CONCRETO
LATINOAMÉRICA

VOLUMEN IV | NÚMERO 10 | OCTUBRE 2023

CONCRETO
LATINOAMÉRICA

Volumen IV - Número 10
Octubre de 2023

El presente número de la Revista Digital Concreto Latinoamérica es un esfuerzo de los Capítulos o Secciones del American Concrete Institute (ACI) en Latinoamérica, para poner al alcance de sus miembros y afiliados los contenidos que el ACI International publica en su revista Concrete International en inglés.

CONTENIDO

1 **Espacios Curvos-Convexos en Concreto**
Traducción y revisión técnica a cargo del
Capítulo: México Centro y Sur

2 **Riverworks en la reparación por incendio en Eastern Wharf**
Traducción y revisión técnica a cargo del
Capítulo: Costa Rica

3 **Consideraciones para Información Técnica Diferida. Asociación Americana De Contratistas De Concreto.**
Traducción y revisión técnica a cargo del
Capítulo: México Noreste

4 **Caso de Estudio en Aplicaciones Alternativas del Cumplimiento del Reglamento de Construcción**
Traducción y revisión técnica a cargo del
Capítulo: República Dominicana

5 **Una nueva forma de predecir el flujo plástico y la contracción**
Traducción y revisión técnica a cargo del
Capítulo: México Noreste

6 **Preguntas y Respuestas. Despreciar el factor tamaño-efecto para resistencia al corte unidireccional en cimentaciones aisladas y combinadas, y Fraguado húmedo del refuerzo.**
Traducción y revisión técnica a cargo del
Capítulo: Ecuador Centro y Sur

COMITÉ EDITORIAL:

Presidente del Comité Editorial:
Dr. Jorge Maurilio Rivera Torres
Presidente de la Sección Noreste de México del ACI.(2022-2024)

Editor en Jefe:
Ing. José Lozano y Ruy Sánchez

Editores Asociados:
Dr. Lucio Guillermo López Yépez
Dra. Margareth Josefina Dugarte Coll
Dr. Francisco René Vázquez Leal

Asesor Técnico:
Dr. Alejandro Durán Herrera

Traducción:
Lic. Iliana M. Garza Gutiérrez

Comité de Artículos Originales
Ing. Xiomara Sapón Roldán
Ing. Thyssen Won Chang

Revisión Editorial:
Lic. Iliana M. Garza Gutiérrez

Administración y Logística:
Lic. Ana Durán Herrera

Dirección Creativa:
MDG. Rosa Otilia Armendaríz Solís

Diseño Gráfico:
LDI. Julián Capetillo Castillo
LDG. Anakaren Lozano González
LDI. Hannia Annett Molina Frías

"Agradecemos el apoyo a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Nuevo León por su colaboración en el diseño editorial de la revista".

Diseño Editorial: Comunicación e Imagen Institucional FIC-UANL

Cualquier asunto relacionado con la publicación contactarse a :
Correo: concretolatam@gmail.com
Tel: +52 81 2146 4907

Representantes de los Capítulos ACI de Latinoamérica:

Argentina	Dr. Raúl Bertero
Colombia	Dra. Nancy Torres Castellanos
Costa Rica	Ing. Minor Murillo Chacón
Ecuador Centro y Sur	Ing. MSc. Santiago Vélez Guayasamín
Guatemala	Ing. Luis Alvarez Valencia
	Ing. Xiomara Sapón Roldán
México Noreste	Dr. Jorge Maurilio Rivera Torres
Mexico Noroeste	Ing. Oscar Ramírez Arvizu
México Centro y Sur	Ing. José Alfredo Rodríguez Campos
México Sureste	Mtro. Josseph Eli Mandujano Zavala
República Dominicana	Ing. Piero Roberto Caputo Rodríguez
Perú	Ing. Julio Antonio Higashi Luy
Puerto Rico	Ing. Anabel N. Merejildo

El Instiuto de Estudios Avanzados en Princeton, NJ EE.UU donde han concurrido ilustres mentes como Albert Einstein y J. Robert Oppenheimer, recientemente ha sido remodelado, incluyendo la adición de un complejo nuevo llamado Rubenstein Commons. Fue pensado más como un pasaje que como edificio. Diseñado con una estructura ondulante de 5,235 m² compuesta de paneles de concreto prefabricado y vidrio prismático con muros y losas de techo curvas que representan las ¨burbujas del pensamiento¨ de estudiantes e investigadores. (Para mayor información ver artículo 1 de este número de la revista) (Foto cortesía de Paul Warchol)

En este número, el Comité Editorial agradece la colaboración como Revisores Editoriales a:

Dra. Margareth Josefina Dugarte Coll
Dr. Alejandro Durán Herrera
Dr. Lucio Guillermo López Yépez

¡Únete Hoy!

Conoce tu capítulo local ACI
300 + Capítulos profesionales y estudiantiles
www.concrete.org

aci American Concrete Institute
Always advancing

Los contenidos de los artículos corresponden a la traducción del inglés al español realizada por los Capítulos del ACI en Latinoamérica, y fueron originalmente publicados en la revista Concrete International correspondiente al mes de Octubre del 2023. El Instituto no se hacer responsable por las declaraciones u opiniones expresadas en sus publicaciones. Las publicaciones del instituto no pueden ni pretenden suplantar el entrenamiento técnico individual, responsabilidad o juicio del usuario o de quien provee y presenta la información.
Con el propósito de difundir el conocimiento técnico del concreto, se autoriza la difusión de la presente edición a los Capítulos del ACI de habla hispana entre su membresía y grupos de interés, sin embargo, será necesaria la autorización del American Concrete Institute para reproducir total o parcialmente los contenidos de este número salvo que se hagan para uso personal o académico y sin fines comerciales.
Todos los materiales originales en inglés, y contenidos en este número de Concreto Latinoamérica en español, están protegidos por las leyes de Derechos de autor y propiedad industrial, tanto nacionales como internacionales.

ARTÍCULO

1 UNO

Espacios Curvos-Convexos en Concreto

La arquitectura de Rubenstein Commons cuenta con pasajes ondulados de paneles prefabricados

Por Deborah R. Huso.

El antiguo hogar académico de algunas de las mentes más grandes de la historia, incluyen a Albert Einstein y J. Robert Oppenheimer, el Institute for Advanced Study en Princeton, NJ, Estados Unidos de Norteamérica, fue sometido recientemente a una importante renovación, incluyendo la adición de una nueva estructura – Rubenstein Commons. El novedoso espacio de colaboración evolucionó bajo la dirección de diseño de Steven Holl Architects con sede en Nueva York, NY, Estados Unidos de Norteamérica, diseñador de la Glassell School of Art, en Houston, TX, Estados Unidos (presentado en la edición de marzo de 2019 de Concrete International).

Diseñado más como un pasaje que como un edificio (Figuras 1 y 2), la estructura ondulada de 5,235 m^2 (17,175 ft^2) está compuesta de paneles de concreto prefabricados y vidrio prismático con diversos niveles de techo con curvatura (Fig. 3), así como muros con curvatura (Fig. 4); todos ellos representan las “burbujas de pensamiento” de los estudiantes e investigadores que utilizarán el espacio. Con estas curvas de espacio abombado y el diseño único, Rubenstein Commons ofrece tanto un área de enseñanza como un lugar de reuniones multidisciplinarias para los estudiantes e investigadores del Instituto.

Noah Yaffe, Socio a Cargo de Steven Holl Architects, describió a Rubenstein Commons como un lugar en el que la naturaleza, la arquitectura y la erudición se entrelazan. “La función [del edificio] es singular – un edificio comunitario con espacios de intercambio informales y formales. Esa funcionalidad fue la inspiración para el diseño.”

Rubenstein Commons en Institute for Advanced Study en Princeton, NJ, Estados Unidos de Norteamérica (Fotografía, cortesía de Paul Warcho).

El Prefabricado Sirve como Estructura y como Fachada

Desde el inicio de la fase del diseño Steven Holl Architects planteó el concreto prefabricado, como un material primario tanto para la estructura como para la fachada arquitectónica. Si bien, los arquitectos también consideraron prefabricados de concreto tilt-up en el sitio, finalmente se decidió por elementos precolados para evitar demoras relacionadas con el clima impredecible del noreste de los Estados Unidos. “Lo que podemos hacer con el prefabricado en términos de rapidez de la construcción, eficiencia del costo y conciencia ambiental, jugó un papel importante en nuestra decisión,” comentó Yaffe.

“Por lo general [Steven Holl Architects] brinda soluciones muy desarrolladas acerca de lo que debe ser la estructura,” observó Erich Oswald, Ingeniero Líder y anterior Miembro Asociado de la empresa de ingeniería estructural Guy Nordeson and Associates. “Sabían que querían que se precolara el muro de concreto expuesto.” Al igual que con la Glassell School of Art en el Museo de Bellas Artes de Houston, Texas, Steven Holl Architects consideró que los paneles prefabricados son la solución ideal para proporcionar tanto estructura como acabado exterior en uno solo y en el mismo elemento. “Todos y cada uno de esos paneles sirven como gravedad primaria y resistencia lateral para la estructura,” agregó Oswald.

Fig. 1 Modelo del pasaje interior (Ilustración cortesía de Steven Holl Architects).

El equipo de diseño también sabía que necesitarían una estructura de acero para soportar los techos de cobre con curvatura del edificio.

Uno de los retos de la construcción de Rubenstein Commons fue la fabricación de las complejas formas con curvatura de los 60 paneles de concreto precolado. Si bien los constructores a menudo eligen concreto prefabricado para acelerar la construcción, debido a que pueden utilizar la misma cimbra para múltiples paneles, el complicado diseño de Rubenstein Commons implicó que no había dos paneles iguales. “Cada pieza era única,” afirmó Matthew Hicks, Ejecutivo de Proyecto de Northeast Precast en Vineland, NJ. “No había una sola pieza que se repitiera. Cada panel tenía una forma especial.”

Northeast moldeó los paneles utilizando una mezcla especial de concreto con un alto porcentaje de cemento blanco mezclado con una arena más blanca y piedra arenisca para lograr una coloración más cálida. Hicks dijo que Northeast utilizó piedra de 9.5 mm (3/8 pulgada) como el principal agregado grueso y después lavó los paneles con chorro de arena para lograr un acabado más personalizado

Northeast moldeó primero varios paneles planos más sencillos. Todos los paneles eran de formas peculiares, algunos de ellos hechos para apilarse. Para justificar la estructura sinuosa de Rubenstein Commons, más del 50% de los paneles tenían curvatura ya sea en el panel mismo o en la parte superior. “No se ve una sola línea recta,” observó Hicks. Para hacer las formas para los paneles curvos, Northeast utilizó espuma modelada con un router CNC [control numérico computarizado].

Todos los paneles se fabricaron con mallas dobles de refuerzo de acero (Fig. 5), aunque las losas diferían en densidad y tamaño dependiendo de la concentración de la carga necesaria para cada panel. Aquellos con concentraciones de carga más altas contaban con espaciamiento de barras más estrecho y diámetros de barra más grandes.

Instalación del Panel de Precisión

Northeast utilizó un ruteador CNC para hacer plantillas de madera a las que adjuntaron los empalmes del panel y también las doblaron como mamparo en el proceso de fabricación. Cada panel contaba con refuerzos empalmados desde el cimiento hasta arriba a través de los paneles. Tuvieron que moldear camisas de empalme para emparejar el colado en el cimiento. Las barras de refuerzo se colocaron en el cimiento, de manera que el equipo de construcción tuvo que posicionar esas camisas de moldeado sobre el refuerzo y deslizar los paneles hacia abajo sobre las barras para hacer la conexión. Debido a que casi ningún panel era plano, cada uno tenía algún tipo de radio, los paneles se hicieron voladizos desde el cimiento en la instalación.

