

Colección de puentes de altura estricta

ESTUDIO DEL PÓRTICO SENCILLO

El problema estructural más importante de un pórtico sencillo está en la unión de dintel y pilares. Para ver claro en la resistencia de este elemento hemos recurrido al estudio de sus condiciones de rotura, mediante la curva de resistencia intrínseca del hormigón armado y los resultados que hemos logrado reunir sobre experiencias llevadas a cabo en la estructura o en el elemento estructural.

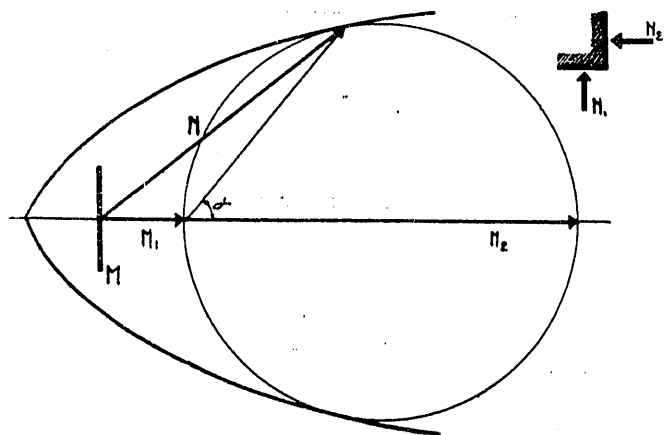


Fig. 1. Rotura por compresión doble

Realmente, en el codo no sirven las hipótesis de cálculo de las piezas prismáticas rectas (puede verse, en la figura e de la lámina 1, cómo la distribución de tensiones en las secciones planas dista mucho de ser lineal); tampoco puede aplicarse el cálculo de las piezas curvas, ni en el caso de realizar un acartelamiento en esta forma, siendo el punto más grave el correspondiente al vértice del ángulo interior, donde se obtienen, por estos procedimientos, tensiones extraordinarias, aunque se suavice el encuentro con acartelamientos locales.

He adoptado el encuentro en ángulo vivo, sin pequeño acartelamiento, pues, teniendo en cuenta las razones que expongo a continuación, éste, si bien es algo eficaz, no es lo suficiente para justificar la complicación constructiva de su existencia.

En la estructura pórtico sencillo las fuerzas exteriores que actúan se transmiten a la sustentación, canalizadas a lo largo de dintel y pilares mediante giro de las secciones, que hacen posible el traslado horizontal de fuerzas verticales, a través del primero, y el traslado vertical de fuerzas que no caen dentro de su masa, en los segundos.

A consecuencia de estos giros, las moléculas del cuerpo sufren desplazamientos relativos, lo que produce distensiones entre ellas, que han de estar contrarrestadas por la cohesión del material, para que el cuerpo no se rompa. Naturalmente que estas distensiones dependen de los esfuerzos aplicados y del modo como la estructura los canaliza, al transportarlos a la sustentación.

Así, en el caso del codo entre dintel y pilar, los puntos próximos al vértice en las secciones inmediatas sufren un desplazamiento hacia éste, en las dos direcciones perpendiculares, siendo preciso estudiar la combinación de ambos para conocer las condiciones de trabajo en el vértice.

Al cortar por las secciones extremas de pilar y dintel nos encontramos que las tensiones en el contorno no pueden tener nada más que componente normal de compresión; por consiguiente, sus valores N_1 y N_2 corresponden a las tensiones principales, siendo la distribución de tensiones alrededor del punto la que aparece en la figura 1 mediante la clásica representación de Mohr. Si aumentamos gradualmente los esfuerzos exteriores sabemos que la rotura tendrá lugar cuando el círculo de Mohr, sucesivamente agrandado, llegue a ser tangente a la curva de resistencia intrínseca, siendo N la tensión que produce la rotura, en un plano que forma el ángulo α con el principal relativo a N_2 .

Comparando el caso con el de rotura por compresión simple: $N_1 = 0$ (fig. 2), vemos que las tensiones principales del caso anterior son superiores a las del caso actual, ya que éste se define por la tangencia del círculo a la recta M , representante de la sección.

A medida que las tensiones N_2 y N_1 van igualándose, el radio del círculo de Mohr se hace más pequeño relativamente a aquéllas, y cuando $N_1 = N_2$ se reducirá a cero, ocurriendo entonces que, por más que se aumenten los esfuerzos, el cuerpo no se romperá en ese punto.

