

lo tiene de gastos, por todos conceptos, 27 877,84 pesetas.

Todo ello nos prueba el cuidado con que deben mirarse los resultados teóricos. Nuestra imperfección, la dificultad de adaptar las hipótesis a los múltiples y complejos enlaces de la realidad, y la mayor de fijar

coeficientes adecuados, aun limitados a un grupo de aplicaciones, hacen que sólo pueda utilizarse los resultados como un norte sujeto a constantes rectificaciones de la realidad y atendiendo muy especialmente a que no esté en contradicción con los principios fundamentales de un buen sentido práctico.

Luis R. ARANGO  
Ingeniero de Caminos

## Teoría del arco<sup>1</sup>

### IV

#### EXPERIENCIAS EN EL PUENTE DE "YADKIN RIVER"

Se llevaron a cabo por el "Bureau of Public Roads", en colaboración con el "North Carolina Highway Commission", aprovechando la circunstancia de que este puente—tres arcos de hormigón armado, de 44,60 m de luz, tipo tablero superior, sobre palizadas con juntas de dilatación en el centro, extremos

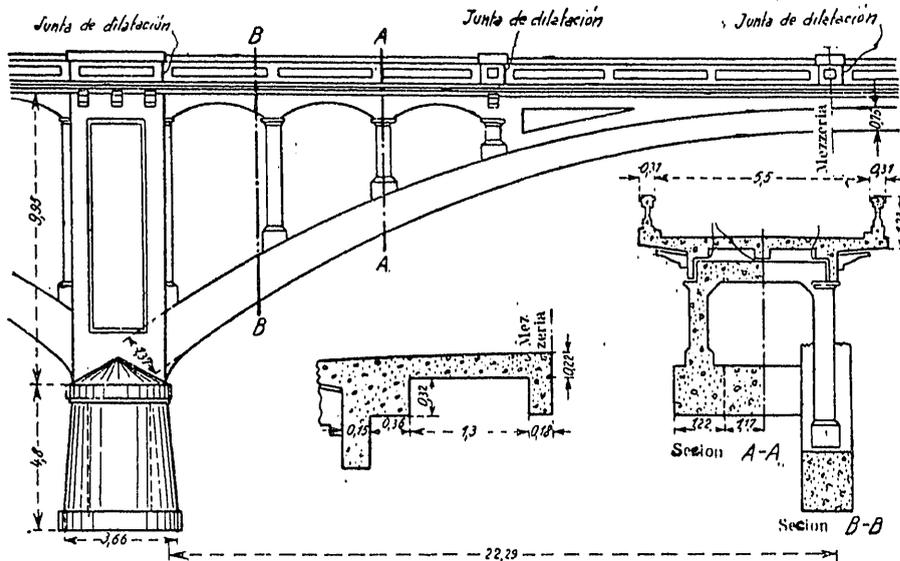


Fig. 13 Puente Yarkin River

y puntos al cuarto de la luz (fig. 13)— iba a desaparecer bajo las aguas de un embalse a los cinco años de construido.

Los puntos de vista directores fueron:

- Comparación de los valores obtenidos para las deformaciones, aplicando la teoría de la elasticidad, con los medidos directamente en un arco libre de la influencia de la superestructura (tablero y sus soportes) cuando las cargas producen tensiones moderadas.
- La misma comparación teóricoexperimental anterior cuando las cargas producen tensiones próximas a las de rotura.
- Determinación de la influencia de la superestructura en el trabajo del arco por medición directa de las deformaciones en las casos de arco libre y estructura completa.
- Comparación de los resultados obtenidos en la estructura y arco libre con los correspondientes en un modelo a escala reducida.

Para la realización de las cargas se utilizaron dos tanques de madera de  $3,80 \times 6,10 \times 5,50$  m, provistos de rodillos para su transporte en vacío, llenándose de agua hasta la altura conveniente para transmitir las cargas de 21, 41, 82 y 124 ton.

Las experiencias se ajustaron al siguiente programa:

*Serie 1.<sup>a</sup>*—La estructura estaba íntegra. Se utilizó uno de los tanques, moviéndolo de montante en montante, desde los extremos hasta el centro.

*Serie 2.<sup>a</sup>*—Se rompió la continuidad de la estructura, cortando el tablero a todo lo largo de su sección transversal en las proximidades de todos los montantes. Se aplicaron las mismas cargas que para la serie 1.<sup>a</sup>

*Serie 3.<sup>a</sup>*—Estando la estructura en condiciones idénticas que para la serie anterior (es decir, las más semejantes a las de arco libre), se sometió a la carga de los dos tanques en la posición más desfavorable con la intención de llegar hasta la rotura.

Para los cálculos teóricos se partió de cuidadosas mediciones geométricas de la estructura. Se consideró el arco como empotrado en sus extremos y se calcularon, para cada una de las secciones en que se habían instalado aparatos de medida, los momentos flectores, esfuerzos cortantes y tensiones para las distintas cargas.

Para la medición de las deformaciones verticales se colocaron hilos de acero horizontales, lo mismo que para la observación del deslizamiento de los apoyos. También se seguía la deformación del arco mediante clinómetros y niveles.

Para el ensayo en modelo a escala reducida se ejecutó uno en celuloide, correspondiendo a todo el puente, y en él se hicieron los experimentos:

- Con el tablero cortado en las juntas de dilatación únicamente.
- Con el tablero cortado en todos los montantes, pero unido nuevamente a ellos mediante soldadura flexible de tela y celuloide (con objeto de encontrarse en las condiciones más parecidas a las de la serie 2.<sup>a</sup>).
- Con el arco libre de toda superestructura.

Por último, se cortaron cilindros para ensayo en laboratorio del hormigón del arco y de los montantes, que dieron una resistencia media a la rotura de  $302 \text{ kg/cm}^2$ .