Fig. 2 Elevaciones del Edificio de Rubenstein Commons (Ilustración cortesía de Steven Holl Architects).

Fig. 3: Techo con diversos niveles de curvatura.

"Este fue uno de los principales retos de la coordinación – cuando los paneles prefabricados hacían interfaz con pasajuntas verticales que venían desde la subestructura inferior", explicó Oswald. "El gran reto fue hacer que las camisas del extremo inferior de todos los paneles estuvieran perfectamente colocadas en su lugar."

Northeast Precast revisó los planos del taller para la estructura del sótano colada en sitio del edificio, de manera que pudiera asegurarse que el refuerzo instalado en el cimiento estuviera coordinado con las camisas del empalme en los paneles prefabricados. "En papel todo funciona bien, pero todos esos pasajuntas verticales con dos barras verticales cada 300 mm (12 pulgadas) pueden representar un reto," comentó Oswald. Northeast le envió al contratista plantillas al campo, para que las cotejara con las plantillas que se estaban utilizando para manufacturar los paneles en la fábrica. Además, los pasajuntas se inspeccionaron en campo, de manera que Northeast Precast pudiera hacer ajustes en los sitios del acoplamiento en los paneles durante la fabricación.

Northeast Precast empezó a enviar paneles al sitio de la obra, en tanto que la fabricación de los paneles todavía se estaba llevando a cabo. La producción de los paneles tomó un poco más de un mes y medio, en tanto que la instalación de los paneles de concreto de los primeros envíos hasta la terminación, tomó aproximadamente un mes.

El equipo de construcción bajó cuidadosamente los paneles con las camisas en los paneles directamente sobre las barras de refuerzo, extendiéndolas desde el cimiento de concreto (Fig. 6). "Las conexiones fueron la parte más desafiante," comentó Hicks. "La mayoría de las conexiones tenían la menor tolerancia posible que se puedan imaginar."

Fig. 4: Interior del Rubenstein Commons con muros con curvatura (Fotografía cortesía de Paul Warchol).

Instalación del Panel de Precisión

El equipo de construcción también tuvo que formar y colocar juntas húmedas entre los paneles en campo. Según Hicks, no había conexiones soldadas de panel a panel. En lugar de ello, el equipo de montaje moldeó secciones en campo y unió los paneles. Debido a que éstos estaban expuestos en la cara exterior, el equipo tuvo que hacer que todas esas juntas entre los paneles fueran invisibles.

De acuerdo con Hicks, el montaje también incluyó un gran número de paneles apilados. “Muchos de los paneles eran demasiado grandes para enviarlos de otra forma,” explicó, haciendo notar que el panel prefabricado más grande pesaba 17,240 kg (38,000 lb) y medía más de 4 x 7 m (13 x 22 ft). Todos los paneles prefabricados tenían un espesor uniforme de 250 mm (10 pulgadas).

La instalación de los muros fue particularmente complicada en áreas en las que se juntaban tres paneles de muros (Fig. 7), por lo que se requirió una interfaz con un panel debajo y al costado. No había forma hacer conectores de camisa colados en sitio, con mortero de inyección para trabajar cuando se insertaran múltiples paneles juntos tanto en dirección Y como Z. Por lo tanto, para acomodar las juntas horizontales, los paneles tenían camisas con mortero de inyección moldeadas en ellos. Para las juntas verticales, la cara exterior de los paneles quedó con todo su ancho, en tanto que el lado interior mostraba un perfilamiento que permitía empalme mecánico con las barras horizontales para los paneles adyacentes.

La estructura de Rubenstein Commons también incluyó acero estructural para enmarcar el piso del mezanine y el techo. Algo de esa estructura se fijó con pernos contra el prefabricado, con algunos de los paneles soportados por el acero. El acero ayuda a reforzar lateralmente las partes superiores de los muros.

Una de las razones por las que Steven Holl Architects eligió prefabricado para la estructura, es porque en el edificio no hay un diafragma de techo continuo. “Es casi como muchos edificios independientes que comparten muros,” explicó Oswald. “De manera que los muros prefabricados están soportando el acero del mezanine y el acero del techo y actúan como muros de cortante. Pero el acero también proporciona cierto arriostramiento lateral para la parte superior de los muros.”

Las placas soldadas con anclajes se instalaron en los paneles prefabricados en la cara interior para recibir el acero del mezanine.

Hicks dijo que las conexiones utilizadas para acoplar la estructura de acero en los paneles de concreto eran especialmente únicas. “Por lo general, el acero se soldaría en campo en una placa,” comentó. Pero en el caso del Rubenstein Commons, las placas se le suministraron a Northeast para instalarlas directamente en los paneles. Las placas embebidas tenían en ellas insertos roscados para atornillar el acero en campo. “[Eso significaba que] había muy poca tolerancia,” agregó Hicks. “[Las conexiones] se construyeron casi como un reloj suizo. Habitualmente, se colocaría el acero sobre la placa y podría moverlo alrededor y soldarlo, pero aquí, estábamos limitados a qué tan grande era el orificio en el acero que conectaba con la placa.”

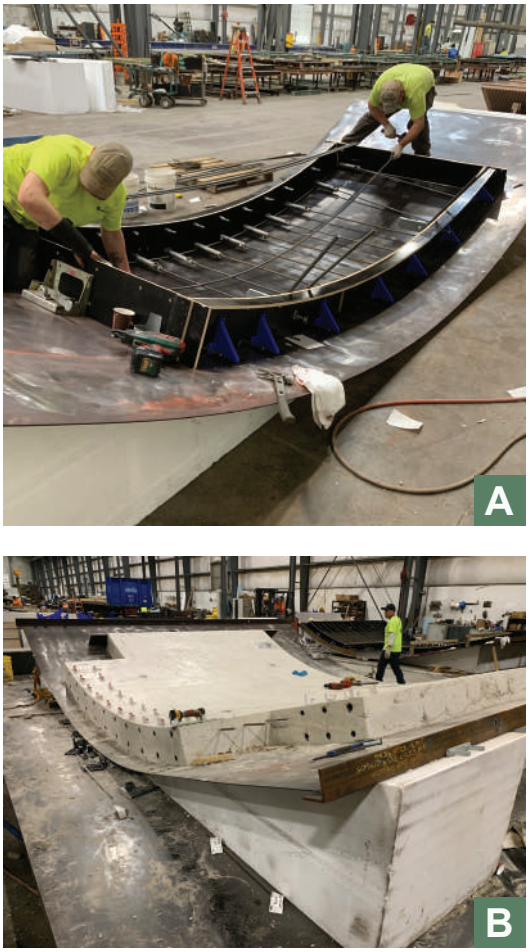


Fig. 5: Instalación de rejillas de refuerzo en un panel curvo (a) y el panel después del colado (b).

Fig. 6: Panel prefabricado instalado sobre barras de refuerzo instalado en el cimiento.

De manera que el acero del techo descansa sobre el extremo de los paneles de concreto prefabricado en la cara interior vertical y en el extremo superior horizontal.

El equipo de construcción utilizó secciones de cortante modificadas, que acoplaron en campo.

Northeast Precast también fabricó dos conjuntos interiores de escaleras flotantes en voladizo del edificio, prefabricando los escalones individuales, que después se unieron a las varillas de acero, apoyándose a medida que iban subiendo. Oswald dijo que eran esencialmente “escaleras en cascada” en las que la carga vertical de cada escalón es tomada por el escalón de abajo, de manera que la fuerza de cortante vertical se transfiere desde la parte superior a la inferior.

“Se soportan unas a otras,” explicó Oswald. “En su unión al muro, es una conexión de torsión, de manera que el giro se elimina con un tubo cuadrado embebido en el escalón y que después se conecta a la estructura de acero en el muro.”

El equipo utilizó cimbra y apuntalamiento debajo de las escaleras durante la instalación porque, hasta que se instalaron y conectaron todos los escalones, no tenían una trayectoria de carga.

Oswald observó que los sistemas estructurales del edificio Rubenstein Commons son similares a los utilizados por Steven Holl Architects para la Glassell School of Art y el Kinder Building, ambos en el Museo de Bellas Artes de Houston, con paneles de concreto que alternan con vastas láminas de vidriado y una complicada geometría del techo.

“Rubenstein combinó los elementos [estructurales] más complicados de esos edificios con el desafío adicional de muros curvos y segmentados,” comentó Oswald. “El prefabricado funcionó particularmente bien en la obra porque hay vidriado de diferentes tipos bastante extenso.”

El equipo de ingeniería tuvo que crear un mapa de deflexión de la estructura para calibrar todas las juntas y conexiones y asegurarse que todo el movimiento en los extremos y esquinas no impactara el vidriado. El resultado final es una estructura que parece continua, flotante y ondulada.

Fig. 7. Ensamble del Panel.

Después de 4 años de construcción, Rubenstein Commons abrió sus puertas en noviembre de 2022.

Seleccionado por los editores para interés del lector.

Deborah R. Huso es Directora Creativa y Socia Fundadora de WWM, Charlottesville, VA, Estados Unidos de Norteamérica. Ha escrito para diversas publicaciones comerciales y del consumidor, tales como Precast Solutions, U.S. News & World Report, Concrete Construction y Construction Business Owner. Ha desarrollado páginas web y estrategia de contenido para varias compañías Fortune 500, incluyendo Norfolk Southern y GE.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de México Centro y Sur

Título: Espacios Curvos-Convexos en Concreto

Traductor:
Lic. Ana Patricia García Medina

Revisora Técnica:
Ing. Karla Elizabeth de la Fuente Monforte

ARTÍCULO

2 DOS

Riverworks en la reparación por incendio en Eastern Wharf

Un estudio de caso en Savannah, GA, EE. UU.

Por Robert M. Weilacher, Jim Newsome, y George H. Harrison.

Extendiendo la escena de calle River en Savannah hacia el este a lo largo del río, Riverworks en Eastern Wharf se erige como el punto central de un desarrollo mixto de 54 acres (22 ha) con el concreto como su elemento principal. Consiste en una estructura de estacionamiento de concreto prefabricado de seis pisos envuelta por un podio de dos niveles de estacionamiento con losas de concreto colado en sitio que apoyan apartamentos con estructura de madera. Metromont fue responsable del diseño de la estructura de estacionamiento prefabricada. Davis & Church diseñaron los apartamentos con estructura de madera, y Uzun+Case, LLC, diseñó la estructura del estacionamiento y las plataformas de concreto colado en sitio, así como todas las cimentaciones.

Dado que el sitio junto al río tenía condiciones de suelo deficientes, el equipo de diseño utilizó más de 1,400 pilotes de concreto perforados (los cuales requirieron algún trabajo de cincelado para alcanzar la elevación correcta), una red de cabezales y vigas de amarre, y una losa estructurada sobre el terreno para proporcionar la cimentación. La losa colada en sitio fue clasificada en la Categoría de Diseño Sísmico (SDC) C, mientras que la plataforma de estacionamiento prefabricada fue clasificada en la categoría SDC D. El agua subterránea siempre estuvo presente en los cabezales de los pilotes y los pozos más profundos, lo cual complicó la construcción de las cimentaciones; ya que la losa sobre el terreno se extendía entre columnas y también servía como superficie de estacionamiento, fueron necesarias vigas de cimentación; los requisitos de impermeabilización y de una barrera contra la humedad exigían una secuencia de construcción precisa.

El sitio, con sus deficientes condiciones de suelo y su relativa proximidad a Charleston, SC, EE. UU., obligó a considerar cargas sísmicas significativas y estrictos criterios de diseño. Al estar ubicado en la costa, también estaba sujeto a condiciones de viento más altas.

