puente Öland

Suecia

SKÅNSKA CEMENTGJUTERIET

562 - 139

sinopsis

El puente de Öland salva el estrecho de Kalmar, partiendo de Möllstorpssläge, en la isla de Öland, hasta la isla de N. Skallö; de aquí a la de Svinö y desde esta hasta Jutnabben, en la península sueca. Tiene 155 vanos: 147 de luces pequeñas, 2 de luces medianas y 6 centrales, de 130 m cada una, con una longitud total de 6.070 m.

Los arcos denominados altos se han realizado por el sistema de voladizos sucesivos, y los bajos, mediante lanzamiento de grandes vigas de hormigón armado. Cimientos sobre pilotes o vertidos in situ, en cajones vaciados neumáticamente, según los casos, y pilas de hormigón armado, construidas con auxilio de encofrados deslizantes.

La Empresa constructora ha sido Skånska Cementgjuteriet, por cuenta de la Administración del Estado.

situación

El viaducto de acceso este, distribuido en 124 luces de 35,12 m cada una.

En general está concebido como un gran tramo continuo de hormigón armado, con los tableros de los tramos de acceso formados por vigas de sección constante, uniendo las diferentes pilas, a excepción del puente principal, constituido por siete dobles ménsulas de hormigón pretensado, con juntas, en la mitad de cada gran luz, a 65 m de las pilas adyacentes respectivas. En planta la obra presenta un desarrollo rectilíneo de 4,800 km, con una parte curva, cerca de la isla de Öland, cuya longitud es de 1,200 km y el radio de curvatura de 4 km.

La altura de las pilas es sumamente variable, teniendo en cuenta las condicionantes imperativas de: pendientes razonables de tráfico superior de vehículos, paso inferior de bloques de hielo que las corrientes del Kalmar Sund arrastra periódicamente y la exigencia de la navegación inferior. La altura libre máxima se alcanza entre las pilas 28 y 29, con 36 m sobre el nivel del agua en una anchura de 80 m.

El aumento de la corriente turística desde el Continente hacia la atractiva isla de Öland —panorámicas, fauna, excavaciones arqueológicas y multitud de molinos de viento—, que estaba abastecido por frecuentes viajes en barco, exigió la construcción de una arteria de circulación rápida cuyo tramo más importante es el puente que aquí se describe, sobre el estrecho de Kalmar. La vía parte de Tallhagen, salta a la isla de Jutnabben; de ésta, a la de Svinö; de aquí, a la de Skallö Norte y, finalmente, a la de Öland.

El puente consta de 155 tramos y es el más largo de Europa, con sus 6 km de

longitud total, distribuyéndose en tres partes principales:

El viaducto de acceso oeste, compuesto por 23 tramos de 34,57 m cada uno de luz, de los cuales 20 están sobre la isla de Svinö y los tres restantes sobre el agua.

El puente principal, que consta de 6 tramos intermedios de 130 m y 2 extremos de 65 m.

parte baja

rectos y transversalmente se tiene una pendiente doble del 2 %, desde el eje longitudinal hacia los bordes; en los tres tramos curvos, esta pendiente es también del 2 %, pero uniformemente hacia el centro de la curvatura adoptada.

Las condiciones de cimentación se estudiaron cuidadosamente y se manifestaron como extraordinariamente variables, dominando los fondos limosos, con zonas morrénicas y sedimentos irregularmente distribuidos.

El fondo rocoso se encontró, generalmente, a demasiada profundidad para ser utilizado como apoyo de los cimientos, de modo que sólo en alguna pila, sobre la isla de Skállo Norte, pudo cimentarse directamente sobre la roca.

Desde el punto de vista hidráulico, los problemas más importantes surgieron de la presencia de formaciones

La anchura total del tablero es de 13,62 m, con una anchura útil de 13 m, formada por una zona central de 7 m y dos voladizos de 3 m cada uno. En los tramos

parte alta

alzado

sección

de hielo, que alcanzan los 10 m de altura y cubren la totalidad del estrecho de Kalmar, durante varios meses, creando presiones considerables que condicionaron el proyecto de la estructura y especialmente de las pilas.

