punto sobre el río Medway

FREEMAN, FOX and PARTNERS, ingenieros

alzado

562 - 65

sinopsis

El puente sobre el río Medway tiene la misión de salvar dicho río en el nuevo trazado de carretera necesario para aliviar el denso tráfico estival entre Dover y Londres.

Está situado en las proximidades de la ciudad de Rochester. La estructura se ha construido utilizando las vías de concurso. De todos los tipos presentados se eligió una estructura de hormigón armado.

La longitud total de la obra es de 1.000 m. Los tres tramos principales de la obra salvan el río. El central es de 152 m de luz, y los dos adyacentes son de 103 m cada uno. Los accesos tienen un total de 18 tramos, que arrojan una longitud de 654 m. La anchura del puente es de 34 m, y la calzada se ha subdividido en dos direcciones de tráfico de 7,30 m cada una y, además, se han dejado dos espaldones laterales de 2,40 m de anchura.

En planta se puede admitir que el puente tiene una alineación recta con una ligerísima curva, y que en el plano vertical presenta una pendiente de desagüe entre las pilas 9 y 10.

Los estribos son de hormigón armado: tipo celular el del este y de hormigón en masa el del oeste. Los estribos se apoyan sobre pilotes hexagonales de hormigón armado cuya circunferencia circunscrita tiene 55 cm de radio y de 12 a 20 m de longitud. Cuando el firme se hallaba a profundidades inferiores a 6 m, los estribos se cimentaban directamente sobre el firme.

Las pilas constituyen pórtico y tienen una altura variable de 9 a 30 m sobre el nivel del suelo.

Los tramos de acceso forman una estructura continua simplemente apoyada. Cada tramo se compone de ocho vigas longitudinales de 30 a 41 m de longitud y de 190 toneladas cada una. Estas vigas son del tipo pretensado y prefabricado.

El tramo central es del tipo cantilever, constituido por dos brazos, de 30 m de longitud, formados por vigas cajón. Cada una de estas vigas consta de ocho almas o tabiques, de 22 cm de espesor, coronados por una losa, de 22 cm de espesor, y otra inferior, de espesor variable, de 0,30 a 0,60 m. La losa superior es la base de la calzada del puente y vuela 3,35 m a cada lado del mismo. El canto del tramo central varía desde 10,75 m de altura sobre las pilas hasta 2,75 m en la clave. Estas vigas se han pretensado tanto longitudinal como transversalmente.

Entre las dos direcciones de circulación se ha colocado una barrera elástica con postes metálicos.

Generalidades

El nuevo puente sobre el río Medway (Inglaterra) forma parte de un nuevo trazado de carreteras de enlace. El objeto de esta importante obra es el de descongestionar el tráfico entre Londres y Dover, particularmente durante la estación estival.

El puente salva el río en las proximidades de la ciudad de Rochester. La localización del nuevo trazado es una consecuencia de una necesidad, de largo sentido, de los ingenieros al servicio técnico de la Administración inglesa.

El estudio del proyecto de ejecución se encargó a Freeman, Fox and Partners. Abierto un concurso para la ejecución, se presentaron otros tipos de estructuras, de las que se aceptó definitivamente una de hormigón pretensado, por ser algo más económica que una metálica soldada.

Descripción de la obra

El puente tiene una longitud total aproximada de 1.000 m. De los distintos tramos de que cuenta la obra, los tres centrales que salvan el río son los más importantes. El tramo central tiene 152 m de luz, y 103 m los dos adyacentes, aproximadamente. Los accesos tienen un total de 18 tramos y 654 m de longitud, también total.

La anchura del puente es de 34 m, que experimenta un aumento adicional de 3,60 m para permitir mayores aceleraciones. La calzada se ha subdividido en dos direcciones, de 7,30 m cada una, que se han flanqueado con dos espaldones de 2,40 m; además, se han previsto: una pista para ciclos y dos andenes.

pilas

acceso

centrales

En general el puente constituye un tramo o alineación recta, salvo en una de sus partes, que se ha adoptado una curva de transición. En el plano vertical o perfil se ha dotado de cierta pendiente entre las pilas 9 y 10, y el resto del puente, en horizontal.

Se han previsto las canalizaciones necesarias para los servicios de agua, gas y alumbrado, así como altura suficiente para la navegación fluvial y luces que la guíen durante tiempo oscuro.