Para cumplir con las fechas críticas del propietario, las estructuras prefabricadas y las de concreto colado en sitio se construyeron simultáneamente. Esta secuencia permitió que el ensamblado de los elementos prefabricados comenzara en el lado sur, mientras que la estructura de concreto colado en sitio iniciaba en el lado norte, despues las dos actividades se intercambiaron de lado. Al final, la estructura de concreto colado en sitio requirio más de 22,000 yardas cúbicas (16,820 metros cúbicos) de concreto premezclado, 1,500 toneladas (1,360 toneladas métricas) de barras de acero de refuerzo y 300,000 libras (136,080 kilogramos) de cables de post-tensado (PT).

Las juntas de expansión separan la estructura prefabricada de la estructura de concreto colado en sitio. La estructura de concreto colado en sitio se divide en las secciones norte y sur mediante una segunda junta de expansión.

Desafíos durante la construcción

Durante la construcción, un gran conducto de gas que iba hacia la cercana isla Hutchinson fue golpeado por maquinaria de construcción a una profundidad de 60 pies (18 metros) bajo la superficie. Esto resultó en una explosión considerable, por lo que se realizaron pruebas y análisis de los pilotes circundantes para asegurar de que no estuvieran dañados. Por supuesto, también se tuvo que reparar

el conducto de gas. Desafortunadamente, este fue el menor de los eventos que el equipo de diseño y construcción tuvo que superar.

Más adelante en el proyecto, un solo incidente casi hizo fracasar todo el proyecto. El 27 de febrero de 2020, un pequeño incendio se convirtió en una gran conflagración, que rápidamente consumió por completo los apartamentos de madera ya terminados en la sección sur y destruyó meses de trabajo realizado. El incidente puso en duda el futuro del proyecto, pero se implementó un gran esfuerzo de recuperación del incendio para salvar el proyecto.

Investigación de las Condiciones Estructurales Después del Incendio

Uzun+Case visitó la estructura justo después del incendio y en varias ocasiones durante la limpieza del nivel del pódium, que estaba cubierto de marcos de madera quemada de los apartamentos (Figura 1 y 2). Se brindaron instrucciones detalladas sobre qué equipo podía utilizarse en el nivel del pódium, que potencialmente estaba dañado. Afortunadamente, los niveles de estacionamiento postensados por debajo del pódium no resultaron dañados.

Luego, se contrató a SGS TEC Services y se realizó una inspección conjunta en la plataforma del pódium con el ingeniero estructural, el contratista y funcionarios de la ciudad. Los daños superficiales eran muy evidentes en forma de concreto desprendido, barras de refuerzo expuestas y cables de postensado dañados (Figura 3). La losa del pódium ocupaba un área de aproximadamente 45,000 ft^2 (4,180 m^2), y se observaban grandes áreas dañadas (desprendimiento profundo del concreto) principalmente concentradas hacia el centro de la losa. Otras áreas de la losa, en su mayoría hacia los bordes, tenían poco o ningún daño. Para cuantificar las áreas dañadas que debían repararse, se eligió como mejor opción una combinación de sondeo de desprendimientos superficiales (utilizando un arrastre de cadena) y obtención de núcleos.

Fig. 1: Daños causados por el incendio a los apartamentos en Riverworks en Eastern Wharf.

Fig. 2: Otra vista de los daños por incendio a los apartamentos con estructura de madera.

Preparación para la reparación

Choate Construction retiró todos los escombros de marcos de madera y materiales de construcción de las áreas afectadas de la superficie de la estructura del pódium. Una vez completado esto, SGS TEC Services y Uzun+Case documentaron el concreto desprendido, la armadura expuesta, los cables de postensado dañados y las áreas con probables daños, para realizar una investigación ulterior invasiva.

SGS TEC Services realizó un estudio de sondeo según la norma ASTM D4580/D4580M, 'Práctica estándar para medir desprendimientos en tableros de puentes de concreto mediante sondeo'. El estudio abarcó toda la superficie de la losa para identificar el concreto desprendido que no era visible a simple vista. Debido al tamaño del área de la losa y al número de áreas dañadas, se identificaron un total de 38 áreas representativas de núcleo que debían ser muestreadas.

Fig. 3: Daños superficiales (desprendimiento) en el nivel del pódium debido al incendio.

Fig. 4: Se marcó la trayectoria de los cables de postensión.

Fig. 5: El trabajo se realizó de noche para evitar altas temperaturas.

Antes de la obtención de núcleos, cada área a ser muestreada fue sometida a un escaneo con radar de penetración (GPR) para identificar tanto el refuerzo de acero como los cables de postensado. Los núcleos se obtuvieron de acuerdo con la norma ASTM C42/C42M, 'Método de ensayo estándar para la obtención y prueba de núcleos perforados y vigas aserradas de concreto', con núcleos de 4 pulgadas (102 mm) retirados en el centro de las áreas visiblemente dañadas por calor, junto con núcleos en la periferia de las áreas dañadas. También se tomaron núcleos adicionales en áreas que parecían no estar dañadas para verificar los límites del impacto del daño por calor en la losa. Cada área de obtención de núcleos se seleccionó para ser la más representativa de la condición de la losa en esa ubicación.

Se realizó un análisis petrográfico limitado (según la norma ASTM C856/C856M, 'Práctica estándar para el examen petrográfico del concreto endurecido') en cada muestra para establecer la profundidad del posible daño por calor en cada área de la losa del pódium. Cada núcleo se cortó por la mitad y se pulió. Después de que todas las muestras de núcleo estuvieran preparadas, se examinaron microscópicamente para determinar la profundidad del posible daño por calor en la pasta y el agregado en esa área correspondiente. Esta información se utilizó posteriormente para especificar las reparaciones adecuadas para la losa y ayudó a cuantificar la cantidad de reparación necesaria.

Los resultados de este esfuerzo se plasmaron en un informe, y se determinó que, aunque gravemente afectada, la estructura de concreto había 'sobrevivido' al intenso calor. El desafío a partir de ese momento fue comenzar a realizar las reparaciones y poner el proyecto nuevamente en marcha lo más pronto posible. Uzun+Case se benefició de un proceso rápido y recibió el informe final de SGS TEC Services en un plazo de 2 semanas después de los trabajos de campo. Utilizando la información recopilada durante el estudio, que incluía la profundidad del daño, la condición de la pasta y el agregado, y las recomendaciones para la eliminación del material dañado, Uzun+Case prescribió un procedimiento de reparación y un cronograma.

Mientras tanto, Uzun+Case desarrolló procedimientos y detalles de reparación con la ayuda de Precision Concrete, Sika y el proveedor de postensado, DSI.

Metromont inspeccionó y reparó la estructura de estacionamiento prefabricada (los daños se pueden ver en el lado derecho de la Figura 2). Este caso no se aborda en este artículo, pero es sin duda un esfuerzo digno de mención.

Reparación de la Estructura de Concreto de la Losa del Pódium

Una vez que se eliminaron los escombros de los marcos de madera, se contrató a Precision Concrete para realizar el trabajo de reparación en la estructura. Utilizaron el radar de penetración terrestre

(GPR) para marcar las ubicaciones y la profundidad de los tendones de postensado y la armadura ligera en las áreas de la losa que se habían documentado como necesitadas de reemplazo de concreto superficial (Figura 4).

La mayor parte del trabajo se realizó de noche debido a la época del año y a las altas temperaturas en Savannah, donde puede llegar a hacer mucho calor (Figura 5).

Según el informe de SGS TEC Services, las áreas de la losa se clasificaron según la profundidad aproximada de desprendimiento causado por el incendio. Las áreas se clasificaron como Rojas (3 a 4 pulgadas [76 a 102 mm] de remoción), Naranjas (1 a 2 pulgadas [25 a 51 mm] de remoción) y Amarillas (menos de 1/2 pulgada [13 mm] de remoción). El proceso de remoción comenzó con martillos rompedores de concreto manuales (martillos neumáticos) para delinear el perímetro del área a reparar. Se utilizaron escarificadores neumáticos portátiles y a pie para eliminar el material dañado hasta llegar al concreto en buen estado. El escarificador eliminaba de 1/8 a 1/4 de pulgada (3 a 6 mm) por pasada, por lo que la mayoría de las áreas requerían varias pasadas (Figura 6).

El material de parcheo SikaQuick-1000 requería un perfil de superficie de concreto (CSP) 6, que es una escarificación media y una profundidad mínima de 1/4 de pulgada. El área se limpió con aspiradora y se lavó a presión para eliminar partículas sueltas y polvo. El acero de refuerzo se lavó a presión y se cepilló con alambre, luego se recubrió con Sika Armatec-110 EpoCem (inhibidor de corrosión). El área a reparar se preparó con una capa de imprimación de SikaQuick-1000. Se utilizó material preempacado para reparaciones de hasta 2 pulgadas de profundidad. Para áreas de 2 a 4 pulgadas de profundidad, se mezcló el material preempacado con grava de 3/8 de pulgada (9.5 mm). Todas las áreas se curaron con arpillera mojada. Se pulió toda el área para asegurar una reparación suave y una transición al concreto original. Los escarificadores estaban equipados con accesorios de aspiración y los operadores llevaban respiradores para cumplir con las normas de sílice de OSHA. Un representante de Sika estuvo presente en el lugar durante gran parte de estos trabajos. Se utilizó SikaFilm como agente de acabado de superficie y retardante de evaporación.

Las paredes en las escaleras hasta el pódium sufrieron daños similares a las losas, pero en un plano vertical. Después de limpiar las paredes de concreto, se realizó un trabajo de preparación similar, que incluyó el uso de Sika Armatec-110 EpoCem como agente de unión para todo el refuerzo expuesto y SikaRepair-223 como material de parcheo vertical (Figura 7). Las escaleras de acero resultaron completamente dañadas al menos en el primer tramo hacia abajo y tuvieron que ser reconstruidas e instaladas nuevamente.

Fig. 6: En la mayoría de las áreas se requirieron numerosas pasadas del escarificador para eliminar el concreto dañado.

Fig. 7: Reparación de parcheo vertical.

Fig. 8: Hubo que empalmar los cables de postensión con mordazas y reparar el revestimiento dañado.

Reparación PT

También se llevaron a cabo 24 reparaciones de cables de postensión en los dos meses siguientes, realizadas por DSI, con muchas circunstancias especiales que requerían escaneo, cincelado, destensado, acoplamiento y retensado por parte de especialistas en reparación de concreto tanto de DSI PT como de Precision Concrete. Adicionalmente, hubo numerosos lugares donde los cables colocados en la parte superior de la losa quedaron expuestos debido al concreto desprendido o estaban cerca de concreto desprendido y requerían examinarse para verificar que no hubiera daños. Todas estas secciones tuvieron que ser reparcheadas utilizando el método de reparación de losa mencionado anteriormente después de que se reparara el revestimiento dañado de los tendones.

Muchos de los 24 cables tuvieron que ser destensados si estaban parcialmente rotos. El destensado llevó a cabo DSI cortando los hilos individuales o calentando las anclas para liberar el estrés de manera lenta y segura. En ambos casos, se apuntaló la losa y el trabajo fue realizado por personal experimentado certificado en reparación de postensado.

El proceso de calentamiento comenzaba con un cuidadoso cincelado del anclaje del postensado para exponer el hilo y las cuñas. Luego, se calentaba el anclaje para que las cuñas se deslizaran lentamente y aliviaran la tensión. Los tendones sin estrés se retiraban y se sustituían por nuevos tendones a través de la losa.