<sup>1</sup> Véase el número anterior, pág 470.

El resultado de las experiencias puede resumirse en las siguientes conclusiones:

1.<sup>a</sup> El comportamiento de un arco libre de la restricción de la superestructura concuerda perfectamente con el previsto por el cálculo derivado de la teoría actual de la elasticidad.

2.<sup>a</sup> La resistencia teórica de las secciones está más próxima a la observada directamente cuando se considera que el hormigón resiste a tracción.

3.<sup>a</sup> La tensión observada en las armaduras era menor que la correspondiente al cálculo realizado con el criterio de no considerar la resistencia a tracción del hormigón.

4.<sup>a</sup> La superestructura alivia de un modo importante el trabajo del arco. La cuantía de este alivio depende del grado de continuidad del tablero, del sistema de fijación de éste a los montantes y de la flexibilidad de los últimos.

y sin tablero; las exponemos a continuación separadamente.

### Ensayos de arco sin tablero

Estos ensayos se han verificado sobre arcos de hormigón armado, de 5,33 m de luz y 1,22 m de flecha, teniendo los siguientes puntos de vista directores:

a) Comprobación experimental de la teoría de la elasticidad aplicada a los arcos de hormigón armado.

b) Determinación de la relación entre la resistencia del hormigón que se obtiene en las probetas de ensayo y la que desarrolla en la estructura arco.

c) Influencia de la esbeltez de la sección en la resistencia que puede obtenerse.

En la figura 14 se detallan los aparatos utilizados en los ensayos. Las cargas se obtienen mediante una máquina Rhiele, de 136 ton, estando perfectamente

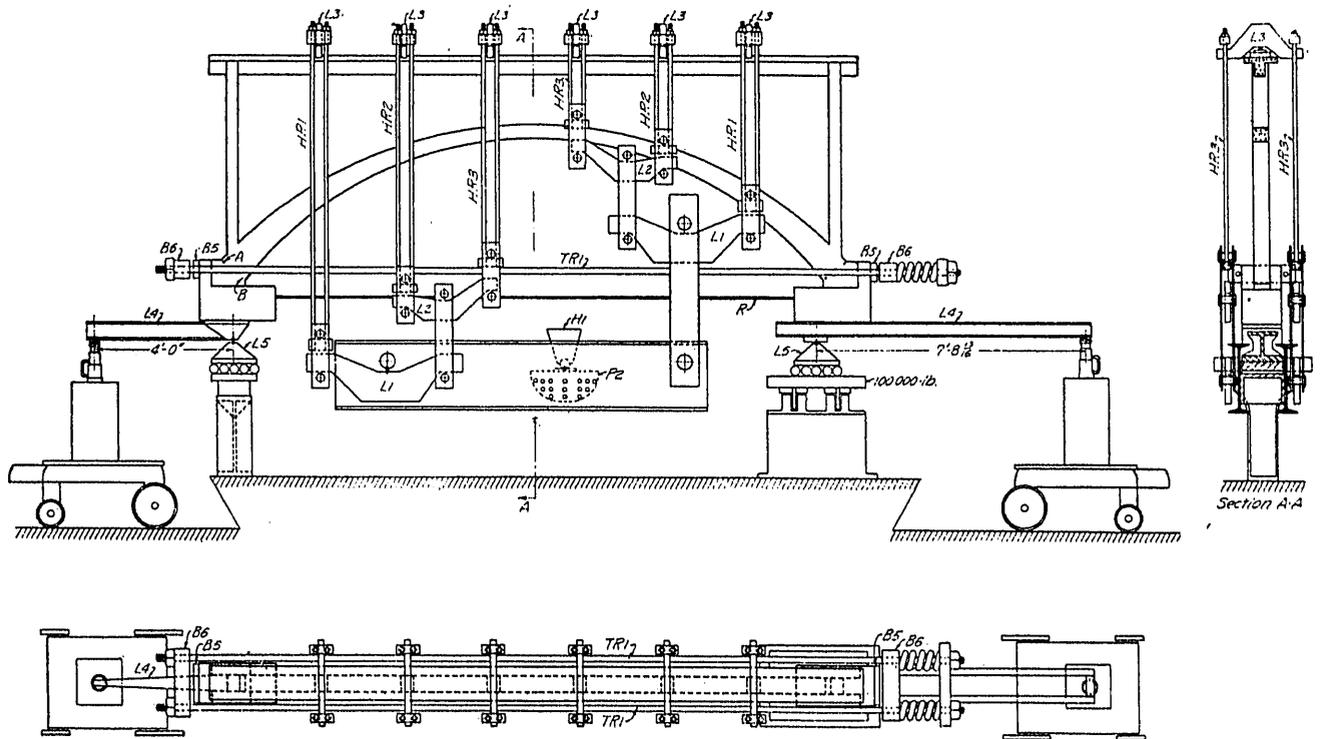


Fig. 14. Máquina utilizada en los ensayos de arcos de hormigón armado. Los aparatos están dispuestos para un arco con tablero

5.<sup>a</sup> El estudio cuantitativo de la influencia de la superestructura puede llevarse a cabo de un modo satisfactorio mediante modelo a escala reducida de celuloide u otro material conveniente, cuando el enlace de los diferentes elementos se realiza de un modo adecuado.

6.<sup>a</sup> Las deformaciones por variación de temperatura aparecen independientes del efecto superestructura para este caso particular.

7.<sup>a</sup> La introducción en el tablero de juntas de dilatación del tipo deslizante no anula por completo el efecto de la superestructura sobre el arco.

