

EL PUENTE DE TORTOSA

POR CÉSAR VILLALBA GRANDA, INGENIERO DE CAMINOS

En el presente y segundo artículo acerca de esta obra, se describen con detalle los pormenores inherentes a su ejecución, que es de interés el recoger, por tratarse de una de las primeras obras soldadas de importancia que se ejecutan en España.

II

MONTAJE Y CONSTRUCCIÓN

Criterio seguido.

Aprobado el proyecto de nuevo puente de Tortosa en 23 de agosto de 1939, fueron comenzados inmediatamente los trabajos en el siguiente mes de septiembre, puesto que la urgencia de la obra no permitía aguardar a un periodo completo de estiaje para aquellos trabajos que en esas épocas serían de más fácil realización, y ya al proyectar el puente se tuvo presente esta circunstancia, tanto en lo que a reconstrucción de elementos de fábrica se refiere, adoptando paramentos de sillarejo para construir rápidamente un recinto estanco, como hemos dicho en la primera parte de este trabajo, como en lo que a tramos respecta, estudiando el sistema de montaje por lanzamiento, que evite el empleo de andamios intermedios.

Estos andamios que, aun en estiaje, hubieran sido de considerable cuantía, ya que en el vano del lado de Tortosa (margen izquierda) se alcanzan en dicha época profundidades de agua de 15 metros, resultarían en todo caso peligrosos por las crecidas bruscas e impetuosas del río, como tuvimos ocasión de corroborar durante los trabajos.

Ha sido, por consiguiente, norma de la construcción el que ésta se realice en todo momento sin interrupción.

Obras de fábrica.

En tanto se adquirían los materiales metálicos y se preparaban las instalaciones de ejecución para los tramos, procedimos a la reconstrucción de las pilas, reparación de estribos y de rampas de acceso.

Se montó, al efecto, un taller de construcción de bloques de sillarejo, la instala-

ción de transporte, y llevando, a modo de atagüa, el paramento de las pilas, se terminaron éstas.

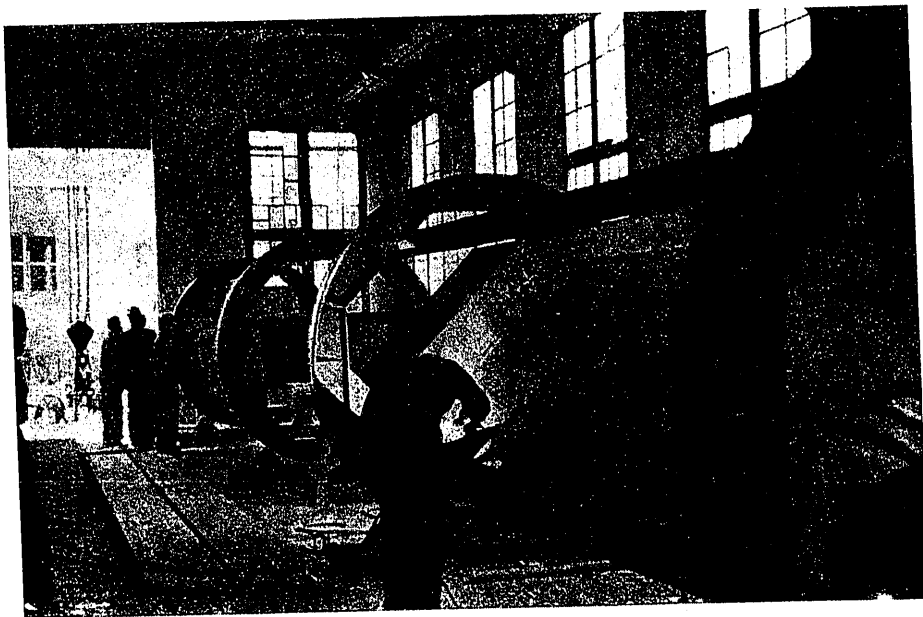
Desguace.

Simultáneamente con los trabajos inherentes a obras de fábrica, se procedió al desguace de los tramos del puente anterior, los cuales se encontraban en la situación descrita en la primera parte.

Para ello, las partes que se hallaban fuera del agua fueron separadas por cortadura con el arco eléctrico, y las partes sumergidas, por medio de los sopletes para trabajos en el agua, tan empleados hoy en los trabajos análogos de extracción y desguace de los barcos hundidos en nuestros puertos durante la guerra. La actuación de los buzos con estos aparatos se hizo muy penosa por la constante turbiedad del agua, por lo cual fué necesario limitar el desguace de las partes sumergidas a lo estrictamente preciso.

Construcción en taller.

Resueltas sucesivamente las dificultades inherentes al suministro de los materiales metálicos necesarios



Trabajos de soldadura en taller. Soldando las alas de vigas de rigidez en los tambores.



