

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

LA INDUSTRIA DE AUTOMÓVILES EN FRANCIA

La industria de los automóviles se desarrolla en Francia de un modo asombroso. En los seis primeros meses de 1906 se observó un progreso en la exportación de 19 millones de francos, con relación al mismo período de 1905. Los seis primeros meses del corriente año señalan un nuevo progreso de 10.668.000 francos con relación al año último.

En seis meses, Francia ha vendido al mundo por valor de 78 millones de francos, ó sea próximamente 500.000 francos por día. En esta cifra no se comprenden los neumáticos, las bicicletas ni las motocicletas. En el siguiente cuadro se detallan las ventas por países:

	1905 — Francos.	1906 — Francos.	1907 — Francos.
Rusia.....	374.000	807.000	783.000
Gran Bretaña....	27.140.000	29.530.000	32.820.000
Alemania.....	5.340.000	9.215.000	8.706.000
Bélgica.....	4.135.000	6.941.000	8.383.000
Suiza.....	632.000	1.308.000	2.058.000
Italia.....	2.309.000	3.753.000	2.205.000
España.....	761.000	1.795.000	2.098.000
Austria-Hungría.....	392.000	289.000	496.000
Turquía.....	35.000	85.000	51.000
Estados Unidos.....	2.793.000	5.938.000	5.441.000
Brasil.....	104.000	442.000	2.028.000
Argentina.....	946.000	3.370.000	3.303.000
Argelia.....	1.232.000	1.368.000	1.764.000
Total.....	49.505.000	63.196.000	78.864.000

Los países que figuran con mayor aumento son: la Gran Bretaña, con más de 3 millones; el Brasil, con cerca de 2 millones; España, con 300.000 francos; Bélgica, con más de un millón; Suiza, con 700.000 francos; Argelia, con 400.000 francos.

Solamente Italia ha disminuido sus encargos de un modo apreciable, así como Alemania y los Estados Unidos.

Durante el primer semestre de 1907, Francia ha adquirido automóviles extranjeros por valor de 4.530.000 francos, y durante el mismo período de 1906 por valor de 4.262.000 francos. No ha habido, pues, modificación apreciable.—H.

ENSAYO DE UNA TEORIA DE LA FLEXION DE LAS VIGAS RECTAS

DE HORMIGON ARMADO

M. Chandy ha dado ante la Sociedad de Ingenieros civiles de Francia una interesante conferencia sobre esta cuestión tan de actualidad.

Recuerda, en primer lugar, que en 1899 expuso un método para el cálculo de las vigas de hormigón armado, basado en la concepción siguiente:

Una viga de hormigón armado se puede asimilar á una viga metálica con celosías en N, cuyas diagonales comprimidas están reemplazadas por el hormigón, sustituyendo la adherencia de éste con el hierro, la resistencia que ofrecen los remaches que unen la celosía con las cabezas.

En estas condiciones, M. Chandy ha demostrado que la dirección de los esfuerzos en el hormigón armado estaba inclinada 45° sobre la de las cabezas.

La deformación de una viga recta de hormigón armado comprende tres fases:

1.ª Deformación siguiendo el principio de la conservación de las secciones planas transversales que quedan planas durante la deformación.

Designando por R_a y E_a el trabajo molecular y el coeficiente de elasticidad de una diagonal de la viga metálica asimilada, por R'_b y E_b el trabajo molecular y el coeficiente de elasticidad de la misma diagonal en hormigón, la flecha f_1 tiene por expresión:

$$f_1 = \epsilon \times \frac{\frac{R'_b}{E_b}}{\frac{R_a}{E_a}} = \epsilon \times \frac{R'_b E_a}{R_a E_b} = \epsilon \times \frac{8 \omega E_a}{e l E_b}$$

siendo ϵ la flecha tomada por la viga metálica asimilada bajo la acción de las cargas p , ω la sección de una cabeza metálica, e el espesor de la viga en hormigón de luz l .

Esta primera parte de la deformación se produce bajo la acción de las fuerzas:

$$p_1 = p \times \frac{8 \omega E_a}{e l E_b}.$$

2.^a Terminación del alargamiento de los estribos y del acortamiento de la cabeza longitudinal comprimida.

Esta terminación se hace sin que la viga se doble ($f_2 = 0$), pero su espesor aumenta.

3.^a Flexión de la viga producida por la terminación del alargamiento de la cabeza longitudinal tendida.

La terminación se produce bajo la acción de las fuerzas $p_2 = p - p_1$. La flecha es igual a la mitad de la que tomaría la viga metálica asimilada bajo la acción de estas fuerzas p_2 , es decir:

$$f_2 = \frac{\varphi}{2} \left(1 = \frac{8 \omega E_a}{e l E_b} \right)$$

Se tiene, pues, finalmente, para la flecha total de la viga de hormigón armado:

$$= f_1 + f_2 + f_3 = \varphi \left(\frac{4 \omega E_a}{e l E_b} + \frac{1}{2} \right)$$

M. Chandy indica el medio de consolidar un tablero metálico de puente por medio de vigas de hormigón armado cuyas cabezas están próximamente separadas menos de la mitad que las de dos vigas metálicas del tablero. Esta separación próximamente de la mitad es una consecuencia de la fórmula de más arriba, en la cual el término $\frac{4 \omega E_a}{e l E_b}$ es pequeño al lado del término $\frac{1}{2}$.