Utilizando el método de corte, al tendón expuesto en el punto de daño se le cortaba un hilo a la vez hasta que el tendón quedara completamente cortado; luego, los tendones podían retirarse y se pasaban nuevos.

Después de destensar los tendones, los cables se empalmaron con mordazas, se reparó el revestimiento dañado y la losa se reparó nuevamente (Figura 8). Finalmente, los tendones se volvieron a tensar y se medían y aprobaban las elongaciones.

Después de realizar todas las reparaciones, Precision Concrete utilizó equipo de pulido de concreto para suavizar las transiciones en las losas reparadas.

Resumen

Los costos de este proyecto incluyeron 1.5 millones de dólares estadounidenses para la reparación de la estructura de estacionamiento y las reparaciones de concreto, 7 millones de dólares estadounidenses para la demolición y la mitigación de incendios, y 6 millones de dólares estadounidenses para reconstruir la estructura de madera.

Lo que se descubrió en Riverworks en Eastern Wharf es un testimonio de las propiedades inherentes del concreto (fortaleza, durabilidad y resistencia al fuego), que hacen que las estructuras sean sólidas y duraderas, difíciles de sufrir daños severos. La madera fue una pérdida total en este caso, y una cantidad significativa de acero tuvo que ser reemplazado.

Nota: Puede encontrar información adicional sobre las normas ASTM discutidas en este artículo en www.astm.org.

El miembro del ACI, **Robert M. Weilacher**, es Director en Uzun+Case, LLC, en Atlanta, GA, EE. UU. Es miembro del Comité 130 del ACI, de Sostenibilidad del Concreto. Además, fue Presidente del Capítulo de Georgia del ACI y de la Asociación de Ingenieros Estructurales de Georgia. Obtuvo su licenciatura y maestría en Ingeniería Civil en el Instituto de Tecnología de Georgia, Atlanta, GA.

El miembro del ACI, **Jim Newsome**, es Vicepresidente de Precision Concrete Construction, Inc., con sede en Alpharetta, GA. Tiene más de 40 años de experiencia en la industria de la construcción y ha trabajado con Precision durante más de 20 años. Ha formado parte de la Junta Directiva del Capítulo de Georgia del ACI durante 6 años. Obtuvo su licenciatura en Ingeniería de Construcción y Gestión en la Universidad de Purdue, West Lafayette, IN, EE. UU.

El miembro del ACI, **George H. Harrison**, es el Director y Gerente del Grupo de Pruebas No Destructivas en Contour Engineering, LLC, en Norcross, GA. Es miembro de los Comités 302 del ACI, Construcción de Pisos de Concreto, y 332, Trabajo de Concreto Residencial. Además, fue Presidente del Capítulo de Georgia del ACI. Obtuvo su licenciatura en Geología en el Southampton College – Universidad de Long Island, Southampton, NY, EE. UU.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de Costa Rica

Título: Riverworks en la reparación por incendio en Eastern Wharf

Traductor:
Diego Masis Guntanis

Revisor Técnico:
Ing. Ronald Steinworth Sauter

ARTÍCULO

3 TRES

ASOCIACIÓN AMERICANA DE CONTRATISTAS DE CONCRETO

CONSIDERACIONES PARA INFORMACIÓN TÉCNICA DIFERIDA

Declaración de posicionamiento # 47

La información técnica diferida, como la define el Código Internacional de Construcción 2021 (IBC, por sus siglas en inglés), son partes del diseño de un proyecto que no fueron enviadas a tiempo para la solicitud de permisos, sino que son suministradas a la autoridad encargada de la construcción posteriormente dentro de un período específico de tiempo. Mucha de esta información técnica diferida son resultado de diseños delegados, donde el contratista principal asigna a otro u otros la responsabilidad final del diseño de un elemento específico dentro del proyecto. Estos diseños delegados requieren que el contratista consiga y mantenga a un profesional del diseño, con las debidas licencias y autorizaciones profesionales para que prepare el diseño final con base en el comportamiento esperado y a los criterios de diseño especificados en los documentos oficiales del proyecto de construcción en cuestión. Esta información técnica delegada (diferida) debe ser aprobada por el arquitecto o ingeniero responsable del proyecto. Este tipo de diseño delegado puede resultar atractivo dada su oportunidad potencial de reducir costos y mejorar los cronogramas de trabajo. Más aún, la nueva tecnología de construcción y los nuevos proyectos de edificación pueden necesitar conocimiento experto que únicamente está al alcance de diseñadores especializados. Los componentes que típicamente se asignan a estos diseños delegados diferidos incluyen muros de cortina, muros ventana, sistemas de revestimiento o fachada, escaleras y barandales.

El impacto de estos estudios delegados diferidos ha sido tratado por Dean D. Brown en la revista STRUCTURE* (Julio, Agosto y Septiembre de 2014). Sin embargo, el impacto de estos trabajos diferidos en temas específicos para los contratistas de concreto ha recibido menos atención.

La información diferida presenta al contratista de concreto dos temas: 1) criterios de diseño que explícitamente requieran que los componentes que han sido delegados a diseñar se apeguen y cumplan con las tolerancias de ACI 117, “Especificación para tolerancias en la construcción con concreto y materiales y comentarios”; y 2) los costos de conexiones con el concreto serán desconocidas al momento de una licitación.

El primer tema puede ser fácilmente resuelto si el Código Internacional de Construcción (IBC) es revisado de manera que exija que el diseñador mantenga un récord de cumplimiento con ACI 117 como criterios de diseño. El segundo tema no es tan simple de resolver, pero ya se ha tratado en literatura técnica.

La Coalición de Ingenieros Americanos de Diseño Estructural ha presentado lineamientos para el “Diseño delegado-Es todo sobre comunicación” en STRUCTURE* (Septiembre 2013). Dentro de los límites de la delegación, dos problemas potenciales aparecieron: 1) “¿Qué sucede con materiales que no han sido diseñados o serán diseñados una vez asignada la oferta de obra?; y 2) “Si las propuestas económicas para ejecutar la obra establecen calificaciones para esas cantidades de obra desconocidas, podría llevar a una controversia”. Trailer Martin en “Reduzca el riesgo mediante la comunicación” STRUCTURE* (Diciembre 2007) admite la disputa de un cambio de orden derivado de una aprobación diferida en un concepto que se ha dado al contratista una vez que la construcción estaba ya en proceso.

Cuando se trata de concursos, si estos diseños diferidos no están disponibles, los contratistas de concreto tienen dos opciones: 1) hacer su mejor estimado con base en su experiencia previa; o 2) delimitar su oferta ya sea eliminando los conceptos indefinidos o considerando dentro de la oferta un margen o provisión especial para dichos conceptos. A los propietarios usualmente no les agrada que los subcontratistas delimiten su oferta eliminando el costo porque eso evita que ellos obtengan un costo estimado más preciso de su construcción.

Debido a esto, los Gerentes de Construcción (CMs) y Contratistas Generales (GC) buscan conseguir un "estimado" de parte del contratista de concreto apoyados en su experiencia. Sin embargo, cuando esto así sucede, rara vez se permite al contratista reclamar por costos extra al llegar el diseño definitivo del concepto en cuestión. El comentario típico de un Gerente de Construcción o Contratista General es: "Tu eres el experto y nos proporcionaste una propuesta". Así, el contratista de concreto no obtiene permiso de enviar una propuesta de cambio de montos o de orden.

Una solución mejor, y más justa para todos, es proporcionar una "tolerancia o provisión" cuando el contratista de concreto no puede determinar con certeza el costo de una parte diferida del proyecto. Estas tolerancias o provisiones son usadas en estimaciones de costos y de presupuestos, y ofrecen al propietario un monto estimado razonable del trabajo en tanto un costo más preciso se pueda determinar, si es el caso, una vez que los diseños pendientes estén disponibles. Una vez que los diseños pendientes diferidos son valorizados, si el costo es menor que la "tolerancia o provisión", el propietario obtiene un crédito. Si el costo final es mayor que el provisionado, el contratista de concreto obtiene una orden de modificación por el incremento de costos incurridos.

La Asociación Americana de Contratistas de Concreto (ASCC, por sus siglas en inglés) sugiere que el ingeniero solicite que estos diseños delegados cumplan con las tolerancias de ACI 117 y que los propietarios provean de un presupuesto detallado por conceptos de costo para permitir las provisiones de costo en base a los diseños diferidos.

Contacte la línea de apoyo técnico de la ASCC +1.800.331.0668 (Estados Unidos) para consultar dudas sobre el particular.

Esta declaración de posicionamiento de la Asociación Americana de Contratistas de Concreto se presenta por los editores debido al interés de los lectores en el tema. Las opiniones aquí expresadas no son necesariamente las del American Concrete Institute. Se invita a los lectores a enviar sus comentarios.

American Society of Concrete Contractors
2025 S Brentwood Blvd. Suite 105
St. Louis. MO63144
Telephone: +1.314.962.0210; Fax: +1.314.968.4367
Website: www.ascconline.org: Email: ascc@ascconline.org

**Nota del traductor: STRUCTURE es una revista registrada como marca por el National Council of Structural Engineers Associations (NCSE) Se requiere permiso del editor para reproducir su material. www.structuremag.org*

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo Noreste

Título: Consideraciones para Información Técnica Diferida. Asociación Americana De Contratistas De Concreto

Traductor:
Ing. José Lozano
y Ruy Sánchez

Revisor Técnico:
Dr. Franciso
René Vázquez

CONVOCATORIA 2023

CONCRETO
LATINOAMÉRICA

Desde 2023 puedes publicar tus artículos de investigación y casos de estudio en nuestra revista.

¡Es muy fácil!

Descarga la 1) Guía de Publicación y 2) Carta de Solicitud en estos códigos QR:

1 CONCRETO LATINOAMÉRICA

2 CONCRETO LATINOAMÉRICA

Una vez descargada la Guía, conocerás los requisitos para publicación y podrás llenar la solicitud, firmarla y enviarla a la Revista Concreto Latinoamérica a través del correo **concretolatam@gmail.com**

Tú solicitud y artículo serán evaluados para su publicación.

ARTÍCULO 4 CUATRO

Caso de Estudio en Aplicaciones Alternativas del Cumplimiento del Reglamento de Construcción

Micro refuerzo de acero torsionado en el concreto

Por Luke R. Pinkerton, Yamil Moya, and Mahmut Ekenel

Este artículo describe un esfuerzo de la industria para desarrollar métodos alternativos para diseñar concreto de acuerdo con los códigos de construcción vigentes en los Estados Unidos. Si bien se centra en cómo el ICC-ES AC470[1], Criterios de aceptación del servicio de evaluación del Consejo Internacional de Códigos, aprovecha la vía de diseño de concreto simple para el diseño de concreto estructural y para el desarrollo de nuevos métodos de prueba para demostrar el cumplimiento del código para micro refuerzos de acero torsionado (TSMR por sus siglas en inglés), estos métodos potencialmente podrían usarse para otras formas de refuerzo alternativo.

Códigos de Construcción

Los códigos de construcción modelo establecen requisitos mínimos para la construcción de edificios nuevos y pueden ser adoptados por los oficiales de la construcción en varias jurisdicciones, con o sin modificaciones. El Código Internacional de Construcción (IBC por sus siglas en inglés) ha sido adoptado en los 50 estados, el Distrito de Columbia, Puerto Rico y en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos. Además, otros países/jurisdicciones, incluidos Arabia Saudita, Jamaica y Abu Dhabi, utilizan el IBC como referencia para desarrollar sus códigos de construcción nacionales. Otro código de construcción modelo, el Código Residencial Internacional (IRC por sus siglas en inglés), ha sido adoptado por la mayoría de los estados de EE. UU. como código de construcción legal. Cabe mencionar que tanto el IBC como el IRC contienen referencias a estándares promulgados por otras organizaciones, incluidos ACI y el Steel Deck Institute (SDI). En la medida en que se haga referencia a ellos, estos estándares son parte de IBC e IRC. Además, muchas de estas normas permiten el uso de refuerzo alternativo como se describe en este documento.