Los estribos son: el del E., de hormigón armado tipo celular, y el del O. es de hormigón en masa. El estribo E. consiste en un doble pórtico con soportes troncopiramidales y zapatas de repartición en el pie. La parte posterior de este estribo tiene juntas verticales, con objeto de disminuir los esfuerzos provocados por la flexión de la viga que se ha previsto para apoyo.

tramos centrales

Los soportes se apoyan sobre pilotes de hormigón armado, de sección hexagonal y de 55 cm de radio en la circunferencia circunscrita, excepto cuando el firme se hallaba a 6 m de profundidad, en cuyo caso se utilizaron soportes directos hasta el firme. La longitud de los pilotes varia de 12 a 20 metros.

Las pilas son pórticos de hormigón armado, hormigonados "in situ" y de altura variable de 9 a 30 m sobre el nivel del suelo. La sección de los soportes es rectangular y su forma troncopiramidal de 2,3×2,15 o de 2,30×2,40 m, según la altura. Los cabezales de los pórticos de las pilas son vigas de 3,15 m de canto y de 1,95 a 2,15 m de anchura. Estas vigas vuelan a uno y otro lado de los soportes. La pila número 1 es sólida, y tiene un murete de 0,30 m de espesor, con objeto de eliminar los momentos de flexión debidos a la retracción en los pórticos.

Los tramos de acceso constituyen una estructura a base de vigas y losas simplemente apoyadas, en lo que respecta al propio peso, y continuas, para las sobrecargas. En general, cada tramo se compone de ocho vigas, que varían en longitud de 30 a 41 m, y con un peso máximo de unas 190 toneladas. Estas vigas son prefabricadas y pretensadas con armaduras Lee McCall.

secciones transversales

accesos

tramos centrales

pila y arranque en voladizo

Las seis vigas interiores tienen sección en doble T, mientras que las dos exteriores son del tipo cajón con objeto de ganar rigidez para los voladizos del tablero. Estas vigas se han espaciado a 3,65 m, y soportan una losa de 0,22 m de espesor hormigonada "in situ". La losa forma ménsula de 3,30 m al exterior de las vigas laterales. Las vigas se apoyan sobre rodillos, y se han anclado en los estribos proyectados para resistir todas las cargas longitudinales.

Los apoyos de las pilas de los tres tramos centrales están constituidos por zapatas, de 9,45 x 25 m, que descansan sobre el firme que se halla unos 13,40 a 15,20 m debajo del nivel medio de aguas. La parte superior de las pilas se ha reforzado e introducido articulaciones en los dos tramos laterales.

El tramo central, cantilever, con una parte de cierre de 30 m de longitud, está constituido por dos brazos cantilever de varias vigas cajón que arrancan en sus respectivas pilas. Cada una de estas vigas consta de ocho almas o tabiques, de 22 cm de espesor; una losa superior, de 22 cm de espesor, y otra inferior, variable, de 0,30 a 0,60 m de espesor. La losa superior se utiliza como losa del tablero, y vuela 3,35 m a partir del tabique exterior.

La losa inferior, de forma parabólica en el tramo central, sigue con esta curva, parcialmente, en los dos tramos adyacentes. El canto de estas vigas es de 10,75 m sobre las pilas, de 2,75 en la extremidad de los dos tramos adyacentes de anclaje y de 2,20 la extremidad de los dos brazos cantilever.

Estas vigas se han pretensado, longitudinalmente y verticalmente, con barras Lee McCall. El cierre o clave, de 30 m de longitud, se ha realizado con vigas similares a las de los accesos. Las extremidades se apoyan sobre articulación y rodillo, respectivamente.

La parte lateral de la calzada y espaldones se han revestido con una capa asfáltica de 37 mm de espesor y gravilla. La pista para ciclos y andenes se han revestido con una capa asfáltica, de 19 mm de espesor, utilizando como árido arena y goma. El encintado de la calzada y pista para ciclos es de piezas prefabricadas, aseguradas por medio de pasadores anclados convenientemente. A lo largo de la calzada, y lateralmente, se colocarán dados reflectores.

Entre las dos direcciones se ha colocado una barrera elástica con postes metálicos y una malla de metal estirado, antideslumbrante, cuyo conjunto forman el macizo central. En la pista para ciclos también se ha colocado una barrera. El parapeto está constituido por postes y pasamanos tubulares.

Toda la calzada y pista para ciclos, así como los andenes, disponen de una red de drenes y canalizaciones para el desagüe en tiempo de lluvia.

Ideas sobre el proyecto

Después de un estudio geológico-geotécnico del lecho del suelo y capas superficiales se llegó a la conclusión que las pilas debían reforzarse en su apoyo con zapatas y hasta pilotes, pues el terreno era de mediana consistencia y pobre capacidad de sustentación.