EXPERIENCIAS SOBRE ARCOS DE HORMIGÓN ARMADO EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD DE ILLINOIS

Llevadas a cabo por el Comité de Arcos de Hormigón y Hormigón Armado de la Asociación Americana de Ingenieros civiles, versaron sobre arcos con

estudiados los dispositivos de transmisión de esfuerzos para que los aplicados al arco sean puramente verticales. Claramente se aprecian los mecanismos para desplazamiento de los apoyos y medición de las reacciones obtenidas.

*Comprobación experimental de la teoría de la elasticidad.*—Esta comprobación consta de tres partes:

1) Comparación de los valores de las reacciones de apoyo obtenidos teórica y experimentalmente.

2) Comparación de las tensiones teóricas y experimentales.

3) Comparación teóricoexperimental de las reacciones debidas al movimiento de los apoyos.

La primera comparación resultó satisfactoria; se hizo el estudio sobre siete arcos cargados simétricamente y dos con carga disimétrica, obteniéndose una discrepancia muy admisible para los valores absolutos del empuje.

Para la segunda comparación se dedujeron los valores teóricos corregidos en lo correspondiente al

acortamiento longitudinal y se obtuvieron los valores experimentales, midiendo las deformaciones en las fibras superior e inferior de las secciones estudiadas.

Así se trazaron los diagramas de la figura 15 para todos los arcos ensayados, deduciéndose en líneas generales que la concordancia entre los valores teóricos y experimentales es casi perfecta para las secciones en que los esfuerzos de flexión son reducidos, quedando un poco por debajo los experimentales cuando los esfuerzos de flexión predominan.

Para el estudio de las reacciones derivadas de los movimientos de los apoyos se realizaron mediciones antes y después de aumentar la luz del arco por simple desplazamiento horizontal de los apoyos y antes y después de hacer girar ora el apoyo derecho, ora el izquierdo, sin variar la luz y manteniendo siempre las mismas cargas aplicadas.

Se consideró el coeficiente de elasticidad constante a lo largo del arco y para las diversas cargas, suponiendo que para la determinación de los momentos de inercia que el hormigón resistía a tracción. La conformidad resultó altamente satisfactoria.

*Comparación entre la resistencia del hormigón obtenida en las probetas de ensayo y la que desarrolla en la estructura arco.* — Esta comparación es de extraordinaria importancia, pues se parte de la resistencia obtenida en las probetas de ensayo para proyectar la estructura.

De los nuevos arcos ensayados, siete se rompieron por la sección, que correspondía al mínimo de  $E$ , la cual distaba mucho de ser la de las tensiones máximas. Para el arco se tomó como esfuerzo unitario de rotura el teórico correspondiente a la sección en que ocurrió la rotura, y para la probeta, la media obtenida de tres ensayos con hormigón tomado directamente durante la ejecución del arco. De las experiencias se dedujo la adecuada conformidad de resultados, siempre que la consolidación del hormigón se realice idénticamente.

*Influencia de la esbeltez de la sección en la resistencia máxima del arco.*—Para esta investigación se utilizaron arcos del mismo perfil, con armaduras de la misma cuantía y sometidos a la misma clase de cargas, variando únicamente su anchura (203, 155, 115 y 80 mm). Se llegó a la conclusión de que, mientras la relación longitud del arco a latitud de la sección sea inferior a 30, no es de temer el efecto de flexión transversal, siempre que no haya cargas exteriores en esa dirección.

*Conclusiones.*—Resumiendo los resultados de las experiencias, tenemos:

1.º Los valores de las reacciones en los apoyos (momentos y empuje), medidos experimentalmen-

te, están de acuerdo con los calculados teóricamente.

2.º Los valores de las reacciones originadas por desplazamiento de los apoyos coinciden teórica y experimentalmente, siempre que en el primer caso se tome el coeficiente de elasticidad del hormigón en la estructura.

3.º Los valores teóricos y experimentales de las tensiones máximas coinciden.

4.º La tensión máxima desarrollada por el hormigón en la estructura es aproximadamente igual a la obtenida en el ensayo de probetas cilíndricas de 152 x 305 mm.

5.º Una variación local importante de  $E$  o  $I$  no afecta al comportamiento del arco.

6.º Cuando se analiza un arco para determinar el empuje y momentos en varias secciones se puede con-

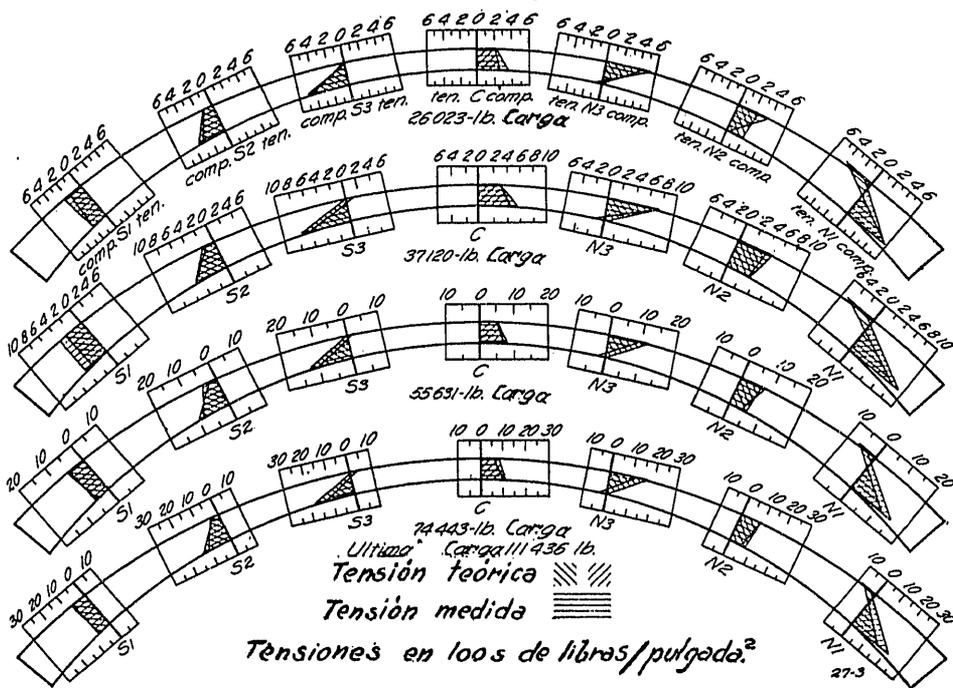


Fig. 15. Distribución de las tensiones, calculadas y medidas experimentalmente, en un arco de hormigón armado cargado disimétricamente

