

➤ M.I. Alejandro Calderón Landaverde
 Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua,
 FINGUACH Año 3, Núm. 9, septiembre-noviembre 2016

Procedimientos constructivos para la colocación de un puente de arco

El procedimiento constructivo de cualquier estructura es un punto medular en el proceso total de toda edificación, ya que es donde se debe efectuar la correcta interpretación del proyecto elaborado en escritorio. También juega un papel muy importante en el costo total de la estructura. Una mala decisión en el procedimiento puede elevar el costo total en cantidades mucho mayores que la totalidad de la obra.

En el caso de los puentes, al ser la mayoría de estas estructuras muy largas o pesadas y por su ubicación, al encontrarse en lugares de difícil o imposible acceso una mala decisión en el proceso constructivo puede llevar a fallas tan críticas como el colapso de la estructura en su totalidad o parcialmente y el costo se puede elevar hasta hacer inviable la construcción del puente.

A continuación, se mencionará y se hará una breve explicación de los principales métodos usados para la colocación de puentes de arco, estos métodos se usan a nivel mundial dependiendo de las características geográficas donde se colocará la estructura.

Es necesario recordar que un arco funciona como tal, una vez que está completo, mientras el arco no sea cerrado este no podrá considerarse de la forma estructural del arco.

Cimbra fija (*Scaffolding Method*):

Es el método clásico más usado para la construcción de puentes de arco, se desarrolló principalmente para la construcción de puentes de mampostería, donde se colocaban pequeños pedazos de roca (comparados con la longitud del arco) por lo que estos debían ser soportados hasta que se cerrara el arco en la parte superior, también llamada corona del arco. Este método es principalmente usado en claros pequeños y medianos ya que en los grandes el costo se incrementa drásticamente.

En los inicios del método se utilizaba cimbra completamente de madera, ahora se utiliza cimbra metálica o bien una mezcla de los dos materiales. Algunos puentes de concreto reforzado también usan esta técnica, don-

de se coloca cimbra y se coloca el arco por encima de ésta, una vez que el concreto adquiere la resistencia necesaria la cimbra es retirada, en el caso de los arcos de mampostería la cimbra se retira hasta que el arco es cerrado y funciona como tal. El cálculo de la cimbra debe efectuarse dependiendo de las condiciones geográficas y deberá efectuarse para cada caso en especial. También se deberá diseñar de tal manera que se pueda recuperar y reusarse en otro claro o en un puente nuevo, lo cual reduciría el costo de la construcción de los arcos.

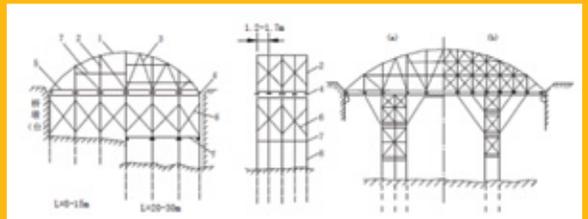


Figura 1: Diferentes tipos de cimbra para puentes de arco.

Algunos de los puentes que se han construido con este método son:

- Viaducto *Fiumarella*, Catanzaro, Italia, 231 m claro, 1962.
- Nuevo puente de *Danhe*, China, 146 m claro, 2000.
- Puente *Salginatobel*, Suiza, 90 m claro, 1930.
- Puente *Plougastel*, Francia, 3 claros 180 m, 1930.
- Puente *Sando*, Suecia, 240 m claro, 1942.

Cimbra fija y tirantes provisionales:

Es una variante de la cimbra fija donde se construyen dos mástiles (torres) provisionales en los arranques del arco de donde se sujetarán cables temporales los cuales sostienen en el otro extremo a la cimbra. La cimbra puede ser colocada ya sea en la mitad del arco o en la totalidad. Una vez finalizada su colocación se procede a poner el concreto o la mampostería sobre la cimbra. Los mástiles, los cables y la cimbra se retiran una vez que el arco es cerrado y formado en su totalidad, que es cuando funciona estructuralmente como arco.

Cimbra Melan:

Patentada en 1892 por Josef Melan (1854-1941) es donde se combinan arcos de acero embebidos en concreto funcionando los primeros como cimbra, también la cimbra sirve como acero de refuerzo para el concreto en su fase final. La cimbra podía ser del tipo armadura o del tipo viga utilizando vigas tipo "I". Siendo la mayor desventaja el uso de tanto acero por su precio. El puente más famoso con este método es el puente *Eschelbacher Melan*, construido en Austria en 1929 con un claro de 130 metros.

Ese método ayudó a la construcción de puentes en arco de mayores claros de hasta 400 metros. El método eliminó el uso de la cimbra fija descartando los gastos ocasionados por la colocación, retiro y desperdicio de cimbra de madera.

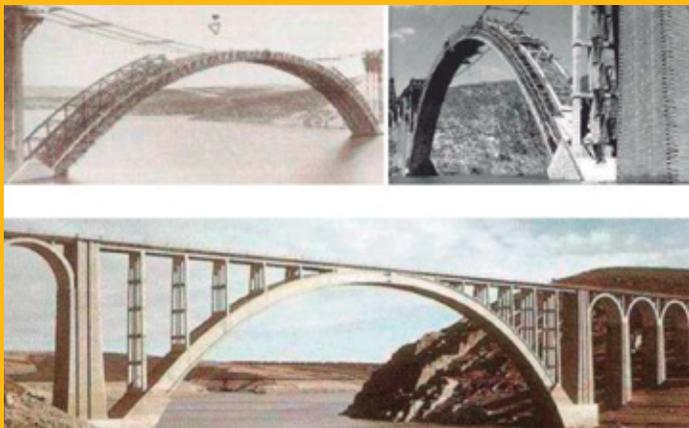


Figura 2: Viaducto Martín Gil.



