

Innovation Shared at the ACI Foundation 2024 Technology Forum, Part 1

For over 25 years, the ACI Foundation has hosted Technology Forums to support ACI's expanding focus on advancing the concrete industry. These gatherings have been popular, innovation-focused educational and networking events featuring presentations by researchers, ACI committee representatives, and developers of new technologies for design, construction, and inspection. This article is the first of three articles that summarize the presentations made at the 2024 Technology Forum.

Recognizing that innovation takes on many forms, the ACI Foundation Concrete Innovation Council has renamed its event. The **2025 Concrete Innovation Forum** will provide attendees with the opportunity to connect with others in the industry and learn about current trends, emerging technologies, new products, and other innovations. The event will also provide opportunities for attendees to build strategic relationships and expand their networks. Save the date and join us next year in Denver, CO, USA, at the Hotel Clio from August 12-14, 2025.

Instant Air Meter: Rapid Measurement of Air in Fresh Concrete

Presented by **Jed C. Wilbur, Engineer, Creare LLC**

Freezing-and-thawing durability of concrete is commonly assessed using two factors: the total air content and the mean spacing between air voids. However, standard methods for measuring these parameters are cumbersome and slow. Wilbur described the ongoing development of a handheld device capable of rapidly measuring parameters that can be correlated to air content and void size in fresh concrete. The project, initially funded through Small Business Innovation Research (SBIR) grants from the U.S. Department of Transportation, is expected to result in a handheld tool that will allow for frequent monitoring of air parameters at a cost competitive with existing approaches. Further, the development team has plans for integrating the core technology into a sensor suitable for in-drum measurements.

Termed the Instant Air Meter, the technology measures a concrete mixture's response to an impulse from a piston (Fig. 1). Intermediate-stage prototypes showed promising

results (Fig. 2), and an advanced prototype is now being evaluated at the National Concrete Pavement Technology Center at Iowa State University, Ames, IA, USA. Other prototypes are available for additional evaluation.

SoFi Stadium: Innovations in Structural Design Presented by Walter Eggers, Chief Bridge Engineer, Kiewit Corporation

SoFi Stadium is east of the Los Angeles International Airport, so designers placed the playing field 100 ft (305 m) below grade to reduce the building's roof height and avoid conflicts with the airport's approach flight paths. The large and complex structure is also close to an active fault. To minimize seismic accelerations, the stadium's seating bowl, the surrounding mechanically stabilized embankment (MSE), and the roof support structure were isolated (Fig. 3). Much of Eggers's presentation focused on the construction of the MSE and the "blade" columns of the roof support structure (Fig. 3 and 4).

The removal of material from the excavation, construction of the blade column foundations, and erection of the columns themselves were all on the critical path for the construction schedule. To minimize cost and schedule impacts, Kiewit proposed design changes that involved isolating the foundation from the embankment, the use of an MSE, precast concrete, segmental bridge technology, and extensive use of post-tensioning. Altogether, the systems used for the final construction allowed the stadium to be completed 18 months earlier than originally planned.

Next-Generation Assessment of Concrete Structures Using Artificial Intelligence Presented by Ali Khaloo, CEO, Aren, Inc.

Accurate condition assessment of in-service infrastructure systems is critical for system-wide prioritization decisions. Current protocols require lengthy inspections and expensive equipment to examine large systems. Furthermore, changes in inspection protocols over time can create discontinuities in the recording and understanding of the time history of a structure. While recent advancements in remote sensing technologies

