

Curvas verticales



La distancia y las formas complejas destacan elevadas en el proyecto de un puente en Corea

Va a ser un puente magnífico.

Cerca del extremo sur de la República de Corea (Corea del Sur), el nuevo puente Yi Sun-sin va a conectar pronto la ciudad de Gwangyang con su vecina al sur, Yeosu. Nombrado en honor del famoso almirante coreano del siglo XVI, el nuevo puente abrirá una ruta directa entre las zonas comerciales de las dos ciudades, y evitará la necesidad de que los vehículos tengan que hacer la ruta circular obligatoria de 60 kilómetros. Así mismo, el puente reducirá el tiempo de recorrido entre ambas ciudades de más de una hora a diez minutos. Con una longitud total de 2,26 kilómetros, el tramo central del puente es el cuarto más largo del mundo. Este proyecto de 400 millones de dólares americanos que tiene previsto completarse en el otoño de 2011, será una atracción clave para la Expo Yeosu 2012, que atraerá a miles de visitantes a la metrópolis Yeosu-Gwangyang.

El diseño de tres tramos del puente colgante tiene dos pilones principales separados aproximadamente 1,5 kilómetros entre sí. Los pilones, que se elevan a una altura aproximada de 270 metros son las torres de hormigón más altas que se han construido en el mundo. Al verse en corte transversal, tienen forma trapezoidal, lo que proporciona ventajas aerodinámicas y estéticas. Los pilones se curvan ligeramente hacia adentro y se estrechan hacia arriba. Es una geometría compleja que resulta grácil, elegante y es agradable a la vista.

El diseño de tres tramos del puente colgante proporciona una integridad estructural excelente así como buena visibilidad a las embarcaciones que navegan bajo él. El tablero de cuatro carriles va a tener una anchura de 20,7 metros y se construirá a base de vigas dobles artesonadas que den fuerza y resistan el viento. Este diseño de cables en suspensión hace que el tablero flote, lo que mejora la capacidad de tránsito y la resistencia a los terremotos.

Le empresa DAELIM Industrial Company empezó a construir el puente en 2009 con la colocación de los cimientos para los dos inmensos pilares. Estos fueron levantados usando la técnica del encofrado deslizante, mediante la cual se vierte hormigón de forma continua a medida que el molde de encofrado se eleva lentamente por el pilón. Mientras asciende y va estrechándose el pilón, los moldes se ajustan para crear la forma correcta. El molde de encofrado deslizante es más rápido que los moldes fijos y la estructura final no tiene juntas de construcción.

Dada la compleja forma de los pilones, los ingenieros tuvieron que crear métodos para calcular la forma del corte transversal del pilón en cualquier altura. Según las especificaciones del proyecto, los moldes de encofrado debían colocarse con un error permitido de 50 mm. El equipo de construcción usó estaciones totales Trimble S8 para asegurarse



de que los moldes estuviesen en el rango de tolerancia requerido. Según DAELIM, eligieron la Trimble S8 por la alta precisión que tiene para medir ángulos y distancias, por su rápida velocidad de medición, y por su capacidad de corregir la curvatura y la refracción.

Al principio del proyecto, se usaron técnicas de posicionamiento óptico y GPS para establecer los dos puntos de control principales cerca de la base de cada pilón. Ambos puntos de control ofrecen una clara visual al pilón opuesto. En cada punto, se construyó un soporte permanente y una pequeña caseta para proteger a la estación total Trimble S8. Las coordenadas de los puntos de montaje de los instrumentos se conocían con una precisión de 5 mm con relación al sistema de coordenadas del proyecto. Para las dianas de los instrumentos, los equipos instalaron grandes prismas circulares de 63,5 mm en soportes especiales que fijaron cerca de la parte superior de los moldes de encofrado. Una vez colocados los instrumentos y los prismas, los técnicos pudieron hacer medidas frecuentes de la posición y el progreso de los moldes de encofrado deslizante.



Para asegurar su exactitud y precisión, la mayoría de las medidas se tomaron temprano por la mañana, cuando los errores ocasionados por las condiciones atmosféricas son menores. Para tomar visuales a través del agua hasta la parte superior del pilón distante, los técnicos usaron tecnología de largo alcance Trimble S8 FineLock™ para apuntar y medir automáticamente a los prismas de los moldes de encofrado. Tomaron medidas múltiples en posición de círculo directo e inverso, y compararon los resultados con observaciones de láseres GPS, verticales y giratorios. Como parte del proceso de calidad del proyecto, los operarios compararon la puntería manual y automática usando la Trimble S8. Estas pruebas demostraron que el largo alcance de enganche fino de la Trimble S8 eliminó los errores humanos y redujo el tiempo necesario para realizar la medición.

Al completar las medidas tomadas en el día, los ingenieros compararon la posición medida de los prismas con las posiciones calculadas usando los datos de diseño de cada uno de los pilones. Con una hoja de cálculo automático, fueron capaces de determinar rápidamente si los moldes de encofrado estaban en el lugar correcto, y en caso de ser necesario, ajustarlos.



En los próximos años, Corea del Sur espera construir más puentes grandes. A medida que aumenta la altura de los pilones y otras estructuras, los procesos de construcción precisos se convertirán en la norma a seguir. Para soportar tan exigente construcción, las herramientas y técnicas de medida de alta precisión deben vincularse a los sistemas de diseño y control de calidad. Las técnicas tecnológicas utilizadas en la construcción del puente colgante de Yi Sun-sin representan un paso importante hacia el futuro en lo que respecta al control geométrico de la construcción de estructuras altas y complejas. Los resultados son espectaculares.