Voladizo (*Cantilever*):

Es el método más usado en la construcción de arcos actualmente este se construye en mitades empezando del arranque hacia la corona, debido a que el arco no funciona para soportar cargas hasta que se encuentra cerrado es necesaria la ayuda de elementos auxiliares hasta que se encuentre cerrado. De aquí se derivan variaciones al método. *Eugene Freyssinet* es el pionero en el uso de este procedimiento.

Voladizo libre:

En este método el uso de elementos auxiliares es mínimo y la construcción se va auto soportando, funciona como una viga en voladizo hasta que se unen los arcos en el centro de éste. Principalmente se usa para arcos de acero por ser más ligeros que los fabricados en concreto.

Voladizo con tirantes:

Para este método se utilizan bastantes elementos auxiliares como torres, columnas y cables. Los cables están sujetos en un extremo a las columnas o torres auxiliares y en el otro al arco, tanto los cables como las torres auxiliares deben sujetar el arco hasta que sea cerrado en la corona con el medio arco faltante.

Voladizo con armaduras:

Es utilizado por lo general en arcos de paso superior donde se forma una armadura con los arcos con columnas que van del arco a la superficie de rodamiento y diagonales tanto longitudinales como transversales. Una vez que los arcos se unen en la corona se podrán quitar las diagonales y las columnas que se utilizaron como provisionales.

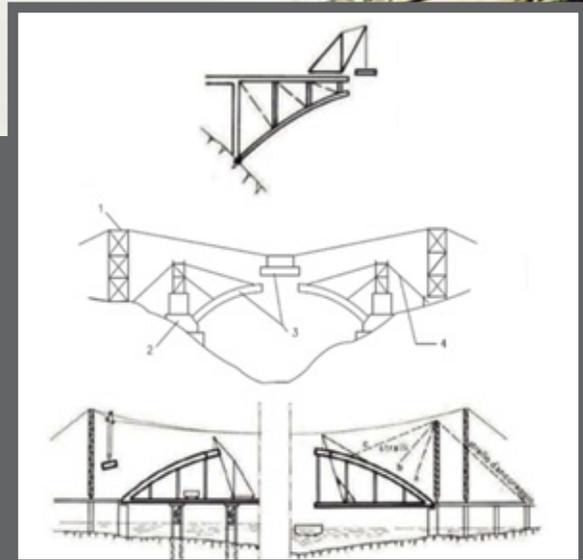


Figura 3: Diferentes métodos en voladizo.

Método de movimiento (*swing method*):

Este método implica la prefabricación de dos semi arcos fuera del lugar donde va a ser colocado, cuando los medios arcos están terminados se colocan en su lugar por medio de grúas o de cableado. El movimiento se puede dividir en dos: horizontal y vertical.

En el movimiento vertical se utilizan los dispositivos de montaje de tal manera que se mueven verticalmente las dos partes del arco hasta que coincidan en la corona. El movimiento horizontal se efectuará con movimientos horizontales de los dos arcos hasta que estos coincidan.

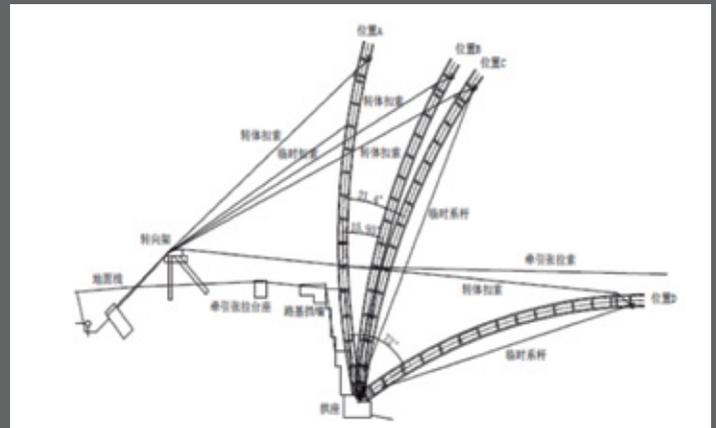


Figura 4: Método de construcción de un puente de arco.

Referencias

- Chatpattanan, V., Pattanadech, N., & Yutthagowith, P. (2006).
- Chen B., (2009), *Construction methods of arch bridges in China, Proceedings of the Second Chinese-Croatian Joint Colloquium, Construction of arch bridges*, Oct. 5-9, Fuzhou, China, p.70.
- Castellon F., Villalba C., Salazar A., Torroja E., (1943), Viaducto Martín Gil, *Revista de obras públicas*, Trenes de Zamora, 1942-1943.
- Diferentes métodos en voladizo Nascè V., Dal Pont E.,(1975), *Tecnica di montaggio*, CISIA, Milano, Italy, Chen B., Nascè V., Dal Pont E.
- Chen B., (2009), *Construction methods of arch bridges in China, Proceedings of the Second Chinese-Croatian Joint Colloquium, Construction of arch bridges*, Oct. 5-9 2009, Fuzhou, China, pp. 1-192.