siderar un módulo de elasticidad constante para las distintas cargas y a todo lo largo del arco; además, el momento de inercia de las secciones puede determinarse con el criterio de que el hormigón resiste a tracción. Los errores implicados no afectan sensiblemente a los valores de los empujes y momentos calculados. Pero esto no quiere decir que para comprobar la resistencia de una sección determinada puedan admitirse las citadas hipótesis.

7.º Si un arco no está sometido a esfuerzos laterales, y la esbeltez, relación de longitud de arco entre apoyos a la latitud de la sección es inferior a 30, no hay peligro de flexión accidental por pandeo.

*Ensayos de arco con tablero*

Estos ensayos se han llevado a cabo sobre las estructuras que aparecen en la figura 16, que están compuestas por un arco de las mismas dimensiones que los de la experiencia anterior, pero con tablero solidario, mediante ocho montantes verticales. Estos montantes son más o menos elevados, caracterizando dos series de estructuras: una con tablero elevado y

otra con tablero bajo; además, para cada tipo existe un ejemplar con tablero continuo y otro simétricamente cortado, para tener en cuenta el efecto de las juntas de dilatación.

El punto de vista director fué: Estudio de la influencia de la solidaridad del tablero en la resistencia del arco en los siguientes casos:

- a) Fuerzas exteriores.
- b) Esfuerzos por variación de temperatura.

**Fuerzas exteriores.**—Se calcularon las características mecánicas del arco considerado independiente, mediante la aplicación de la teoría de la Elasticidad, suponiendo que el hormigón resiste a la tracción y teniendo en cuenta los esfuerzos correspondientes al acortamiento de la directriz.

Se sometieron las estructuras a cargas crecientes, distribuidas entre los diversos nudos, de modo que fuesen disimétricas, correspondiéndole un 50 por 100

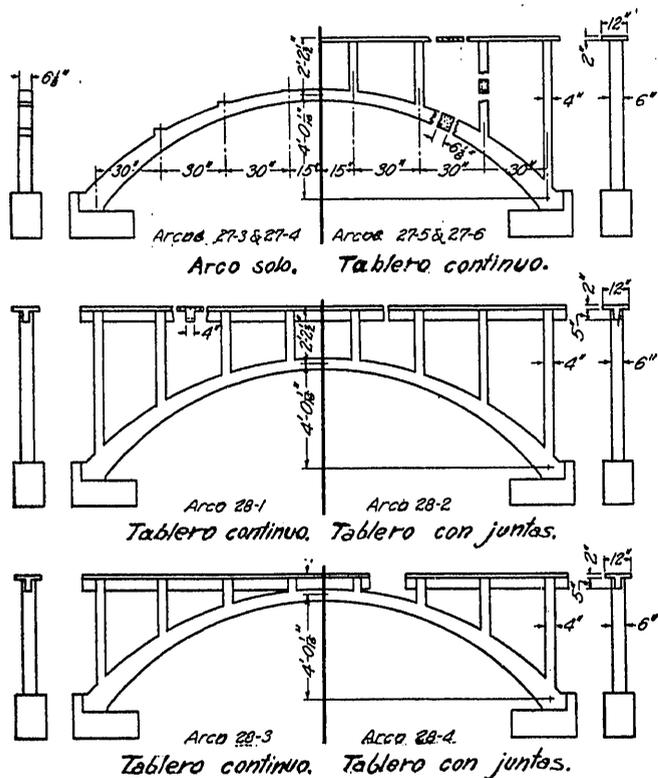


Fig. 16. Estructuras ensayadas en la serie de arcos con tablero

más a los de la mitad Norte. Se hicieron dos series de ensayos: unos para deducir la influencia de las cargas, durante los cuales se mantuvieron los apoyos inmóviles, y otros para estudiar el efecto del movimiento de los apoyos (giro y desplazamiento), durante los que se mantienen fijas las cargas. Al final las cargas se incrementaron hasta conseguir la rotura.

Las comparaciones que se han llevado a cabo entre los valores obtenidos teóricamente para el arco sin tablero y experimentalmente para la estructura completa, son:

- 1.<sup>a</sup> Relación empuje horizontal — carga total.
- 2.<sup>a</sup> Relación momento empotramiento — carga total.
- 3.<sup>a</sup> Distribución de los esfuerzos.
- 4.<sup>a</sup> Cargas de rotura.

Para la primera resultaron, en general, más elevados los valores del empuje en el caso de estructura completa, estando en las relaciones 1,05, 1,06 y 1,03

para las estructuras de tablero continuo y elevado (arcos 27,5, 27,6 y 28,1, en la figura 16), 104 para el 28,2 (tablero elevado con juntas de dilatación), 0,99 y 106 para las estructuras con tablero bajo y continuo fraccionado, respectivamente (28,3 y 28,4).