ACI Código-318

El IBC[2] del 2021 hace referencia al ACI318-19 “Requisitos del código de construcción para concreto estructural”.[3] La próxima edición de 2024 del IBC se referirá al CÓDIGO ACI-318-19(22).[4] El ACI 318-19 Sección 9.6.3.1, permite el uso de fibras de acero como refuerzo de cortante para aplicaciones muy limitadas. La Tabla 9.6.3.1 del ACI 318-19 se refiere al uso de concreto reforzado con fibras de acero en los casos en los que no se requiere un área mínima de refuerzo de cortante $A_{v,min}$. Para fibras de acero, el ACI 318-19, Sección 26.4.1.6.1, requiere el cumplimiento de ASTM A820/A820M-16, “Especificación estándar para fibras de acero para concreto reforzado con fibras”.

ACI 332

El IRC[5] de 2021 hace referencia a ACI 332-20, “Requisitos del código para concreto residencial”,[6] que permite el uso de fibras en concreto para construcciones en climas cálidos y losas. De acuerdo con el ACI 332-20, Sección 7.7.3, las fibras deben cumplir con los requisitos de ASTM C1116/C1116M-10(2015), “Especificación estándar para concreto reforzado con fibras”.

SDI C

El IBC de 2021 hace referencia al ANSI/SDI C - 2017, "Estándar para losas de piso de acero compuesto".[7] La sección 2.4-B-15-a-2 de esta norma permite el uso de fibras de acero como refuerzo de temperatura y contracción, pero a una proporción no inferior a 25 lb/yd^3 (14,8 kg/m^3). La norma también exige el cumplimiento de ASTM A820/A820M para fibras de acero.

Materiales Alternativos

La sección 104.11 del IBC del 2021 permite la integración de nuevos productos, sistemas y tecnologías de construcción que no se describen explícitamente en el código mismo, lo que permite a los fabricantes demostrar que estos productos cumplen con la intención del código. La Sección 104.11.1 establece que "los datos de respaldo, cuando sean necesarios para ayudar en la aprobación de materiales o conjuntos no previstos específicamente en el código, pueden consistir en informes de investigación válidos de fuentes aprobadas".[2] Esto generalmente se logra en dos etapas: primero crear documentos de criterios de aceptación y luego emitir informes de investigación.

Los documentos de criterios de aceptación describen los requisitos de calidad, pruebas y muestreo de productos específicos que deben cumplirse para verificar que un producto cumple con el código. Los informes de investigación verifican el cumplimiento del código de construcción y se emiten de acuerdo con criterios de aceptación específicos. Los resultados de la investigación se resumen en un informe de evaluación y se ponen a disposición de los oficiales del código, los profesionales de diseño autorizados y el público.

Verificación de Cumplimiento

Dado que hay menciones limitadas a las fibras de acero y ninguna mención a TSMR en el IBC o el IRC, se desarrolló un documento de criterios de aceptación, ICC-ES AC470, para proporcionar requisitos para demostrar el cumplimiento del código de construcción de TSMR. El ICC-ES es un organismo de certificación de productos acreditado por la Junta Nacional de Acreditación ANSI (ANAB por sus siglas en inglés) según los requisitos ISO/IEC17065:12.[8] El AC470 describe la evaluación del uso de TSMR en concreto para cumplir con los objetivos del código de construcción, como resistencia estructural y resistencia al fuego, propiedades del material y durabilidad.

Tipos de Diseños de TSMR en AC470

El AC470 define cinco tipos de diseño para TSMR (consulte la Tabla 1). El profesional del diseño debe seleccionar el tipo de diseño adecuado considerando las características del proyecto. Además de los estándares a los que se hace referencia en el IBC y el IRC, AC470 hace referencia a las prácticas producidas por los Comités ACI 330, Estacionamientos de concreto y pavimentación del sitio, y 360, Diseño de losas sobre el terreno.

El ACI 360R-10, "Guía para el diseño de losas sobre el terreno",[10] permite el uso de concreto simple en el Capítulo 7 y fibras de acero en la Sección 11.3 para reforzar losas de concreto sobre el terreno con el fin de aumentar la resistencia a la deformación, al impacto y a la flexión, tenacidad, control del ancho de grietas y la resistencia a la tracción. La guía hace referencia a los informes ACI 544.4R, 544.1R y 544.3R[11-13] y ASTM A820/A820M para la identificación de fibras que se pueden utilizar según este documento.

El ACI PRC-330-21, "Guía de diseño y construcción de lotes de pavimentos de concreto para estacionamientos comerciales y pavimentación en obra",[14] utiliza métodos de diseño de concreto simple para el diseño de pavimentos. El informe hace referencia a ASTM C1116/C1116M-10a (15) para fibras de acero. Pavementdesigner.org, desarrollado a través de la colaboración de la Asociación Estadounidense de Pavimentos de Concreto (ACPA), la Asociación de Cemento Portland (PCA) y la Asociación Nacional de Concreto Premezclado (NRMCA), implementa ACI PRC-330-21.

Requerimientos Mínimos de Ensayo.

Esta es una prueba para garantizar que los TSMR no afecten negativamente el rendimiento del concreto y que las mezclas con TSMR tengan una resistencia adecuada al congelamiento-descongelamiento y una adecuada capacidad de tracción posterior a la fisura. Las pruebas se realizan bajo un criterio de aceptación diferente del ICC-ES (AC208, “Fibras de acero en concreto”15).

Módulo de Rotura (Tipos S, G, and P)

Los diseños según el AC470 normalmente se rigen por estados límite de agrietamiento y aplastamiento del concreto. Por esto, se realizan pruebas en una variedad de mezclas de concreto para caracterizar la relación entre la resistencia a la tracción por flexión (módulo de ruptura f_r) y la resistencia a la compresión f'_c. Los resultados se utilizan para calcular las resistencias máximas de diseño.

Lámina colaborante de Concreto y Acero (Tipo C)

La capacidad de servicio es el factor de diseño que rige en la construcción de losas sobre lamina colaborante (otro término para plataforma compuesta de concreto y acero ó por sus siglas en inglés Steel Deck). El método busca únicamente proporcionar reemplazo para el acero mínimo requerido en cuanto a temperatura y contracción. Las muestras control que cumplen con los requisitos SDI C para el refuerzo tradicional de contracción y temperatura, así como las muestras que utilizan refuerzo alternativo, se exponen a unas condiciones ambientales que inducen una deformación/esfuerzo de tracción que excede la capacidad del concreto simple. Si el ancho de grieta promedio medido de las muestras reforzadas con refuerzo alternativo, en este caso TSMR, es menor que el ancho de grieta promedio medido de las muestras de control reforzadas con refuerzo de contracción y temperatura convencional (por ejemplo, refuerzo de alambre soldado [WWR]) después de ser sometidos a ciclos de condiciones ambientales, entonces el refuerzo y su dosificación se consideran aceptables.

Tipo N, no estructural	Refuerzo de acero discontinuo utilizado como alternativa al refuerzo de contracción y temperatura especificado en la Sección 24.4 de ACI 318-19 para zapatas de concreto simple y losas de concreto simple. (según lo definido por ACI 360) apoyado directamente en el suelo
Tipo S, diseño estructural elástico estructuras apoyadas	Aplicaciones que caen dentro del alcance de ACI 318-19, Capítulo 14; CIB, Sección 1906; ACI 332-14, Sección 8.2.1;[9] IRC, Secciones R404.1.3 y R608.1; o Tablas 8.2.1.3a y 8.2.1.3b de ACI 332-14.[9] Los refuerzos de acero discontinuos también se utilizan como una alternativa al refuerzo horizontal de temperatura y contracción en muros estructurales de concreto simple cubiertos con IBC, Sección 1906; IRC, Secciones R404.1.3 y R608.1; y ACI 332-14, Secciones 8.2.1 y 8.2.7 [9]
Tipo G, losas en el terreno	Aplicaciones que caen dentro del alcance de ACI 360, Capítulo 7 (losas de concreto simple) o Sección 11.3 (losas de concreto reforzado con fibra)
Tipo P, estacionamientos	Aplicaciones que caen dentro del alcance de ACI 330, Capítulo 3—Diseño de pavimentos
Tipo C, losas de concreto compuesto sobre plataforma de acero	Aplicaciones que son alternativas a SDI C, Sección 2.4-B-15-a (como se menciona en IBC, Sección 2210.1.1) para concreto sobre plataformas de acero compuesto cuando se usa refuerzo de acero discontinuo como refuerzo de temperatura y contracción.

Tabla 1: Tipos de Diseños para TSMR in AC470.

Métodos de ensayo en AC470

Módulo de ruptura

Las pruebas de flexión se realizan de acuerdo con ASTM C78/C78M, “Método de prueba estándar para la resistencia a la flexión del concreto (usando una viga simple con carga en tres puntos)”, como se muestra en la Fig. 1. La norma (Sección 6.2) permite realizar pruebas a especímenes de cualquier tamaño “siempre que la dimensión de la sección transversal más pequeña de la viga sea al menos tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso”

El coeficiente máximo de variación de los resultados de la prueba debe ser igual o inferior al 15% (Sección de Comentario R8.1.2 en Código ACI-355.2-22[16]).

Resistencia a Compresión

Las pruebas de resistencia a la compresión se realizan de acuerdo con ASTM C39/C39M, "Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de muestras de concreto cilíndricas". La resistencia a la compresión promedio se mide con el TSMR agregado al concreto. El CV máximo de los resultados de la prueba debe ser igual o inferior al 15 % (Sección de comentarios R8.1.2 en el Código ACI-355.2-22).

Resistencia al Fuego

Los criterios permiten una evaluación opcional de la tasa de incendios de acuerdo con el IBC del 2021, Sección 703.

Agrietamiento por Contracción

Se desarrolló una modificación del estándar ASTM C1579, “Método de prueba estándar para evaluar el agrietamiento por contracción plástica de concreto restringido reforzado con fibra (usando un inserto de encofrado de acero)”, para evaluar la deformación por tracción debido a la contracción en ensamblajes de losas sobre plataformas de acero.

Una pieza estándar de la plataforma de acero se fija a una placa base de aluminio (Fig. 2). Se fabrican y prueban dos muestras, una construida con WWR convencional y otra con TSMR, simultáneamente mediante exposición a un calentamiento acondicionado y flujo de aire.

Análisis de datos de los ensayos y límites de diseño

El AC470 requiere un análisis adicional para la aplicación de los tipos S, G y P.

Módulo de Rotura (Tipo S)

Los criterios de tipo S (consulte la Tabla 1) se basan en ACI 318-19, Capítulo 14, límites de aplicación y ecuaciones de diseño con tres modificaciones. Primero, el valor permitido para f_r se modifica según las pruebas requeridas por AC470. En segundo lugar, se incluye un factor de efecto de tamaño para tener en cuenta la profundidad de la sección. En tercer lugar, se determina una reducción de capacidad para asegurar el cumplimiento del ASCE/ SEI 7-16, Tabla 1.3-1.[17,18] Se debe notar que el ACI 318-19, Capítulo 14, especifica un f_r muy conservador para concreto a flexión de $5\sqrt{f'_c}$ en la ecuación (14.5.2.1a).