Este es el caso de compresión hidrostática, com-

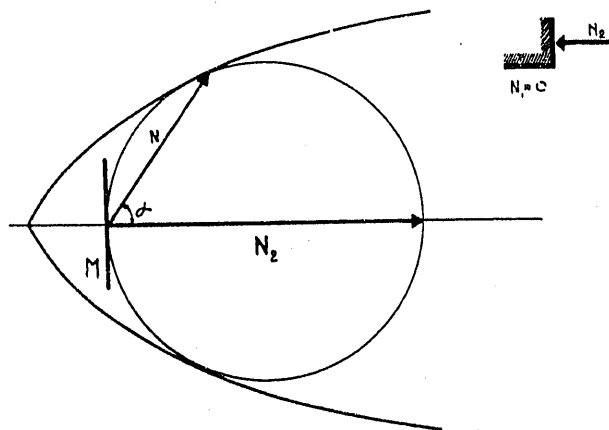


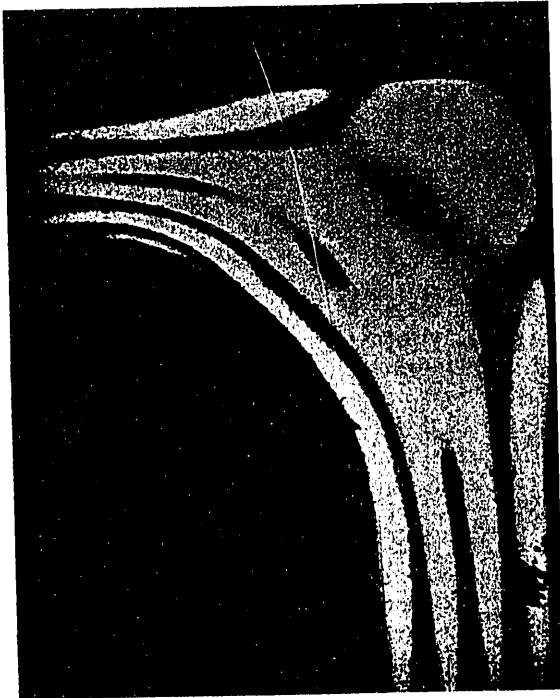
Fig. 2. Rotura por compresión sencilla

probado en las experiencias de Karman, y, además, fácil de intuir, pues entonces los movimientos de las moléculas son de aproximación en cualquier dirección que se considere, y, naturalmente, un cuerpo sólo se rompe por separación en partes.

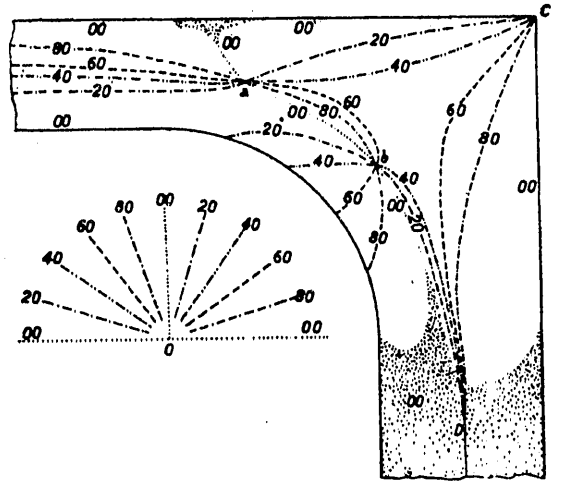
Para terminar de aclarar el problema, representamos en la figura 3 el caso de unión del pilar con el macizo de cimentación, en el que las tensiones correspondientes a las secciones extremas son también normales, pero una de tracción y otra de compresión.

1 Véase el número anterior, página 61.

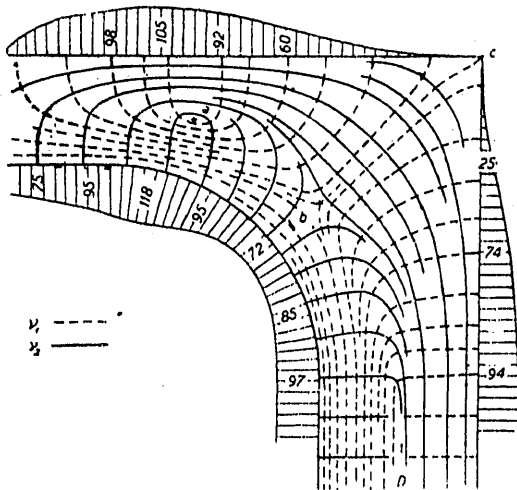
Lámina 1. Experiencias de Mesnager y Tesar. París, 1916



