puentes gemelos soldados en la carretera interestatal núm. 70 - U.S.A.

ingeniero: HARRY B. THOMAS, P. E.
ALDEN E. STILSON & Assoc., Ltd., Columbus, Ohio

sinopsis

Las exigencias del trazado de la carretera interestatal número 70, en Ohio, U.S.A., han hecho necesaria la construcción de dos puentes gemelos que pasan sobre la vía del ferrocarril de Pennsylvania.

La construcción se ha visto dificultada por las malas condiciones del terreno y por una serie de factores técnicos y de circulación que obligaron a buscar la solución más racional y cómoda desde el punto de vista ingenieril, con el fin de conseguir todas las garantías ante los incidentes de todo tipo que se podían presentar una vez puesta en servicio.

565-34

A pesar de ello, el American Institute of Steel Construction declaró los dos puentes como la obra más bella en su género abierta al tráfico en 1965, en Estados Unidos.

Introducción

La carretera interestatal número 70 se halla en una de las zonas más transitadas del mundo, el empalme de las carreteras interestatales números 70 y 77 en el Ohio oriental, y atraviesa un ramal importante del ferrocarril de Pennsylvania. Las exigencias de trazado de dicha carretera impusieron la construcción de dos puentes gemelos, separados por una distancia de 25,60 m, con un considerable esviaje sobre el ferrocarril, impuesto por las necesidades del tráfico. El cruce esviado acrecentó las condiciones adversas existentes en el lugar.

Preliminares

Fue preciso levantar terraplenes de 9,15 m a 15,24 m debido a que la carretera estaba localizada sobre el área de inundación de un arroyo cercano, así como también con el fin de obtener el espacio libre vertical, de 7,32 m, requerido sobre las vías del ferrocarril. Por tratarse de un terreno de muy mala calidad, las condiciones estipuladas en la zona establecían un período de asentamiento de 12 meses para el terraplenado previo a toda carretera o puente en construcción. En el punto de cruce de la carretera, donde el terraplenado alcanzaba casi 15,24 m, se estimó que el asentamiento al cabo de 12 meses era de 1,22 m a 1,52 m, lo cual, a su vez, representaba sólo el 90 % del asentamiento total a largo plazo, quedando, de este modo, 0,15 m adicionales para ser absorbidos después de la construcción de los puentes.

Con estas condiciones, obligadas para todo proyecto de puente, era necesario eliminar cualquier consideración de práctica normal en la colocación de las infraestructuras de los puentes gemelos paralelos, antes de llegar a las vías del ferrocarril. Tal práctica, que permite reducir al mínimo las luces, habría

situación

planta y alzado

GENERAL PLAN

planta y alzado

sección transversal

provocado en este caso un alabeo de las planchas de cubierta esviadas como consecuencia de los diferentes asientos entre pilas y estribos, y provocado tensiones de asentamiento excesivas para la superestructura.

Por estas razones se eligió una estructura soldada, articulada y sin esviar, compuesta de vigas de alma llena. La geometría de las vías del ferrocarril, combinada con un terraplén calculado a 3 : 1 (considerado como necesario, mediante un análisis de estabilidad, para evitar que el relleno del terraplén se desprendiera), vino a determinar un tipo de puente de tres luces, cuyas medidas son 36,58 m, 45,72 m y 36,58 m, entre centros de apoyos, respectivamente. Las rótulas colocadas en los puntos de inflexión del peso propio, en el tramo central, permiten asientos diferentes en los elementos de la infraestructura, sin introducir tensiones en la superestructura.

Proyecto de la superestructura

Para el tramo central se suspendió, entre las rótulas, una viga de 27,43 m. Dado que la altura de este tramo suspendido estaba restringida por el espacio libre vertical requerido sobre las vías del ferrocarril, el estudio compuesto se utilizó para obtener el esfuerzo necesario.

Los momentos flectores eran considerablemente mayores en las pilas y en los extremos de los tramos que en el tramo suspendido. Sin embargo, era posible incrementar el espesor de las vigas en estos puntos, viniendo determinada la relación entre el espesor de la viga en la rótula y el espesor en la pila por los espacios libres que dejaba el ferrocarril. Las alas de la viga tenían un espesor variable con el fin de resistir los esfuerzos producidos por los momentos, mientras que la anchura de las mismas se mantenía constante para reducir el costo del encofrado de cubierta.

Los montanes de refuerzo longitudinal y transversal tenían una plancha de alma relativamente delgada, a fin de reducir al mínimo el peso de la viga. La longitud óptima de los tramos requería se colocara un sistema de arriostramiento lateral entre las vigas y en las luces exteriores, con objeto de evitar el movimiento transversal debido a la acción del viento.

En el tramo central se pusieron placas colgantes delante de las rótulas. En el proyecto inicial del puente que se sometió a aprobación figuraban todas las rótulas empernadas y libres para girar. Después de haber sido revisado por el Bureau of Public Roads, se elevó una instancia para fijar una rótula en cada extremo de las vigas, con el fin de asegurar la estabilidad dentro del tramo suspendido con respecto al movimiento longitudinal. Este se efectuó quitando la espiga inferior de una rótula en cada extremo de las vigas y sustituyéndola por un acoplamiento empernado de gran resistencia.

