ESTABILIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES

APLICACION A LA TORRE DEL FARO DE LA MOCHA

Considerando la torre en la condicion mas desfavorable para el cálculo de la estabilidad, admitiremos que se compone simplemente de un cilindro hueco i no se tomará por consiguiente en cuenta el refuerzo cónico de 2^m de altura que existe a partir de la base fig. (1).

La seccion será $$S = \pi \left(\frac{3.30^2 - 2^2 00}{4} \right.$$

o bien $$S = 5^{m2} 4086$$

El volúmen de albañilería, $V = 47m^3,054$

Peso del metro cúbico de ladrillo $\delta = 1900$ K.

Peso total de la torre, $P. = 89402$ K.

La presion maxima del viento, sea $\pi = 300$ k. por m^2, es el mayor valor que se le puede atribuir i estaremos en condiciones ventajosas para el cálculo.

Pero las torres o chimeneas redondas, no reciben sino los 0,57 de esta presion sobre una superficie igual al cilindro.

La superficie es $S = 2 \; R \times y = 28.71 \; m.^2$ que soporta una presion p' por metro cuadrado.

$$p' = 300 \times 0.57 = 171 \text{ kil.}—$$

Por consiguiente la presion total será: $F = 28{,}71 \times 171 = 4909.41$ k.

La accion de la fuerza que trata de volcar la torre, aplicada en el centro de gravedad, es combatida por el peso propio de la torre, el cual se ha encontrado de $K = 89402$.

Busquemos el punto de pasaje X de la resultante de estas dos fuerzas en el plano de la base, el cual debe caer al interior del nudo central, para satisfacer la condicion estricta de estabilidad, o al interior del círculo que limita el interior de la torre.

Calculemos x; se tiene:

$$\frac{x}{F} = \frac{l}{N} \text{ o bien, } x = \frac{F}{N} l,$$

reemplazando,

$$x = \frac{4909{,}41}{89402} \times 4{,}35 = 0^m 235$$

Por consiguiente el punto de pasaje de la resultante cae a 23.5 cen. del eje de la torre.

En nuestro caso el nudo central es un círculo cuyo radio es

$$r = \frac{1^2{,}65 + 1.^2 00}{4} = 0^m 93 \qquad \text{fig. 2}$$

Por lo tanto, la condicion relativa a la estabilidad se encuentra asegurada.

Calculemos cuál será la presion en el punto mas cansado, es decir en D.

Esta presion será:

$$S_1 = \frac{N}{A}\left(1 + \frac{4\, R\, x}{R^2 + r^2} \right.$$

Siendo A, la seccion de la albañileria, tenemos

$$S_1 = \frac{89402}{5{,}4086}\left(1 + \frac{4 \times 1{,}65 \times 0{,}235}{1^2{,}65 \times 1{,}00^2}\right.$$

se obtiene: $S_1 = 23139$ kil. p. m.^{2},

o bien: $S_1 = 2.31$ k. por cent.^{2} Esta presion debe ser menor que la que es capaz de resistir los materiales de la torre; i en efecto, ladrillos ordinarios son capaces de resistir 7 i 8 kil. por cent.^{2}

Tambien es necesario determinar el valor de la presion por unidad de superficie en el punto ménos cansado.

Su valor es dado por la relacion

$$S_1' = \frac{N}{A}\left(1 - \frac{4\ R\ x}{R^2 + r^2}\right)$$

reemplazando las letras por sus valores, tendremos:

$$S_1' = \frac{89402}{5{,}408}\left(1 - \frac{4 \times 1{,}65 \times 0{,}235}{1{,}65^2 \times 1.00^2}\right. \text{ o bien,}$$

$$S_1' = 16531\left(1 \quad \frac{1{,}55}{3{,}72}\right)$$

$$S_1' = 9588 \text{ k, p. m}^2\text{, o sea,}$$

$$S_1' = 0 \text{ k } 95 \quad \text{por cent.}^2$$

Valor conveniente, en cuanto que se admite hasta 2 i 3 k. por cent.^{2} como carga límite estrema.

Consideremos ahora la torre en su verdadera forma fig. 3.

Determinacion del centro de gravedad de la torre.

Mayor volúmen debido al refuerzo cónico:

$$V = \tfrac{1}{3}\,\pi\, H\,(R^2 + r^2 + R^2)$$

$$H = 2^m.00$$

$$R = 2^m.00$$

$$r = 1^m.65$$

$$V = \tfrac{1}{3} \times 3.14 \times 2(2^2 + 1.65^2 + 2 \times 1.65)$$

$$V = 20^{m^3}.941$$

Cilindro: $V = S \times 2^m = \dfrac{3,14 \times 10,89}{4} \times 2^m = 17^{m^3},097$

Diferencia: $20,941 - 17,097 = 3,844$ metros cúbicos

Volúmen total de la torre: $\begin{cases} 47,054 \\ +\,3,844 \end{cases}$

$$V = 50,898 \text{ m.}^3$$

Peso total:

$$P = 50,898 \times 1900 - 96706 \text{ K.}$$

Superficie proyectada de la torre: fig. 4

$$S = 3.30 \times 6.70 + \frac{3.30 + 4.00}{2} \times 2$$

o bien $S = 22,11 + 13,20 = 35^{m^2},31$

la presion p' por metro cuadrado, será:

$$p' = 171 \text{ k.}$$

La presion total $F = 35,31 \times 171 = 6038$ k.

La accion de esta fuerza es combatida por el peso 96,706 kil.

Punto de pasaje de la resultante:

$$x = \frac{F}{N} l = \frac{6038}{96706} \times 2,925$$

$$x = 0^{m} 182$$

Base de la torre, fig. 5

Nudo central, círculo de radio

$$2 = \frac{2^{2} + 1^{m^{2}}}{4} = \frac{5}{4} = 1,25^{m}$$

El momento de volcamiento en relacion a la base será:

$$u = F\ l = 6038 \times 2,925 = 17661\ k$$

Tenemos pues: $u < 96706$ en el plano de la base:

Condiciones relativas a la estabilidad.

Presion etc., el punto mas cansado, es decir en D.

$$S_1 = \frac{96706}{A}\left(1 + \frac{4 \times 2,00 \times 0,182}{2^{2}.00 + 1^{2}}\right.$$

A, seccion de la base, i es

$$A = \frac{3,14\ (4^{2}.00 - 2^{2},00}{4}$$

A = 9.42 metros cuadrados.

Entónces;

$$S_1 = \frac{96706}{9.42}\left(1 + \frac{1,456}{5}\right)$$

$S_1 = 13253$ kil, por m.^{2}, o sea

$S_1 = 1{,}32$ k. por cent. cuadrado; por lo visto la presion en el punto mas cansado es mui inferior a la presion admisible, la cual pudiera ser hasta de 7 u 8 kil. por cent.[2]

Los cálculos muestran que las dos condiciones, *estabilidad* i *resistencia* se encuentran satisfechas.

ENRIQUE LABATUT.

Santiago, 25 de Octubre de 1894.