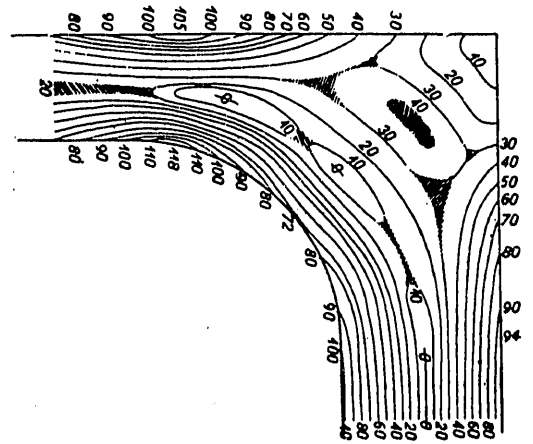
a) Isocromáticas



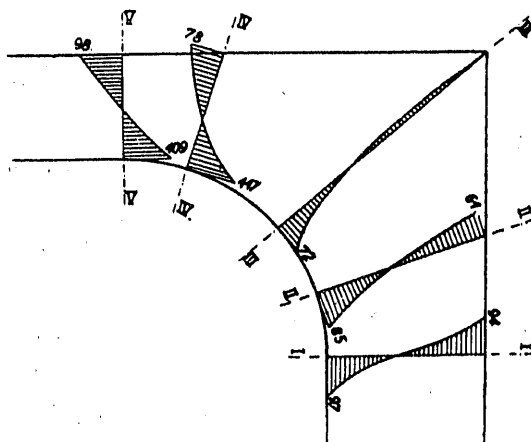
b) Isoclinas



c) Isostáticas