Es necesario ver también que la fórmula de la flexión vertical de los prismas cargados puestos derechos, de hormigón armado, es la misma que la del prisma metálico asimilado, afectada del coeficiente $\frac{4 \omega E_a}{e l E_b} + \frac{1}{2}$.

Para concluir, el autor hace notar que su fórmula de la flecha da un resultado un poco superior a la realidad, porque ha despreciado la influencia de la resistencia del hormigón al esfuerzo cortante y a la tracción.

Por el contrario, la fórmula preconizada en las instrucciones ministeriales francesas de 20 de Octubre de 1906, sobre el empleo del hormigón armado ($f = \frac{5 p l^4}{384 E_b I_c}$) da resultados un poco inferiores porque supone que el hormigón resiste la tracción sin hendirse, lo que no es exacto. Ella es, por otra parte, impotente para poner en evidencia la tracción de los estribos y el aumento de volumen de la viga, de las cuales ha podido M. Chandy demostrar la existencia gracias a su teoría.

Se puede decir que la fórmula de M. Chandy da un límite superior de la flecha y que la de las instrucciones ministeriales dan un límite inferior de la misma. La flecha real es sensiblemente la media de estos dos límites.—O.

DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES

(CONTINUACIÓN)

Pesos.—Para pesar los grupos de arena y de piedra correspondientes a cada diámetro, así como el cemento, se tomarán como base las curvas mecánicas respectivas, estimándose la cantidad de agua que de aproximadamente habrá de usarse por la emplea-

da en los ensayos volumétricos hechos con materiales que tenían curvas mecánicas análogas a las de aquéllos. El peso total de la arena, piedra y cemento perfectamente secos variaba de una manera apreciable con el diámetro máximo de la piedra y con su naturaleza, siendo tanto más grande el peso necesario para confeccionar un prisma cuanto mayor es la piedra, porque entonces también es mayor la densidad de la probeta. La gravilla y arena empleadas tenían un peso específico menor que la piedra partida y detritus, de manera que se necesitaba un peso más pequeño para hacer los prismas; pero en cambio el hormigón resultante era más denso, efecto que compensaba al primero. Para una mezcla de 1 X 9 hacían falta 100 kilogramos de arena y piedra y 11,50 de cemento, consignándose en el cuadro VIII los pesos correspondientes a los materiales gastados en cada prisma.

Manipulación.—Los materiales en seco se vertían sobre un tablero forrado con chapa de hierro con rebordes en sus cuatro costados, de 2,40 metros de longitud por 1,50 de latitud. Cuatro obreros revolían en seco la mezcla con palas cuadradas, formando con ella una corona, en cuyo centro vertían el agua, volviendo a revolver hasta formar una masa completamente uniforme, de consistencia blanda, pero en un grado tal que no permitiera que el mortero se separase de las piedras; si el agua no era suficiente, se agregaba más hasta conseguir la consistencia deseada, anotando su peso.

Marcas.—Sobre cada prisma se colocaron cuatro marcas, próximamente en el centro de cada uno de los cuatro trozos en que aquéllos habían de romperse; dichas marcas estaban constituidas por pequeñas placas de bronce de 38 X 13 milímetros, con dos salientes que habían de quedar embebidos en la masa de hormigón, en cada una de las cuales se grabó el número del prisma y una de las cuatro primeras letras del alfabeto. Antes de proceder a la confección de los prismas se colocaban en el fondo del molde las marcas correspondientes, sujetándolas con la hoja de la pala hasta que el hormigón las cubría por completo.

Moldeo.—Preparado el molde y pesado, se vertía en él el hormigón, comprimiéndole con llanas grandes y con palas, después de lo cual se volvía a pesar para deducir la densidad del hormigón recién hecho.

La cantidad de material necesario se había calculado en vista de los resultados de los ensayos volumétricos; pero si en algún caso sobraba hormigón se pesaba, calculándose el agua correspondiente. Como la dosis de agua puede producir diferencias de un 2 ó un 3 por 100 en la densidad calculada para el prisma, se acordó que en los experimentos sucesivos al hormigón sobrante se le privaría del exceso de agua, con objeto de que tuviera la misma consistencia que el del prisma; entonces se le pesaría, se deduciría el peso de agua mezclado que se sumaría al de la que apareciese sobre la superficie del prisma, anotándose el resultado. Ahora bien; como este agua tiene algún cemento en suspensión, debe hacerse un ensayo para determinar su peso específico, el cual se empleará en los cálculos relativos a la densidad del prisma.

Tan pronto como el hormigón ha adelantado en su fraguado lo suficiente para poder manejar el prisma sin peligro de romperle, próximamente a los siete días de confeccionado se desmolda y se conserva en arena húmeda hasta que llegue el momento de romperle.

Manera de presentar los datos.—El cuadro VI es un modelo para presentar los datos relativos a los ensayos de prismas.

Cuando ha llegado el momento de romper un prisma, se saca éste de la arena húmeda, tomando las dimensiones necesarias para calcular la densidad y la carga de rotura. Como cada uno de aquéllos se ha de romper en cuatro trozos de la misma longitud aproximadamente, se tomaron las dimensiones de tres secciones equidistantes entre sí y de las de las extremas, midiéndose en cada una de ellas tres alturas y tres anchos, estimando hasta el cuarto de milímetro. Con los datos de las mezclas y conociendo el volumen del prisma, se calcularon los pesos