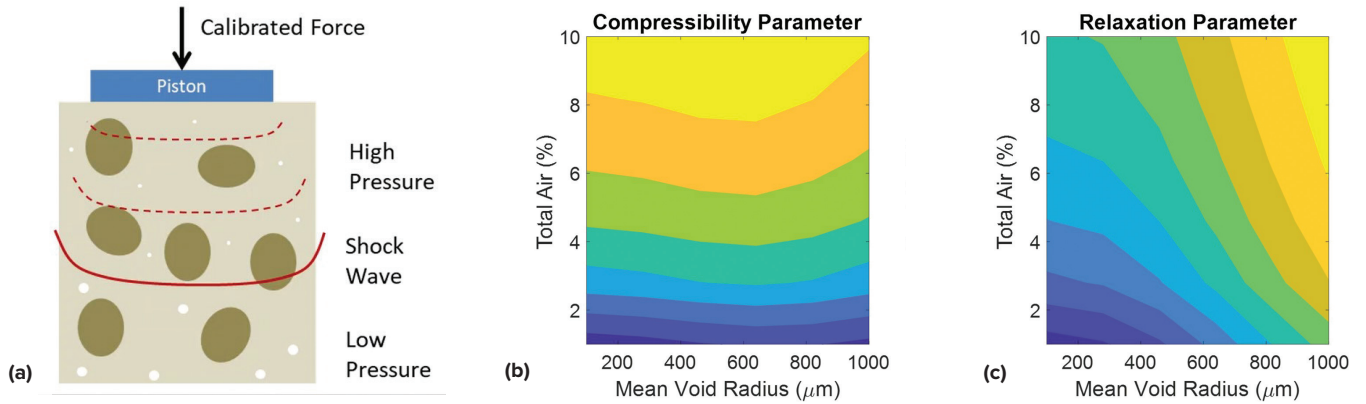


Fig. 1: The basis of the instant air meter: (a) a schematic illustration of the shock wave generated in the concrete by an impulse from a piston; (b) output from a numerical model showing that a compressibility parameter correlates well with the void fraction; and (c) output showing that a relaxation parameter correlates well with the void fraction and the mean void size

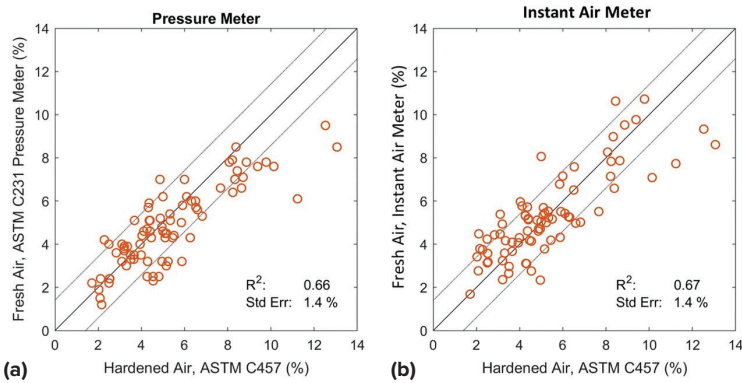


Fig. 2: As part of the SBIR study, tests conducted by researchers at Georgia Tech University showed that the device was capable of accurately measuring air content: (a) air content measured using a pressure meter per ASTM C231/C231M versus air content measured per ASTM C457/C457M; and (b) air content using Instant Air Meter versus air content measured per ASTM C457/C457M



Fig. 3: An aerial view of the construction of SoFi Stadium. The waffle pattern in the foreground is comprised of struts anchoring the blade columns in the soil outside of the MSE fill zone

