

Torres con esqueletos prefabricados

Ing. Arnold van Acker*

(Segunda parte)

Tal como se mencionó en la edición anterior, todos los componentes prefabricados se caracterizan por una sección transversal esbelta, alta resistencia del concreto, y calidad de ejecución.

Columnas

La aplicación de concreto autocompactante de alta resistencia fue clave en el diseño y realización de las columnas redondas prefabricadas. En los años setenta y ochenta del siglo XX, una resistencia de concreto de

En el número anterior, el dr. Van Acker hizo una breve introducción sobre el mercado del prefabricado en Bélgica, su país de origen, sobre las ventajas que tiene el construir con prefabricados, acerca de los edificios de grandes alturas, así como sobre la estabilidad e integridad estructural de los mismos. Ahora presentamos la segunda parte de su documento.

50/60 N/mm² era el grado máximo que podía obtenerse. Las resistencias más altas del concreto se aplicaban—sólo en casos excepcionales— a pequeños proyectos de prueba, hasta que en 1992 se usaron cerca de 300 columnas prefabricadas con un concreto de clase 80/95 N/mm² para la construcción de la estructura del sótano de un edificio para la Administración Europea



Soluciones en concreto prefabricado, presforzado, de alta resistencia ya están siendo usadas en torres en Bélgica.

Foto: www.blogs.bootsnall.com

* Este documento se presentó como ponencia en el Ciclo Internacional de Infraestructura en Concreto, organizado por el IMCYC y que tuvo lugar del 2 al 10 de junio de 2008 en el WTC de la Ciudad de México. La traducción es del prof. Gerardo Dávila Cruz.

Ing. Arnold van Acker

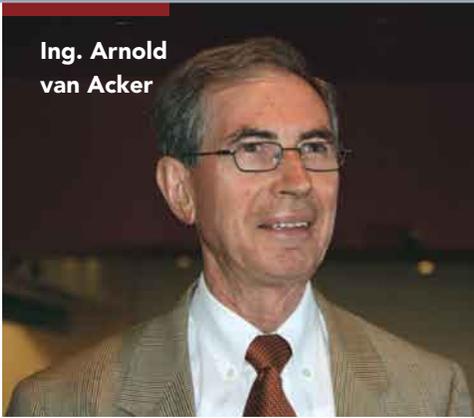


Foto: A&S Photo/Graphics.

en Bruselas. Esta aplicación fue el principio del uso más intensivo del concreto de alta resistencia, especialmente en los sótanos de edificios de altura mediana. Uno de los principales argumentos fue, por supuesto, una reducción seria del tamaño de las columnas en los estacionamientos en los sótanos.

Aunque la industria del concreto prefabricado dispone de la tecnología para incrementar más la resistencia del concreto hasta 90/105 N/mm², todavía no se ha hecho por varias razones. Primero, la limitación de la resistencia de cilindro a un máximo de 80 N/mm² por las normas actuales de Bélgica. Segundo, el costo más alto de la mezcla del concreto, haciendo que por el momento, la aplicación no sea económicamente interesante. Esta situación podría cambiar debido al reciente incremento de los precios del acero. Sin duda, las resistencias más altas del concreto pueden llegar a ser una alternativa económica a largo plazo.

Debido a las limitaciones en la sección transversal de las columnas impuestas por el arquitecto, junto con altas cargas a nivel del suelo, la única solución para las columnas de los edificios de torres más altas era el concepto de un compuesto acero-concreto. Para los siguientes niveles, y para los proyectos menos altos, las columnas son hechas de concreto de alta resistencia autocompactante de grado 80/95 N/mm². Los niveles más altos se hacen con una clase de resistencia clásica 50/60 N/mm².

Las columnas redondas para dos pisos fueron coladas en moldes cerrados horizontales, por medio de aberturas dejadas para las cartelas. La producción con concreto autocompactante no es tan fácil y los moldes representan un mejoramiento importante. Sin embargo, este concepto probó ser útil ya que permitió ganar tres días por cada dos niveles para la construcción. Para el inversionista, significa que los edificios son terminados con varias semanas de anticipación, con consecuencias directas en la recuperación de la inversión, y para el contratista, costos mucho menos fijos en el sitio de la construcción.

Para la resistencia al fuego de las columnas de concreto auto-compactante de alta resistencia, se pidió una adición de 2 kgs de fibra de polipropileno por metro cúbico para uno de los proyectos. Normalmente, hasta C 80/95 N/mm², sin humo de sílice, no se necesitan medidas especiales para una

clasificación de resistencia al fuego de dos horas. Sin embargo, se dio el caso de un ingeniero consultor que supuso que la resistencia real del concreto podía estar por encima de C 80/95 N/mm², y por lo tanto, pidió la adición de fibra de polipropileno. La consecuencia fue una caída en la resistencia, y la producción tuvo algunos problemas para alcanzar la clase de resistencia C 80/95 N/mm².



