puente río Colorado

Costa Rica

FELIX KULKA, Ingeniero

564-23

sinopsis

El puente Río Colorado está situado en un cañón de 95 m de profundidad, salvando una luz de 122 m.

Para la elección del tipo de puente se ha procurado emplear el mayor número posible de materiales de construcción nacionales, lo que, unido a la dificultad de acceso a la obra, hizo que se rechazaran una serie de soluciones clásicas.

Se adoptó la de un puente-arco con un soporte invertido sobre cables pretensados, encima del cual descansa la calzada.

El sistema está basado en los principios del puente colgante, pero apoyando el camino de rodadura en los cables, en lugar de colgarlo de ellos.

Sobre los cables existe una primera cubierta, integrada por elementos prefabricados, que refuerza la estabilidad del puente.

Esta cubierta soporta tres pórticos-columna, pilares de la calzada definitiva.

El pretensado de los cables se realizó desde las cabezas de dos pilares inclinados.

Los dos vanos laterales se proyectaron con vigas en T prefabricadas.

perspectiva

planta

alzado

Costa Rica, llamada frecuentemente la Suiza de Centroamérica, está surcada por carreteras que atraviesan verdes montañas sobre las que muchas veces los puentes han de salvar profundas y anchas gargantas.

El puente Río Colorado es uno de éstos. Está situado a 35 km al noroeste de la capital, San José y cruza un cañón de 95 m de profundidad y de 122 m de ancho.

Con este proyecto se pretendió conseguir no solamente un puente seguro, estético y económico, sino que además se ajustara a las condiciones económicas de Costa Rica.

Se trata de un país de pequeño desarrollo, que no produce acero, con escasos bienes de equipo, pocos expertos en construcción, y con deficientes comunicaciones, pero no carente de ingenieros capaces y mucha mano de obra poco especializada.

Se presentaba la dificultad de transporte de elementos prefabricados pesados hasta la zona de la obra, por una parte, y por otra, la construcción in situ quedaba obstaculizada por lo abrupto de las laderas.

En principio, la longitud del vano sugería un puente colgante, pero se desechó la idea porque casi todo el acero debería importarse y, además, las torres de este tipo de puente son caras y realmente re-

proceso de construcción

sultan más apropiadas para un cruce fluvial o marítimo, donde proporcionan la altura necesaria.

El puente-arco podría ser el idóneo, pero el hormigón requiere grandes medios y equipos pesados.

Además, un arco metálico requeriría la importación de materiales y mano de obra.

Como solución definitiva se aprovechó las ventajas de la mayor parte de todos estos tipos convencionales de puentes, teniendo en cuenta las condi-

ciones locales. Se puede describir como un puente-arco con el camino de rodadura sobre un soporte invertido, empleando cables para la sustentación.

Se empleó hormigón, de fabricación nacional, como elemento constructivo, pero economizando peso con el uso del pretensado.

En la superestructura se utilizaron elementos prefabricados, eliminando encofrados y reduciendo la necesidad de equipos pesados.

La estabilidad del arco se consigue mediante unas columnas inclinadas.

El proyecto se basa realmente en los principios del puente colgante, pero en lugar del método normal de suspender la cubierta del cable, en este caso se apoya en él.

La ventaja económica conseguida contrasta con la falta de estabilidad, porque las columnas de apoyo, al estar sobre los cables libres, resultan inestables bajo la influencia de fuerzas horizontales. Por esto, se construyó una primera cubierta reforzante.

Está formada por una sección prefabricada apoyada en los cables.

Teóricamente, esta cubierta podría ser utilizada como firme —esto ya se ha hecho en otras ocasiones—; pero, dada la gran luz de este caso, resultaría demasiado inclinado para lograr un tráfico confortable. Por ello, el firme ha sido construido por encima de esta cubierta reforzante, utilizando pórticos-columna prefabricados, vigas pretensadas en T, prefabricadas también, y una cubierta fabricada in situ.

El postensado de los cables se realiza entre dos columnas que se han hecho inclinadas para transmitir al terreno un empuje arco, ya que éste no soportaría una carga directa.