Las pilas de los accesos se apoyan sobre pilotes, de los que se hicieron varios ensayos. Como resultaba difícil saber cuándo el pilote llegaba al firme, se exigió que, por lo menos, cada uno de estos elementos debía ser capaz de soportar una carga de 155 toneladas; sin embargo, el contratista dio como solución los pilotes hexagonales de hormigón. Los ensayos realizados han mostrado que estos pilotes sometidos a vez y media la carga normal de trabajo producen un asiento permanente de 2,5 milímetros.

método constructivo

dispositivos mecánicos

para el transporte y colocación de vigas en los accesos

Al excavar, con objeto de abrir cimientos para las pilas de las números 1 a la 5, se pudo comprobar que el banco calizo estaba muy agrietado. Esto aconsejó se procediese a consolidar las inmediaciones de cada pila por medio de inyecciones a presión. Los apoyos de cimientos para las pilas principales se prepararon a un nivel inferior del fondo del río, y hormigonando una solera de dimensiones corrientes.

Tramos principales

Debido a un posible asiento en las pilas principales la solución de tramo continuo hubiera resultado anti-económica, por lo que se eligió una estructura estáticamente determinada, que está formada por dos brazos centrales cantilever y dos tramos adyacentes que sirven para equilibrar los brazos, cerrando, como es natural, con vigas rectilíneas.

Los elementos resistentes en esta solución son vigas tipo cajón, con lo que se simplifican, tanto el análisis como la propia construcción. Estos elementos se proyectaron suponiendo que la contrata haría caso del procedimiento constructivo en voladizo, evitándose así el empleo de soportes auxiliares que molestarían a la navegación fluvial.

La Cement and Concrete Association se encargó de los ensayos de estos elementos en sus laboratorios. Los ensayos se encaminaron hacia la investigación de posibles deformaciones y pandeo. El modelo empleado en estos ensayos, a escala 3/40, fue un cantilever de 60 m de longitud y pretensado. La carga anormal empleada, de acuerdo con las Instrucciones del Ministerio de Transportes inglés, fue de 180 toneladas. Antes de llegar a la rotura se aplicó una carga concentrada en un punto, y se estudiaron las posibilidades de pandeo, pero la rotura sobrevino con una carga muy superior a la normal y sin pandeo.

Métodos constructivos

Los pilotes de los accesos se hormigonaron "in situ", formando capas sucesivas e intercalando papel encebado. Al cabo de siete días se sacaban con ayuda de una grúa-pórtico, después se les guardaba en depósito durante veintiocho días y, finalmente, se hincaban con una machina.

Las pilas de los accesos forman pórticos cuyos soportes se hormigonan con encofrados metálicos. La parte superior de estos soportes lleva unos anillos metálicos que sirven de apoyo al cabezal. Cada soporte puede resistir una carga de 280 toneladas.

Las vigas de los accesos se han preparado en un taller de prefabricación, instalado en las proximidades del puente.

La prefabricación se empieza por los bloques de las dos extremidades, en posición horizontal, dejando embebidas las vainas para los cables de pretensado y las armaduras. Después se hormigona el resto de la viga, con lo que se consigue un hormigón más viejo en los bloques y una rápida posibilidad de tesado.

Las vigas-cajón se hormigonan en dos veces. Al desencofrar se tesan dos cables, provisionalmente, con objeto de contrarrestar la acción de la retracción. El tesado final se realiza a los veintiocho días, comprobando, por medio de rayos gamma, el estado de la inyección de lechada de cemento en las vainas.

El transporte y puesta en obra de las vigas de los tramos de acceso constituyen la parte más interesante de los métodos constructivos. Desde el taller, las vigas se colocan sobre los marcos suspendidos del cabezal de una grúa-pórtico que corre sobre vías. Estas vías van hasta la proximidad del primer tramo, y a partir de aquí siguen apoyándose sobre dos de las vigas previamente colocadas.

Para la colocación se utiliza una viga metálica, de sección triangular, en celosía, en la que se han montado las vigas para los carritos que suspenden la viga que se ha de colocar. Esta viga de sección triangular, llamada de lanzamiento, se apoya en su parte anterior en un soporte provisional y en la parte posterior sobre las vigas puestas en obra anteriormente. A medida que se van colocando las vigas de los tramos hay que avanzar la viga de lanzamiento a una nueva posición que cubra el tramo en el que hay que colocar sus vigas correspondientes. Esta maniobra se completa corriendo la viga de lanzamiento a partir de un solo apoyo sobre las vigas colocadas, volando la parte anterior y equilibrando el voladizo con el contrapeso constituido por las vigas ya colocadas mediante carritos que corren tirando verticalmente de estas vigas previamente colocadas.

articulación en pilas centrales

articulación del estribo

rodillo para accesos

junta de dilatación

Cimientos en las pilas principales

Para llegar al firme fue necesario el empleo de un tablestacado utilizado como ataguía. Los buzos se encargaron de guiar la hinca y de sacar el fango de la parte interior de la ataguía. Como el terreno presentaba, en la parte rocosa, grandes grietas, no podía presumirse un desagüe completo. Esto exigió se hormigonase en el fondo una capa de sellado, llevando a ella el hormigón por medio de canaletas. Después de este sellado se niveló la parte superior del hormigón, a seco, y se procedió a hormigonar la solera o base de apoyo de la pila.