Vigas de rigidez. Soldadura del ángulo extremo.

que, según hemos dicho en la primera parte, están compuestas por un alma de 1 600 mm. de altura, con un espesor variable de 15 a 25 mm. y alas de 450×30 mm.; el conjunto se hace rígido mediante cartelas verticales de 215×15 mm., separadas 4,909 metros, que es la distancia entre péndolas.

Para la ejecución se ha seguido la norma de preparar todos los empalmes de la viga de rigidez con corte de 45° , para tener en cuenta la disminución de la sección por el coeficiente de trabajo aplicable a la soldadura.

El armado de cada pieza en doble T, de 1,660 m. de altura y 11 de longitud, se efectuó mediante 4 grandes tambores, en dos de los cua-

les se hacía el montaje y en los otros dos la soldadura de cada viga.

Estos tambores consisten en un cilindro de 2,20 m. de diámetro, en los que se encajan los perfiles para armar, y que giran sobre dos rodillos espaciados 1,30 metros, apoyados, a su vez, en dos dobles T del número 22. Empleando estos útiles, para soldar se siguió la marcha que a continuación se indica:

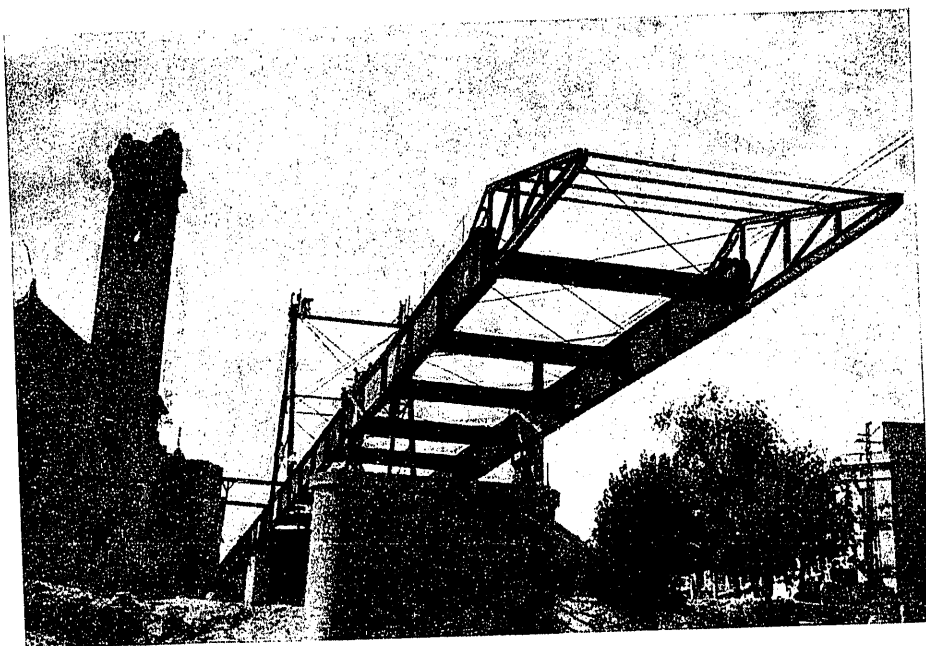
Una vez punteado el conjunto, se coloca el sistema con el alma perfectamente vertical, y se sitúa un soldador en cada parte del alma para iniciar la soldadura de un extremo hacia otro por el sistema llamado a

para los tramos, causa de varios importantes retrasos en los trabajos, dificultades acrecentadas por la naturaleza de la mayor parte de los elementos precisos, palastros de fuerte espesor, hubo también que resolver los motivados por los transportes, realizados en barco desde Bilbao a Tarragona y desde este puerto hasta el taller tomado para los trabajos, situado en la margen derecha, barrio de Tortosa, denominado Ferrerías.

Merced a las facilidades prestadas por la 3.^a Jefatura de Estudios y Construcciones de Ferrocarriles y la Compañía de Ferrocarriles del Norte de España, pudimos utilizar el trozo de vía del ferrocarril de Val de Zafán y llevar los pesados elementos metálicos desde la estación de Tortosa hasta las inmediaciones de los talleres. Desde dicho punto al taller y luego desde éste al pie de obra, el transporte se hacía mediante plataforma tirada por tractor.

Como operación previa, siendo la mayoría de los hierros empleados en la construcción chapas y planos anchos, hubo necesidad de pasarlos por un gran cilindro laminador, dispuesto al efecto, con objeto de eliminar las torceduras que llevaban las chapas, como consecuencia de haber efectuado la carga en condiciones desfavorables.

Comenzamos la construcción por las vigas de rigidez



Lanzamiento de la viga de rigidez. Fase entre estribos y pila primera.

saltos, para que el orden de colocación de cordones sea alternado, con objeto de soldar siempre de parte fría a caliente. Después de soldar un lado, se pone el otro en la misma situación y se suelda de la misma forma. Todos los cordones de la primera pasada se han hecho con electrodos OK 49 de 4 mm. ϕ .

