

plan de ampliación que el Canal de Isabel II necesita realizar una vez terminadas las obras del primitivo, ó sea á partir de 1.º de Abril de 1922, para satisfacer el programa que hemos expuesto.

Existen dos obras que será preciso realizarlas con más urgencia, que son: el canal paralelo y el recrecimiento de la presa de Puentes Viejas, y su presupuesto suponemos será para el canal paralelo de 11.500.000 pesetas y para el recrecimiento de la presa de Puentes Viejas de 1.885.000 pesetas.

Hemos visto que las obras del primitivo plan, utilizando los recursos de que dispone el Canal, pueden quedar ultimadas en 1.º de Abril de 1922, y el empréstito quedará amortizado en 1.º de Enero de 1929.

En el plazo comprendido entre la fecha en que queden terminadas las obras del primitivo plan y la fecha en la que quede amortizado el empréstito, que son seis años y nueve meses, el sobrante de ingresos disponibles después de pagar los gastos de explotación y pago de intereses y amortización de obligaciones sumará 10.850.132 pesetas, y como el importe de las obras más urgentes del plan de ampliación hemos dicho que importan unos 13.385.000 pesetas, el 1.º de Enero de 1929, cuando el empréstito quede amortizado, hará falta un presupuesto de 2.434.868 pesetas para terminar las obras urgentes del plan de ampliación, y además tendrá el Canal una deuda de 5 millones de pesetas con el Banco de España, porque es de suponer que el Ayuntamiento haya saldado para dicha fecha su deuda con el Banco de España.

Ahora bien, sigamos suponiendo que los ingresos en esa fecha continúen siendo los mismos del año 1915; á partir del año 1929, amortizadas ya las obligaciones, el sobrante de ingresos será de 2.907.430 pesetas, y esta cifra permite, calculando un interés del 5 por 100 anual, emitir un empréstito de 40 millones de pesetas, amortizable en treinta años, cifra más que suficiente para terminar en plazo muy breve las obras más urgentes del plan de ampliación, para saldar la deuda de 5 millones de pesetas con el Banco de España y desarrollar todo el plan de ampliación propuesto en la Memoria de 1914.

Además, ultimadas las obras más urgentes del plan de ampliación, ó sea la construcción del canal paralelo y el recrecimiento de la presa de Puentes Viejas, que sin dificultad podrán quedar terminadas para 1930, Madrid contará con una dotación de agua de 6.000 litros por segundo, y aunque la población aumente á un millón de habitantes, corresponderá por día y habitante 518 litros, pudiendo disponer además de una fuerza hidroeléctrica de 9.000 HP.

Con lo dicho creemos que queda perfectamente definida la situación del Canal de Isabel II, y plenamente demostrado que con sus propios recursos puede ampliamente y con gran desahogo desarrollar el programa antes citado.

Si Madrid entero se hiciera cargo y se convenciera que en el desarrollo y en la buena explotación de su Canal de Isabel II reside el mayor coeficiente de su engrandecimiento y bienestar; si fuera posible hacer comprender esto á la totalidad de los vecinos de Madrid, que persisten en el desconocimiento de la enorme riqueza que para ellos representa el Canal de Isabel II, tan ignorado, tan injustamente calumniado á veces, acaso se cuidara más de defender este imponderable tesoro de las acometidas de los interesados en participar indebidamente, y en contra de los intereses del pueblo de Madrid, de los frutos de esta grandiosa obra, levantada en beneficio exclusivo de la totalidad de los habitantes de la Corte.

La atmósfera de displicente indiferencia que se ha venido creando alrededor del Canal, desaparecería, sin duda, si los ve-

cinios de Madrid quisieran tomarse la molestia de estudiar la situación en la que se desenvuelve, y la extraordinaria importancia que tiene para su porvenir inmediato y más remoto.

