

Actividades académicas

Dentro del programa del cincuenta aniversario de la fundación del Instituto de Ingeniería, Bozidar Stojadinovic, profesor asociado del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de California, en Berkeley, presentó dos conferencias: *Hybrid simulation at nees@berkeley* y *Bridge seismic evaluation using the PEER performance-based evaluation framework*, el 6 y 7 de junio.



En la primera conferencia expuso la simulación híbrida como método para investigar la respuesta de una estructura a una excitación que usa un modelo híbrido. Un modelo híbrido es una combinación de subestructuras consistentemente escaladas (*scaled*), físicas y numéricas, cuya respuesta a

La excitación es interpretada usando leyes de similitud. La Red para Simulación en Ingeniería Sísmica, NEES (Network for Earthquake Engineering Simulation) pone en práctica el método de simulación híbrido para investigar la respuesta sísmica de estructuras complejas.

El profesor Stojadinovic presentó la teoría detrás del método de simulación híbrida, referenciado a las leyes de similitud que gobiernan el diseño modelo, el cambio de información entre las subestructuras y los métodos para integrar las ecuaciones de movimiento del modelo híbrido. Explicó cómo se practica la simulación híbrida en NEES de Berkeley, usando los programas *OpenSees* y *OpenFresco*. Finalmente, mostró un ejemplo para investigar la respuesta sísmica de una estructura de marcos suspendidos mediante la simulación híbrida.

La segunda conferencia versó sobre la evaluación sísmica de puentes utilizando el método para evaluar marcos según su comportamiento del Centro de Investigación en Ingeniería Sísmica del Pacífico (PEER). Se refirió a desarrollos recientes en diseño y análisis de estructuras bajo carga sísmica que han llevado a un cambio de las estrategias de diseño prescritas en los códigos hacia estrategias probabilísticas basadas en el desempeño.

Los métodos probabilísticos toman en cuenta criterios de aceptación de desempeño bajo niveles de riesgo inciertos. El PEER desarrolló un marco probabilístico para diseño y evaluación con base en el desempeño, con el fin de lograr un enfoque de consistente seguridad para la toma de decisiones. El objetivo es permitir una evaluación totalmente probabilística del problema de ingeniería sísmica según el comportamiento, independientemente del tipo de estructura que esté siendo analizada, mediante la fragmentación del problema en partes más pequeñas y fáciles de caracterizar.

Bozidar Stojadinovic expuso el trabajo sobre evaluación del desempeño sísmico de puentes elevados de autopistas típicos de California.



El profesor Wallace habló sobre los muros de concreto reforzado que usualmente se utilizan para soportar la acción impuesta a edificios por fuerzas sísmicas. Para resistir tales acciones, los muros son proporcionados y detallados típicamente para ceder en flexión y sufrir deformaciones inelásticas a

flexión sin perder su capacidad de carga lateral o axial. Por ello, la capacidad de modelar el comportamiento cíclico de muros estructurales hasta el punto en que pierden su capacidad de carga axial es un aspecto importante en el diseño.

La presentación resumió una investigación reciente en la que modelos relativamente simples son capaces de capturar la fuerza lateral contra la respuesta de deformación de muros de concreto reforzado. Incluyó una comparación en síntesis entre modelos desarrollados para trabajar a flexión, cortante y con interacción suelo-estructura contra resultados experimentales. Para evaluar las fallas por carga axial y cortante, el modelo de fricción desarrollado para columnas es modificado y se usa para establecer la capacidad de los muros de concreto reforzado para apoyar cargas verticales después de la pérdida sustancial de la capacidad de carga lateral. Los resultados obtenidos con los modelos indican que la capacidad de carga axial de los muros de concreto reforzado es muy sensible al nivel de carga axial, así como al detalle proporcionado.

Al final de la presentación enfocó el diseño común y las tendencias de construcción para edificios altos que incorporan muros estructurales de concreto reforzado en California, incluyendo cuestiones de diseño para sistemas resistentes a fuerzas laterales y de gravedad.



El pasado 24 de mayo se llevó a cabo la conferencia *Behavior and modeling of reinforce concrete wall systems*, que impartió en la Torre de Ingeniería el profesor John Wallace, de la Universidad de California.

Durability assessment of concrete structures using Monte Carlo Simulation es el título de la conferencia que impartió el doctor Paul J Tikalsky director adjunto del Instituto de Transporte de Pensylvania y profesor de Ingeniería Civil en la Universidad del Estado de

Pensylvania en University Park, PA. Tikalsky es miembro del Consejo Directivo para el Instituto Americano del Concreto.



El doctor Tikalsky habló sobre la difusión del cloruro en el concreto dijo que es un factor significativo para predecir con mejor confiabilidad la expectativa de vida de una infraestructura. Esta investigación utilizó una simulación basada en el método de evaluación de confiabilidad para la predicción probable de la difusión de cloruro. Los datos fueron recolectados de mediciones *in situ* de penetración de

cloruro en más de 230 muestras de concreto tomadas de tableros de puentes en los Estados Unidos. Los puentes fueron construidos bajo las mismas especificaciones de diseño y construcción durante un período de 13 años y expuestos a sales de deshielo, así como ciclos ambientales normales. En la presentación ilustró mediante histogramas, las variaciones de los coeficientes de difusión y los espesores de recubrimiento de concreto en las muestras consideradas. La investigación usó la simulación de Monte Carlo y los resultados muestran que la iniciación de corrosión de la difusión puede ser retrasada considerablemente usando concretos diseñados con bajos coeficientes de difusión.



El 23 y 24 de mayo se llevó a cabo el Seminario sobre hidrología e hidrología urbana: Desarrollos recientes, organizado por Leonardo Cisneros del Instituto de Ingeniería, UNAM y en el que participaron Juan Carlos Bertoni de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina; Ximena Vargas de la Universidad de Chile y Nabil Mobayed de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Durante estos dos días se impartieron seis conferencias: *Estudios hidráulicos e hidrológicos para analizar el Sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México; Gestión del drenaje e inundaciones en áreas urbanas*



de América Latina: Enfoques clásico y sustentable; Pronóstico de crecidas en tiempo real; Efecto del cambio climático en el diseño de embalses; Sistema hidrológico distribuido para modelación y pronóstico en zonas urbanas y Medidas innovadoras en la gestión de inundaciones urbanas. El Seminario tuvo éxito pues los temas que se abordaron son de gran importancia para nuestro país.