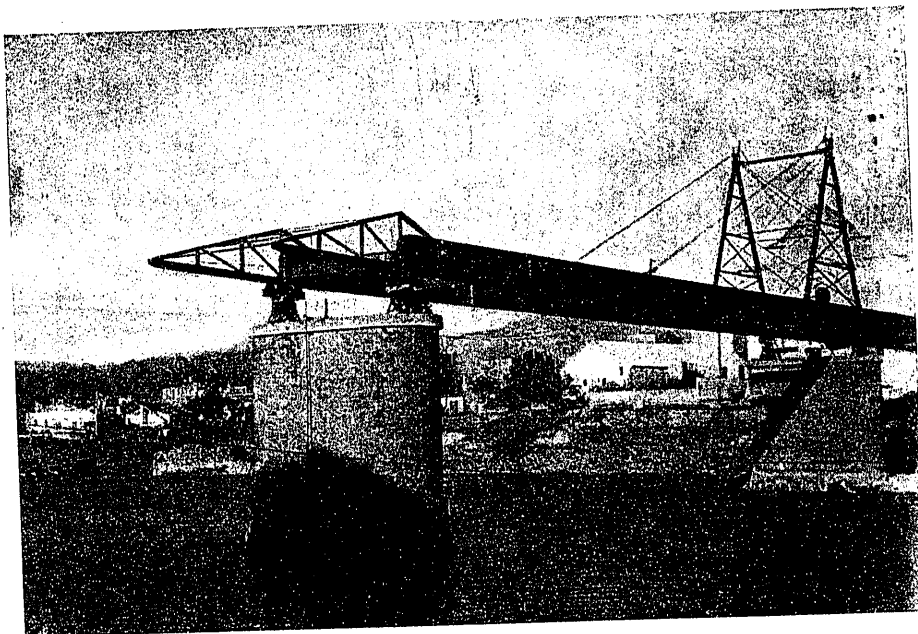
La segunda pasada, para obtener el cordón necesario, se hizo girando los tambores hasta situar el alma con un ángulo aproximado de 60° con la horizontal, y, en esta disposición, soldaban los soldadores por un lado, partiendo del centro hacia los extremos. Esta segunda pasada se hacía con electrodos OK 49 de 5 mm. ϕ .

La colocación de las carterelas de rigidez se efectuaba al final, para lo cual era necesario girar el conjunto hasta dejarlo horizontal.

De esta forma fueron construídas 30 dobles T de 15 mm. de espesor y 8 de 25 mm.; éstas, para los extremos de las vigas de rigidez; aquéllas, para el resto.

Para efectuar el armado y punteado de cada viga se precisaba un soldador durante cinco horas y un consumo de 50 electrodos de 4 mm. Para soldar cada viga, veinte horas con dos soldadores y un consumo total de 700 electrodos entre los de 4 y 5 mm.

Las 144 viguetas del puente se ejecutaron de la



Lanzamiento de la viga de rigidez. Llegada a la segunda pila.

misma forma que las anteriores, utilizando unos tambores más pequeños que los anteriores y con una sola pasada, empleando electrodos de 4 mm. El diámetro de estos tambores era de 1,00 m., con alma de 8 mm. y girando sobre dos ruedas, cuyos ejes distaban 0,80 metros, apoyadas en dos $\square$ del 12.

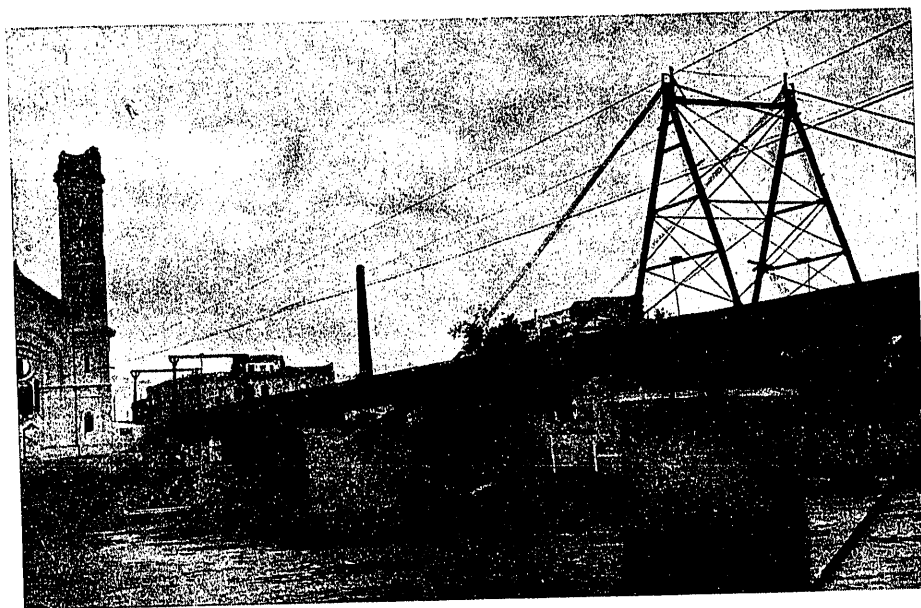
En cuanto a los arcos, sus trozos se armaron mediante tambores especiales que permitían el desarmado de los mismos una vez terminada la ejecución de cada trozo. Consistían estos útiles en un tambor de 1,10 m. de diámetro, desmontable en cuatro trozos que, al unirse mediante pasadores, encuadran la sección del arco. Las soldaduras en las doretas de los arcos fueron ejecutadas en dos pasadas con electrodos de 4 mm.