De los resultados obtenidos en la segunda com-

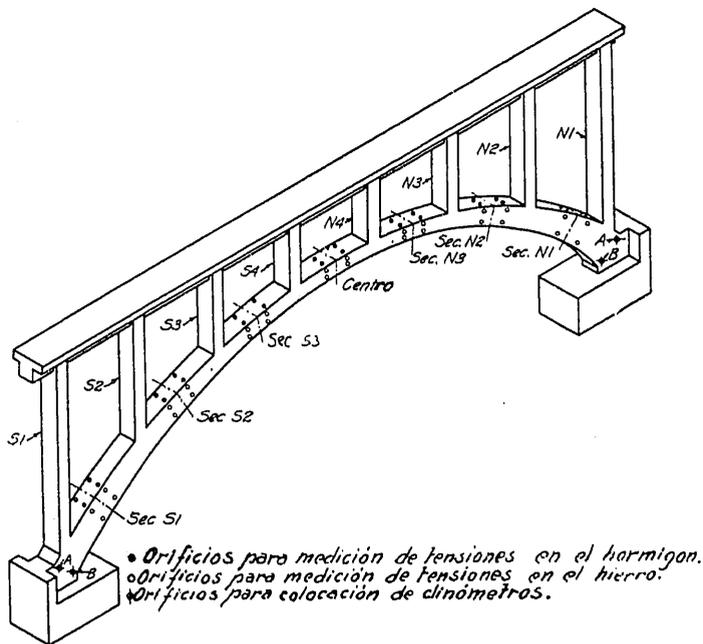


Fig. 17. Situación de los aparatos de medida en uno de los arcos con tablero

paración se deduce que los momentos de empotramiento varían poco de los teóricos en el caso de tablero con juntas de dilatación, resultando notablemente inferiores en el caso de tablero continuo.

Para el estudio de la distribución de esfuerzos se determinaron las deformaciones en el hormigón y el hierro, deduciéndose las tensiones correspondientes por el mismo procedimiento que en el caso de arcos sin tablero; es decir, para evitar el error correspondiente a la incertidumbre de la relación tensión-deformación del hormigón, se dedujo la tensión total que le correspondía, restando del esfuerzo normal

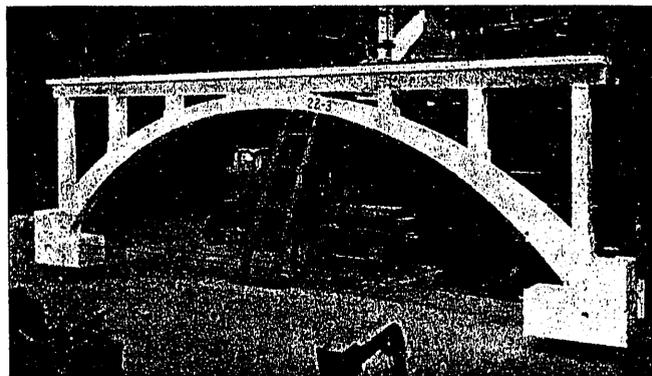


Fig. 18. Uno de los arcos ensayados

(obtenido por conocimiento directo de las fuerzas actuantes y experimental de las reacciones de empotramiento) la tensión total absorbida por la armadura (deducida de las deformaciones medidas, puesto que la relación tensión-deformación es constante en el hierro). Dividiendo este esfuerzo por el área

de la sección se obtiene la tensión media que, comparada con la deformación media (obtenida de las dos lecturas correspondientes), nos proporciona el valor de la relación tensión-deformación, que resultará exacto en el caso de que ambas lecturas sean

desplazamientos de los apoyos (arcos de hormigón).

2.<sup>a</sup> Tensiones originadas por desplazamiento de los apoyos (idem id.).

3.<sup>a</sup> Determinación de la línea de acción del empuje por efecto de temperatura (modelos de celuloide).

4.<sup>a</sup> Reacción horizontal debida a los efectos de temperatura (idem id.).

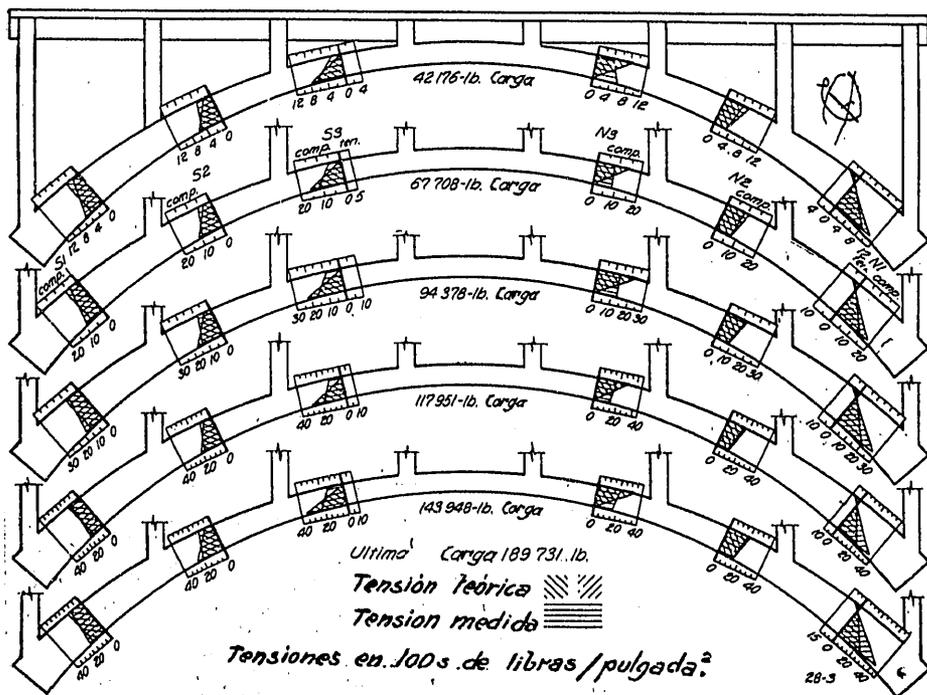
5.<sup>a</sup> Momentos por efecto de temperatura, en la clave, arragues y secciones correspondientes a las juntas.