Las columnas se hicieron verticales para facilitar la construcción, inclinándose posteriormente hasta la posición definitiva.

El anclaje de los cables se realizó desde los extremos del puente mediante grandes terminales.

Los cables de acero se cruzan con los cables del vano principal, en las cabezas de las columnas inclinadas; esto permite la posibilidad de ajustar la tensión del cable durante la colocación de las piezas prefabricadas en el vano central, disminuyendo la sollicitación de las vigas que dan estabilidad al puente.

El postensado de los cables tiene además la ventaja de lograr una sollicitación en los mismos de dos a tres veces la de los cables ordinarios utilizados en puentes colgantes.

Los vanos laterales se proyectaron con vigas postensadas en T prefabricadas en obra, al igual que las vigas del vano principal.

El resto de prefabricados, columnas, secciones para la cubierta reforzante, etc., fueron prefabricadas in situ, ya que el transporte a obra es increíblemente difícil.

La casi totalidad del material empleado ha sido nativo, con la excepción de los cables para el postensado.

La construcción se llevó a cabo con un solo accidente, debido al deslizamiento de los cimientos de una de las columnas inclinadas, que ocasionó la muerte de un capataz.

En la actualidad el puente se halla terminado y abierto al tráfico.

Proceso constructivo

Fase 1

Construcción de los estribos, cimientos de las columnas verticales y anclajes de los cables. Se hizo en hormigón armado.

El bloque de anclaje queda a más de 74 m tras el estribo y a más de 17 m bajo el escalón terminado.

Una vez realizado el bloque de anclaje se perforó el alojamiento de los cables.

Fase 2

Levantamiento de los cuatro tramos de aproximación, dos a 15 m y dos a 25 m.

El firme, de 8,5 m de ancho, consta de cuatro secciones en T de 2,4 m de canto cada una, prefabricadas en obra y postensadas.

Las columnas inclinadas se construyeron en posición vertical; tienen aproximadamente 20 m, y una vez levantadas se inclinaron hasta su posición definitiva mediante pesados instrumentos de montaje, a base de cables conectados a cabrestantes.

Fase 3

Conexión de unos cables permanentes, desde el bloque de anclaje hasta la cabeza de las pilas. Estos cables se cruzan en la cabeza de las pilas, con el cable del vano principal, consiguiéndose, así, un medio continuo, auxiliar para la construcción y además hacer regulable la tensión del cable.

Fase 4

El cable principal, tensado entre las cabezas de las columnas inclinadas, se compone de 28 cables del tipo BBRV, cada uno de ellos de 34 alambres de 7 mm de diámetro.

Los cables, colocados en dos nichos, se hallan sometidos eventualmente a 11.000 kp/cm², que es aproximadamente de dos a tres veces la tensión normal en los cables de un puente colgante.

Las piezas prefabricadas se apoyan en cables. Son de 3,7 a 8 m de ancho, y cada una de las 30 piezas pesa alrededor de 20 t.

Se construyeron sobre cables portantes, capaces de soportar 40 Mp, alojados en tubos metálicos de 10 cm de diámetro.

La sección de hormigón armado se prefabricó en obra.

Fase 5

Una vez levantada toda la sección, la plataforma resultante constituye realmente un puente, excepto por lo escarpado, que resultaría demasiado incómodo para el tráfico.

Por ello se construyó otra cubierta sobre la anterior.

La parte final de las secciones, entre los últimos paneles prefabricados y la cabeza de la columna, se dejó abierta, ya que esta sección variaba de longitud en las diversas fases de construcción.

El hueco se rellenó después de terminada la construcción de todos los elementos prefabricados.

Las columnas de soporte del firme son de hormigón armado, también prefabricadas en obra, y divididas en tres secciones para facilitar su colocación.

El firme está formado por secciones en T prefabricadas.

Fase 6

Construcción final de las vigas del firme (secciones en T postensadas, análogas a las del vano principal).

A 15 cm termina la capa de rodadura de la sección.