Las pilas se hormigonaron con encofrados de madera y por capas o tongadas de 2,40 m de espesor.

Fotos: LIBRARY

Superestructuras en los tramos centrales

Se empieza colocando unos soportes provisionales sobre los que se apoya una serie de vigas metálicas que sirvan de apoyo al encofrado de las vigas cajón que constituyen los brazos en voladizo. Iniciada así una primera fase se procede después a continuar hormigonando, en voladizo, a una y otra parte de cada pila. Al llegar a unos 60 m de arranques, el momento de vuelco se hace peligroso y, entonces, se coloca un nuevo soporte provisional, continuando de tal suerte hasta llegar a la extremidad del brazo cantilever. El avance en voladizo, a uno y otro lado de la pila, se realiza por trozos de 3 m de longitud.

Los encofrados son de madera en su parte exterior y de paneles de madera contrachapada en la interior. Los encofrados se suspenden de un dispositivo que se apoya en la parte construida ya. Después del hormigonado de cada trozo se tesan las barras tipo Lee McCall.

Las tensiones en las armaduras se van controlando muy cuidadosamente en la parte más fatigada del brazo, es decir, sobre la pila, con objeto de conocer, en todo instante, si se han rebasado los límites de tensiones previamente estudiados.

Le pont sur le Medway

Freeman, Fox and Partners.

Le pont sur le Medway fait franchir cette rivière à la nouvelle route tracée pour soulager le trafic estival très dense entre Dover et Londres.

Il est situé aux environs proches de la ville de Rochester. La structure a été construite par voie de concours. De tous les types présentés, une structure en béton armé fut choisie.

La longueur totale de l'ouvrage est de 1.000 m. Les trois tronçons principaux franchissent la rivière. Le central est de 152 m de portée et les deux autres de 103 m chacun. Les accès ont un total de 18 tronçons qui totalisent une longueur de 654 m. La largeur du pont est de 34 m et la chaussée se subdivise en deux directions de trafic de 7,30 m chacune. De plus, ont été laissés deux épaulements latéraux de 2,40 m de largeur.

En plan on peut admettre que le pont a un alignement droit avec une légère courbe et que le plan vertical présente une pente d'écoulement entre les piles 9 et 10.

Les culées sont de béton armé; de type cellulaire celle de l'est et de béton en masse celle de l'ouest. Les piles s'appuient sur des pieux hexagonaux de béton armé dans la circonférence circonscrite à 55 cm de rayon et de 12 à 20 m de longueur. Quand le terrain ferme se trouve à une profondeur inférieure à 6 m les piles partent directement de ce terrain.

Ces piles constituent des portiques d'une hauteur variable de 9 à 30 m sur le niveau du sol.

Les tronçons d'accès sont une structure continue simplement appuyée. Chaque tronçon se compose de 8 longerons de 30 à 41 mètres de longueur et de 190 t chacun. Ces longerons sont précontraints et préfabriqués.

Le tronçon central est du type cantilever, constitué par deux bras de 30 m de longueur, formés par des caissons. Chacun de ces caissons compte 8 cloisons de 22 cm d'épaisseur, couronnées par une dalle, de 22 cm d'épaisseur et d'une autre inférieure d'une épaisseur variable de 0,30 à 0,60 cm. La dalle supérieure forme la base de la chaussée du pont et dépasse celui-ci formant visière de 3,35 m de chaque côté.

Le côté du tronçon central varie depuis 10,75 m de hauteur sur les piles jusqu'à 2,75 à la clef. Ces poutres ont été précontraintes longitudinalement et transversalement.

Entre les deux directions de circulation a été placée une barrière métallique élastique.

The bridge over the Medway

Freeman, Fox and Partners.

The new bridge over the Medway has to carry the new road from Dover to London, which has been built to help ease the summer traffic between these two points.

The bridge is near Rochester. The structure was selected by means of a competitive award. Of all designs submitted, a reinforced concrete structure was chosen.

