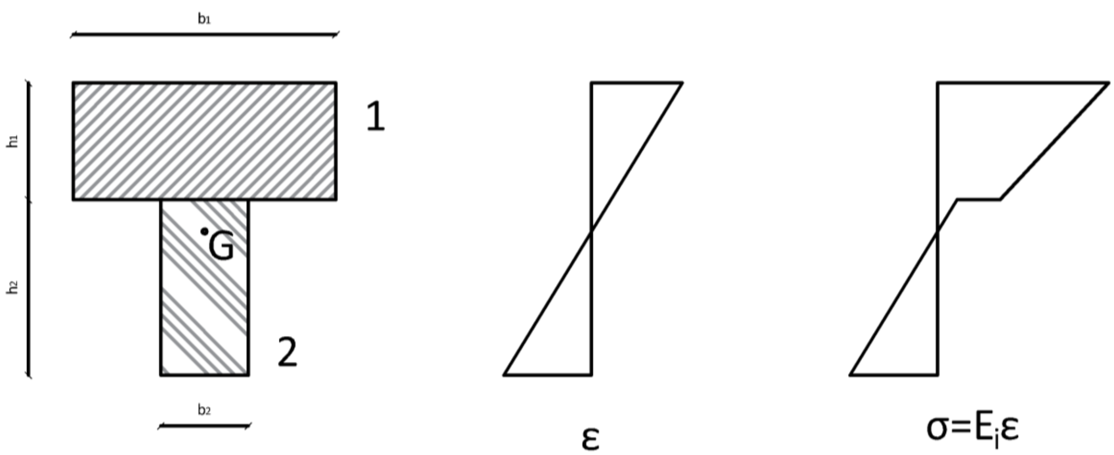
Introducción

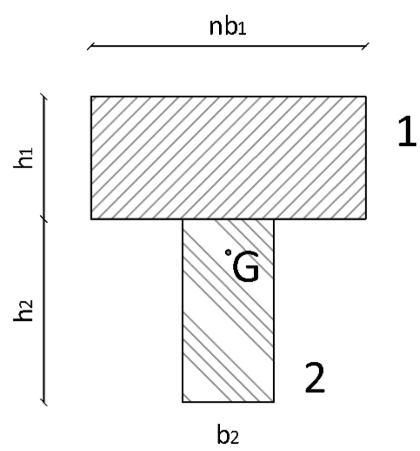
Una sección compuesta es aquella sección que se halla constituida por dos o mas materiales. Mediante una correcta conexión de los materiales se logra conseguir el funcionamiento como una sección única. A la hora de calcular estas secciones se tienen que tener en cuenta diversos factores.

En las secciones compuestas seguiremos trabajando con la hipótesis de que las caras planas permanecen planas y perpendiculares al eje deformado. De esta forma, las deformaciones unitarias en los materiales permanecen lineales. Supongamos una sección en T, compuesta por dos materiales diferentes (1 y 2).



Al ser las deformaciones unitarias lineales, el diagrama de tensiones normales será lineal también (considerando la ley de Hooke). Se produce un salto en el diagrama de tensiones normales producido por el cambio de modulo elástico.

Para calcular las propiedades geométricas de estas figuras procederemos a homogeneizar la sección. Esto consiste en realizar los cálculos suponiendo que existe un único módulo elástico. Para ello, transformaremos nuestra sección, utilizando un factor $n = E_1/E_2$. Supongamos por ejemplo que $E_1 > E_2$. En ese caso $n > 1$, por lo que procedemos a “agrandar” el área del material 1, en este caso modificando su ancho.



En este momento tenemos la sección formada totalmente por el material 2. Entonces podemos proceder a trabajar como acostumbramos. Comenzamos calculando la posición del centro de gravedad desde abajo.

$$y_G = \frac{\frac{h_2}{2} h_2 b_2 + \left(h_2 + \frac{h_1}{2}\right) h_1 n b_1}{h_2 b_2 + h_1 n b_1}$$

Conocida la posición del centro de gravedad se calcula la inercia. Y ahí procedemos a calcular las tensiones en el material.

Para seguir con el ejercicio vamos a suponer una serie de valores en la sección:

- $b_1 = 30\ cm$
- $b_2 = 10\ cm$
- $h_1 = 10\ cm$
- $h_2 = 60\ cm$
- $E_1 = 60\ GPa$
- $E_2 = 40\ GPa$
- $M = 20\ kNm$ (Traccionando las fibras inferiores)

Comenzamos calculando n

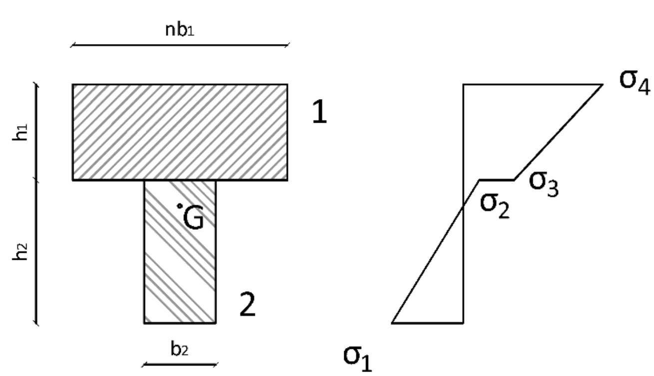
$$n = \frac{E_1}{E_2} = \frac{3}{2}$$

Calculamos la posición del centro de gravedad:

$$y_G = \frac{\left(30\ cm\ 60\ cm\ 10\ cm + (60\ cm + 5\ cm) 10\ cm \frac{3}{2}\ 30\ cm\right)}{60\ cm\ 10\ cm + 10\ cm \frac{3}{2}\ 30\ cm} = 45\ cm$$

Ahora calculamos la inercia homogeneizada:

$$I_H = \frac{10cm(60cm)^3}{12} + 10cm60cm(30cm - 45cm)^2 + \frac{\frac{3}{2}30cm(10cm)^3}{12} + \frac{3}{2}30cm\ 10cm\ (65cm - 45cm)^2 = 498750\ cm^4$$



Calculamos ahora las tensiones normales:

$$\sigma_1 = \frac{M}{I_H} 0.45\ m = 1.80\ MPa$$

$$\sigma_2 = \frac{M}{I_H} 0.15\ m = 0.60\ MPa$$

$$\sigma_3 = \frac{M}{I_H}\ 0.15\ m\ n = 0.90\ MPa$$

$$\sigma_3 = \frac{M}{I_H}\ 0.25\ m\ n = 1.5\ MPa$$

Al ser una sección compuesta, las tensiones rasantes no se materializan en el material. Por lo tanto, es necesario el uso de conectores, para este ejemplo vamos a utilizar conectores trabajando a corte simple con $F_{conector} = 2\ kN$. Para este ejemplo calcularemos con un cortante de $15\ kN$. Comenzamos calculando el flujo en la sección a unir.

$$\mu_H = (65cm - 45cm)10cm\ n\ 30\ cm = 9000\ cm^3$$

$$q = \frac{V\mu_H}{I_H} = 270.7 \frac{N}{cm}$$

Para los conectores se debe calcular:

$$F_{conexion} = q.s$$

A su vez, un único conector trabajando a corte simple:

$$F_{conexion} = F_{conector}\ 1 = 2000\ N$$

Entonces es posible despejar la separación entre los mismos.

$$s = \frac{2000N}{270.7 \frac{N}{cn}} = 7.39\ cm$$