Módulo de Rotura y Resistencia a Compresión

La relación entre f_r y f'_c ($R_{c',prom}$) es determinada dividiendo la fr obtenida del ensayo ASTM C78/ C78M entre la raíz cuadrada de f c′. El límite máximo de resistencia a flexión L_f es igual a $R_{c',prom}$.

$$L_f = R_{c,prom} = \frac{f_r}{\sqrt{f_c'}} \qquad (1)$$

COV del Módulo de rotura y del factor de resistencia

Los cálculos dados en la E_c. (2) y posteriores son necesarios para considerar la variabilidad en fr así como otras variabilidades inherentes al sistema, y para tener en cuenta el índice de confiabilidad más alto requerido para materiales frágiles en ASCE/ SEI 7-16, Tabla 1.3-1, asumiendo un coeficiente de confiabilidad de 4.0.[19] El factor de resistencia dominante (ϕ) será el menor entre el estándar 0,6 para concreto simple y el valor calculado usando este enfoque. Los valores típicos oscilan entre 0.55 y 0.60.

El coeficiente de variación COV general Vr es la raíz de la suma al cuadrado de las fuentes de variabilidad.

$$V_r = \sqrt{V_b^2 + 2V_h^2 + V_p^2 + V_{ip}^2 + COV^2} \qquad (2)$$

Donde V_b es el coeficiente de variación COV de la profundidad del elemento; V_h es el coeficiente de variación de la profundidad del elemento; V_p es el factor profesional que explica la precisión de las ecuaciones de diseño; y V_{ip} es el factor de variación de la mezcla en sitio.

Figura 1. Configuración de ensayos de flexión ASTM C78/C78 M.

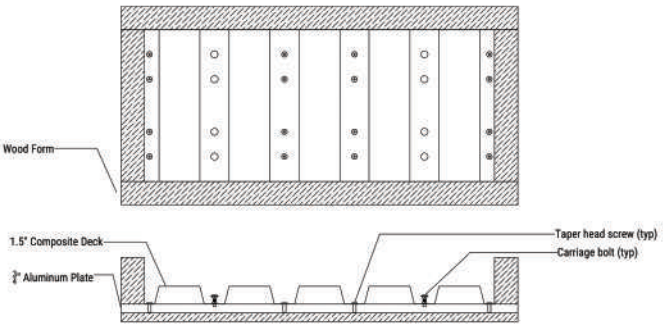


Figura 2. Espécimen de ensayo de retracción por el ASTM C1679.

Factor de ajuste por efecto del tamaño

El efecto del tamaño es una propiedad bien conocida y aceptada para los materiales. La ecuación (14.5.2.1a) del ACI 318-19 con 5 √ f c′, no incluye la consideración por el efecto del tamaño. Sin embargo, el AC470 implementa un factor de efecto del tamaño desarrollado por Legeron[20] y adoptado en el Código de modelo fib 1990[21]

$$\lambda_s = \frac{2.5\left(\frac{h_b}{h_0}\right)^{0.7}}{1 + 1.5\left(\frac{h_b}{h_0}\right)^{0.7}} \qquad (3)$$

Donde h_0 es la profundidad del miembro diseño y h_b es la profundidad de la viga de ensayo del ASTM C78/78M.

Límites del diseño a flexión

El AC470 especifica resistencias a la flexión basadas en versiones modificadas de ACI 318-19, Capítulo 14, Ecuación (14.5.2.1a) y la ecuación. (a) en la Tabla 14.5.4.1, teniendo en cuenta fr, ϕ y el factor de efecto de tamaño en la ecuación (3).

Para flexión Pura

$$M_u \leq \lambda_s L \phi L_f \sqrt{f_c'} S_m \qquad (4)$$

Para flexión combinada y compresión axial

$$-\frac{P_u}{A_g} \leq \lambda_s \phi L_f \sqrt{f_c'} \qquad (5)$$

Donde Mu es la resistencia a momento; Pu es la resistencia axial; SM es el módulo de sección; Ag es el área transversal bruta; y λs es el factor de efecto de tamaño.

Módulos de ruptura (Tipos G y P)

Según AC470, los diseños para losas sobre terreno y pavimento son basados en el promedio de acuerdo con ACI 360 y ACI 330.

$$f_r = L_f\sqrt{f_c'} \qquad (6)$$

Resumen

El IBC es el código de construcción predominante en los Estados Unidos. La sección 104.11 del código permite materiales alternativos, diseños y métodos siempre que se hayan evaluado alternativas para cumplir con los requisitos del código. El AC470 proporciona los criterios y datos de evaluación para cuantificar el uso de TSMR en concreto de conformidad con los códigos de construcción. Se ha emitido un informe de evaluación de acuerdo con AC470 y está destinado a demostrarla verificación del cumplimiento del código de construcción para TSMR como refuerzo alternativo utilizado en el concreto para diversas aplicaciones específicas.

Referencias

1. "AC470 - Use of Twisted Steel Micro Reinforcement (TSMR) in Concrete," ICC Evaluation Service, LLC, 2023, 9 pp.
2. "2021 International Building Code (IBC)," International Code Council, Washington, DC, 2020, 833 pp.
3. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary (ACI 318R-19)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019, 623 pp.
4. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary (ACI 318R-19) (Reapproved 2022)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019, 624 pp.
5. "2021 International Residential Code (IRC)," International Code Council, Washington, DC, 2021, 1108 pp.
6. ACI Committee 332, "Code Requirements for Residential Concrete (ACI 332-20) and Commentary," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2020, 72 pp.
7. ANSI/SDI C - 2017, "Standard for Composite Steel Floor Deck- Slabs," Steel Deck Institute, Allison Park, PA, 2017, 43 pp.
8. ISO/IEC 17065:12, "Conformity Assessment—Requirements for Bodies Certifying Products, Processes and Services," International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2012, 27 pp.
9. ACI Committee 332, "Residential Code Requirements for Structural Concrete (ACI 332-14) and Commentary," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 54 pp.
10. ACI Committee 360, "Guide to Design of Slabs-on-Ground (ACI 360-10)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2010, 72 pp.
11. ACI Committee 544, "Guide to Design with Fiber-Reinforced Concrete (ACI 544.4R-18)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2018, 44 pp.
12. ACI Committee 544, "Report on Fiber Reinforced Concrete (ACI 544.1R-96) (Reapproved 2009)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1996, 66 pp.
13. ACI Committee 544, "Guide for Specifying, Proportioning, and Production of Fiber-Reinforced Concrete (ACI 544.3R-08)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2008, 14 pp.
14. ACI Committee 330, "Commercial Concrete Parking Lots and Site Paving Design and Construction—Guide (ACI PRC-330-21)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2021, 48 pp.
15. "AC208 - Steel Fibers in Concrete," ICC Evaluation Service, LLC, 2023, 5 pp.
16. ACI Committee 355, "Post-Installed Mechanical Anchors in Concrete—Qualification Requirements and Commentary (ACI CODE- 355.2-22)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2022, 98 pp.
17. ASCE/SEI 7-16, "Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures," American Society of Civil Engineers, Reston, VA, 2017, 800 pp.
18. Nowak, A.S., and Collins, K.R., Reliability of Structures, second edition, CRC Press, Boca Raton, FL, 2013, 407 pp.
19. Nowak, A.S., and Iatsko, O., "Revised Load and Resistance Factors for the AASHTO LRFD Bridge Design Specifications," PCI Journal, V. 62, No. 3, May-June 2017, pp. 46-58.
20. Legeron, F., and Paultre, P., "Prediction of Modulus of Rupture of Concrete," ACI Materials Journal, V. 97, No. 2, Mar.-Apr. 2000, pp. 193-200.
21. Legeron, F., and Paultre, P., "Prediction of Modulus of Rupture of Concrete," ACI Materials Journal, V. 97, No. 2, Mar.-Apr. 2000, pp. 193-200.

Nota: Información adicional sobre las normas ASTM podrán ser encontradas en www.astm.org.

Seleccionado por editores para el interés del lector.

Luke R.Pinkerstone es el CEO y fundador de Helix Steel, Ann-Arbor, MI, USA. Él es el presidente del Subcomité ACI 332-D, Cimentaciones y Muros de Fundación de Concreto Residencial, secretario del Comité ACI 380, Concreto Estructural Simple, y Miembro de los Comités ACI 332, Construcción de Concreto Residencial 551, Concreto Tilt-Up. Luke fue premiado con el galardon Robert Ailen Memorial 2018 del Tilt-Up Concrete Association. Él recibió su grado en Física de la Ingeniería Estructural del Hope College, Holland, MI; su maestría en Ingeniería Estructural en la University of Michigan, Ann Arbor, MI; y un MBA del Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, USA.

Mahmut Ekenel, FACI, es un ingeniero de Evaluaciones de Certificaciones y Complaciencia en ACI (previamente ingeniero Senior en ICC Evaluation Service, LLC, cuando este artículo fue escrito). Sus intereses de investigación incluyen reforzamiento de estructuras usando materiales cementicios y polímeros reforzados con fibra, concreto reforzado con fibra, aditivos de concreto y anclaje a hormigón. Él recibió su Maestría de la Southern Illinois University, Carbondale, IL, USA y su PhD del Missouri S&T University, Rolla, MO, USA, donde trabajó como investigador post-doctorado. Él es un ingeniero profesional licenciado en California, Ohio, Michigan y Pensilvania.

Yamil Moya es un Ingeniero Senior en ICC Evaluation Service, LLC, Brea, CA, USA. Sus intereses de investigación incluyen concreto reforzado con fibra, conectores de paneles sandwish y paneles de concreto reforzado ultraligero. Él es miembro de los comités ASTM E05, Estándares del Fuego y E06, Desempeño de Edificaciones. Él recibió su grado en ingeniería civil del California State University in Long Beach, CA, USA. Él es un ingeniero profesional licenciado en California, Maine, New Hampshire y Rhode Island.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de República Dominicana

Título: Caso de Estudio en Aplicaciones Alternativas del Cumplimiento del Reglamento de Construcción

Traductora: Ing. Damariel Cáceres

Revisor Técnico: Ing. Piero R. Caputo

ARTÍCULO

5 CINCO

Una nueva forma de predecir el flujo plástico y la contracción

Un proyecto de investigación financiado por la Fundación ACI

Por Victoria K. Sicaras, en nombre de la Fundación ACI

Disponer de herramientas para crear un modelo del flujo plástico y la contracción con el fin de predecir con exactitud el comportamiento del concreto con el paso del tiempo, es esencial para diseñar y mantener estructuras funcionales y seguras. Es fundamental conocer cuál es la vida útil de una estructura y el comportamiento del concreto bajo cargas sostenidas para determinar cuándo será necesario realizar adaptaciones o si se están materializando problemas estructurales. Esto es especialmente importante para las estructuras sensibles al flujo plástico, tales como edificios de gran altura, puentes de concreto con vigas cajón y vigas pretensadas. Sin embargo, muchos modelos que dependen del tiempo han quedado obsoletos con respecto a la creciente base de datos de pruebas experimentales de hoy en día. Un nuevo estudio de investigación financiado por la Fundación ACI pretende rectificar esta situación.

El resultado de la investigación es un modelo de diseño en función del tiempo que capta la compleja realidad de la interconexión de los fenómenos del flujo plástico y la contracción. Utilizando la teoría de la solidificación, los investigadores calibraron el nuevo modelo para cumplir simultáneamente los objetivos de sencillez de aplicación y rigor teórico. Está listo para su adopción en las guías de diseño del ACI relativas al flujo plástico y la contracción, las pérdidas de pretensado y las deflexiones de las estructuras de concreto.

