

Eliminando rq tenemos las líneas de $K =$ constante

$$\omega = \frac{c_1 - 1/2 + \frac{1 - \varphi - 0,09 K \varphi^2}{1 - \varphi - 0,9 K \varphi}}{1 - \varphi - 0,09 K \varphi^2} \times \frac{\varphi}{2} - \frac{\varphi^2}{6}$$

que son rectas, y eliminando K nos encontramos con que las líneas de $rq =$ constante

$$\omega = \frac{(c_1 - 1/2) \varphi - 0,1 \varphi^2}{rq (1 - 0,9 \varphi - 0,1 \varphi^2) - \varphi^2 \left[\frac{1}{6} + \frac{1}{20} \right]}$$

son también rectas.

Se dan las fórmulas anteriores por si algún lector estuviese interesado en confeccionar gráficos de flexión compuesta o tensoflexión, con carga del acero distinta de 1 200 kg./cm.², que es la que hemos utilizado, tanto en el gráfico publicado en el número 10 de la REVISTA, del año 1934, como en el presente. Así se evita hacer las eliminaciones que, aun siendo elementales, resultan penosas y expuestas a errores.

Antonio ANGULO,
ingeniero de Caminos.

Las presas bóvedas de anillos

Tenía el propósito de no escribir más sobre presas bóvedas de anillos, por lo menos en algún tiempo, pues nadie hay más refractario que yo a insistir sobre cualquier tema. Pero llevada la cuestión a disponer las juntas de los anillos de modo que sean completamente eficaces para realizar prácticamente la independencia elástica de aquéllos, porque en realidad es lo único que puede ser discutible en este sistema de presas, al exponer este problema a mis queridos compañeros Julio González y Amalio Hidalgo, e indicarles las soluciones adoptadas, me expusieron una forma de conseguir también las juntas, de un modo tan sencillo y seguro, que no debo resistir la tentación de publicarlo, por la satisfacción que además me produce la colaboración de tan buenos amigos.

Decíamos en artículos anteriores que el único defecto imputable a las juntas era su rozamiento, pues de no ser así, los anillos trabajarían en condiciones absolutamente concordantes con la hipótesis de cálculo. Y para quitar, casi por completo, el efecto de rozamiento, dispusimos en el artículo anterior que las juntas tuvieran unas bolas de fundición o unos rodillos de fibro-cemento, que transformando el desplazamiento relativo de los anillos por rodadura, llegara el coeficiente de coacción a una cifra imperceptible, por realizar así prácticamente el isostatismo de los arcos.

Pues con la idea de los señores González e Hidalgo se evita totalmente, o si se quiere, parcialmente, el rozamiento en la medida que pueda desearse, de un modo automático y más económico que con cualquier substancia intermedia.

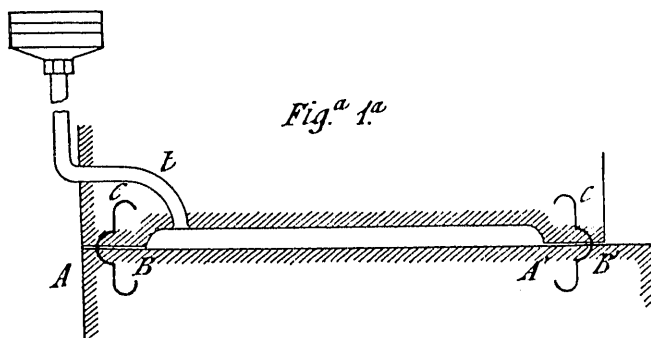
Se trata sencillamente de que la coacción por rozamiento, que es siempre medida por el producto $P\varphi$ de la carga vertical por el coeficiente de rozamiento, puede hacerse sensiblemente nula haciendo decrecer P o disminuyendo φ . La reducción de este último factor la conseguimos con los rodillos o bolas, pues al transformar el movimiento en rodadura, el valor que se obtiene, de ese parámetro, es del orden de 0,05, según los experimentos verificados.

Pero ahora vamos a conseguir la reducción, o anulación de P , por medio de la misma presión hidráulica.

A ese efecto, supongamos que en la figura 1.^a se represente en sección vertical una junta cualquiera de los anillos.

Disponemos dos partes planas $AB - A'B'$, en las que los anillos estarán en contacto, con interposición solamente de una hoja de papel parafinado, delgada chapa metálica o simplemente en contacto, pues, por lo que diremos después, en nada afecta ese detalle.