En cualquier otro país no faltaría seguramente un organismo encargado de traer y de sostener la simpatía del público por una obra de tal magnitud y que tan inmensa influencia ejerce en el desen olvimiento de la capital de España. Este organismo velaría al mismo tiempo por la defensa de los intereses del Canal, que tantas codicias despierta á su alrededor, y no serían posibles los intentos, repetidamente llevados á cabo por una coalición de intereses bastardos para entorpecer su marcha, para desacreditar sus obras y á los hombres llamados á ejecutarlas, así como los valores emitidos para hacerlas.

Robustecido por una fuerte corriente de opinión pública, por la consciente confianza del pueblo de Madrid, podría muy fácilmente el Canal desbaratar esas maniobras á las que algunas veces hasta una parte de la Prensa de Madrid ha prestado inconscientemente su apoyo y que solamente tiene por objeto el restar ingresos al Canal de Isabel II, lo que equivale á retrasar el complemento de las obras, todavía necesarias para dotar para siempre á la capital de España con uno de los mejores abastecimientos de aguas del mundo, á la par que de un caudal de energía cuyo valor es inestimable.

El Canal de Isabel II tiene en sus manos, como acabamos de demostrarlo, los medios para llevar á cabo con sus propias fuerzas y con toda holgura las obras complementarias que todavía se precisarán para dar cima á su programa. A los vecinos de Madrid que han de recibir con ello la totalidad de los beneficios, toca el impedir por todos los medios el que la insaciable codicia de intereses particulares, en pugna con el del procomún, resten al Canal sus propios recursos ó mermen sus imprescriptibles derechos. Y en primer término les conviene enterarse.

Si á pesar de cuanto llevamos dicho, los vecinos de Madrid insisten en permanecer en ese estado de inconsciencia, cuando los hechos les obliguen á hacerse cargo, acaso sea tarde, y entonces no tendrán derecho á quejarse.

El Ingeniero-Director,
R. DE AGUINAGA.

(Continuará.)

APLICACION DE LA TEORIA DE MÖRSCH

Puente de hormigón armado sobre el río Júcar EN JALANCE (VALENCIA)

POR

ARTURO MONFORT

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

(CONTINUACIÓN) (1)

INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA. — 1) Si varía la temperatura en la bóveda en τ° respecto á la de construcción, se origina una fuerza complementaria que se obtiene análogamente á H_e según las ecuaciones de deformación.

$$H_r = \frac{E \alpha \tau l}{\sum w y^2 + \sum \frac{s}{F}} = \frac{E \alpha \tau l}{\sum \frac{s}{F} y^2 + \sum \frac{s}{F}}$$

(1). Véase el número anterior.

Esta fuerza que se ejerce á la altura del eje de las x hay que suponerla unida rigidamente con la sección de apoyo del arco (fig. 27). Los esfuerzos que por aquélla se produzcan en los bordes de las secciones se deducirán, como dijimos, de los momentos respecto á los extremos del núcleo central de la fuerza H_r . Ésta será tanto más grande cuanto mayor sea J .

Como, además, las variaciones de temperatura en las bóvedas no son conocidas con exactitud, podemos cometer el error de des-

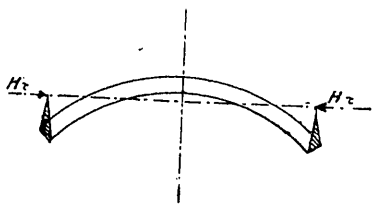


Fig. 27.

preciar en la fórmula hallada el segundo término del denominador, análogamente á lo que con H_0 hicimos.

2) Las variaciones que la bóveda sufre en su temperatura aumentan progresivamente desde el trasdós hacia el interior, pero en el eje quedan á temperatura igual que la de construcción.

Este estado puede presentarse en puentes con bóvedas de aligeramiento, en los que la temperatura es, generalmente, distinta de la del aire exterior. Si esta temperatura es $\Delta\tau^\circ$ más alta que en el interior, el ángulo de giro de dos secciones transversales próximas, al variar linealmente la temperatura, será:

$$dr = \frac{M_x}{EJ} \cdot ds + \frac{ds \cdot \alpha \Delta\tau}{h} \quad (\text{fig. 28})$$

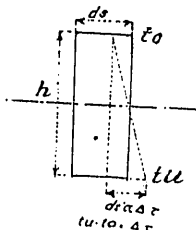


Fig. 28.

