Calculo de viga en voladizo por medio de esfuerzos combinados

Se analizará la primera parte del brazo por esfuerzos combinados y como una viga en voladizo, para esto contamos con que es un acero ASTM500 con las siguientes características un esfuerzo de cedencia Sy= 46.4 ksi y un esfuerzo ultimo Su= 62.3 ksi.

Diagrama de cuerpo libre de la barra

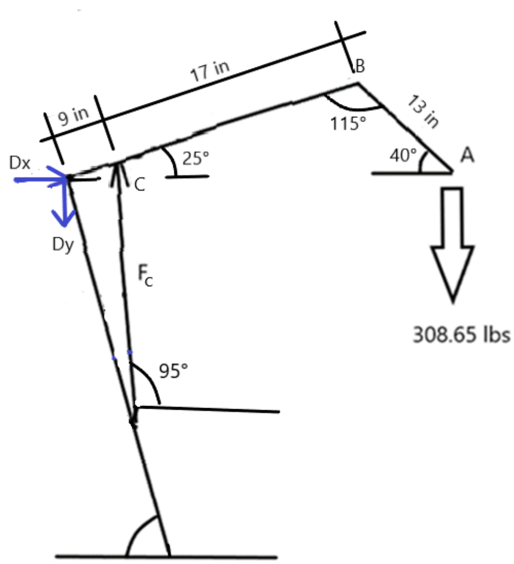
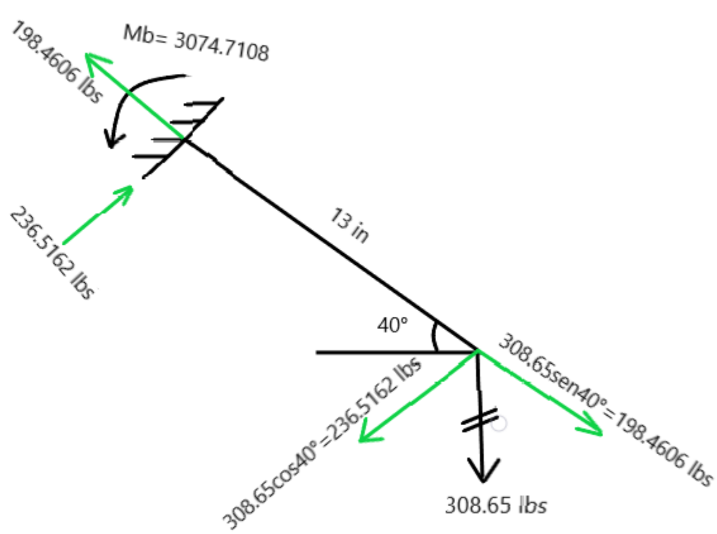
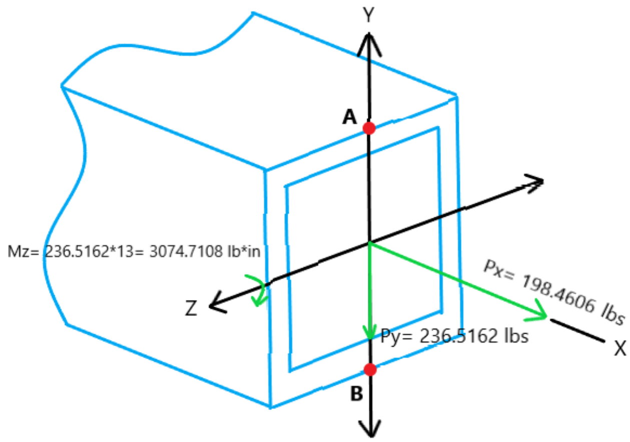


Diagrama de cuerpo libre analizando viga en voladizo





Obteniendo las componentes en “x” y en “y” de nuestra carga de 308.65 Libras tenemos lo siguiente:

$$F = 308.65\ lb$$

$$Fx = Fsen\ 40°$$

$$Fy = Fcos\ 40°$$

$$Fx = (308.65lb)sen\ 40° = 198.4606\ \text{lb}$$

$$Fy = (308.65lb)cos\ 40° = 236.5162\ \text{lb}$$

Una vez obtenidas las reacciones obtenemos el momento en B que nos produce la componente en Y de 236.5162 libras

$$\sum M_B = 0$$

$$-236.5162\ lb\ (13\ in) + M_B = 0$$

$$M_B = 3074.7108\ lb\ in$$

Equilibrando las fuerzas en Y

$$\sum Fy = 0$$

$$R_B - Fy = 0$$

$$R_B = Fy = 236.5162\ lb$$

$$Su = 62{,}300\frac{lb}{in^2}$$

$$Sy = 46{,}400\frac{lb}{in^2}$$

$$\sigma_{b_{ADM}} = 0.66\ (Sy)$$

$$\sigma_{b_{ADM}} = 0.66\ (46400)$$

$$\sigma_{b_{ADM}} = 30624\,\frac{lb}{in^2}$$

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{b_{ADM}}}$$

$$S = \frac{3074.7108\ lb\ in}{30624\,\frac{lb}{in^2}}$$

$$S = .1004$$

Se comprueba que el perfil seleccionado soporte los esfuerzos axiales y flexionantes que actúan sobre la barra a tensión y compresión. De catálogo obtenemos el momento de inercia, el Área de sección, así como “y”.