La anchura de las placas colgantes se incrementó a las vigas exteriores para ocultar la separación entre las almas de las vigas y las rótulas. Así se evitaba que los conductores pudieran ver las rótulas con facilidad desde el puente contiguo.

Durante la ejecución se dio capital importancia al hecho de conseguir facilitar la fabricación y montaje de la estructura de acero.

Se intentó, por todos los medios, obtener el máximo de soldaduras en taller, particularmente para todas aquellas que requerían un examen radiográfico. Las soldaduras de montaje, cuando eran necesarias, se simplificaban mediante el empleo de bulones de montaje para la armazón transversal intermedia de unión anterior a la soldadura, y por bulones de montaje y escuadras de ensamblaje soldadas en taller para la unión del sistema de arriostramiento lateral. Todos los bulones de montaje empleados para uniones de arriostramiento fueron soldados, por puntos, in situ y de modo permanente, una vez terminada la soldadura de montaje.

Se empalmaron todas las vigas para abreviar la fabricación y expedición de los tramos y, al fin, se colocaron éstos. Para hacer los empalmes se emplearon bulones de gran resistencia.

Infraestructura

Junto a las vías del ferrocarril se emplearon pilas de hormigón armado tipo T, ya que el volumen y la resistencia de su armadura proporcionan un gran margen de seguridad en el caso de que un tren descarrile bajo el puente. Este tipo de pilas elimina la necesidad de colocar muros protectores, que habrían sido precisos para resguardar contra los choques cualquier otro tipo de pilas.

Las pilas se apoyan sobre pilotes de acero que penetran unos 24,38 m en el terreno — de mala calidad— hasta alcanzar un estrato firme.

Los estribos, de hormigón armado, se apoyan en la cimentación dispuesta sobre el nuevo terraplén. Una cimentación por puntos habría requerido penetraciones en el terreno (terraplén y primeras capas de mala calidad) del orden de 33,53 a 36,58 m, y el costo de tales pilotes los convertía en prohibitivos.

Comentarios

Estos puentes —como ya se ha dicho— representan la combinación más óptima de aspecto y utilidad, unidos a la economía, para una situación que imponía limitaciones estrictas. El proyecto se abordó, en primer lugar, desde un punto de vista ingenieril: simplicidad estructural, con elementos de proporciones adecuadas y colocados correctamente. Las cuestiones estéticas fueron consideradas en función de la solución estructural adoptada. El éxito de tal consideración ha sido evidente, puesto que el American Institute of Steel Construction señaló estos puentes como las estructuras de separación de niveles en carretera más bellas abiertas al tráfico, en su época, en los Estados Unidos.

résumé • summary • zusammenfassung

Ponts jumeaux soudés de la route fédérale n.º 70 - Etats-Unis

Harry B. Thomas, P. E., ingénieur

Alden E. Stilson & Assoc., Ltd., Columbus, Ohio

Les exigences du tracé de la route fédérale n.º 70, à Ohio (Etats-Unis), ont rendu nécessaire la construction de deux ponts jumeaux franchissant la voie ferrée de Pennsylvanie.

La construction a été compliquée par les mauvaises conditions du terrain et par une série de facteurs techniques et de circulation, qui ont obligé à chercher la solution la plus rationnelle et la plus commode du point de vue du génie, afin d'offrir toutes les garanties pour remédier aux incidents de toute sorte qui pourraient se présenter une fois cette route mise en service.

Malgré cela, l'American Institute of Steel Construction a déclaré les deux ponts comme l'ouvrage le plus beau dans son genre ouvert au trafic en 1965 aux Etats-Unis.

Twin Welded Bridges on the interstate road no. 70, USA.

Harry B. Thomas, P. E., engineer

Alden E. Stilson & Assoc., Ltd., Columbus, Ohio

The demands in the layout of the interstate road no. 70, in Ohio, USA, have made it essential to build two twin bridges, which run over the Pennsylvania railway.

Construction operations were hindered by the poor soil conditions and by a number of technical factors connected with traffic. This forced the engineers to seek a more rational and easy construction procedure, which would offer a larger margin of safety, in the face of any unexpected events that might arise, once the bridges were in service. In spite of this, The American Institute of Steel Construction declared that the two bridges were the most beautiful work of its type opened to traffic in the United States, in 1965.

Geschweisstes Brückenpaar für die Nationalstrasse Nr. 70 USA.

Harry B. Thomas, P. E., Ingenieur

Alden E. Stilson & Assoc., Ltd., Columbus, Ohio

Die Linienführung der Landstrasse 70 in Ohio/USA erforderte den Bau zweier Zwillingsbrücken über die Gleise der Pennsylvania-Eisenbahnlinie.

Ungünstige Bodenverhältnisse und allerlei Schwierigkeiten technischer und verkehrsmässiger Natur erschwerten die Suche nach der rationellsten und vom ingenieurtechnischen Gesichtspunkt geeignetsten Lösung, die gleichzeitig nach der Inbetriebnahme ein perfektes Funktionieren gewährleisten sollte.

Das erfolgreiche Gelingen beweist die Tatsache, dass das American Institute of Steel Construction dieses Werk zum schönsten des Jahres 1965 in seiner Art in den Vereinigten Staaten erklärte.