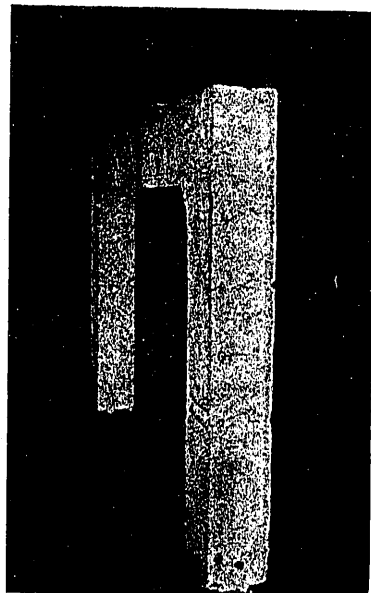
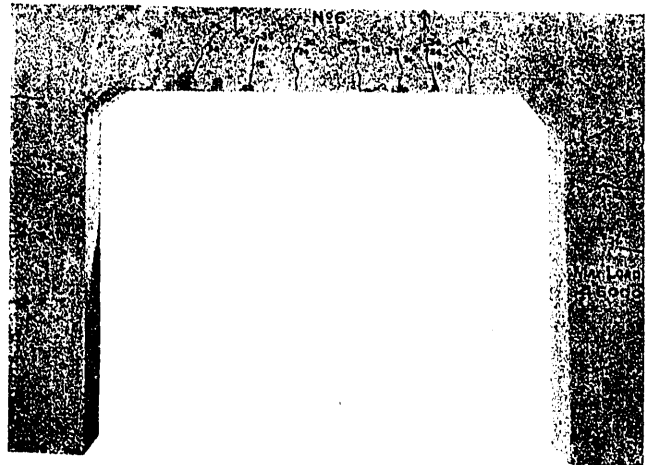
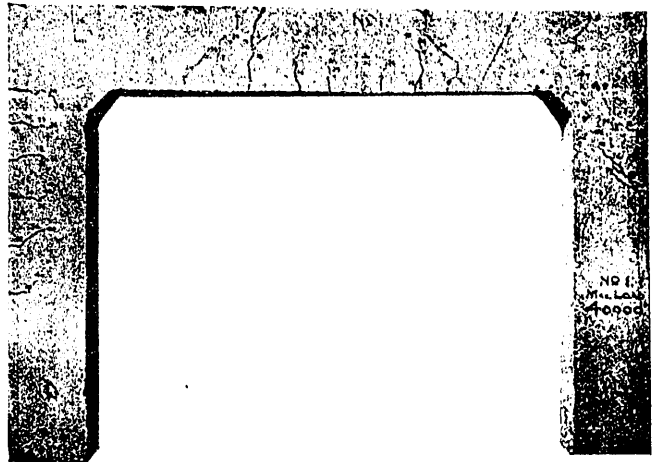
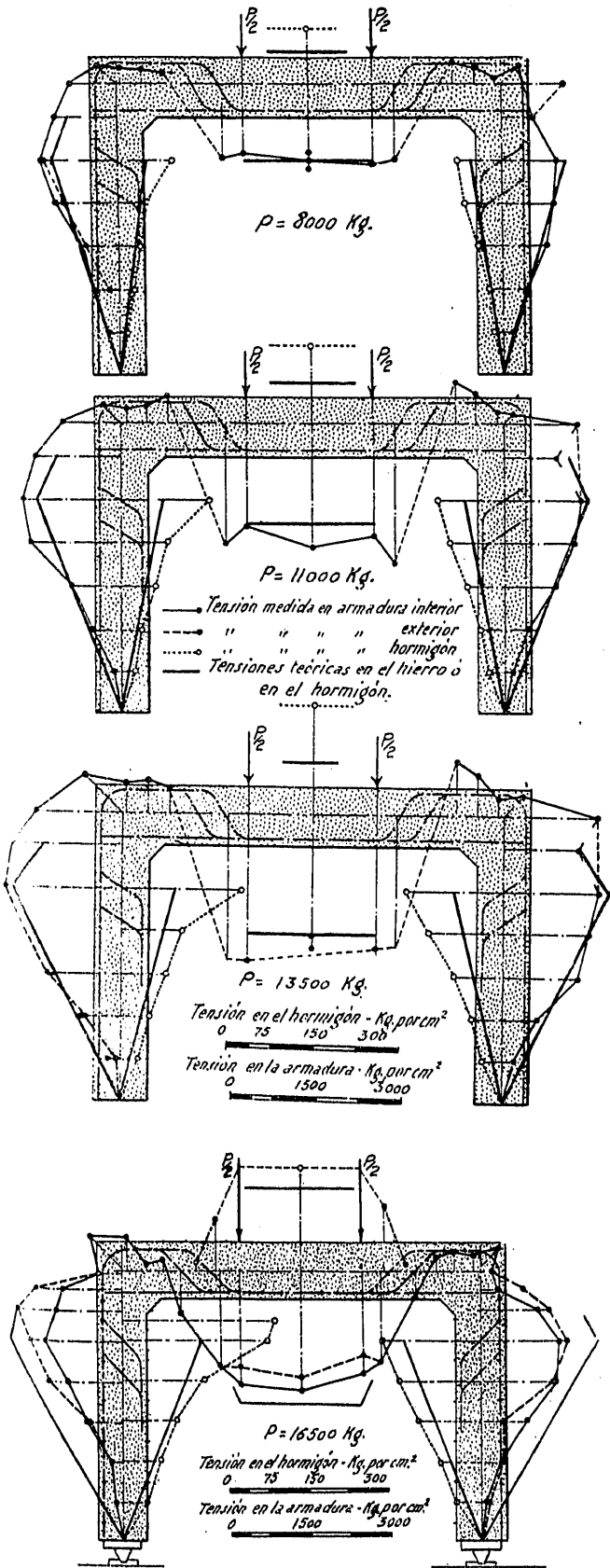