En esas dos partes se colocan cubrejuntas de cobre, o de plomo, como siempre pusimos, en la forma indicada en la figura, con la letra c . En la parte

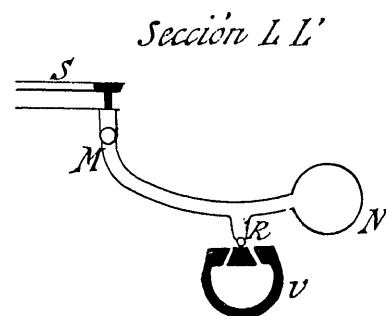
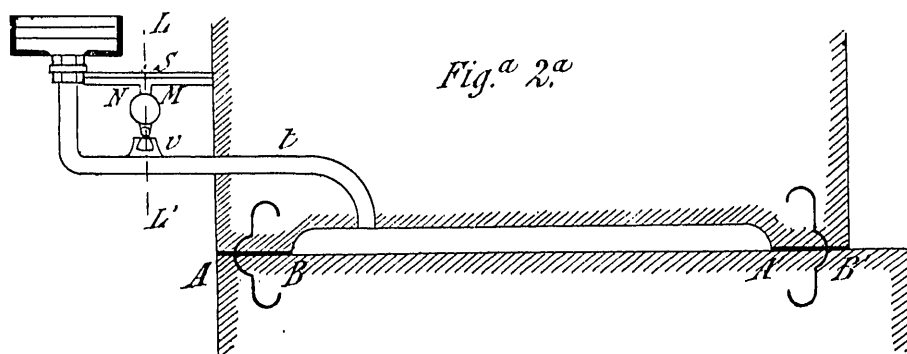


central de la junta se hace una escotadura de cuatro o cinco centímetros de grueso y por medio de un tubo t se hace que la escotadura tenga agua a presión. A ese efecto, si el tubo indicado estuviera en comunicación con el embalse, podríamos conseguir que la presión sobre la junta fuera la hidrostática, quedando entonces una presión sobre las bandas $AB - A'B'$, que estará medida por la diferencia entre el peso de la fábrica y ese empuje del agua. Pero podemos hacer que esta diferencia se reduzca a cero, es decir, que no haya carga ninguna de un anillo sobre otro, pues basta naturalmente que el tubo tenga un sencillo acumulador hidráulico formado por un émbolo con el diámetro necesario, para que la carga sobre ese émbolo produzca en el tubo la presión necesaria para igualar al peso de la fábrica, según se indica en la figura 1.^a.

Esta ingeniosa idea se puede poner en práctica del mismo modo para las juntas verticales de los arranques de los arcos, pero es preciso tomar precaución para cuando el embalse descienda, pues de no ser así quedaría desarticulada la presa.

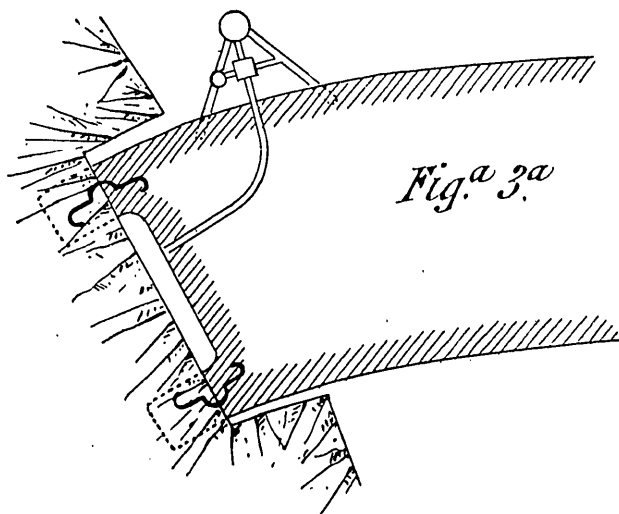
Muy fácilmente se puede adoptar esa precaución de tal modo que automáticamente sea siempre la pre-

sión sobre la junta la necesaria para equilibrar el peso de la fábrica en las horizontales, o el empuje de los arcos en las verticales, sin rebasar nunca ese equilibrio, o más bien quedando siempre inferior a él para más seguridad. A tal efecto se nos ocurre modificar la disposición del tubo en la forma siguiente:



El émbolo con su carga tarada puede quedar con-tiguo a la junta (fig. 2.^a), y para el caso de ir bajando la presión, por descender el embalse, se dispondrá una válvula, *v*, que está entrapada de forma que quede cerrada cuando la presión sea la máxima del embalse, lo cual se consigue con sólo disponer la acción automática de la palanca *MN* que tiene el contrapeso *N* calculado para este efecto y que está articulada en *M* y *R*. En esta forma, cuando la presión descende, se va abriendo la válvula *v* y se restablece la presión de equilibrio. Cuando el embalse estuviera vacío, también quedaría vacía de agua la escotadura de la junta y cargaría entonces en las juntas horizontales el peso propio en las bandas *AB* — *A'B'*, sin que ocurriera nada anormal si éstas se calculan para que el hormigón resista bien tal presión.