Esfuerzos en el punto A

$$\sigma = \frac{F}{A} \mp \frac{My}{I}$$

$$\sigma_x = \frac{198.4606}{.49} + \frac{3074.7108\ (.625)}{.101}$$

$$\sigma_x = 19431.6973\,\frac{lb}{in^2}$$

$$\sigma_y = 0\ ;\ \tau_{xy} = 0$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \mp \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_1 = 19431.6973$$

$$\sigma_2 = 0\,\frac{lb}{in^2}$$

$$\tau_{máx} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}} = 9715.8486\ lbs$$

Esfuerzos en el punto B

$$\sigma_x = \frac{198.4606}{.49} - \frac{3074.7108\ (.625)}{.101}$$

$$\sigma_x = -18621.65411\,\frac{lb}{in^2}$$

$$\sigma_y = 0$$

$$\tau_{xy} = \frac{-VQ}{It} = \frac{-236.5162 * .1077}{.101 * .116} = -2174.1886 \ \frac{lb}{in^2}$$

$$Q = \bar{y}'A'$$

$$\bar{y}' = \frac{y_1A_1 + y_2A_2 + y_3A_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{.3125 * .0725 + .567 * .145 + .3125 * .0725}{.0725 + .145 + .0725} = .43975 \ in$$

$$Q = .43975 * \frac{.49}{2} = .1077 \ in^3$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \mp \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_1 = 250.4802 \ lbs$$

$$\sigma_2 = -18872.1343 lbs$$

$$\tau_{máx} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} = 9561.3072 \ lbs$$

Una vez obtenidos nuestros esfuerzos principales a tensión y a compresión, utilizamos la ecuación de Von Mises para obtener nuestro esfuerzo equivalente.

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1 * \sigma_2 + \sigma_2^2} \ = \frac{S_y}{FS} \tag{27}$$

$$\sigma' = \sqrt{250.4802^2 - (250.4802)(-18872.1343) + (-18872.1343)^2} =$$

$$\sigma' = 18998.6128 \frac{lb}{in^2}$$

Con este esfuerzo equivalente se calculará el factor de seguridad por Von Mises

$$\sigma' = \frac{S_y}{N} \ \left[\frac{N}{m^2}\right] \tag{28}$$

$$N = \frac{S_y}{\sigma'}$$

$$N = \frac{46400}{18998.6128}$$

$$N = 2.44 \approx 2$$

Calculando Factor de seguridad por Tresca

$$\tau_{máx} = \frac{S_{ys}}{N}$$

$$N = \frac{0.5 * 46400}{9561.3072} = 2.42 \approx 2$$

Como el factor de seguridad es muy bajo elegiremos otro perfil. Ahora proponemos un perfil de 1 5/8.

Como en el procedimiento anterior “y”, el momento de inercia y el área lo obtenemos del catálogo.

Esfuerzos en el punto A

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{My}{I}$$

$$\sigma_x = \frac{198.4606}{.93} + \frac{3074.7108\ (.8125)}{.312}$$

$$\sigma_x = 8220.4578\,\frac{lb}{in^2}$$

$$\sigma_y = 0\ ;\ \tau_{xy} = 0$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \mp \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_1 = 8220.4578$$

$$\sigma_2 = 0$$

$$\tau_{máx} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}} = 4110.2289\ \frac{lb}{in^2}$$

Esfuerzo en B

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{My}{I}$$

$$\sigma_x = \frac{198.4606}{.93} - \frac{3074.7108\ (.8125)}{.312}$$

$$\sigma_x = -7793.6608\,\frac{lb}{in^2}$$

$$\sigma_y = 0$$

$$\tau_{xy} = \frac{-VQ}{It} = \frac{-236.5162 * .3594}{.312 * .174} = -1565.7957\,\frac{lb}{in^2}$$

$$Q = \bar{y}'A'$$

$$\bar{y}' = \frac{y_1A_1 + y_2A_2 + y_3A_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$\bar{y}' = \frac{(.40625)(.1413) + (.7255)(1.277) + (.40625)(.1413)}{.1413 + 1.277 + .1413} = .6676\ in$$

$$Q = .6676 * \frac{.93}{2} = .3104\ in^4$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \mp \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_1 = 302.8128\ \frac{lb}{in^2}$$

$$\sigma_2 = -8096.4736\ \frac{lb}{in^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1 * \sigma_2 + \sigma_2^2} = \frac{S_y}{FS}$$

$$\sigma' = \sqrt{(302.8128)^2 - (302.8128)(-8096.4736) + (-8096.4736)^2}$$

$$\sigma' = 8252.048\frac{lb}{in^2}$$

Ahora con el nuevo esfuerzo calculado, obtenemos el factor de seguridad

$$N = \frac{S_y}{\sigma'}$$

$$N = \frac{46400}{8252.048}$$

$$N = 5.62 \approx 5$$