Montaje.

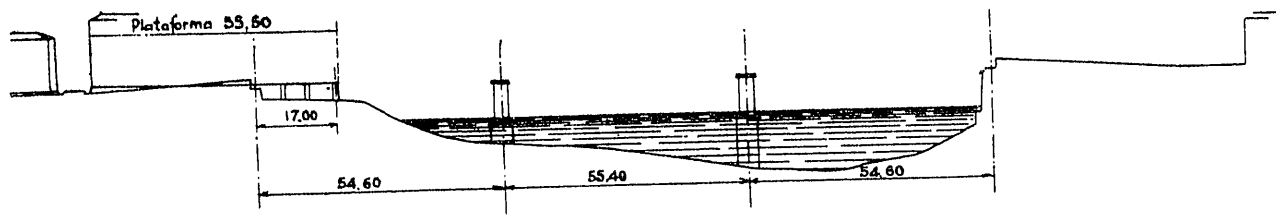
Cuando todos los elementos que constituían el tablero estuvieron en disposición de montar, se llevaron del taller hasta la plataforma de montaje que había sido construída en la margen derecha del río.

Las partes de más peso fueron los trozos de vigas de rigidez, cuyo peso era de unos 5 500 kg.

En la imposibilidad de utilizar apoyos intermedios para la construcción de andamios, el sistema de montaje tuvo que ser el de lanza-



Castillete de arriostamiento para el lanzamiento de la viga de rigidez.



Disposición de los apoyos antes del montaje.

miento, y si bien este sistema es sencillo y corriente en vigas continuas, tramos rectos, etc., presentaba aquí muchas dificultades por el sistema de los arcos, por lo cual fué estudiado detenidamente y llevado a la práctica en la forma que a continuación exponemos, por juzgarlo de interés para casos análogos.

El sistema de montaje, según los croquis que se acompañan, fué un lanzamiento del tablero con todo el conjunto como viga continua.

Para ello, en la plataforma de montaje, construída en la margen derecha, se fueron montando los elementos sueltos de la viga de rigidez, para lo cual fué preciso disponer de dos vías-carriles con la separación de 7,40 m., correspondiente al ancho de los ejes entre vigas de rigidez, para correr las bicicletas, sobre las cuales se montaron los trozos de dichas vigas.

Paralela a esta viga, se colocó otra, con la separación de 9,20 m., sobre la cual se movían dos grúas de pórtico para 8 toneladas de elevación cada una. Una vez que estuvieron montadas las dos primeras vigas de rigidez con un arriostramiento provisional, se procedió a colocar las dos siguientes, y seguidamente se soldaban los empalmes, poniendo dos soldados a la vez.

La soldadura del alma, a 45° , y las dos alas, a 45° igualmente, requerían, para ambas vigas, unas doce horas de trabajo con dos soldadores. Las soldaduras del alma se hacían de abajo hacia arriba, con electrodos de 3,25 mm., la primera pasada, y de 4 mm., la segunda. El recargue de las alas se hacía con un primer cordón con electrodos de 4 mm. y después con electrodos de 5 mm.

Para evitar los esfuerzos secundarios motivados

La maniobra del lanzamiento fué efectuada mediante tracción ejercida en la margen opuesta, con un cabrestante de 8 toneladas, manejado a brazo.

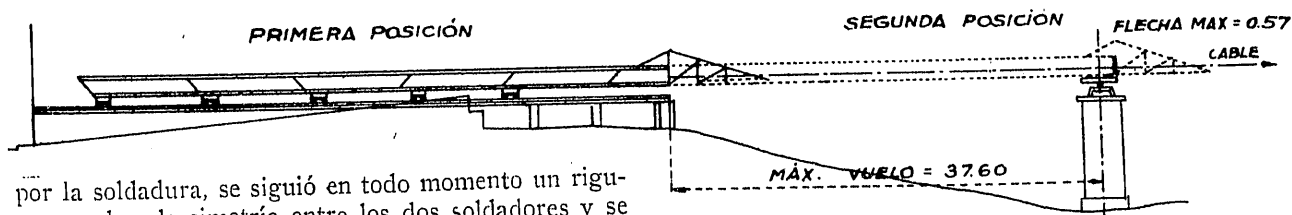
Para disminuir la flecha durante el lanzamiento, se puso un pescante de 8 m. delante de las vigas de rigidez, y no se completó la construcción del tablero del puente en todo el primer tramo; en cambio, el resto del tablero fué lanzado totalmente terminado, en lo que se refiere a viguetas y largueros.