d) Curvas de igual tensión máxima



e) Distribución de tensiones en las secciones principales

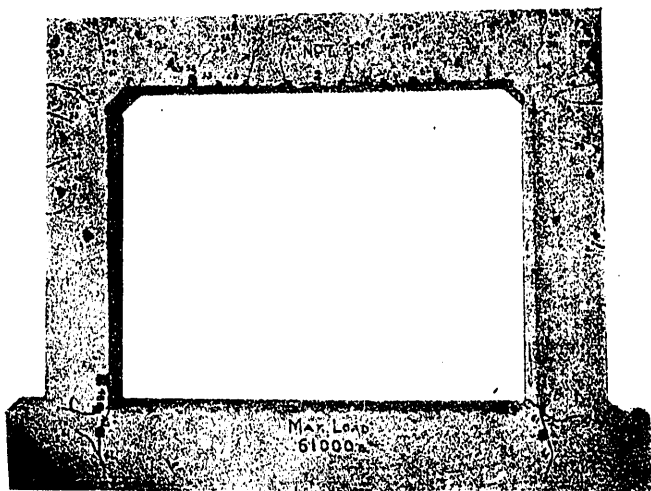
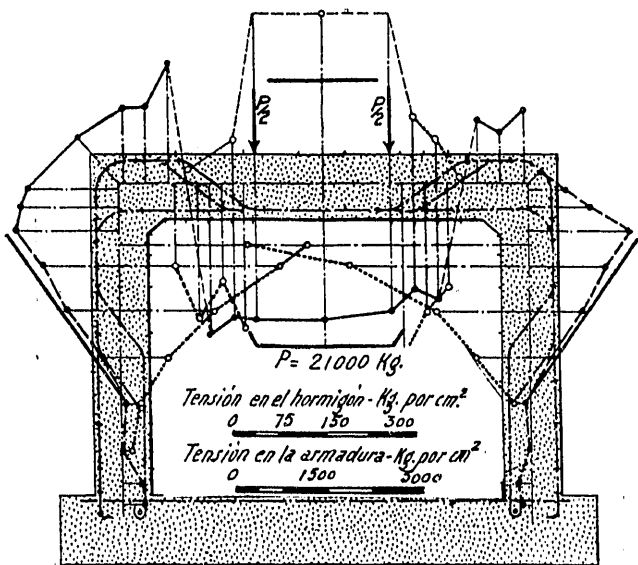
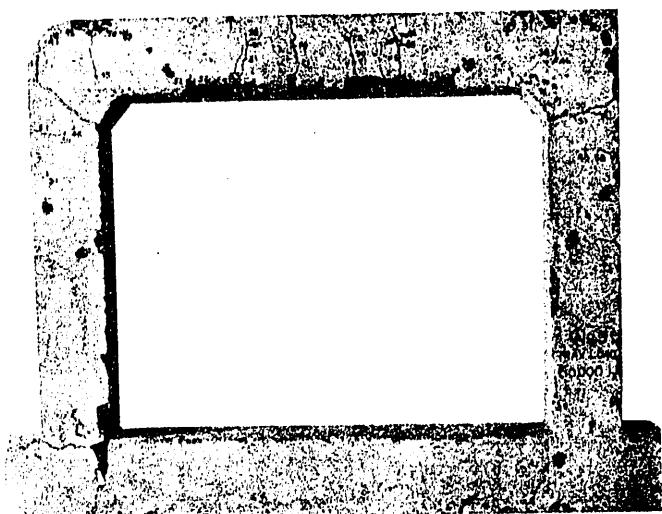
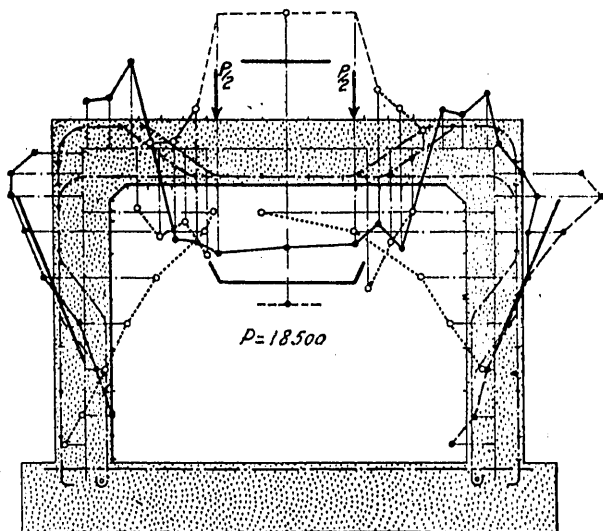
Lámina 2. Experiencias de Mikishi Abe en el Laboratorio de la Universidad de Illinois, 1918



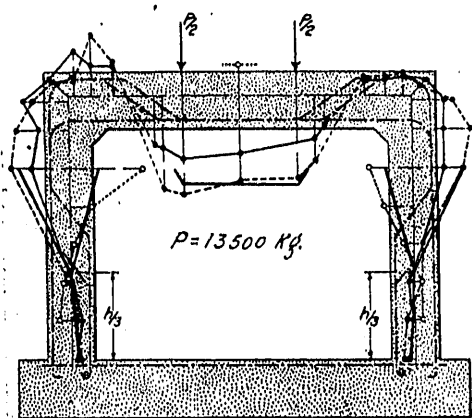
Curvas de las tensiones teóricas y experimentales

Las estructuras después de las experiencias

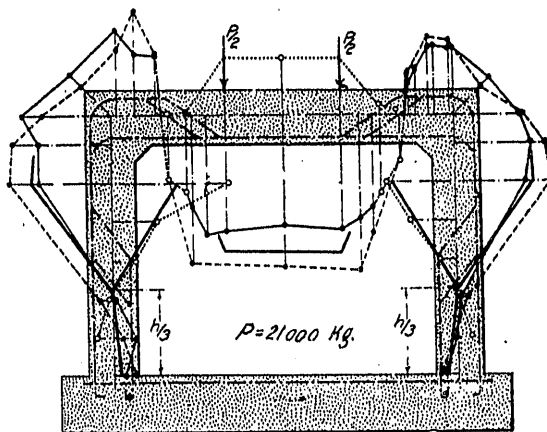
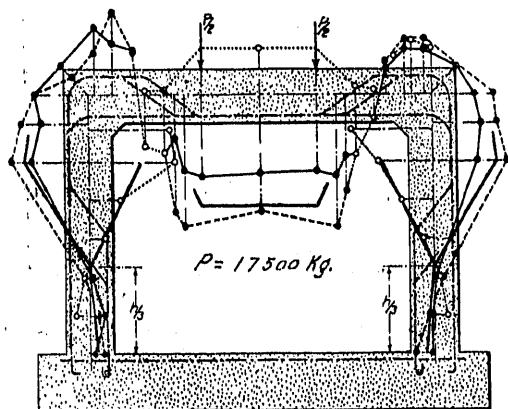
Lámina 3. Experiencias de Mikishi Abe en el Laboratorio de la Universidad de Illinois, 1918