Como sólo hay que determinar la influencia de $\Delta\tau$, hay que hacer:

$$M_x = M - Hy - Vx$$

y para

$$N_x = H \cdot \cos \varphi + V \cdot \sin \varphi$$

$$\Delta ds = \frac{N_x}{EF} \cdot ds$$

Si volvemos á recordar las tres ecuaciones de deformación que expresan la inmovilidad del apoyo izquierdo haciendo cero las integrales que ya vimos:

$$\int \frac{dsy}{J}, \int \frac{dsx}{J}, \int \frac{xyds}{J} \text{ y } \int \frac{ds \sin \varphi \cos \varphi}{F}$$

esta última por la simetría del arco, tendremos:

$$\begin{cases} H_{\Delta\tau} = \frac{E \alpha \Delta\tau \int \frac{ds \cdot y}{h}}{\sum w \cdot y^2}; \text{ despreciando el 2.º término del denominador} \\ V_{\Delta\tau} = 0 \\ M_{\Delta\tau} = \frac{-E \cdot \alpha \Delta\tau \int \frac{ds}{h}}{\sum w} \end{cases}$$

Si el arco tiene un espesor constante $\int \frac{ds \cdot y}{h}$ resulta pro-

porcional á $\int \frac{ds \cdot y}{J}$ y, por tanto, como ésta, la primera = 0 siéndolo también $H_{\Delta\tau}$.

Si se tiene en cuenta que la temperatura interior está siempre próxima á la de construcción $\Delta\tau = t_n - t_0$ será siempre del mismo signo que el incremento de temperatura τ en el eje de la

bóveda, y como $\int \frac{ds \cdot y}{h}$ resulta negativo para los arcos que

aumentan de espesor hacia los arranques, tendremos que $H_{\Delta\tau}$ será de signo contrario que H_r y disminuirá este empuje horizontal. El momento $M_{\Delta\tau}$ disminuye en la proximidad del arranque los precedentes de H_r y los aumenta en la proximidad de la clave, pero como los últimos son mucho más pequeños que los primeros se puede decir que por la existencia de las bóvedas de aligeramiento ó de un cuerpo macizo se disminuyen algo los esfuerzos debidos á la temperatura, aparte de que la variación τ en el eje se mantiene entre límites más estrechos.

ARCOS NO SIMÉTRICOS.—Como no interesa al proyecto que estudiamos la descripción de los cálculos de esta clase de arcos, terminamos la exposición del sistema Mörsch, descrito para aplicarlo seguidamente á la bóveda proyectada.

CÁLCULO DE LA BÓVEDA PROYECTADA.—La luz teórica que ha servido para el cálculo en el eje del arco es $l = 30,60$ metros y la flecha $f = 4,80$ metros. Hemos adoptado por eje la línea de presiones debida á la carga permanente y obtenida por medio de los tanteos antes descritos.

La primera forma elegida para el arco la dibujamos, representándose la de ella deducida por la línea de presiones en el anejo núm. 1 de esta Memoria. Los pesos empleados para el cálculo de ésta se refieren á la primera forma, pero, como dijimos, apenas difieren de las obtenidas con la variación.

Teniendo en cuenta las divisiones del arco en las dovelas que en la figura del anejo citado se representa, se obtienen los siguientes pesos:

Peso de las dovelas y cargas transmitidas por las columnas en toneladas.

Dovela 0-1.....	= 10.580	Suma anterior.	96.820
» 1-2.....	= 10.820	Columna IV.....	= 10.050
» 2-3.....	= 11.660	Dovela 9-10.....	= 8.520
Columna I.....	= 4.860	» 10-11.....	= 9.240
Dovela 3-4.....	= 5.640	Columna V.....	= 10.490
» 4-5.....	= 5.880	Dovela 11-12.....	= 10.200
Columna II.....	= 9.470	» 12-13.....	= 11.280
Dovela 5-6.....	= 6.240	Columna VI.....	= 11.030
» 6-7.....	= 6.720	Dovela 13-14.....	= 12.240
Columna III.....	= 9.710	» 14-15.....	= 13.260
Dovela 7 8.....	= 7 320	Columna VII.....	= 11.720
» 8 9.....	= 7.920	Dovela 15-A.....	= 4.140
Suma y sigue.	96.820	P =	208.990