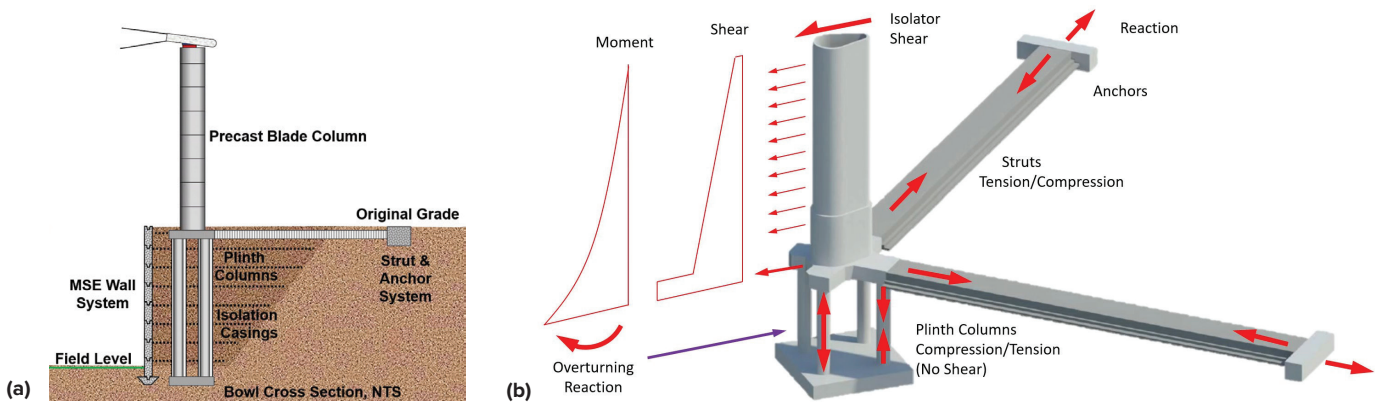


Fig. 4: Schematics of the MSE and blade columns of the roof support structure: (a) blade columns are supported by plinth columns, which were isolated from the MSE fill; and (b) a strut-and-anchor system is provided to transfer shear forces from the roof and blade column to the soil beyond the fill

(for example, autonomous drones) allow the capture of massive amounts of data, manual review of these data sets remains labor-intensive and does not provide explicit information on structural performance and health conditions. Khaloo introduced AREN, a software as a service (SaaS) solution for analyzing and leveraging data. Based on a unique combination of artificial intelligence (AI) and civil engineering knowledge, the software creates a highly detailed three-dimensional (3-D) model from many data sources, including photos, videos, infrared scans, acoustic scans, or LiDAR scans. It then identifies and quantifies damage, such as cracks, spalls, or efflorescence (Fig. 5). Because the data

can be collected and analyzed over time, the software also can identify changes and help owners develop maintenance programs (Fig. 6). Case studies were provided to demonstrate the effectiveness of this new approach.

Improving Sustainable Concrete Production Practices Using an On-Board Monitoring System of the Fresh Concrete Properties Presented by Pierre Siccardi, Product Analyst, Command Alkon (on behalf of Marc Jolin)

Siccardi summarized research activities centered on a sensor designed to be mounted in the drum of a concrete