Las estructuras después de las experiencias

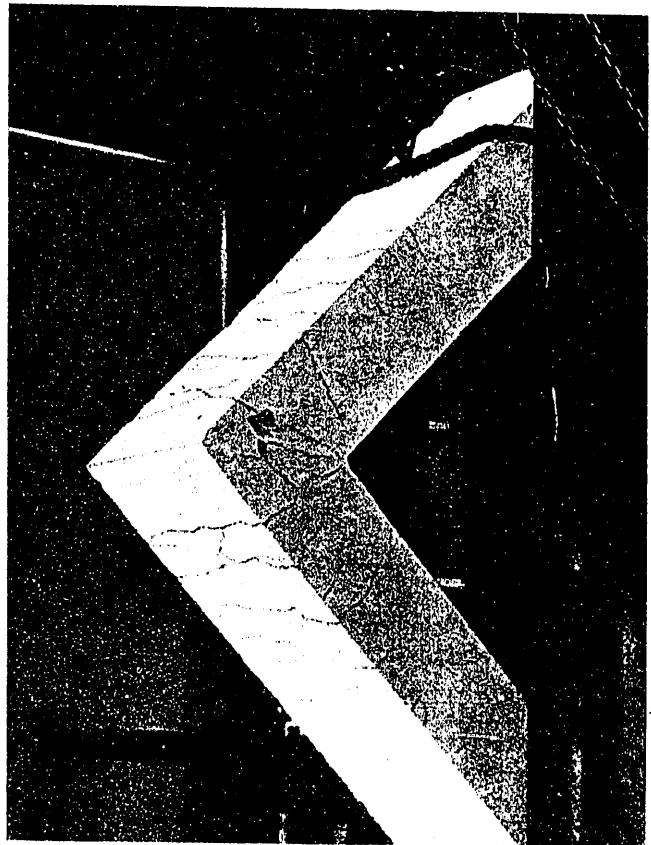
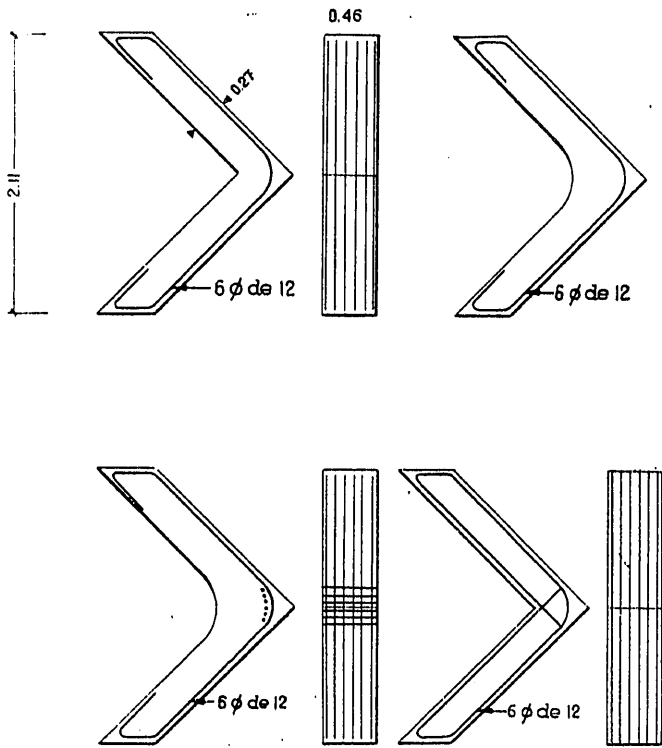


——— Tensión medida en armadura interior
 - - - - - " " " " exterior
 ······ " " " " hormigón
 ——— Tensiones teóricas en el hierro ó en el hormigón
 Tensión en el hormigón - Kg. por cm.²
 0 75 150 300
 Tensión en la armadura - Kg. por cm.²
 0 1500 3000