6.<sup>a</sup> Influencia de la longitud de la zona común, arco-tablero.

7.<sup>a</sup> Influencia de la situación de las juntas en arcos de distintas características geométricas.

8.<sup>a</sup> Movimientos en las juntas de dilatación situadas en el centro, juntas al tercio y extremos del tablero (modelos de celuloide).

Los modelos de celuloide se indican en la figura 20, y los experimentos se llevaron a cabo utilizando el menor número de ellos para hacer comparables los resultados, y así, para los ejemplares de



iguales, pues si no existirá un pequeño error a consecuencia de la curvatura del diagrama tensión-deformación.

De este modo se han podido establecer para cada uno de los arcos diagramas como el de la figura 19, que bien claramente indica la ayuda del tablero en la resistencia del arco, observándose que ésta es más importante donde la disimetría de las tensiones es más acentuada.

En los ejemplares de tablero seccionado se observa que éste apenas influye en las secciones correspondientes al panel en que existe la junta.

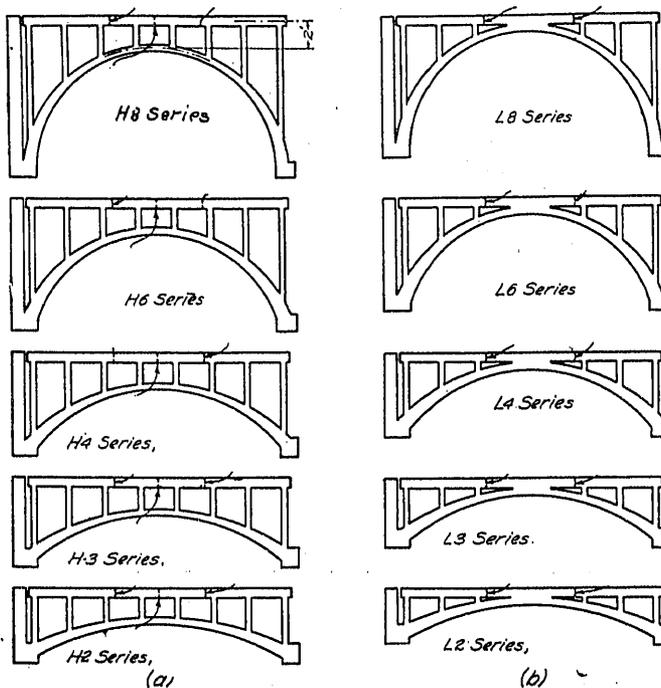
Para comprobar estos resultados se hicieron experiencias sobre modelos de celuloide por el método de Beggs, que dieron acuerdo perfecto.

La cuarta comparación se refiere a las cargas de rotura, para lo cual se continuaron los ensayos de resistencia hasta romper las estructuras; de este modo se dedujeron las cargas totales, que se corrigieron para poder establecer una comparación, teniendo en cuenta la resistencia de probetas tomadas de cada una de las estructuras; la ordenación de resultados es, en orden decreciente: arcos con tablero continuo, arco con tablero fraccionado, arco solo.

**Esfuerzos debidos a la variación de temperatura.** Estos experimentos tienen un extraordinario interés, pues se relacionan con la adecuación de juntas de dilatación y solidaridad de arco y tablero en la zona central. Las experiencias se ampliaron sobre modelos de celuloide por el método de Beggs, y comprendieron las siguientes determinaciones:

1.<sup>a</sup> Reacciones de empotramiento producidas por

tablero seccionado sirvieron los de tablero continuo, y para las experiencias del grupo 6 se empleó un modelo



único, al que se iban recortando, sucesivamente, los trapecios correspondientes a la disminución de la zona central.

### Ensayos de puentes de arcos múltiples

Actualmente se llevan a cabo estos ensayos, en los que contribuyen, además, el "Bureau of Public Road" y la Universidad del Estado de Ohio. En

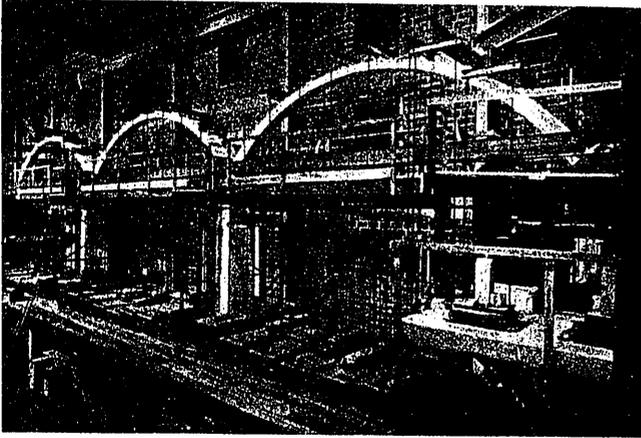


Fig. 21. Vista de uno de los modelos de puente de arcos múltiples actualmente ensayado en la Universidad de Illinois

esta última se han experimentado pequeños modelos en celuloide, continuándose las experiencias, sobre modelos de gran tamaño, en el laboratorio de la Universidad de Illinois, con arcos de 8,53 m de luz y 2,13 de flecha y longitud total de unos 30 m.

