

Ejercicio propuesto del tema 5: Análisis de fatiga con tensiones uniaxiales con componente media no nula

ENUNCLADO:

Se requiere diseñar la estructura de un transbordador de vehículos, cuya representación esquemática y muy simplificada se observa en la Figura 1. Como se puede observar, la estructura consiste en 2 pórticos paralelos articulados en su base, de dimensiones $L=20\text{ m}$ y $H=6\text{ m}$, mientras que la plataforma tiene una longitud de 5 m (ver Figura 1). Las vigas horizontales y verticales de dichos pórticos son del mismo perfil estructural HEB. El material es acero S235J2, con $\sigma_{yp}=215\text{ MPa}$ y $\sigma_u=360\text{ MPa}$. El límite de fatiga de las vigas es $\sigma_e=60\text{ MPa}$.

La función del transbordador es trasladar vehículos de la orilla A a la orilla B del río, y viceversa, estimando una media de 100 trayectos completos (ida y vuelta) al día. El peso máximo de carga, incluyendo el sistema motor, la plataforma, vehículo y pasajeros es de 5 toneladas. Para simplificar el problema, se considera que la carga máxima a transportar es de 5 toneladas, siendo comparativamente despreciable el peso del transbordador. Esta carga de 5 toneladas ($P=2.5$ toneladas en cada pórtico) se considerará puntual, tal y como se observa en la Figura 2, donde se muestra el diagrama de momentos flectores resultantes. Se desprecian los esfuerzos axiales.

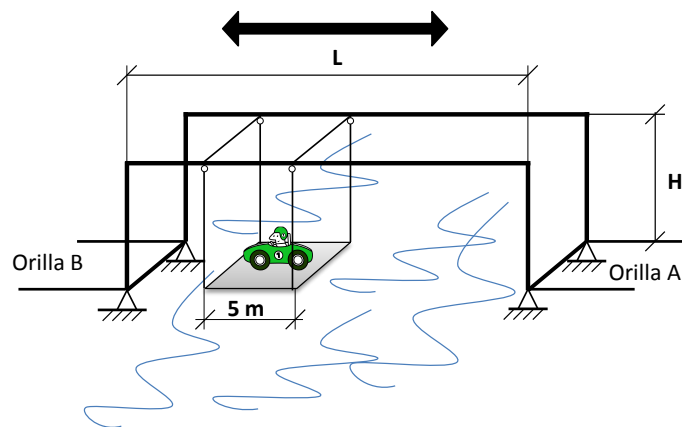


Figura 1.

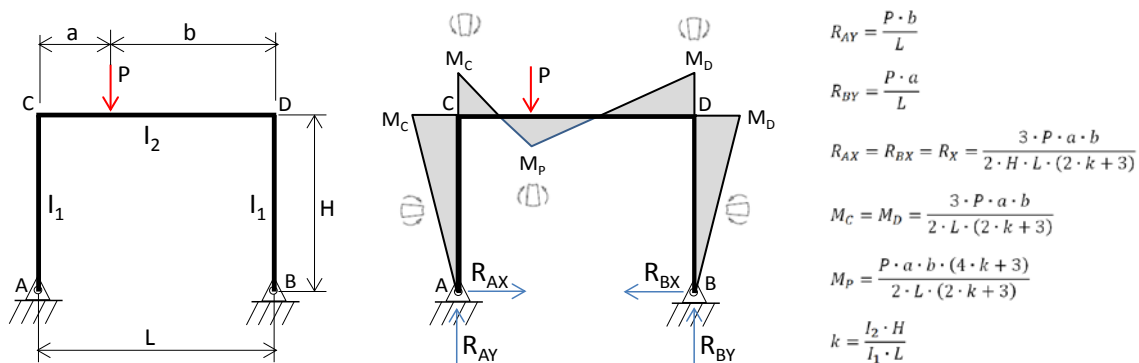
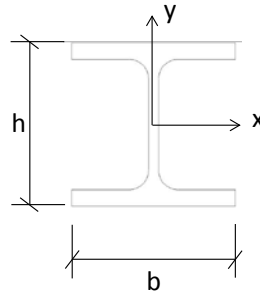


Figura 2.

Se pide:

- Seleccionar de la tabla de perfiles adjunta el perfil HEB adecuado para las vigas de pórtico desde el punto de vista resistente para vida infinita con $CS=1.5$, despreciando el peso propio de las vigas.
- ¿Consideras adecuado el haber despreciado el peso propio de las vigas en el cálculo realizado en el apartado anterior? Razonar la respuesta mediante cálculos justificativos.