La necesidad de nuevos modelos

El Comité ACI 209, Flujo Plástico y Contracción en el Concreto, proporciona información sobre el flujo plástico y la contracción del concreto y las estructuras de concreto. Los documentos publicados por el comité incluyen el ACI PRC-209.2-08, Guía para el Modelado y Cálculo de la Contracción y el Flujo Plástico en el Concreto Endurecido[1]; el ACI PRC-209.1-05, Informe sobre los Factores que Afectan la Contracción y el Flujo Plástico del Concreto Endurecido[2]; y el ACI PRC-209-92, Predicción del Flujo Plástico, la Contracción y los Efectos de la Temperatura en las Estructuras de Concreto (Reaprobado en 2008)[3].

Desde su publicación inicial en los años noventa hasta principios de los años 2000, las guías se han basado en un modelo de flujo plástico y contracción desarrollado en 1982 para calcular las deformaciones en función del tiempo. En 2019, sin embargo, el Comité ACI 209 determinó que el modelo ya no reflejaba el conocimiento actual del comportamiento en función del tiempo y suspendió el apoyo a ese modelo. Las pruebas experimentales recopiladas en las últimas décadas indicaban que el modelo ya no funcionaba bien para las predicciones a largo plazo (varias décadas) del flujo plástico y la contracción, y especialmente para estructuras grandes o complejas.

“En la época en que se elaboraron las disposiciones, ese modelo reflejaba el mejor conocimiento que teníamos sobre el flujo plástico y la contracción. Pero cuando empiezas a aplicarlo a prácticas de diseño modernas con mezclas modernas, más allá de cómo se concibió originalmente, se desmorona y no funciona correctamente”, explicó Brock Hedegaard, investigador principal del proyecto de investigación y secretario del Comité ACI 209.

Para garantizar que las guías del Comité ACI 209 se alinearan con las prácticas y estructuras modernas, se necesitaba un nuevo modelo que reflejara los avances en el conocimiento sobre los mecanismos del flujo plástico y la contracción. En 2019, Hedegaard comenzó a trabajar con la miembro del comité -y ahora presidenta del mismo- Mija Hubler en una propuesta de investigación con el objetivo de dar vida a dicho modelo. Encontraron un promotor de su trabajo en el Consejo de Investigación del Concreto (CRC, por sus siglas en inglés) de la Fundación ACI.

Cada año, el CRC organiza un programa de Solicitud de Propuestas (RFP, por sus siglas en inglés) que concede fondos a varios proyectos de investigación sobre el concreto. La RFP de Hedegaard y Hubler fue seleccionada para recibir financiamiento en 2020.

Obtención de financiamiento

La propuesta consistió en calibrar un modelo de flujo plástico y contracción que facilite tanto los análisis tradicionales de tipo integral como los modernos de tipo de tasa (véase el cuadro de texto). Para crear y calibrar el modelo, los investigadores tuvieron que recopilar y examinar una amplia base de datos, lo que supuso un reto en sí mismo, según Hedegaard. También tuvieron que identificar los parámetros de entrada adecuados y realizar comparaciones estadísticas para seleccionar el modelo final.

"Sin la Fundación ACI y el CRC, habría sido muy difícil poner en marcha este tipo de proyecto", afirma Hedegaard. "Lo que hacíamos no se podía calificar como investigación básica, porque trabajábamos con bases de datos ya establecidas y no añadíamos datos nuevos, y no hay muchas entidades patrocinadoras interesadas en eso. Pero actualizar las cosas y hacer que los documentos de diseño sean aplicables en la práctica es increíblemente valioso".

La Directora Ejecutiva de la Fundación ACI, Ann Masek, estuvo de acuerdo: "Los comités técnicos del ACI necesitan actualizar periódicamente su producto de trabajo técnico, y nos complace tener la oportunidad de apoyar esta necesidad crítica de investigación del ACI 209".

Gracias al programa público de RFP del CRC, los investigadores pueden presentar proyectos de investigación no solicitados. Un requisito importante es que la investigación esté avalada por al menos un comité técnico del ACI. Gracias al financiamiento del ACI y a las donaciones a la investigación de la comunidad ACI, el número de subsidios concedidos ha crecido significativamente en los últimos años. Estos fondos se conceden en función de la relevancia y el impacto potencial de la investigación, la calidad general de la propuesta, la capacidad del investigador, el apoyo complementario al proyecto (como la colaboración con otras entidades y organizaciones financiadoras) y el compromiso del comité técnico del ACI. En el caso del proyecto del modelo en función del tiempo, contó con el respaldo unánime del Comité ACI 209, así como con el compromiso de varias de las principales empresas de diseño e ingeniería del sector para actuar como grupo asesor.

"Los resultados de la investigación no sólo harán avanzar las prácticas de la industria, con su modelo actualizado de predicción de las deformaciones y esfuerzos en función del tiempo en estructuras de concreto, sino que también tuvimos la oportunidad de apoyar el trabajo de profesores que inician su carrera como Brock [Hedegaard] y Mija [Hubler]", dijo Masek.

Detalles del Proyecto

Nombre: Calibración de Modelos Simplificados de Flujo Plástico y Contracción Desarrollados Utilizando la Teoría de la Solidificación.

Investigador principal: Brock Hedegaard, profesor asociado de ingeniería civil en la Universidad de Minnesota, Duluth, MN

Co-investigador principal: Mija Hubler, Profesora Asociada y Codirectora del Centro de Pruebas de Infraestructuras, Energía y el Espacio de la Universidad de Colorado, Boulder, CO

Aval del Comité Técnico del ACI: Comité ACI 209, Flujo Plástico y Contracción en el Concreto

Patrocinador: Fundación ACI.

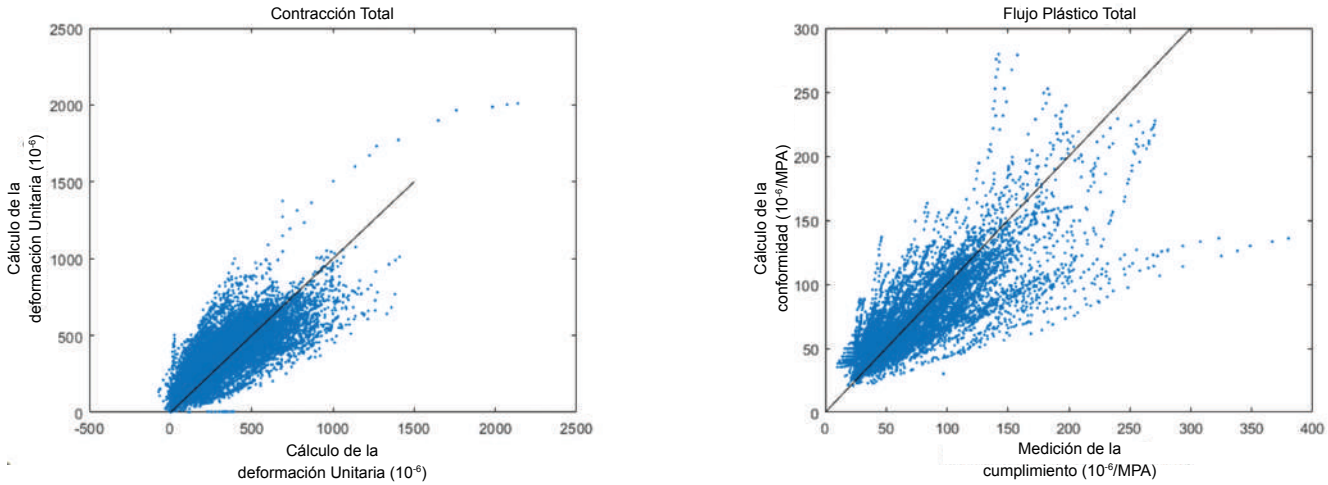
Acerca de la investigación: El análisis tradicional en función del tiempo se ha basado en la definición de una función de conformidad o coeficiente de flujo plástico. Para los esfuerzos que varían con el tiempo, la deformación puede aproximarse (por ejemplo, mediante el método del módulo ajustado a la edad) o calcularse utilizando un análisis de tipo integral. El análisis de tipo integral no requiere el cálculo de una

integral durante todo el historial de esfuerzos; por lo tanto, es más eficiente y preciso para análisis estructurales más complejos. Anteriormente, ningún modelo dependiente del tiempo, aparte de la expresión básica de flujo B3/B4, tenía una forma conveniente para realizar el análisis de tipo de tasa.

El modelo desarrollado durante este proyecto de investigación cambia esta realidad. El nuevo modelo tiene expresiones de forma cerrada para la función de conformidad y la tasa de conformidad, apoyando de forma única ambos enfoques de análisis. Estas características sitúan al modelo en la vanguardia del análisis estructural en función del tiempo.

La calibración se realizó en tres etapas:

1. Gestión y preparación de la base de datos;
2. Identificación de los parámetros de entrada adecuados y calibración mediante optimización no lineal; y
3. Comparación estadística y selección final del modelo según la teoría de la información.



Predicciones del modelo calibrado del proyecto de investigación comparadas con mediciones de la base de datos sobre el flujo plástico y la contracción de la Universidad Northwestern (basadas en la Fig. 8 de la Referencia 4).

Apoyo a los docentes que inicia su actividad profesional

Cuando se financió el proyecto, Hedegaard era el profesor adjunto de ingeniería civil en la Universidad de Minnesota, Duluth, MN, EE.UU. Hubler, coinvestigadora principal del proyecto, era profesora adjunta de ingeniería civil, medio ambiente y arquitectura en la Universidad de Colorado, Boulder, EE.UU. Un asistente de investigación graduado contribuyó a la investigación

La Fundación ACI comparte la visión del ACI de un futuro en el que todos dispongan de los conocimientos necesarios para utilizar el concreto de forma efectiva para satisfacer las demandas de un mundo cambiante. Para apoyar esta visión compartida, la misión de la Fundación es realizar inversiones estratégicas en ideas, investigación y personas para crear el futuro de la industria del concreto.

“Invertir en las ‘personas’ es un aspecto fundamental de la misión, e impulsa los esfuerzos del CRC para conceder al menos dos apoyos económicos anuales a proyectos dirigidos por un profesor asociado o adjunto u otro tipo de docentes que inician su carrera”, según Sulapha Peethamparan, presidenta del CRC. “Esto nos permite asegurarnos de estar ayudando al fomento y desarrollo de las futuras generaciones de investigadores del concreto”.

Los apoyos también limitan al 15% el financiamiento de los gastos indirectos de las organizaciones de investigación. Así se garantiza que los fondos se destinen a las personas y actividades implicadas en un proyecto y no a los gastos generales de la organización.

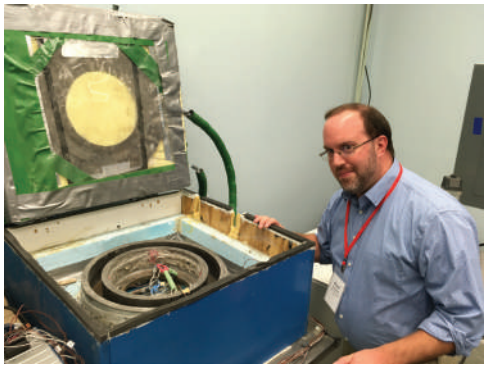
"Recibir los fondos necesarios para llevar a cabo investigaciones ayuda a jóvenes profesionistas como nosotros a contribuir al mundo académico y a la industria, y esos proyectos de investigación son magníficos puntos a tener en cuenta a la hora de solicitar la permanencia en el puesto", dijo Hedegaard. "Además, gran parte del dinero del subsidio CRC que recibimos se utilizó para financiar los gastos de matriculación de nuestro estudiante y otras necesidades relacionadas con el proyecto. Nuestro estudiante era importante para el proyecto porque ayudó a desarrollar el modelo, además de hacer todos los cálculos numéricos y el trabajo con MATLAB."