En la primera pila se había dispuesto un sistema de balancines con dos rodillos sobre rótulas, y para la corrección de los desplazamientos transversales se emplearon dos rodillos de eje vertical, colocados en los ejes de los balancines. A esta primera pilastra se llegó con una flecha de 57 cm., máxima registrada en el lanzamiento.

Para pasar a la segunda pila, y como la rigidez de las vigas no permitía salvar el vano con tan poca altura de viga, fué necesario constituir una viga armada, mediante la construcción de un castillete donde apoyar tres cables de 37 mm. en cada lado, con objeto de tensar el conjunto. Este castillete tenía 11,50 m. de altura por 10 de base. A medida que se avanzaba en el lanzamiento, era necesario subir el apoyo de los cables sobre las torres, mediante gatos hidráulicos, consiguiendo, de esta forma, corregir la flecha de lanzamiento hasta obtener una máxima de 29 cm. en el momento de la llegada del pescante a la segunda pila.

La maniobra para la llegada al tercer apoyo, o sea al estribo del lado de Tortosa, fué la misma que hasta la segunda pila, llegando con 0,39 m. de flecha.

De este modo quedaron situadas las vigas de rigidez, realizando la difícil maniobra del lanzamiento

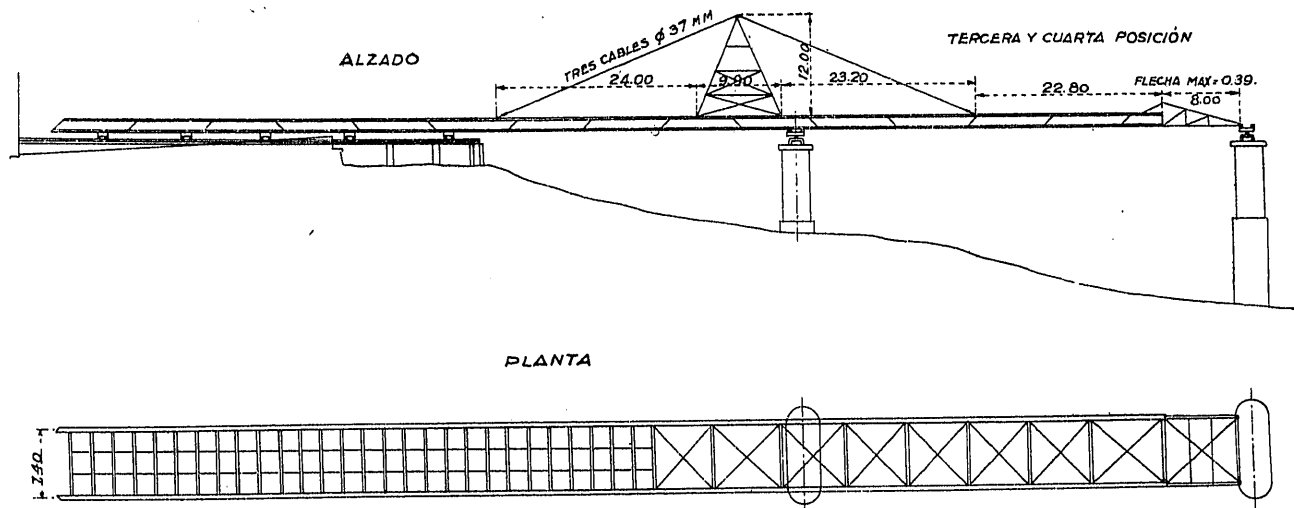


por la soldadura, se siguió en todo momento un riguroso orden de simetría entre los dos soldadores y se facilitaba la contracción de la soldadura por la colocación de la viga que se soldaba, sobre unas bancadas con rodillos de bolas, dando una tensión previa mediante tensores colocados en ambas alas. La eliminación de los esfuerzos secundarios en las construcciones soldadas durante los trabajos de soldadura, en taller y en montaje, es de suma importancia, y a ello obedecen las precauciones citadas, el orden y ejecución de soldaduras, la estructura de los útiles de soldar y demás disposiciones que vamos citando en esta descripción.

de vigas de 1,66 m. de altura, salvando vanos de 55 metros.

Una vez pasado sobre el río el conjunto de las vigas de rigidez y tablero, se procedió al montaje de las ménsulas laterales para formar el pasillo, sobre las cuales se colocó la vía necesaria, que sirvió para correr las grúas de montaje.

Terminadas de soldar las ménsulas de los pasillos, en disposición de correr las grúas, quedó el conjunto del tablero como viga continua de 4 tramos, apoyada



en 5 puntos con rodillos y rótulas, apoyos que eran: la semipila de la margen izquierda, segunda pila, primera pila, apoyo intermedio y semipila de la margen derecha.