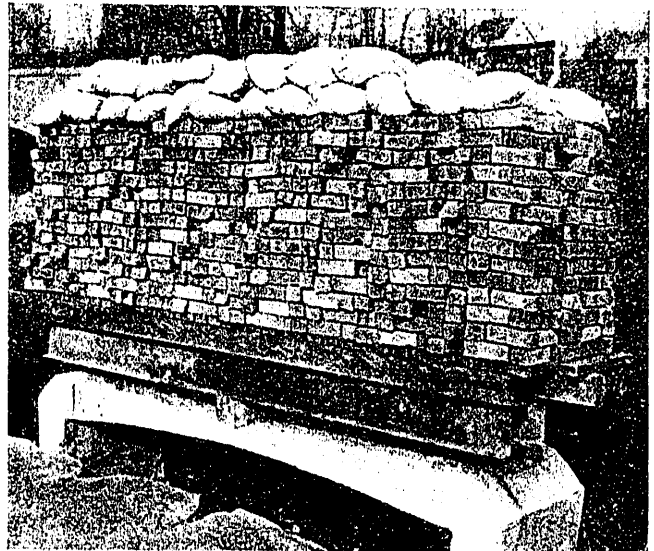
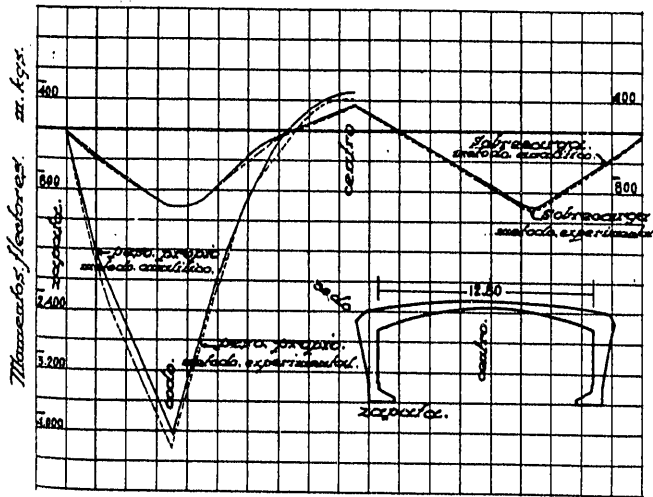


Curvas de las tensiones teóricas y experimentales

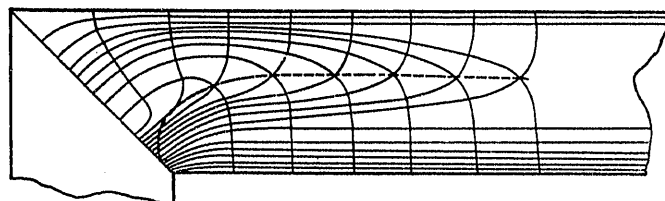
Lámina 4.



Estudios de la Bronx Parkway Commission en la Universidad de Columbia, 1922



Estudios de la Wetchester County Park Commission



Experiencias de Frost en el Massachusset Institute of Technology, 1933

sión, resultando entonces que las tensiones principales de rotura son inferiores a las del caso de tracción o compresión sencilla.

Las experiencias cuyos resultados reunimos en las láminas adjuntas son:

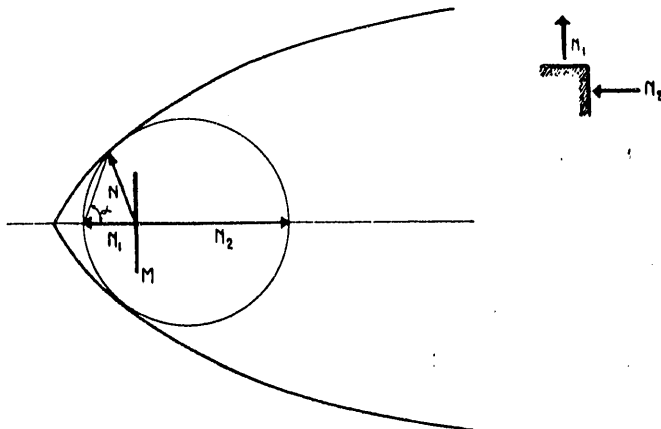


Fig. 3. Rotura por compresión y tracción

Estudio de una pieza acodada mediante fotoelasticimetría, en el Laboratorio de la Escuela de Ponts et Chaussées, de París, llevado a cabo por Mesnager y Tesar, en 1916 (lámina 1).