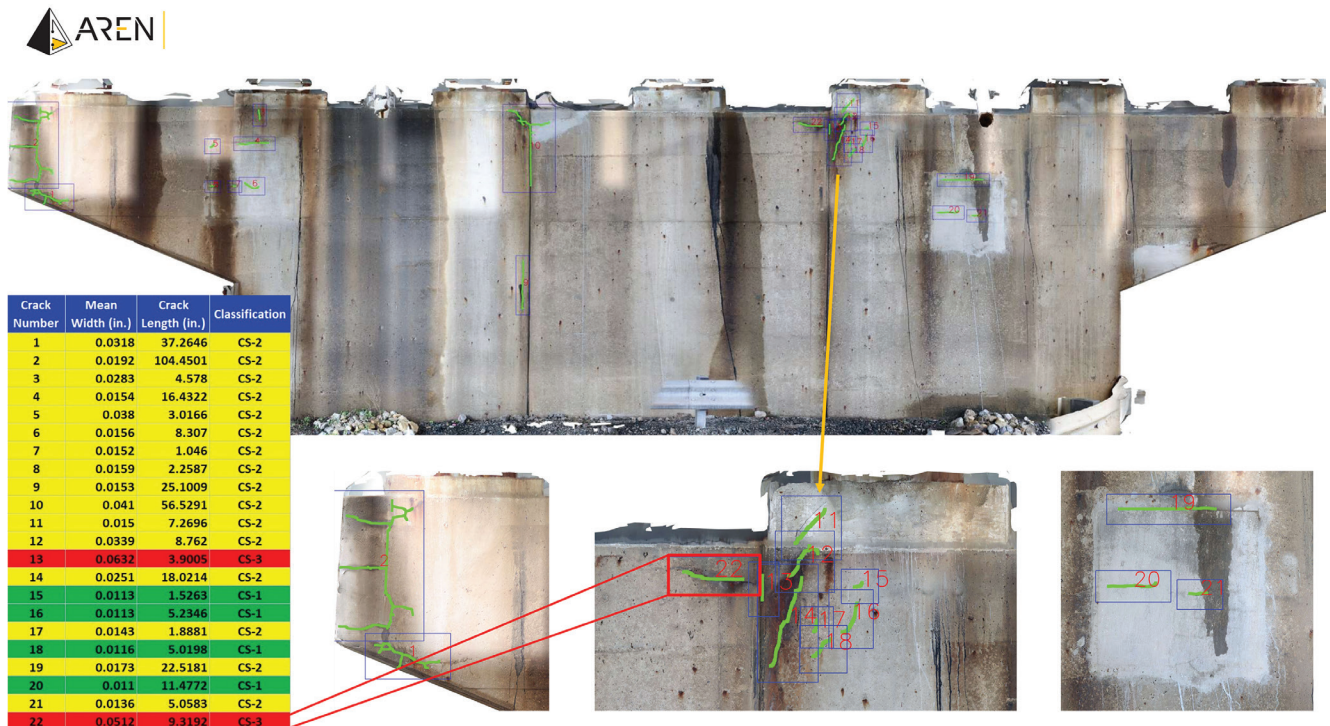


Fig. 5: The AI in AREN identifies and quantifies damage. Because it creates a 3-D model of an asset, double counting is avoided. Measurements are based on dimensional references at the site, so true length and width of cracks can be determined from pixel data. Damage can be classified using the condition states preferred by the owner (in this case, the cracks are classified per AASHTO condition states)

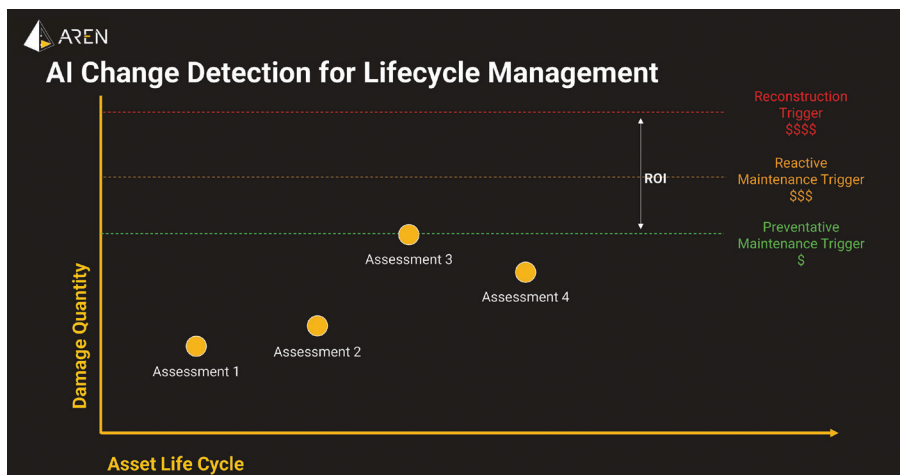


Fig. 6: By collecting and assessing asset conditions over time, preventive maintenance, rather than reactive maintenance, can be implemented

truck (Fig. 7) to measure the homogeneity and rheological properties of concrete in real time (Fig. 8(a)). Additional sensors can monitor air content (Fig. 8(b)), and sensors for evaluating density are in development. Siccardi summarized recent research efforts and field evaluations, including data showing that such sensors can be used to determine if mixing is complete. Both Fig. 8(a) and (b) show that fresh concrete properties, including slump and air content, are evolving during every stage of concrete production and delivery and are affected by mixing history and adjustments. Such evolution of air and slump cannot be identified by standard test methods. He also introduced

a new 5-year research project supported by a broad spectrum of industry participants. This project's objectives include exploring the application of onboard sensor technologies to develop more sustainable practices and improve concrete quality, recognizing that new binders and recycled aggregates are seeing increasing use. Lastly, he discussed ongoing work on recognizing onboard sensor technologies in standards and reports, with the goal of enabling adoption by the industry. Examples include a state-of-the-art report being developed by ACI Subcommittee 304-G, In-Transit Ready-Mix Concrete Monitoring.