La profundidad del agua es de 12 m, entre las islas de Svinö y de Skällo Norte; de 10 m, cerca de la de Öland, y el resto es de una media de 5 m. La diferencia del nivel del agua entre la marea alta y la baja es de 1,70 m, y las olas máximas alcanzan los 1,50 m.

Asimismo, las corrientes son bastante rápidas, entre los 3 y los 7 nudos, lo cual condicionó fuertemente la estructura adoptada, sobre todo en la parte más castigada por esta circunstancia, que era la correspondiente al viaducto de acceso este.

armaduras
parte inferior viga tipo

sección transversal

El puente principal

comprende —como ya dijimos— los tramos entre las pilas 24 y 32. Las 5 pilas, 26 a 30, sobre las que apoyan las ménsulas dobles, están cimentadas sobre planos, el más profundo de los cuales alcanza los — 26 m, si bien 14 de

ellos son de agua. La anchura del rectángulo de apoyo es, en todas, de 15 m, con longitudes variables de 23 a 30 m.

Las 5 pilas tienen $4 \times 7,8$ m en planta, con refuerzos de $0,15 \times 0,40$ m en las esquinas, para protección contra los bloques de hielo.

Las ménsulas presentan altura variable, desde 8,52 m en el arranque a 1,80 m en la clave, con longitud de 7,70 m. Son de sección cajón (paredes de 45 cm

y fondo variable de 18 a 52 cm) y fueron pretensadas con cables Dywidag $\varnothing 26$ mm, en número máximo de 276.

Las pilas de los **viaductos de acceso** tienen 2×2 m en planta, con refuerzos de $0,50 \times 0,50$ m en los bordes.

El **tablero** del puente principal se realizó por el sistema de voladizos sucesivos, procediendo simétricamente en cada pila. El vertido de hormigón se llevó a cabo por secciones de 3,40 m, con el auxilio de cuatro cimbras móviles, al ritmo de 13,60 m por semana ($4 \times 3,40$ m).

En las ménsulas pretensadas se utilizaron barras de acero de alta resistencia 80/105, de 26 mm de diámetro, con un espesor máximo de pretensado de 9.000 t. Las armaduras principales consisten en barras de 16 mm de diámetro.

Para la construcción de los viaductos de acceso se emplearon dos cimbras móviles —que eran verdaderas fábricas a pie de obra—, con una longitud de 50 m y un peso de 370 t, montadas sobre entramados metálicos de más de 80 m de longitud. Con ellas se realizaron los tramos al ritmo de uno cada 14 días. Una de las cimbras empezó en la

isla de Svinö y la otra en la de Öland, para encontrarse en el centro del estrecho de Kalmar.

La **capa de rodadura** se compone de una capa de 12 m

Se previeron sistemas de drenaje de agua y de evacuación de gases, mediante disposición de tubos de plástico con salidas por el intradós de los arcos.

La iluminación artificial fue especialmente cuidada y consiste en báculos de luces de 135 W de potencia, cada 35 m en el tablero, y focos que iluminan las pilas del canal navegable.

Para la consideración de cargas admisibles y criterios de proyecto se adoptaron las normas suecas SOU 1961:12, además de tener en cuenta los esfuerzos del viento, las presiones

de los bloques de hielo y las posibles colisiones con navíos.

En las tablas siguientes se relacionan los ensayos de resistencia a compresión y los esfuerzos admisibles.

El puente de Öland ha sido proyectado y realizado por la empresa Skånska Cementgjuteriet, por orden de la administración del Estado.

de fibra de vidrio, revestida de mástique asfáltico; una protección bituminosa de 10 mm de espesor; 35 mm de binder y 35 mm de capa de desgaste.