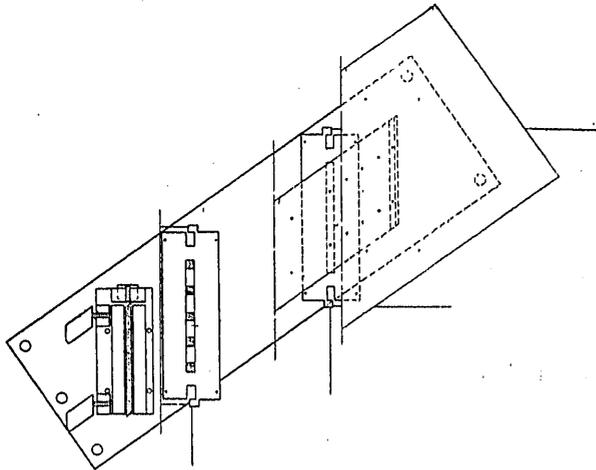


Fig. 22. Aparatos empleados en las experiencias de estructura continua de arcos oblicuos

El programa de investigación es obtener los siguientes datos:

1.º Deformación elástica de las pilas, cuando están cargados uno o varios arcos, en los siguientes casos:

- a) Arcos sin tablero.
  - b) Arcos con tablero cortado por juntas de dilatación sobre las pilas.
  - c) Arcos con tablero cortado por juntas de dilatación sobre las pilas y puntos al cuarto de la luz.
- 2.º Tensiones en el arco y en el tablero ocasionadas por movimiento de las pilas.

Se tiene la intención de experimentar sobre modelos, con pilas de diferente altura y esbeltez, arcos de distinto rebajamiento y diversas reparticiones de montantes.

La comparación se llevará a cabo con los resultados obtenidos por los métodos de cálculo existentes, entre los que tiene primacía el de *Whitney*, publicado en *Transactions of Am. S. C. E.*, junio 1927.

### EXPERIENCIAS SOBRE ARCOS OBLICUOS

En el laboratorio de la Universidad de Princeton, *Beggs* estudió una serie de modelos de arcos oblicuos ejecutados en caucho endurecido, siendo sus ca-

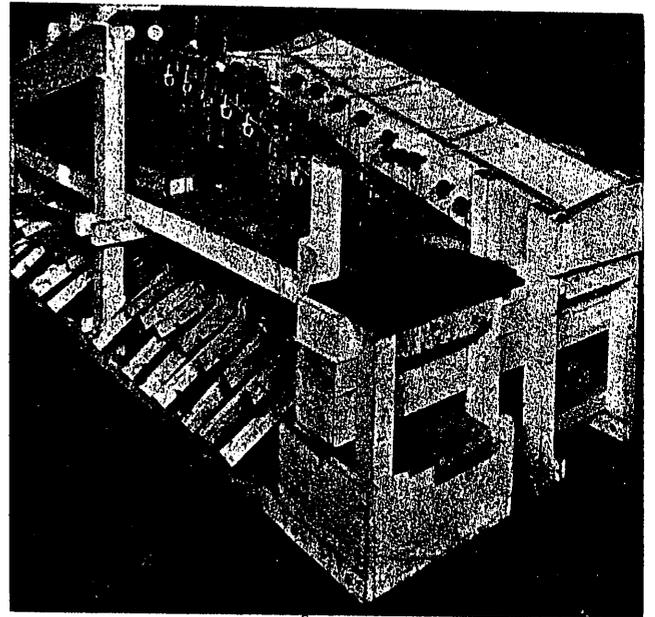


Fig. 23. Modelo del puente Kill van Kull

racterísticas: oblicuidad, 30º; luz oblicua, 53,5 cm; flecha, 11 cm, y cuatro anchuras diferentes. El modelo se montaba sobre un soporte resistente, fijando uno de los extremos y dejando libre el otro, para moverse accionado por tornillos micrométricos, deslizando según las tres direcciones principales y mediante giro. Sobre el trasdós del arco se apoyaban muy ligeramente las varillas de un gran número de flechímetros muy sensibles, lo que permitía determinar las superficies de influencia de las deformaciones verticales para movimientos de los apoyos en las direcciones antes citadas.

Los resultados experimentales se compararon con los obtenidos analíticamente por *Rathbun*, quien también llevó a cabo experiencias sobre modelos de yeso para determinar la tensión en clave, con objeto de comprobar su teoría.

Recientemente se han verificado en el laboratorio del "College of City of New York", por iniciativa del "State Highway Department of Connecticut", ex-

perencias con un fin idéntico a las anteriores, para el caso de estructura continua de tres arcos, problema que se presenta frecuentemente en la supresión de pasos a nivel. En la figura 21 aparece la disposición de los aparatos empleados para ensayo del modelo, que es de celuloide. Los estudios analíticos se han llevado a cabo también por Rathbun.

#### EXPERIENCIAS EN ARCOS METÁLICOS

Además del puente Kill van Kull, cuyo modelo reproducimos en la figura 23, se han realizado recientemente estudios sobre el proyecto de un puente a construir en Cleveland: arco metálico con tablero intermedio, de 82 m de luz.

El modelo se ejecutó en celuloide, a una escala de 1:36, reduciendo todas las secciones de la estructura a secciones equivalentes en el modelo. Las cargas

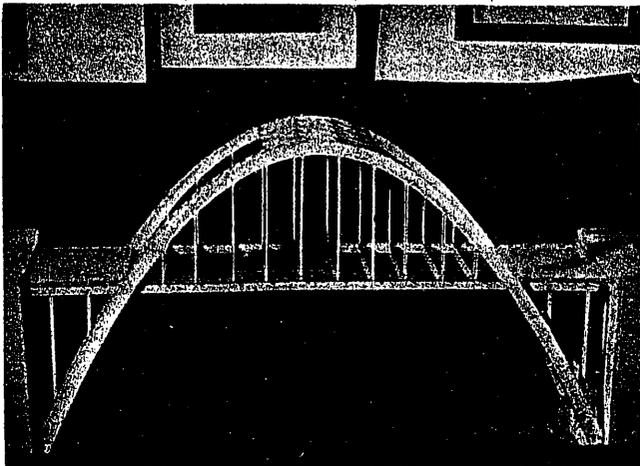


Fig. 24. Modelo del puente Main Ave, a construir en Cleveland

aplicadas se redujeron en la relación  $1:n^2m$ , donde  $n$  es la escala geométrica y  $m$  la relación de coeficientes de elasticidad de los materiales. Para la medición de tensiones se utilizaron extensómetros *Hugenberger*, con una amplificación de 1 000; de este modo se podían apreciar tensiones equivalentes a 20 kg/cm<sup>2</sup>.