La deducción de los pesos anteriores, por ejemplo, para la dovela 0-1, la hemos obtenido como sigue:

Ya vimos que la carga permanente por metro cuadrado de tablero era 824 kilogramos; luego para el trozo 0-1 de arco en todo el ancho de la bóveda, ó sea en 5 metros, será:

	Kilogramos.
Peso de la bóveda = $1 \times \frac{0,40 + 0,42}{2} \times 5 \times 2.400$	4.920
Idem del tímpano = $1 \times \frac{0,10 + 0,10}{2} \times 5 \times 2.400$	1.200
Piso $4,75 \times 8,24$	3.914
Aceras.....	288
Pretil.....	264
TOTAL.....	10.580

El peso que transmite la columna I, por ejemplo, siendo seis el número de ellos en la fila, se halla así:

	Kilogramos.
Por el piso, aceras y barandillas.....	4.460
Por las columnas = $6 \times 0,19 \times 0,20^2 \times 2.400$	110
Por las traviesas = $0,12 \times 0,18 \times 5,60 \times 2.400$	290
TOTAL.....	4.860

Las demás dovelas y columnas se han hallado por cálculos análogos y la última 15-A.

$$\frac{1}{2} \cdot 1,15 \times 0,6 \times 5 \times 2.400 = 4.140 \text{ ton.}$$

El corte de la bóveda es rectangular y las secciones en que aquella se divide para el estudio normales á las generatrices del intradós.

A continuación presentamos los momentos de los pesos de las dovelas respecto á la clave y cada una de las secciones, en el que cada momento se ha calculado basándose en el anterior:

Secciones	MOMENTOS EN TONELADAS MÉTRICAS	y_s en m.
Clave.....	= 0	0,000
1. ^a $0 + 0 \times 100 + 10.580 \times \frac{1,00}{2}$	= 5.290	0,018
2. ^a $5.290 + 10.580 \times 1 + 10.820 \times \frac{1,00}{2}$	= 21.280	0,074
3. ^a $21.280 + 21.400 \times 1 + 11.660 \times \frac{1,00}{2}$	= 48.510	0,134
4. ^a $48.510 + 33.060 \times 1 + 4.800 \times 0,95 + 5.640 \times 0,50$ =	89.007	0,311
5. ^a $89.007 + 43.560 \times 1 + 5.880 \times \frac{1,00}{2}$	= 135.507	0,473
6. ^a $135.507 + 49.440 \times 1 + 9.470 \times 1,00 + 6.240 \times 0,50$ =	197.537	0,655
7. ^a $197.537 + 65.150 \times 1 + 6.720 \times \frac{1,00}{2}$	= 266.047	0,929
8. ^a $266.047 + 71.870 \times 1 + 9.710 \times 1,00 + 7.320 \times 0,50$ =	351.287	1,227
9. ^a $351.287 + 88.900 \times 1 + 7.920 \times \frac{1,00}{2}$	= 444.147	1,551
10 $444.147 + 96.820 \times 1 + 10.050 \times 1,00 + 8.520 \times 0,50$ =	555.277	1,940
11 $555.277 + 115.390 \times 1 + 9.240 \times \frac{1,00}{2}$	= 675.287	2,359
12 $675.287 + 124.630 \times 1 + 10.490 \times 1,00 + 10.200 \times 0,50$ =	815.507	2,849
13 $815.507 + 145.320 \times 1 + 11.280 \times \frac{1,00}{2}$	= 966.467	3,377
14 $966.467 + 156.600 \times 1 + 11.030 \times 1,00 + 12.240 \times 0,50$ =	1.140.217	3,984
15 $1.140.217 + 179.870 \times 1 + 13.260 \times \frac{1,00}{2}$	= 1.326.717	4,635
Arranque A. $1.326.717 + 193.130 \times 0,30 + 11.720 \times 0,30 + 4.140 \times 0,13$	= 1.373.710	4,830

Del momento respecto á la sección de arranque se obtendrá el empuje horizontal H_s dividiéndole por $f = 4,80$ y dividiendo por este mismo valor nuevamente cada uno de los momentos de las distintas secciones, se obtendrán las ordenadas y_s de la línea de presiones referida á un eje de abscisas que pasa por el centro de la clave.

$$H_s = \frac{1.373.710}{4,8} = 286.200 \text{ ton.}$$

(Continuará.)