Estudio directo de pórticos sencillos por mediación directa de extensiones y deformaciones, por Mi-

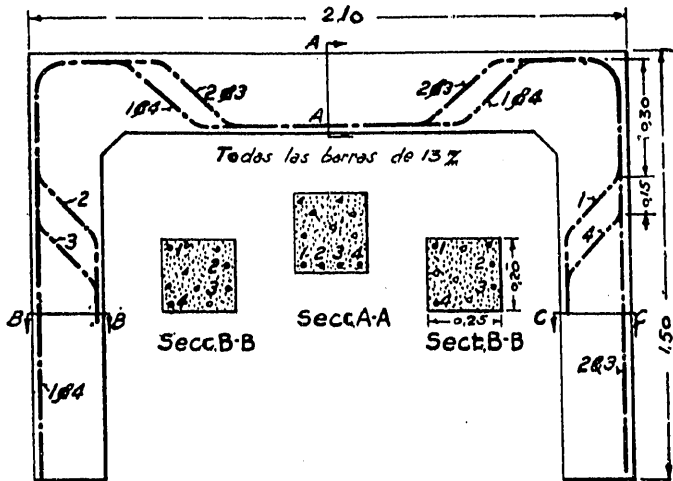


Fig. 4. Pórtico ensayado por Mikishi Abe en la Universidad de Illinois

kishi Abe, en el Laboratorio de la Universidad de Illinois, en 1918 (láminas 2 y 3 y figuras 4 y 5).

Estudio directo de pórticos de sección constante, por Slater, en el American Concrete Institute, en 1919.

Estudio directo de piezas acodadas, por Beyer y Kretfeld, en el Laboratorio de la Universidad de

Columbia, para la Bronx Parkway Commission, en 1922 (lámina 4).

Estudio por fotoelasticimetría de un codo en ángulo recto, por Frost, en el Laboratorio de Massachusetts Institute of Technology, en 1933 (lámina 4).

Estudio por el procedimiento Beggs de pórticos en modelo reducido, en el Laboratorio de la Universidad de Princeton, en 1932 (lámina 4).

Estudio directo de un modelo reducido de pórtico de hormigón armado, por la Wetchester County Park Commission, en 1932 (lámina 4).

La observación de las grietas después de los ensayos llevados a la rotura comprueba los puntos de vista del estudio teórico: vemos cómo en ningún caso la rotura se produce en el vértice interior del

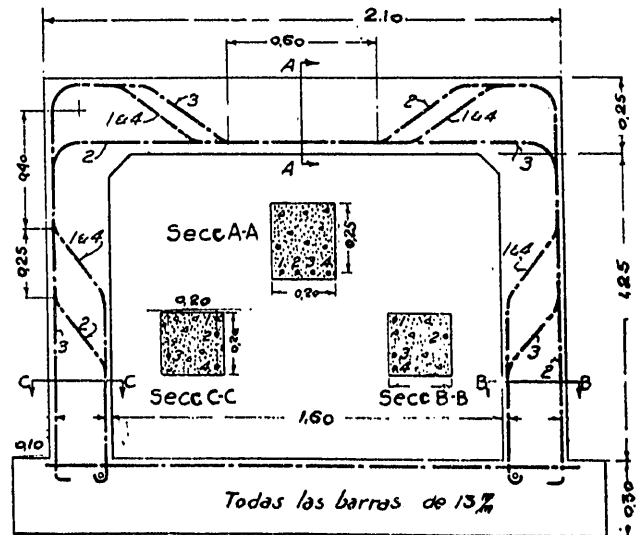


Fig. 5. Pórtico ensayado por Mikishi Abe en la Universidad de Illinois

codo, y, en cambio, la existencia de grietas en la unión del pilar y basamento. (Estos pórticos estaban proyectados de modo a obtener igual resistencia en pilar y dintel.)

En el trazado de isostáticas comprobamos que las tensiones de compresión son absorbidas por los hierros inferiores e interiores de las armaduras de tabique y dintel, respectivamente, no siendo preciso añadir hierros inclinados con este fin. En cuanto a las tensiones de tracción, vemos la eficacia de los hierros inclinados, sobre todo con abertura superior a 45°, y la de cortar el ángulo superior con hierros transversales que pasen por las zonas intermedias de máxima tracción.

También nos sirven las experiencias reunidas para asegurarnos de la validez de los métodos de cálculo corrientemente empleados para las estructuras reticulares.

Carlos FERNANDEZ CASADO
Ingeniero de Caminos

Estudios de Fillunger sobre las presas de gravedad

Los efectos de la presión intersticial en los macizos porosos han sido objeto de algunos estudios, tanto teóricos como experimentales, por parte de algunos especialistas. Entre estos estudios merecen ci-

tarse los del profesor Fillunger, de Viena, cuya divulgación es el objeto de este artículo.

Recientemente el profesor de la Politécnica de Charlottenburgo (Berlín), N. Kelen, en su libro