Al llenarse el embalse, automáticamente se llena el tubo *t* y todo funciona en la forma prevista. Los soportes *s* son piezas metálicas para sostener ese lige-



ro aparato y basta hacer un sencillo cálculo de esos elementos tan simples para comprender que resultan piezas pequeñas, sumamente económicas y que los soportes son unos perfiles en *T* de las dimensiones corrientes en el comercio.

Para las juntas verticales se puede emplear idéntica disposición, que esquemáticamente está representada en la figura 3.^a, como sección por un plano horizontal de uno cualquiera de los anillos.

Es indudable que esta disposición de las juntas evita totalmente el rozamiento; mejor aun, se puede regular al valor que se quiera, hasta hacerle nulo.

Pero, además, no hay duda que funciona automáticamente con cualquier nivel del embalse y su forma y elementos son tan sencillos que nada puede temerse de su defecto en el funcionamiento.

* * *

Ya que tengo el propósito de dejar descansar las presas bóvedas por anillos en una temporada, no quiero dejar la pluma sin relatar los resultados obtenidos estos últimos días en las pruebas hechas en el Laboratorio de la Escuela con los tubos de fibro-cemento.

Dos tipos de rodillos se han ensayado: uno con 22 centímetros de diámetro y ojo de 7 cm.; el otro con 11 cm. de diámetro y ojo de 5 cm.

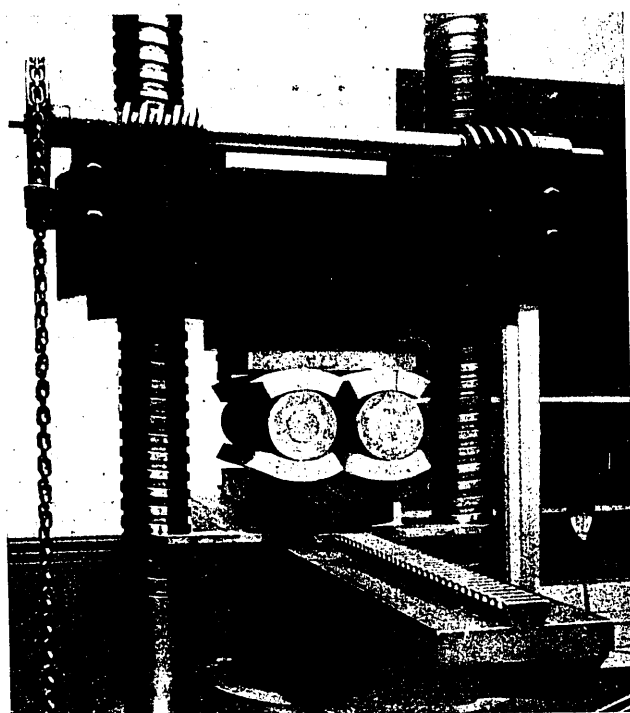


Fig. 4.^a — Ensayo de tubos de fibro-cemento, de 5 cm. de diámetro interior y 11 de diámetro exterior, macizados con mortero de cemento.

Para el primero, la media de seis ensayos, en longitud de 50 cm., dió una carga de 83 000 kg. con el ojo vacío y 140 000 kg. con el ojo lleno de mortero de cemento de 1 : 2.

Para el segundo tipo de tubo, la resistencia media en longitud de 25 cm. fué de 19 200 kg. con el ojo vacío y 45 300 kg. con el ojo macizado con mortero de cemento.

Desde luego se ve la gran ventaja de llenar el ojo con mortero, y además, desde el punto de vista de seguridad en la obra, es precaución igualmente conveniente.

Debemos advertir que en esos ensayos la diferencia entre la máxima y la mínima fué menor de $\frac{1}{12}$ de

la media, lo cual indica una gran homogeneidad, y, por tanto, seguridad en las cifras.

El tipo más adecuado, a nuestro juicio, es el tubo pequeño, de 11 cm. de diámetro exterior, tanto por su fácil manejo como por la economía.