Fotos: Cortesia Arnold van Acker.

Vigas para pisos

Un requisito estructural adicional para edificios de torres es obtener el máximo de pisos dentro de la altura dada del edificio. Por ejemplo, una reducción de la estructura de pisos en 10 mm en un edificio de 35 pisos, permite la inserción de un piso adicional. El concreto prefabricado tiene varias cartas de triunfo para obtener este objetivo, como por ejemplo, el concreto presforzado, concreto de alta resistencia, la acción compuesta con la losa del piso o las vigas compuestas de acero y concreto para pisos. Todas estas soluciones se están usando ya en torres en Bélgica.

Las vigas de piso tienen una sección transversal en forma de L o una T invertida con una altura esbelta de casilla, variando ésta en la mayoría de los proyectos de 80 a 120 mm. La casilla de 80 mm está diseñada como un componente hecho con un ángulo de acero, anclada en la viga presforzada y cubierta ésta por una capa de concreto de 70 mm de grueso para la protección contra el fuego.



Por su eficiencia

En este caso, se están usando dos tipos de pisos presforzados prefabricados en los edificios de torres: losas de núcleo hueco y pisos nervados. Ambos sistemas tienen ventajas específicas y su construcción con frecuencia depende de las características dentro de los proyectos. Los pisos de núcleo hueco son unidades esbeltas, y sus ventajas más grandes son el bajo costo gracias a la producción casi automática, y el peso limitado. No son posibles juntas medias en los soportes, y los ductos técnicos y los tubos usualmente se instalan por debajo del sofito.

Pisos

Las unidades de pisos nervados esbeltos fueron desarrolladas por Ergon especialmente para edificios de torres. Hay dos grosores: 190 mm para claros de hasta 8/9 m y 260 mm para claros de hasta 11/12 m. El ancho máximo de las unidades es de 2,500 mm, pero puede ser adaptado a 2,400 mm e inclusive más pequeños. Aunque la solución es más costosa que los pisos de núcleos huecos, tiene la ventaja de que los tubos y los ductos pueden ser instalados entre las almas en la dirección longitudinal, y que el soporte del piso puede ser ejecutado con medias juntas. Ambas características permiten realizar una estructura de piso muy esbelta, incluyendo las vigas de pisos que, en realidad, constituye una ventaja para los edificios de gran altura. También la construcción es mucho más rápida que con los pisos de núcleo hueco gracias al doble ancho.

Detallado

Las orillas curvas del edificio elipsoidal se realizan con vigas de piso asimétricas especiales hechas de concreto presforzado. La parte más baja de las vigas está compuesta de un perfil L esbelto clásico, mientras que el patín de la parte de arriba es curvo para acomodar la forma elipsoidal. Puesto que la curvatura de la elipse cambia constantemente en todo su perímetro, fueron necesarios diez moldes diferentes para el colado de las vigas. Cabe señalar que la losa curvada del piso se realiza con unidades estándar de piso de núcleo hueco, pero cada cuarta junta longitudinal tiene una forma de cuña, para acomodar la curvatura.

La parte superior de las columnas está provista de ranuras para permitir la continuidad del refuerzo de tirante periférico que asegura la resistencia contra el colapso progresivo. En el nivel intermedio

CHIHUAHUA 2008

XXIV REUNIÓN NACIONAL DE LABORATORIOS DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

" EL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN,
SINÓNIMO DE CALIDAD "

24,25 y 26
de Septiembre



MANTENER A LA VANGUARDIA A LOS LABORATORIOS, A TRAVÉS DE NUEVOS EQUIPOS, PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO Y CAPACITACIÓN DE PERSONAL, QUE APOYEN AL DESARROLLO Y CULMINACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN, ASÍ COMO LOGRAR OBRAS DE EXCELENTE CALIDAD EN BENEFICIO DE LA SOCIEDAD.

CUOTAS DE INSCRIPCIÓN

| | |
|--------------|-------------|
| ASOCIADOS | \$ 3,800.00 |
| NO ASOCIADOS | \$ 4,200.00 |
| PROFESORES | \$ 2,100.00 |
| ESTUDIANTES | \$ 1,200.00 |
| ACOMPANANTES | \$ 1,200.00 |
| TALLER | \$ 750.00 |

* Los precios son más I.V.A.