TABLA I

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESION A LOS 28 DIAS

Tipo de hormigón	Número de probetas	Resistencia media en kp/cm^2	Desviación cuadrática media		Probetas con resistencia inferior al mínimo autorizado	
			kp/cm^2	%	Número	%
K 300 vertido bajo el agua	661	503	63	12,5	—	—
K 300 con aireante	116	417	60	14,4	4	3,4
K 300	749	397	66	16,6	19	2,5
K 450 con aireante	1.570	551	55	10,0	45	2,9
K 450	433	559	62	11,1	15	3,5

TABLA II

ESFUERZOS ADMISIBLES EN EL HORMIGON EN CONDICIONES DE TRABAJO (kp/cm^2)

Tipo de hormigón	σ_{k28}	σ_b	σ_{bd}	τ_b
K 450	450	140	36	9
K 450 $\times$ c.a.p.	450	130	20	—
K 350	350	110	32	8
K 300	300	95	40	7,5
Vertido bajo el agua	300	—	4,5	4,5

 σ_{k28} = resistencia a los 28 días en probetas cúbicas de 15 cm de lado σ_b = resistencia a compresión en el ensayo a flexión σ_{bd} = resistencia a tracción en el ensayo a flexión τ_b = resistencia a esfuerzo cortante

TABLA III

ESFUERZOS ADMISIBLES EN LAS ARMADURAS EN CONDICIONES DE TRABAJO (kp/cm^2)

Armadura	σ_s	σ_B	σ_a
Barras deformadas			
Ks 40 $\varnothing \leq 16$ mm	4000	—	2200
Ks 40 $16 < \varnothing \leq 32$ mm	3800	—	2000
Ks 60 $\varnothing \leq 16$ mm	6000	—	3000
Barras de pretensado			
$\varnothing = 26$ mm	8000	10500	6000

 σ_B = límite inferior de agotamiento σ_s = carga de rotura σ_a = tracciones admisibles

Fotos: GÖSTA NORDIN

résumé

Le pont Öland - Suède

Le pont Öland franchit le détroit de Kalmar, partant de Möllstorpsläge, à l'île d'Öland, jusqu'à l'île N. Skallö, d'ici à celle de Svinö et de celle-ci à Jutnabben, dans la péninsule suédoise. Il a 155 travées: 147 de petite portée, deux de portée moyenne et six centrales, de 130 m chacune, ayant une longueur totale de 6.070 m.

Les arches dites hautes ont été réalisées par le système d'encorbellements successifs et celles dites basses, par le lancement de grandes poutres en béton armé. Fondations sur pieux ou coulées in situ, en caissons vidés pneumatiquement, suivant les cas, et piles en béton armé, exécutées à l'aide de coffrages glissants.

L'entreprise de construction a été Skanska Cementgjuteriet, pour le compte de l'Administration de l'Etat.

summary

The Öland bridge - Sweden

The Öland bridge spans across the Kalmar strait, reaching from Möllstorpsläge, on the island of Öland, to the island of N. Skallö; from here to the island of Svinö and then to Jutnabben, on the Swedish peninsula. It has 155 spans out of which 147 are small spans, two medium and six central, each one of them 130 m, with a total length of 6.070 m.

The high arches have been constructed by the system of successive corbels and the low ones with a launching of big beams of reinforced concrete. Foundations on columns or poured on site in pneumatic emptied boxes, depending on the cases and piers of reinforced concrete, constructed by means of sliding formwork.

The Construction Firm has been Skanska Cementgjuteriet on account of the Government Administration.

zusammenfassung

Die Öland Brücke - Schweden

Die Öland Brücke streckt sich über die Kalmar Meerenge, von Möllstorpsläge, auf der Insel Öland bis die Insel N. Skallö; von dort aus bis die Insel Svinö und von dieser bis Jutnabben auf der schwedischen Halbinsel. Sie hat 155 Bogenöffnungen wovon 147 kleine Bogen sind, zwei mittelgrosse und sechs zentrale, jeder 130 m, mit einer Gesamtlänge von 6.070 m.

Die hohen Bogen sind mit dem System von aufeinanderfolgenden Auskragungen und die niedrigen mit grossen Balken aus Stahlbeton ausgeführt. Gründungen auf Säulen, oder in pneumatisch geleerten Kasten auf der Stelle geschüttet je nach dem Fall und Pfeiler aus Stahlbeton, mit einer Gleitschalung konstruiert.