The total structure is 1,000 ms long. The three main spans bridge the river. The centre span is 152 ms long, and the two adjacent ones are each 103 ms long. The approaches have 18 spans, with a total length of 654 ms. The bridge is 34 ms wide, and the roadway is divided into two lanes, each 7.30 ms wide. Two lateral ways, each 2.40 ms wide, are also provided. The bridge is very slightly curved in planform, and there is a slight slope between piles numbers 9 and 10.

The abutments are of reinforced concrete. The one on the east side is cellular concrete, and the western one is made of mass concrete. The bridge foundations rest on reinforced concrete hexagonal piles, whose outer circumference has a 55 cms radius, and their length varies between 12 and 20 ms. When firm soil was at less than 6 ms depth, the piles were driven directly from the softer top layers. The bridge piles form portal frames, and have a variable height of 9 to 30 ms above the soil surface.

The approaches form a continuous simply supported structure. Each span consists of 8 longitudinal beams, 30 to 41 ms in length, and weighing 190 tons each. They are prefabricated and prestressed.

The main span in cantilevered, and consists of two overhangs, each 30 ms long, made up of box beams. Each of these beams has 8 webs, of 22 cms thickness, are covered by a slab, 22 cm deep, above, and are joined together at the bottom by another slab, whose thickness varies between 30 and 60 cms. The top slab forms the bridge deck, and overhangs 3.35 ms on each side of the structure.

The depth of the central span varies between 10.75 ms over the piles and 2.75 ms at the crown. These beams have been prestressed both longitudinally and transversally.

Between the two circulation roadways an elastic barrier has been placed, supported on metal posts.

Die Brücke über den Fluss Medway

Freeman, Fox and Partners.

Die Brücke über den Fluss Medway hat die Aufgabe, den genannten Fluss im neuen notwendigen Strassenverlauf zu überspannen, der den dichten Sommerverkehr zwischen Dover und London erleichtern soll.

Sie liegt in der Nähe der Stadt Rochester. Die Struktur hat man gebaut, indem man die Zufahrtswege benutzte. Aus allen vorgestellten Typen wurde eine Struktur aus Spannbeton ausgewählt.

Die Gesamtlänge des Werkes beträgt 1.000 m. Die drei Hauptabschnitte des Werkes überspannen den Fluss. Der mittlere hat eine Öffnung von 152 m und die beiden nebenliegenden 103 m ein jeder. Die Anfahrten haben insgesamt 18 Abschnitte mit einer Länge von 654 m. Die Breite der Brücke beträgt 34 m; den Fahrweg hat man unterteilt in zwei Verkehrsrichtungen von 7,30 m ein jeder; ausserdem hat man zwei seitliche Schutzwehre von 2,40 m Breite gelassen.

Im Grundriss kann man annehmen, dass die Brücke eine gerade Linienführung mit einer ganz leichten Kurve und im Aufriss ein Ablaufgefälle zwischen den Pfeilern 9 und 10 aufweist.

Die Widerlager sind aus Spannbeton: zellenförmig der im Osten und aus Mass beton der im Westen. Die Stützen ruhen auf sechseckigen Pfeilern aus Spannbeton, deren Umfang 55 cm Radius und von 12 bis zu 20 m Länge aufweisen. Wenn die Decke sich in geringeren Tiefen als 6 m befand, gingen die Stützen direkt von der Decke der Auflagerung aus.

Die Pfeiler ersetzen einen Rahmen und haben eine wechselnde Höhe von 9 bis zu 30 m über dem Niveau des Bodens.

Die Abschnitte der Anfahrt bilden eine durchgehende struktur, die einfach aufruft. Jeder Abschnitt setzt sich aus 8 Längsbalken zusammen, von 30 bis zu 41 m Länge und 190 t ein jeder. Diese Balken sind vorgespannt und vorgefertigt.

Der Mittelabschnitt ist freitragender Art, von zwei Auslegern von 30 m Länge gebildet aus Hohlbalcken. Jeder dieser Balken besteht aus 8 Stegen oder Trennwänden von 22 cm Dicke, gekrönt von einer Platte von 22 cm Dicke und einer anderen unteren von verschiedener Dicke, von 0,30 bis zu 0,60 m Dicke. Die obere Platte ist die Base der Fahrbahn der Brücke und steht 3,35 m auf beiden Seiten der Brücke vor.

Der Rand des Mittelabschnittes variiert zwischen 10,75 m Höhe über den Pfeilern bis zu 2,75 m am Scheitel. Diese Balken wurden sowohl längs als auch quer vorgespannt.

Zwischen den beiden Verkehrsrichtungen wurde ein elastisches Geländer mit Metallpfosten errichtet.