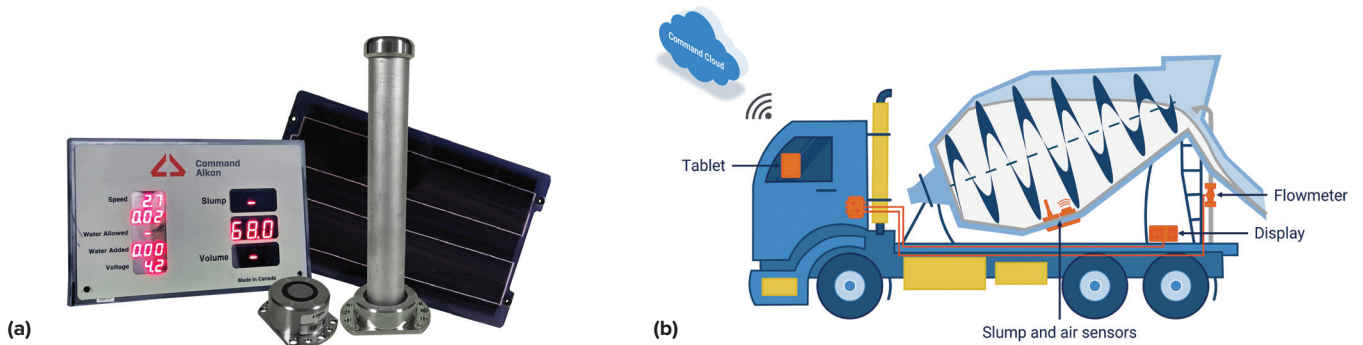


Fig. 7: A sensor mounted in the drum of a concrete truck is subjected to shear and bending forces as the sensor is moved through the concrete: (a) a view of the sensor kit, including the sensor unit, solar panel, and display unit; and (b) schematic representation of the sensor and display mounted on a truck (data from the unit can be uploaded in real time to a cloud server) (figures courtesy of Command Alkon)

Real-time Data Management



- Drum Direction and Rotational Speed
- Production Status
- Slump
- Water Addition
- Temperature
- Mixing Turn Count
- Volume of Concrete
- Etc.