Se procedió después al montaje de los arcos: el primero se montó por elementos sueltos, mediante andamiajes provisionales, y una vez colocadas las péndolas, se cortó la parte que unía el conjunto del primer tramo con las vigas de rigidez del segundo y tercer tramos. Entonces se procedió a bajarle a su posición definitiva sobre los apoyos, maniobra que se realizó sin dificultad, mediante cuatro gatos hidráulicos de 70 toneladas cada uno, colocados en unos soportes especiales para esta operación, consistentes en unos marcos a los cuales podían fijarse travesaños a diversas alturas, según iban actuando los gatos.

Una vez el primer arco en su posición, se hizo la maniobra de corrección de la viga de rigidez, operación que se llevó a cabo mediante la puesta en carga del arco, con dos gatos hidráulicos colocados en cada extremo, en la parte correspondiente a los arranques, mediante la soldadura de unas ménsulas de apoyo provisionales. Una vez abierto el arco, se introdujo en cada abertura una cartela de 20 mm.

Con esta operación, análoga al método de Freysinnet, se consiguió llevar el tirante a una posición muy aproximada a la horizontal, y el resto, hasta dejarla en contraflecha de 0,5 mm. por 1 m., se hizo con los tensores de las péndolas, maniobrando mediante largas palancas.

El segundo arco se montó de forma análoga, pero antes de cortar éste del tercer tramo, fué necesario contrapear éste, para evitar su excesiva flecha al quedar la viga de rigidez solamente como viga simplemente apoyada.

Para este atirantado se estableció el tramo como viga contrapeada, mediante una tornapunta inferior, en el centro, y tres cables de 37 mm., con tensores.

Una vez atirantado inferiormente el tercer tramo, se efectuó el montaje de su arco, como en los anteriores.

Todos los elementos auxiliares: grúas, útiles de soldar, pescantes, soportes, etc., fueron también contruidos exclusivamente con soldadura eléctrica.

Durante las maniobras de montaje y lanzamiento se efectuaron nivelaciones y medidas por medio de extensímetros ICON, con objeto de comprobar las variaciones de longitud producidas en las vigas de rigidez por efecto del volado, tanto en el alma como en las alas, dentro y fuera de las soldaduras.

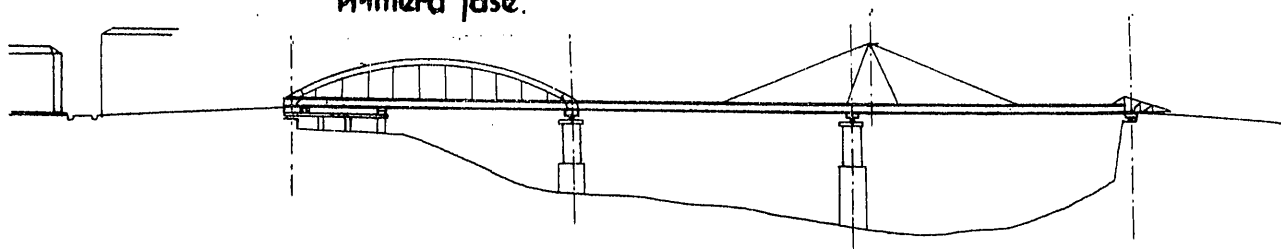
En todo el periodo de montaje, no obstante las fuertes cargas a que ha estado sometida la estructura, como lo prueban las flechas mencionadas, no se ha observado anomalía alguna en las soldaduras. Como incidencias del montaje, mencionaremos la crecida considerable del Ebro el día 25 de enero de 1941, que originó la destrucción del puente de barcas, que se encontraba a 40 metros aguas arriba de nuestro puente, y en el que, precisamente en aquellos momentos, se acababa de colocar el atirantado inferior del tercer tramo; una de las barcas, de hormigón armado, que arrastró el río, chocó con la tornapunta inferior, dando origen a la flexión lateral de la misma, flexión que se aumentó considerablemente al quedar una represa de 2 m., con un gran montón de ramajes y árboles, por lo cual se procedió, por nuestra parte, al corte de las tornapuntas, quedando, por lo tanto, flojos los cables de atirantado y simplemente apoyada la viga de rigidez con 1,66 m. de altura, en 54,60 m. de luz y con la carga de viguetas y largueros, sin que sufriera lo más mínimo.

Una vez pasada esta excepcional avenida, se colocó nuevamente el sistema de atirantado inferior y se montó el tercer arco.

Arrastrado el puente de barcas, hubo necesidad de dar paso de peatones de una a otra orilla, ya que en realidad el Ebro, al dividir a Tortosa en dos zonas, aislaba en esos momentos una de otra. Aprovechando las ménsulas del lado de aguas arriba, y no obstante no tener montados todos los arcos, pero sí las vigas de rigidez, se estableció rapidísimamente, en cuarenta y ocho horas, una pasarela de madera de 1,50 m. de anchura, 155 metros de longitud, y se dió el paso de peatones hasta el final de la obra, sacrificando para este servicio la comodidad en el resto del montaje.