HORMIGÓN ARMADO

IMPORTANTE REAL DECRETO EXPOSICIÓN

La progresiva aplicación del sistema de hormigón armado en las construcciones en general y en sus aplicaciones á las obras públicas ha inducido á otros países á preocuparse de su detenido estudio y á la necesidad de dar reglas y condiciones generales, mediante las que las construcciones hechas con este nuevo material pueden presentar análogos caracteres de estabilidad y las mismas garantías de seguridad que las que son ejecutadas con materiales ya conocidos y experimentados.

En nuestro país, en el que este procedimiento de construcción se ha desarrollado también, donde al lado de grandes aciertos se han producido catástrofes en obras ejecutadas por este sistema y con este material, que unas y otras pueden ser materia de enseñanza y experiencia, poco se ha hecho para unificar estas observaciones, que tan importantes pudieran ser para el estudio de un sistema que desde luego, llegado á su perfeccionamiento, ha de producir completa revolución en el arte de construcciones; Francia, por decreto ministerial, formó una Junta de estudios, en la que están representados el Consejo general de Puentes y Calzadas y los más experimentados constructores en este sistema, en unión de importantes personalidades dedicadas á dichos estudios para que adoptase un proyecto de construcciones aplicables al empleo de hormigón armado en las obras que dependen del Ministerio de Obras públicas.

Durante tres años esta Comisión ha llevado á cabo estudios é investigaciones experimentales, trabajos condensados en unas instrucciones relativas al empleo del hormigón armado, conforme al estado actual de los conocimientos en la materia, trabajos que, como dice muy bien uno de los miembros de dicha Junta, dejan la puerta abierta á todos los progresos y da latitud bastante á los Ingenieros para tomar en consideración, si lo merecen, las iniciativas individuales, tanto en el dominio de la teoría pura como en el desarrollo de los métodos de cálculo propuestos. Trabajos, además, á perfeccionar cuando la experiencia de todo género del sistema suministran datos más ciertos y precisos que los que hoy se poseen.

Dividen este trabajo en varios capítulos, cuyos enunciados pueden dar á conocer los puntos á que se refiere. Se ocupa el primer capítulo de los datos á admitir en la proposición de los proyectos, el segundo se refiere á los cálculos de resistencia, el tercero á la ejecución de los trabajos y el cuarto á las pruebas de las obras.

No sería prudente aprovechar literalmente estos trabajos llevados á cabo en Francia y otros países, pues en el nuestro debe hacerse uno especial adaptado á nuestras condiciones climatológicas, que determinan un elemento importante en la indicada clase de construcciones.

Y como van siendo ya numerosas las obras que por este procedimiento se ejecutan en España, no sólo en construcciones civiles, sino también en obras públicas de carreteras, construcciones hidráulicas, etcétera, parece llegado el momento de estudiar aquellas instrucciones que regulen en lo posible estos trabajos en la parte técnica y en sus aplicaciones á los servicios afectos á este Ministerio. Precisa, por lo tanto, el nombramiento de una Comisión á la que se encargue este estudio y se excite su celo para determinar unas bases de construcción que sirvan para redactar los proyectos de obras de hormigón armado, aplicadas al servicio de Obras públicas.

Esta Comisión puede estar formada por el Subdirector de Obras públicas, como Presidente, un Ingeniero en activo que haya ejecutado obras de esta clase ó hecho estudios en la materia ó haya formado parte de Comisiones anteriores para investigaciones del sistema; un Profesor de la Escuela Especial de Caminos y un constructor de reconocida importancia.