HEB	DIMENSIONES mm		SECC.	PESO	REFERIDO al EJE x-x			REFERIDO al EJE y-y			HEB
	h	b	A cm ²	P kg/m	I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	
100	100	100	26	20.4	450	89.9	4.16	167	33.5	2.53	100
120	120	120	34	26.7	864	144	5.04	318	52.9	3.06	120
140	140	140	43	33.7	1510	216	5.93	550	78.5	3.58	140
160	160	160	54.3	42.6	2490	311	6.78	889	111	4.05	160
180	180	180	65.3	51.2	3830	426	7.66	1360	151	4.57	180
200	200	200	78.1	61.3	5700	570	8.54	2000	200	5.07	200
220	220	220	91	71.5	8090	736	9.43	2840	258	5.59	220
240	240	240	106	83.2	11260	938	10.3	3920	327	6.08	240
260	260	260	118	93	14920	1150	11.2	5130	395	6.58	260
280	280	280	131	103	19270	1380	12.1	6590	471	7.09	280
300	300	300	149	117	25170	1680	13	8560	571	7.58	300
320	320	300	161	127	30820	1930	13.8	9240	616	7.57	320
340	340	300	171	134	36660	2160	14.6	9690	646	7.53	340
360	360	300	181	142	43190	2400	15.5	10140	676	7.49	360
400	400	300	198	155	57680	2880	17.1	10820	721	7.4	400
450	450	300	218	171	79890	3550	19.1	11720	781	7.33	450
500	500	300	239	187	107200	4290	21.2	12620	842	7.27	500
550	550	300	254	199	136700	4970	23.2	13080	872	7.17	550
600	600	300	270	212	171000	5700	25.2	13530	902	7.08	600

$$R_{AY} = \frac{P \cdot b}{L}$$

$$R_{BY} = \frac{P \cdot a}{L}$$

$$R_{AX} = R_{BX} = R_X = \frac{3 \cdot P \cdot a \cdot b}{2 \cdot H \cdot L \cdot (2 \cdot k + 3)}$$

$$M_C = M_D = \frac{3 \cdot P \cdot a \cdot b}{2 \cdot L \cdot (2 \cdot k + 3)}$$

$$M_P = \frac{P \cdot a \cdot b \cdot (4 \cdot k + 3)}{2 \cdot L \cdot (2 \cdot k + 3)}$$

$$k = \frac{I_2 \cdot H}{I_1 \cdot L}$$

SOLUCIÓN:

a) Seleccionar de la tabla de perfiles adjunta el perfil HEB adecuado para las vigas de pórtico desde el punto de vista resistente para vida infinita con CS=1.5, despreciando el peso propio de las vigas.

El primer paso a dar es analizar el funcionamiento del transbordador.

La función del transbordador es trasladar vehículos de la orilla A a la orilla B del río, y viceversa, estimando una media de 100 trayectos completos (ida y vuelta) al día.

En la orilla A se carga la plataforma con los vehículos y pasajeros a trasladar hasta la orilla B, donde esta carga se vacía, y se volverá a cargar de vehículos y pasajeros a trasladar a la orilla A. Una vez se llegue a la orilla A, se vuelve a descargar toda la carga. Se vuelve a repetir esta secuencia de traslados una media de 100 veces al día.

Como el peso P se carga (con el vehículo y los pasajeros) y se descarga al llegar a destino (la orilla opuesta), va a tener un valor mínimo de 0 y uno máximo de 5 toneladas (P=2.5 toneladas en cada pórtico).

La carga P crea un momento flector variable según el punto de su aplicación y la tarea a realizar en este momento es la identificación de la posición en la que el transbordador genera un momento máximo.

La posición más crítica del trasbordador se da cuando a=b=10 m (en medio de la viga horizontal). En base a las ecuaciones anexas a la figura 2:

$$M_C = M_D = 52083,3 \text{ Nm}$$

$$M_P = 72916,7 \text{ Nm}$$

Para obtener estos resultados el valor de K=0,3, debido a que:

$$k = \frac{I_2 \cdot H}{I_1 \cdot L}, \text{ siendo } I_1 = I_2 \text{ (todo el pórtico está realizado en el mismo perfil)}$$

$M_{max} = 72916,7 \text{ Nm}$, se da cuando el transbordador se encuentra en medio de la viga horizontal.

$$M_{min} = 0 \text{ Nm}$$

Una vez obtenidos el momento máximo y mínimo que genera el transbordador en el pórtico, se procede a calcular el momento medio y el alterno:

$$M_m = \frac{M_{max} + M_{min}}{2} = \frac{72916,7 + 0}{2} = 36453 \text{ Nm}$$

$$M_r = \frac{M_{max} - M_{min}}{2} = \frac{72916,7 - 0}{2} = 36453 \text{ Nm}$$

Cálculo de las tensiones

$$\sigma_m = \frac{M_m \cdot y}{I} = \frac{(36,45 \cdot 10^6) \cdot y}{I} = X$$

$$\sigma_r = \frac{M_r \cdot y}{I} = \frac{(36,45 \cdot 10^6) \cdot y}{I} = X$$

Aplicando Soderberg, seleccionar el perfil HEB.

$$\frac{X}{\frac{\sigma_e}{CS}} + \frac{X}{\frac{\sigma_{yp}}{CS}} = 1 \rightarrow X = 31,27 \text{ N/mm}^2$$

$$X = 31,27 \text{ N/mm}^2 = \frac{(36,45 \cdot 10^6) \cdot y}{I} = \frac{(36,45 \cdot 10^6)}{W}$$

$W = 1165 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow$ De la tabla de perfiles HEB se selecciona la HEB 280.

b) ¿Consideras adecuado el haber despreciado el peso propio de las vigas en el cálculo realizado en el apartado anterior? Razonar la respuesta mediante cálculos justificativos.

El perfil HEB 280 pesa 103 kg/m, y el perfil transversal mide 20 m. El peso total del perfil transversal asciende a 2060Kg, un 80% del total del considerado para el cálculo. No es adecuado despreciar el peso del perfil transversal.