Se ensayaron distintos tipos de arriostramientos transversales para comprobar su eficacia; se hicieron estudios minuciosos sobre los efectos de torsión y se analizaron los puntos de concentración de tensiones. Una de las deducciones más interesantes fué la necesidad de reforzar los arcos en las proximidades de su enlace con el tablero, para resistir las elevadas tensiones que se producían por combinación de flexión y torsión cuando actuaban fuerzas laterales.

#### ARTICULOS DE REVISTAS

- SPITZER: *Experiencias del Comité de la Sociedad de Ingenieros Austriacos*.—O. I. A. V., núm. 20, 1896.
- AUBERT: *Expériences effectués sur le pont en béton armé de Corbeil*.—*Annales des Ponts et Chaussées*, mayo-junio 1928.
- MAGNEL: *Recherche expérimentale des lignes d'influence relatives aux constructions hyperstatiques planes*.—Congreso Internacional del Hormigón y Hormigón Armado, 1930.
- SANTARELLA: *Il comportamento elastico di ponti ferroviari in cemento armato*.—Publicación número 1 de la Escuela de Especialización del Hormigón Armado, de Milán.
- ROS: *Belastungsversuche am Wiessener viadukt der Rhätischen Bahn*.—Publicaciones con motivo del 50 aniversario del Laboratorio Federal de Ensayos de Materiales, de Zurich.
- *Belastungsversuche am Langwieser viadukt der Chur-Arosa Bahn*.—Publicaciones con motivo del 50 aniversario del Laboratorio F. E. M. Z.
- *Belastungsversuche an der neuen Rheinbrücke bei Tavanasa*.—*Schweizer Bauzeitung*, abril 1929.
- *Belastungsversuche an der Landquart-Brücke der Rhätischen Bahn*.—Publicaciones con motivo del 50 aniversario del Laboratorio F. E. M. Z.
- *Belastungsversuche an der Eisenbeton Bogenbrücke über die Urnisch bei Hundwill*.—*Schweizer Bauzeitung*, agosto 1929.
- *Belastungsversuche an der Eisenbeton Bogenbrücke Baden-Wettingen*.—*Schweizer Bauzeitung*, marzo 1929.
- *Belastungsversuche an neuen Strassenbrücken im Bergell*.—Publicaciones con motivo del 50 aniversario del L. F. E. A., de Zurich.
- BAKKER: *Etat de constructions en béton armé après un service de 20 ans et plus*.—Primer Congreso de la Asociación Internacional para Ensayo de Materiales. Zurich, 1931.
- SLACK: *The Behavior of a Reinforced Concrete Arch during Construction*.—*Proceedings of Am. S. C. E.*, noviembre 1929.
- WILSON: *The Effect of Climatic Changes upon a Multiple-Span Reinforced Concrete Arch Bridge*.—Boletín núm. 174 de la Universidad de Illinois.
- *Laboratory Tests of Reinforced Concrete Arches Ribs*.—Boletín núm. 202 de la Universidad de Illinois.
- *Laboratory Tests of Reinforced Concrete Arches With Decks*.—Boletín núm. 226 de la Universidad de Illinois.
- FISHBURN: *Test Measurements on the Arlington Memorial Bridge at Washington*.—Primer Congreso Internacional del Hormigón y Hormigón Armado.
- MORRIS: *Yadkin River Bridge Tests*.—*Proceedings of Am. S. C. E.*, marzo 1929.
- RATHBUN: *Analysis of the Stresses in the Ring of a Concrete Skew Arch*.—*Transactions Am. S. C. E.*, 1924.
- *An Analysis of Multiple-Skew Arches on Elastic Piers*.—*Proceedings of Am. S. C. E.*, abril 1931.
- *Crown Stresses in a Skew Arch*.—*Proceedings of America S. C. E.*, febrero 1928.
- Features of an Open Spandrel Arch Viadukt*.—*Engineering News-Records*, 20 diciembre 1928.
- El puente de George Westinghouse, en Pittsburg*.—*Engineering News-Records*, 27 agosto 1931.
- El puente de Sushquehana, sobre el río Raritan*.—*Engineering News-Records*, 20 febrero 1930.
- PLUMMER: *Model Study of an Arch Bridge gives Stress Data*.—*Engineering News-Record*, 8 septiembre 1932.
- STEINMAN: *Stress Measurements on the Hell Gate Arch Bridge*.—*Paper n.º 1.418 of Am. S. C. E.*

Carlos FERNANDEZ CASADO  
Ingeniero de C., C. y P.

## Revista de revistas

### Al margen de la actual crisis agrícola rusa

El Plan quinquenal en la Europa occidental es rechazado o aceptado en bloque, sin análisis ni discusión. Para los unos, en Rusia no se ha hecho nada útil en los últimos quince años; para los otros, tocados por la

"Gracia quinquenal", todo lo hecho en los dominios de Lenin y Stalin ha nacido bajo el signo de la perfección.

Pero hay algo común entre ambos adversarios, y es que ninguno examina metódicamente los principios y las bases del "Plan".

Parece natural estudiar el Plan quinquenal en sus