SEDE

HOTEL CASAGRANDE CHIHUAHUA

HABITACIÓN SENCILLA O DOBLE: \$973.50,
PERSONA EXTRA: \$ 118.00,
INCLUYE: IMPUESTOS, UN DESAYUNO CONTINENTAL POR HABITACIÓN

INFORMES E INSCRIPCIONES

ANALISEC

Calle 23 No. 22-k, Col. San Pedro de los Pinos
C.P. 03800, México, D.F.
Tel. 01 (55) 5611-8663/5611-7578
Correo electrónico: analisec@prodigy.net.mx
www.analisec.org
Ing. Juan Luis Lucio Esquivel
Srita. Erika Saucedo Márquez

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
Facultad de Ingeniería
Av. Escorza No. 900, Col. Centro
C.P. 31000 Chihuahua, Chih.
Tel. 01 (614) 442-9509 ext. 2533
Correo electrónico: baguirre@uach.mx
M.I. Benito Aguirre Saenz





de las columnas de dos pisos, la continuidad del refuerzo de tirante se logra soldando las varillas a las franjas que pasan a través de la columna. En varios edificios se sitúan patios de hasta 5 pisos de altura en diferentes ubicaciones, requiriendo de grandes pisos en voladizo.

Construcción

La construcción del núcleo central en uno de los edificios de torre más altos se hizo de acuerdo al método de arriba a abajo. Esto significa que la excavación y la construcción de la estructura del sótano se hace al mismo tiempo que la superestructura. En un primer paso, se hincaron 28 columnas de cimentación prefabricadas de 41.7 toneladas de peso y 14.57 m de longitud en excavaciones locales, llenas de bentonita.

Por su versatilidad

El uso de prefabricados en la construcción de torres ha progresado a pasos agigantados en comparación con otras técnicas de edificación. Esta industria, en Bélgica, ha contribuido a este éxito con soluciones innovadoras y enfocadas al cliente. Las referencias espectaculares de los últimos años, junto con los logros actuales, son garantía para el futuro del concreto prefabricado.

Las columnas son, de hecho, parte del núcleo central en el sótano. En un segundo paso son conectadas con la parte colada *in situ* del núcleo, después de la excavación del estacionamiento de cuatro pisos.

Las columnas tienen un tubo longitudinal de 168 mm, colocado en el eje y usado para el posicionamiento vertical correcto. Las caras laterales de las columnas tienen cajas para las varillas que se proyectan y casquillos roscados colados *in situ*. Antes del transporte, cada columna fue envuelta con tres capas de plástico, para evitar el contacto directo con la bentonita. Antes de la construcción, el refuerzo de la zapata de cimentación se fijó al lado inferior de la columna, que luego fue hincada en el agujero excavado previamente. La columna fue temporalmente suspendida en dos ángulos de acero transversales fijados a la parte superior de la columna, y soportados por dos perfiles de acero formando un puente en el agujero. Luego se ajustó la posición exacta y la nivelación de la columna con la ayuda del tubo central y las marcas de nivelación. Se colocó la zapata de la columna y después de

que se endureció, la bentonita fue bombeada hacia afuera y el agujero restante relleno con grava. Finalmente, se coló una losa de concreto reforzado sobre las columnas de los cimientos, y se empezó la construcción de arriba a abajo. Al mismo tiempo de la construcción de la superestructura, el sótano fue excavado de un nivel a otro y coladas las partes restantes del núcleo central en el sótano. Así, el edificio permitió que el contratista completara todo la obra con varios meses de anticipación respecto a la forma tradicional de la construcción.

La velocidad de construcción de la estructura prefabricada en edificios de torres con frecuencia alcanzó un ritmo de un piso por semana, con lo cual el fin de semana se usó para el endurecimiento de las juntas coladas *in situ*. Las columnas de doble piso contribuyen también a la velocidad de construcción. Para el proyecto North Galaxy se logró un ritmo promedio de dos pisos en ocho días de trabajo.

La ejecución del núcleo central continuó con tres a cuatro pisos por delante de la construcción de la estructura prefabricada. A medida que la torre se elevaba, era adaptada la altura de las grúas. Puesto que las grúas estaban fijadas a la orilla de la torre, tenían que seguir la construcción de la estructura prefabricada, ya que la acción del diafragma de los pisos era necesaria para la transferencia de las fuerzas horizontales de las grúas. **C**

12^a Expo Construcción

Coatza 2008

INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGIA Y DESARROLLO



EMPRESAS FUERTES
CONSTRUYENDO MÉXICO

Octubre 2, 3 y 4

Coatzacoalcos

Centro de Convenciones

Pabellón de Expositores

Conferencias Magistrales

Talleres Técnicos

Y mucho más

INFORMES

Av. Nicolás Bravo #1103
esq. Quevedo
Col. Centro
CP 96400

Coatzacoalcos, Ver.

Tels: 921.21.273.83 ext. 117

comunicacion@cmiccoatza.org

gerencia@cmiccoatza.org

www.cmiccoatza.org

Entrada Gratuita