Si se tiene en cuenta que para las juntas verticales más cargadas la máxima compresión con que hemos calculado los anillos es de 50 kg./cm.², resulta que colocando los rodillos a 12,5 cm. de distancia de eje a eje, recibirán una presión máxima de $50 \times 12,5 \times 25 = 15\,625$ kg. para una longitud de 25 centímetros, y como su resistencia es de 45 300 kilogramos, resulta un coeficiente de seguridad de 3.

Este coeficiente es mucho más tranquilizador que el de las obras corrientes de hormigón, por la seguridad antes indicada de los valores ensayados. En la fotografía adjunta se representa la junta hecha con dos rodillos, entre los casquillos del mismo material, en la forma que se hizo la prueba de rotura.

Para la construcción no es necesario disponer los dobles casquillos, pues basta que los inferiores sean sustituidos por chapa plana de fibro-cemento de 5 milímetros de grueso y los superiores unidos entre sí formando una chapa ondulada.

* * *

Después de lo expuesto no queremos hacer más que un comentario: cuando en las presas de gravedad y en las de bóvedas continuas se tenga precisado el problema técnico desde el punto de vista de asegurar la concordancia entre las hipótesis y la realidad física, de un modo que sea comparable con las seguridades que nosotros hemos encontrado para las de anillos independientes, podrán discutirse las ventajas e inconvenientes de unas y otras, pero mientras el cálculo de aquellas presas siga siendo tan arbitrario como hasta ahora, sólo podrá defenderse la técnica de las de anillos, en su doble ventaja de seguridad y economía.

A. PESA BOEUF

La política y los contratistas

La intervención de los políticos, grandes y chicos, en las más importantes incidencias que se presentan en el curso de las construcciones de una obra de alguna magnitud, es casi siempre nefasta para los contratistas. Considero oportuno demostrarlo, y, hombre de realidades y no de literatura, lo probaré con algunos hechos personales que, por lo tanto, son incontrovertibles.

OBRAS DEL TERCER DEPÓSITO DE MADRID.

Al inaugurar, hace poco más de un año, el cursillo de Cemento en nuestra Escuela de Caminos con una conferencia titulada "Historias del hormigón armado", recordé el calvario que sufrí a causa de un trágico hundimiento, por el que fui escarnecido por casi toda la Prensa, al borde de la cárcel y expuesto a atentados personales, y, por fin, procesado.

Dos interminables años duró mi proceso, determinado por una Junta técnica designada, en la que, por debilidad del Gobierno, estaban en minoría los ingenieros de Caminos.

Si no hubiera sido por la valiente e incontestable demostración de mi perito, el insigne Echegaray, y la elocuente defensa de mi abogado, D. Melquiades Álvarez, a buen seguro que el Jurado que constituía el Tribunal se hubiese inclinado a una condena casi infamante, que me hubiera colocado al borde de la desesperación.

Pero con mi absolución judicial no terminaron mis angustias, pues quedaba en pie el expediente administrativo incoado simultáneamente, que se encontra-

ba en el Consejo de Estado. Fueron sucesivamente ponentes los ex ministros señores Aguilera, Duque de Veragua y Sánchez Román, y murieron los tres sin llegar a declararme irresponsable.

Pasó entonces el expediente a manos del también ex ministro D. Miguel Villanueva, reputado como el más temible de los Consejeros de Estado. Atemorizado por esta leyenda, solicité de su jefe político, D. Segismundo Moret, que me honraba con su amistad, que atenuara el peligro que corría, y fué grande mi sorpresa cuando aquel ilustre hombre público me tranquilizó, asegurándome que, si bien sería quizá contraproducente una recomendación, era Villanueva hombre muy inteligente y de los pocos que tuvieran el valor de sus convicciones, por lo que confiaba en que espontáneamente me diera la razón.

Y así fué. El Consejo de Estado, en pleno, aceptó el informe favorable de D. Miguel Villanueva. Creí yo entonces que tenía ganada la partida, confiando en que el ministro de Fomento resolvería de acuerdo con el Consejo de Estado. Pasaron por aquel departamento media docena de ministros, algunos amigos personales míos, y ninguno de ellos se atrevió, a pesar de mis reiteradas visitas, a resolver el expediente a mi favor, temerosos todos, sin duda, como me declaró desenfadadamente uno de ellos, de las críticas de la Prensa y del Congreso. Seguiría aún, quizá, mi calvario ante tantas dejaciones ministeriales, si por un azar de la suerte no hubiera sido nombrado ministro de Fomento D. Miguel Villanueva. Me apresuré a visitarle por primera vez, y, asombrado por el proceder de sus antecesores, me