Ventajas recíprocas de la participación de la industria

"Nuestro panel asesor de la industria fue muy útil en cuanto a la lluvia de ideas de los modelos propuestos", dijo Hedegaard. "Teníamos ingenieros de construcción, ingenieros de puentes y una distribución de personas que habían realizado ensayos de flujo plástico y contracción".

El grupo asesor del proyecto estaba formado por representantes de FIGG Bridge Group; Meyer Borgman Johnson (MBJ); MJ2 Consulting; Skidmore, Owings & Merrill (SOM); Wiss, Janney, Elstner Associates (WJE); y WSP USA. El diálogo permanente entre los investigadores y los miembros del panel orientó el concepto de un modelo que incorpora la interconexión del flujo plástico y la contracción.

"Matt D'Ambrosia, de MJ2 Consulting, sacó a relucir el hecho de que los distintos tipos de flujo plástico y de contracción no se producen por separado. Están conectados de alguna manera porque todo se reduce a lo que ocurre con el agua en el concreto. Considerar estas relaciones entre los fenómenos del flujo plástico y la contracción es una de las razones por las que el modelo funciona muy bien en comparación con las bases de datos. Es un gran paso adelante para nuestra industria, espero", explicó Hedegaard. Los miembros del grupo también aportaron sus opiniones sobre lo



Brock Hedegaard comprueba un ensayo de retracción del concreto con doble anillo en el laboratorio del Centro de Investigación de Autopistas Turner-Fairbank en McLean, VA, EE.UU. (foto cortesía de Brock Hedegaard).

que les gustaría ver en un documento de diseño, lo cual fue beneficioso tanto para los investigadores como para las empresas implicadas, dijo Hedegaard. Dado que el modelo se ajusta a las mejores prácticas del sector en los casos en que tiene sentido hacerlo, resulta útil tanto para predicciones teóricas como para aplicaciones prácticas en el mundo real.

El avance de la industria del concreto

Durante la duración del proyecto, los resultados se presentaron en las sesiones técnicas de temas abiertos de la convención del ACI y en las reuniones ordinarias del Comité ACI 209. Roman Wan-Wendner, presidente del Subcomité ACI 209-D y vicepresidente del Comité ACI 209, actuó como enlace entre el equipo del proyecto, el panel asesor y el Comité 209.

"El proyecto fue un proceso positivo y divertido", dijo Hedegaard. "Hubo mucho intercambio de ideas y mucho pensamiento creativo desde múltiples ángulos y perspectivas. Al final conseguimos un modelo que se ajusta muy bien a la base de datos, pero que también es una herramienta que puedes llevar y utilizar en tu oficina de diseño".

En mayo de 2023 se publicó un manuscrito que documenta el modelo calibrado en la revista ACI Materials Journal[4]. El modelo también se presentará al Comité ACI 209 para su incorporación al ACI PRC-209.2. Además, aparecerá en dos informes previstos del Comité 209 que documentan el análisis estructural en función del tiempo mediante métodos integrales tradicionales o métodos modernos de tipo tasa. Se espera que

el modelo, que facilita ambos métodos, constituya la base de una sólida guía de diseño en ambos documentos.

La Fundación ACI espera financiar futuras investigaciones e innovaciones que aporten soluciones a las necesidades de la industria, afirmó Masek. Las organizaciones pueden contribuir a los esfuerzos de la Fundación y apoyar la investigación y los avances tecnológicos relacionados con el concreto aportando sus conocimientos, experiencia y donaciones. Para más información, visite www.acifoundation.org/giving.

Referencias

1. ACI Committee 209, "Guide for Modeling and Calculating Shrinkage and Creep in Hardened Concrete (ACI PRC-209.2-08)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2008, 45 pp.
2. ACI Committee 209, "Report on Factors Affecting Shrinkage and Creep of Hardened Concrete (ACI PRC-209.1-05)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2005, 12 pp.
3. ACI Committee 209, "Prediction of Creep, Shrinkage, and Temperature Effects in Concrete Structures (ACI PRC-209-92) (Reapproved 2008)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1992, 47 pp.
4. Hedegaard, B.D.; Clement, T.J.; and Hubler, M.H., "Coupled Pore Relative Humidity Model for Concrete Shrinkage and Creep," ACI Materials Journal, V. 120, No. 3, May 2023, pp. 103-116.

Victoria (Vikki) K. Sicaras es Directora de Cuentas de la Advancing Organizational Excellence (AOE), una filial del ACI que presta servicios de consultoría en marketing y gestión de asociaciones. Cuenta con más de 20 años de experiencia en redacción y edición para las principales editoriales del sector de la construcción, con especial atención a la construcción con concreto.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de México Noreste

Título: Una nueva forma de predecir el flujo plástico y la contracción

Traductora:
Lic. Iliana M. Garza Gutiérrez

Revisor Técnico:
Dr. Jorge Maurilio Rivera Torres

ARTÍCULO

6 SEIS

Preguntas y Respuestas

Las preguntas de esta columna fueron formuladas por usuarios de los documentos de ACI y han sido respondidas por el personal de ACI o por un miembro o miembros de los comités técnicos de ACI. Las respuestas no representan la posición oficial de un comité de ACI. Los comentarios deben enviarse a keith.tosolt@concrete.org.

Despreciar el factor tamaño-efecto para resistencia al corte unidireccional en cimentaciones aisladas y combinadas.

P *Estoy buscando una explicación para sección 13.2.6.2 of ACI 318-19, el mismo que indica: Para zapatas superficiales en una dirección, o zapatas combinadas de dos direcciones y cimientos de losa, está permitido descuidar el factor de efecto de tamaño especificado en 22.5 para resistencia al corte en una dirección y 22.6 para resistencia al corte en dos direcciones.[1]"*

Me gustaría saber por qué se puede despreciar el factor tamaño efecto para la verificación de corte unidireccional en cimentaciones aisladas y combinadas. Además, ¿se pueden tratar los encepados de pilotes de la misma manera que los cimientos aislados?

R ACI 318-19 permite al profesional con licencia ignorar el efecto de tamaño de cimentaciones unidireccionales superficiales, las zapatas combinadas bidireccionales y las cimentaciones tipo losa. Esta excepción se agregó a las disposiciones introducidas en ACI 31814[2] porque:

- No se han observado fallas atribuidos al efecto tamaño en estos tipos de fundaciones; y
- Los miembros profundos de cimentaciones de concreto en contacto directo con el suelo y soportados por él tienden a beneficiarse de la redistribución de las presiones del suelo, induciendo a menudo mecanismos de transferencia de carga que involucran puntales y mecanismos de arco en lugar de la acción de vigas.

La situación de los encepados no es trivial y requiere el juicio de un profesional de diseño autorizado por las siguientes razones. En general, el código trata los encepados de pilotes como componentes de cimentaciones profundas. Por lo tanto, no debería procederse con la aplicación directa de la exención para cimentaciones poco profundas de la Sección 13.2.6.2. Cuando no se diseña utilizando el método de puntal y tirante, la Sección 13.4.6 exige que los encepados de pilotes unidireccionales se diseñen de acuerdo con la Sección 22.5 para corte en una dirección, y los encepados de pilotes en dos direcciones de acuerdo con la Sección 22.6 para corte en dos direcciones, en función de las características geométricas del encepado en relación con el tamaño y disposición de los pilotes que lo soportan. Ambas Secciones 22.5 y 22.6 incluyen el efecto del tamaño en la formulación de la resistencia al corte del concreto. Se puede invocar la exención por efecto de tamaño de la Sección 13.2.6.2 si se demuestra que el encepado se comporta como un miembro de cimentación poco profundo, beneficiándose del contacto directo con el suelo debajo de él.

Referencias

1. Comité ACI 318, “Requisitos del código de construcción para estructuras Concreto (ACI 31819) y comentario (ACI 318R19)”, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019, 623 págs.
2. Comité ACI 318, “Requisitos del código de construcción para estructuras Concreto (ACI 31814) y comentario (ACI 318R14)”, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 519 págs.

Fraguado húmedo del refuerzo.

P ACI 318-05, Sección 7.5.1 muy claramente indica que no se permite el pegado húmedo de barras de refuerzo:

“El refuerzo, incluyendo los tensores deben colocarse con precisión y soportarse adecuadamente antes de colocar el concreto, y deben asegurarse contra desplazamiento dentro de las tolerancias permitidas en 7.5.2.”[1]

Actualmente estoy deliberando con un contratista sobre la Sección 26.6.2.2 de ACI 318-19[2]*, ya que no está tan claro que requiera que las barras se aseguren antes de colocar el concreto. Los trabajadores de la construcción pegaron en húmedo los pasadores de mampostería para muros de corte en la parte superior de los muros de cimientos y luego los hicieron vibrar alrededor de ellos".*

¿Alguna orientación sobre este asunto? ¿Es el pegado húmedo de barras de refuerzo una práctica aceptable?

R La restricción en ACI 318-05, Sección 7.5.1, sobre refuerzo de soporte adecuado antes de la colocación de hormigón ya no está incluida en Sección 26.6.2.2 de ACI 318-19.

En cambio, la Sección de Comentario R26.6.2.2(a) establece: "El refuerzo, incluidas las barras agrupadas, debe estar adecuadamente apoyadas en los encofrados para evitar el desplazamiento por la colocación de concreto o por los refuerzos, el comité reconoce que esto puede ser necesario en algunos casos. Por lo tanto, se recomienda apoyar el refuerzo antes del hormigonado.

El fraguado húmedo es más común en la construcción residencial. Por ejemplo, ACI 332.1R18, Guía para la construcción residencial con concreto, en la Sección 4.3.6.2 establece que: “A menos que lo prohíba el código local, las clavijas pueden introducirse en el concreto fresco (también conocido como fraguado húmedo) inmediatamente después de consolidar el nivel final o pueden fijarse al encofrado antes de la colocación del concreto para mantener sus posiciones verticales y horizontales, así como su alineación.”[3]

Además, la Sección 8.2.2.1.2 de ACI 332-20, Requisitos del Código para Concreto Residencial, establece: “Una clavija vertical No. 4 se extenderá al menos 36 d_b en la pared y 6 pulgadas en la base a un máximo de 24 pulg. en el centro a lo largo de la base. Para facilitar el posicionamiento antes de la colocación del concreto, se permite clavar clavijas verticales en el nivel en la parte inferior de la zapata.”[4]

Por lo tanto, el fraguado húmedo del refuerzo se puede utilizar en construcción residencial siempre que se mantengan y respeten las tolerancias.

Referencias

1. Comité ACI 318, “Requisitos del código de construcción para estructuras Concreto (ACI 318-05) y comentario (ACI 318R19)”, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019, 623 págs.
2. Comité ACI 318, “Requisitos del código de construcción para estructuras Concreto (ACI 318-14) y comentario (ACI 318R14)”, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 519 págs.

3. Comité ACI 332, “Guía para la construcción residencial en concreto (ACI 332.1R18), Instituto Americano del Concreto, Farmington Hills, MI, 2018, 61 págs.
4. Comité ACI 332, “Requisitos del código para concreto residencial (ACI 332-20) y comentario”, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2020, 70 págs.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de Ecuador Centro y Sur

Título: Preguntas y Respuestas.
Despreciar el factor tamaño-efecto para resistencia al corte unidireccional en cimentaciones aisladas y combinadas, y Fraguado húmedo del refuerzo.

Traductor:
Cristian Vallejo Delgado
Candidato a Arquitecto.
Voluntario ACI Centro Sur Ecuador.

Revisor Técnico:
Ing. Santiago Velez Guayasamin
MSc DIC.

CONCRETO
LATINOAMÉRICA