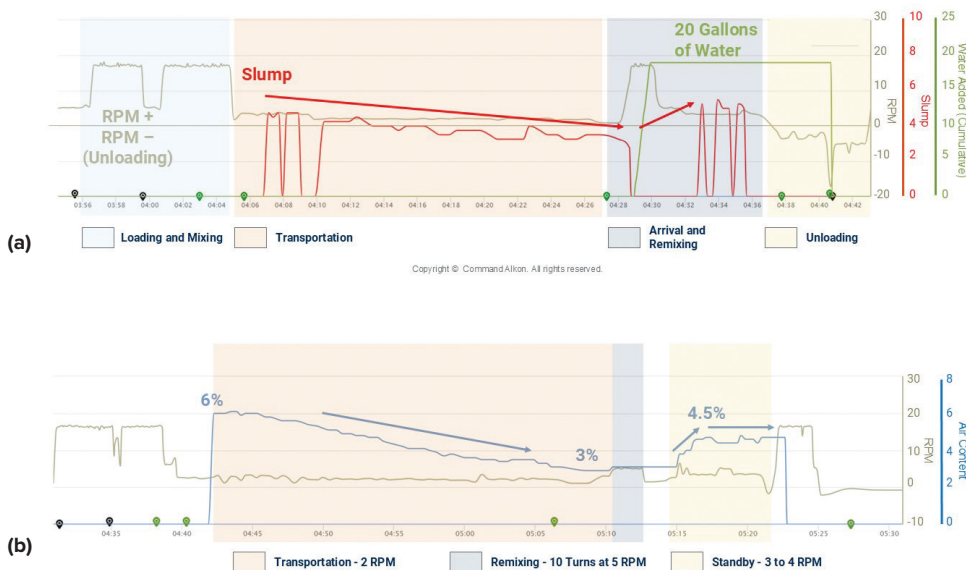


Fig. 8: Real-time collection of data shows that slump and air content vary with time, water additions, and drum speed: (a) slump data; and (b) air content data (figures courtesy of Command Alkon)

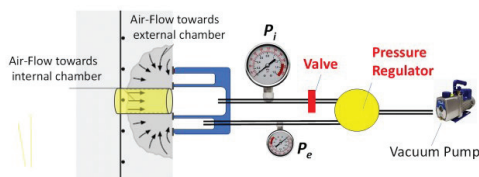
Why Durability Needs to Be Assessed on Site and How?

Presented by Roberto Juan Torrent, Technical Director, Materials Advanced Services Ltd.

The durability performance of reinforced concrete structures depends on the resistance offered by the near-surface concrete layers against aggressive agents, such as carbon dioxide (CO₂), chlorides, and sulfates. The quality of these outer layers is very sensitive to the way concrete is processed at the jobsite. Therefore, when measured with standard tests on laboratory specimens cast and moist-cured under near-ideal conditions, the surface quality is usually better than that obtained on the real structure. Hence, durability tests conducted on laboratory specimens can be considered to reflect the potential quality of a given concrete mixture. The true quality of the constructed product can only be assessed through suitable nondestructive durability tests applied directly on the structure or through standard laboratory tests applied on samples obtained by core drilling.

Torrent discussed a test method he developed, the double-chamber vacuum cell test (Fig. 9). While this method has been standardized in Switzerland, Japan, Argentina, and Peru, it remains relatively unknown in the United States. The test method measures the coefficient of air-permeability of concrete kT , a coefficient which correlates well with other durability lab tests, such as the rapid chloride permeability test and the test for water penetration under pressure (Fig. 10, built with data from a large variety of sources). Relevant applications, as well as the rationale for having the test method standardized by ASTM International, were addressed.

The document cited in Fig. 9 is Torrent, R.J.; Neves, R.D.; and Imamoto, K., *Concrete Permeability and Durability Performance – From Theory to Field Applications*, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2022, 550 pp.



1. Vacuum pump acts on both chambers during $t_0 = 60$ s \rightarrow cell is fixed onto the concrete surface



2. Pressure Regulator keeps permanently $P_e \approx P_i$ ensuring controlled cylindrical flow of air into internal chamber \rightarrow Modeling:

$$kT = \left(\frac{V_c}{A} \right)^2 \frac{\mu}{2 \cdot \varepsilon \cdot P_a} \left[\frac{\ln \left(\frac{P_a + \Delta P}{P_a - \Delta P} \right)}{\sqrt{t_f} - \sqrt{t_0}} \right]^2$$

kT = coefficient of air-permeability (m²)

[Torrent, Neves & Imamoto, 2022]

Fig. 9: The double-chamber vacuum cell test is designed to ensure airflow through the concrete cover is within a controlled cylindrical region, allowing reliable determination of the coefficient of air permeability kT

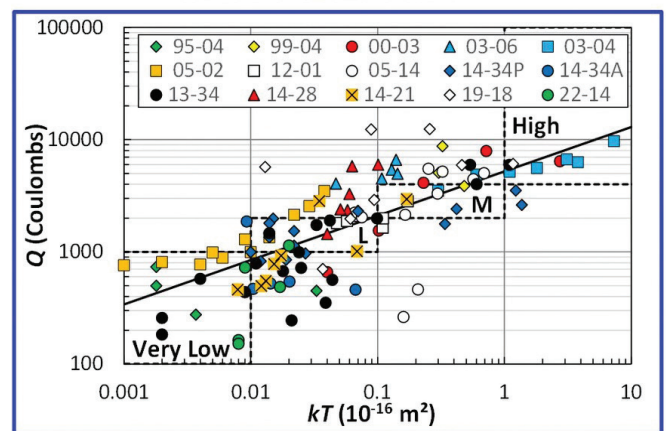
Current Landscape of Low-Carbon Concrete Materials