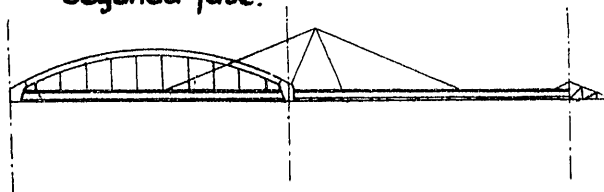
Dado el gran cuidado que en todo momento se tuvo para evitar accidentes, se pudo terminar la obra

Primera fase.

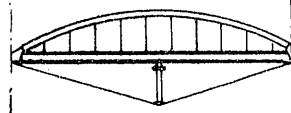


Segunda fase.

Fases para el montaje de los arcos.



Tercera fase.



sin ninguno grave, no obstante realizar los trabajos en todo tiempo, pues las interrupciones no eran compatibles con la urgencia del trabajo.

Terminación de la obra.

Concluido el montaje, se establecieron andamios colgados del entramado del piso, que podían trasladarse longitudinalmente, y con los cuales se colocaron los encofrados para el hormigonado de las losas de hormigón armado que constituyen el tablero; se construyeron las losas de andenes, pavimento y resto de la obra.

Ensayos y pruebas.

Por ser el primer puente para carretera construido en España con soldadura, se impuso, tanto a los materiales como a las soldaduras y electrodos, una serie de minuciosos ensayos para cumplir los requisitos prescritos en el Pliego de Condiciones.

En dicho Pliego se establecía la obligación de los preceptos de la vigente Instrucción para los tramos metálicos, de 24 de septiembre de 1925, en aquellos puntos que no son modificados por la adopción de estructuras soldadas, en vez de las roblonadas, para las cuales fué redactada dicha Instrucción. Desde luego, para las obras de hormigón se siguieron las normas vigentes de 3 de febrero de 1939, y para recepción de aglomerantes, las de 20 de junio de 1928 y 10 de noviembre de 1930.

Para los elementos soldados no existían al redactar el proyecto, ni durante la construcción, normas algunas oficiales, por lo cual fueron detenidamente fijadas en el Pliego de Condiciones, teniendo en cuenta las que la práctica aconseja en esta clase de construcciones, deducidas de los trabajos de Godard, Kommerell, Kopeck, Dustin y otros, y las que fijan, para los electrodos, las Instrucciones extranjeras, especialmente las del Lloyd Register of Shipping, para construcciones soldadas de categoría superior, que son las más rigurosas.

Actualmente, por acuerdo del Instituto Técnico de la Construcción y Edificación, se ha redactado, bajo la dirección del que suscribe, una propuesta de

Normas para la Construcción de Estructuras Metálicas Soldadas, que simplificará el trabajo del que proyecte estructuras de esta naturaleza.

Los ensayos de los materiales metálicos de base y aportación se hicieron en el Laboratorio de la Escuela de Ingenieros de Caminos. Los de compacidad y dosificación de hormigones, al pie de obra.

El ensayo de los materiales metálicos dió los resultados que se indican al final de este artículo.

Resumiendo los resultados obtenidos, llegamos a las conclusiones siguientes:

a) Algunos de los materiales suministrados por Altos Hornos de Vizcaya, no han llenado las características fijadas.

b) Los electrodos han cumplido satisfactoriamente, con exceso, todos los ensayos.

c) Los soldadores han demostrado suficiencia en las pruebas.

Por último, construido el puente se verificaron las pruebas según la citada Instrucción del 24 de septiembre de 1925, obteniendo como flecha máxima 3 mm., totalmente elástica.

Conclusión.

Terminamos esta información referente al puente de Tortosa, expresando nuestro reconocimiento al Ingeniero consultor de la Sociedad Constructora "Esab Ibérica", D. Eduardo Torroja; D. José Martínez París, Ingeniero de dicha Empresa, que con gran pericia dirigió todos los trabajos de soldadura y montaje; D. José Calveu, Jefe de Puentes y Estructuras, Ayudante de la misma; D. José Cano y de Benito; D. Emiliano Sacristán, que rápidamente realizó la parte de obras de fábrica, y cuantos han contribuido con su inteligente esfuerzo al éxito de la obra.