Después de fabricada la losa que constituye el firme, se llevaron a cabo las operaciones finales: el tensado de los cables y el vertido del relleno de hormigón en el hueco de los cables, en las secciones prefabricadas. Para permitir las contracciones y dilataciones debidas a la variación de temperatura, se engrasó la sección de los cables a ambos lados de la columna.

PROYECTO:

T. Y. Lin International & INDECA Ltda.
Prof. T. Y. Lin, Y. C. Yang & Kam Lo, y Félix Kulka.

DIRECCION:

Baltodano, Echandi y Lara. San José de Costa Rica. Ing. Federico Baltodano G., especialista en puentes, e Ing. Eddy Hernández, supervisor.

CONSTRUCCION:

Carrez Intl. San José de Costa Rica. Ing. Edwin Moya S. & Harbert Construction Co. Birmingham, Alabama. Joe Bertilacci.

PROPIEDAD:

Ministerio de Transportes, República de Costa Rica.
Ing. Rodolfo Silva V., Ministro de Transportes.

résumé

Pont Río Colorado - Costa Rica

Félix Kulka, ingénieur

Le pont Río Colorado, situé dans un cañon de 95 m de profondeur, franchit une portée de 122 m.

Pour le choix du type de pont, on a essayé d'employer le plus grand nombre de matériaux de construction du pays, ce qui, uni à la difficulté d'accès au chantier, a fait rejeter une série de solutions classiques.

On a adopté la solution d'un pont en arc avec un pilier renversé sur des câbles précontraints, sur lequel repose la chaussée.

Le système est basé sur les principes du pont suspendu, mais la chaussée s'appuie sur les câbles, au lieu d'être suspendue à ceux-ci.

Sur les câbles s'étend une première plate-forme, formée d'éléments préfabriqués, qui renforce la stabilité du pont.

Cette plate-forme supporte trois portiques-colonnes, piliers de la chaussée définitive.

La précontrainte des câbles a été effectuée des têtes de deux piliers inclinés.

Les deux travées latérales ont été conçues avec des poutres en T préfabriquées.

summary

Colorado River Bridge - Costa Rica

Félix Kulka, engineer

The Colorado River bridge is located in a 95 m deep canyon, with a 122 m span.

To choose the type of bridge, it has been endeavoured to use the largest possible number of national building materials which, together with the difficulty of reaching the site, meant that a series of classical solutions had to be rejected.

That of an arch bridge was adopted, with a reversed support on prestressed cables, on which the road passes.

The system is based on the hanging bridge principle, but with the rolling track resting on the cables, instead of hanging from them.

There is a first cover, made up of prefabricated components, on the cables, which strengthens the bridge's stability.

This cover supports three portal-columns, the pillars of the final roadway.

The cables were prestressed from the heads of the two sloping pillars.

The two side spans were designed with prefabricated T girders.

zusammenfassung

Die Río Colorado-Brücke. Costa Rica

Félix Kulka, Ingenieur

Die Río Colorado-Brücke führt über einen Cañon mit 95 m Tiefe und 122 m Weite.

Bei der Wahl des Brückentyps war man darum bemüht, weitmöglichst im Lande vorhandene Baumaterialien zu verwenden, was ausser dem schwierigen Zugang zur Baustelle dazu beitrug, dass eine Reihe traditioneller Lösungen zurückgewiesen wurden.

Es wurde die Lösung einer Bogenbrücke mit einem umgekehrten auf gespannten Kabeln, auf dem die Decke ruht, gewählt.

Das System beruht auf dem Prinzip der Hängebrücke, jedoch ist die Rollbahn auf den Kabeln aufgelagert, anstatt dass sie an diesen aufgehängt ist.

Über den Kabeln liegt eine erste, aus Fertigteilen bestehende Decke, die die Stabilität der Brücke erhöht.

Diese Brücke trägt drei Portalsäulen, die die Pfeiler der entgültigen Brücke darstellen.

Die Spannung der Kabel erfolgte von den Köpfen der beiden geneigten Pfeiler aus.

Die beiden seitlichen Öffnungen wurden mit vorgefertigten T-Trägern hergestellt.