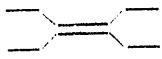
PRUEBAS DEL MATERIAL METÁLICO

PROBETA NÚM.	MATERIAL	SECCIÓN		C A R G A S				DEFORMACIONES		OBSERVACIONES PROCEDENCIA DE LA PROBETA
		FORMA	ÁREA	LÍMITE ELÁSTICO	MÁXIMA	ROTURA	LONGITUD	ALARGA- MIENTO		
9	Hierro	Rectangular	199	25,1	34,2	25,1	200	30	I P 32.	{
10	—	—	204	27,4	40,2	30,4	200	24		
11	—	—	199	25,6	35,2	25,6	190	27,9	I P 22.	{
12	—	—	200	25,5	35	25,7	190	27,9		
13	—	—	200	33	49	40	190	20,5	{ Almas viga rigidez.	{
14	—	—	200	36	50,7	41,5	190	18,9		
15	—	—	200	31	46,5	36	190	23,1	{	{
16	—	—	200	30,5	45,6	36	190	24,7		
17	—	—	206	24,7	36,9	25,2	190	28,4	{ Alas viga rigidez.	{
18	—	—	199	27,1	42,7	32,1	190	26,8		
19	—	—	121,8	45,98	52,71		124,5	13,25	I P 14.	{
20	—	—	117,6	26,79	37,84		122,5	17,55		
21	—	—	120	27,25	41,08		124	16,94	{ 80.	{
22	—	—	120,6	35,65	48,67		124	16,13		
23	—	—	116,58	42,03	52,07		122	13,11	{ Almas y alas viguetas transver- sales.	{
24	—	—	114,57	36,66	46,70		124	23,14		
25	—	—	112	28,57	38,84		119,5	21,34	{	{
26	—	—	112,29	36,96	48,09		129	13,33		
27	—	—	197,88	25,27	37,90		159	23,90	{ Chapas de arcos (20 mm.).	{
28	—	—	194,97	28,46	43,29		158	24,36		
29	—	—	194	27,58	39,94		157,5	21,58	{ Cartelas.	{
30	—	—	196,91	29,81	43,26		158,5	22,39		
31	—	—	196	35,20	44,49		158	12,02	{ Alma viga rigidez.	{
32	—	—	195,94	43,38	45,16		158	8,22		
33	—	—	203	30,54	48,76		161	19,87	{ Ala viga rigidez.	{
34	—	—	200	25,50	38,15		160	26,25		
35	—	—	200	26,50	42,60		160	23,75	{ Chapa de arcos planos, 20 mm.	{
36	—	—	197,96	27,78	37,38		159	22,64		

PRUEBAS DEL MATERIAL DE APORTACIÓN

PRO- BETA Núm.	MATERIAL Y MARCA	SECCIÓN		CARGAS			LONGITUD OBSERVADA — mm.	ALARGAMIENT- TO PROPOR- CIONAL	ESTRCCIÓN — %
		FORMA	ÁREA — mm. ²	LÍMITE DE ELASTICIDAD — Kg./mm. ²	MÁXIMA — Kg./mm. ²	ROTURA — Kg./mm. ²			
1	OK 49	O	78,50	43,90	50,30	43,90	50	28	—
2	—	—	78,54	37,69	46,35	—	50	24,8	39,16
3	—	—	78,54	39,72	46,86	—	50	23,8	43,74
4	—	—	78,54	41,38	50,29	—	50	18,6	42,24
5	—	—	78,54	44,18	49,02	—	50	19,6	32,76

PRUEBAS DE SOLDADURAS DE TIPO IGUAL A LAS DE OBRA

PROBETA Núm.	MATERIAL: MARCA		SECCIÓN		CARGA MÁXIMA — Kg./mm. ²	OBSERVACIONES
			FORMA	ÁREA — mm. ²		
6	OK 49	3,25		117	47,69	Probetas realizadas de un trozo de alma de viga de rigidez soldada como en obra.
7	—	—	—	—	38,03	
8	—	—	—	—	47,61	

ENSAYO DE RESILIENCIA DE LA SOLDADURA

PRO- BETA. NÚM.	MATERIAL	SECCIÓN		α	β	$\cos \beta$ — — $\cos \alpha$	RESILIENCIA $E = PR$ ($\cos \beta$ — — $\cos \alpha$) — Kg.	RESILIENCIA ESPECÍFICA $E = \frac{PR (\cos \beta - \cos \alpha)}{Q}$ — Kg./cm. ²
		DIMENSIONES	ÁREA — Q					
42	Hierro	9,75 × 9,75 × 60	0,731	70°	40°	0,4240243	6,63	9,06
43	OK 49	9,8 × 9,8 × 60	0,745	70°	30°	0,5240053	8,19	10,99
44	—	9,8 × 9,8 × 60	0,764	70°	20°	0,5976725	9,34	12,22

ENSAYO DE PLEGADO POR LA SOLDADURA

PROBETA Núm.	MATERIAL	DIMENSIONES	ÁNGULO DE PLEGADO	OBSERVACIONES
37	Hierro.	39,7 × 9,8	135°	} Soldaduras hechas sobre cabeza.
38	—	39,7 × 10	35°	
39	—	40 × 9,8	36°30'	} Soldaduras en vertical, de abajo a arriba a 45°.
40	—	31,7 × 10	80°	
41	—	31,7 × 10	131°30'	

ANÁLISIS QUÍMICO DEL MATERIAL

RESULTADOS

Carbono (C)	0,175 %
Manganeso (Mn)	0,420 %
Silicio (Si)	0,180 %
Fósforo (Ph)	0,074 %