Presented by Dean Frank, Executive Director, NEU

Frank provided an update on NEU: An ACI Center of Excellence for Carbon Neutral Concrete, and the survey NEU is administering to identify companies offering materials and technologies intended to reduce the embodied carbon of cement and concrete.

Initially, the survey was sent to 50 companies that were known to be producing materials. In Part A of the survey, companies were asked to describe their production methodology, environmental claims, and specifications pertaining to their materials. In Part B, they were asked to estimate their future production and in which regions their product will be marketed. They also were asked to describe their challenges. The survey had a high response rate (Fig. 11). A snapshot of the results shows that more than half of the respondents currently have products available. However, about 40% of the respondents indicated they are working to resolve variability issues associated with raw materials. At the conclusion of his presentation, Frank introduced a panel comprising startups involved in the production or assessment of low-carbon materials.

ASTM C1202: 'RCPT'



EN 12390-8: Water penetration under pressure

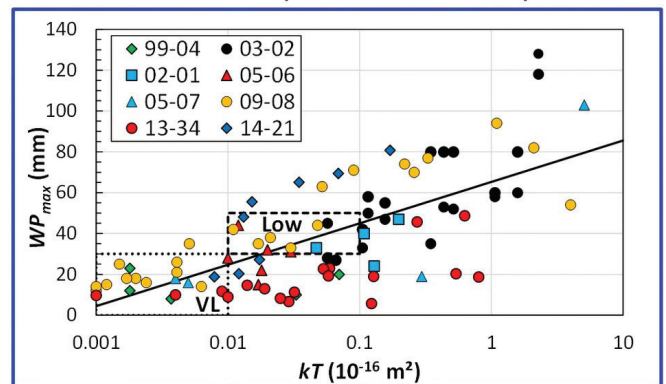


Fig. 10: The kT data correlates well with data obtained using ASTM C1202 as well as EN 12390-8



Fig. 11: Logos of the ACI Foundation, NEU, and the 48 companies that responded to NEU's survey

IN-LB Inch-Pound Units

An ACI Standard


Building Code Requirements
for Structural Concrete
Reinforced with Glass Fiber-
Reinforced Polymer (GFRP)
Bars—Code and Commentary

Reported by ACI Committee 440

ACI CODE-440.11-22 is the first comprehensive building code covering the use of nonmetallic, GFRP reinforcing bars in structural concrete applications.

The code provides minimum requirements for the materials, design, and detailing of structural concrete buildings and, where applicable, nonbuilding structures reinforced with GFRP bars that conform to the requirements of ASTM D7957/D7957M-22.

ACI CODE-440.11-22



To learn more or purchase, visit concrete.org/store.

American Concrete Institute
Always advancing

02

Foro De Tecnología, Parte 1: Información Compartida por la “Fundación ACI” 2024

Por más de 25 años, la “Fundación ACI” ha organizado Foros de Tecnología para apoyar el enfoque en expansión que tiene el ACI en cuanto al avance de la industria del concreto. Estos encuentros han sido eventos educativos y de networking enfocados en la innovación, que presentan ponencias de investigadores, representantes de los comités del ACI y desarrolladores de nuevas tecnologías para el diseño, construcción e inspección. Este artículo es el primero de tres que resumen las presentaciones realizadas en el Foro de Tecnología 2024.

Reconociendo que la innovación toma muchas formas, el Consejo de Innovación en Concreto de la “Fundación ACI” ha renombrado su evento. **El Foro de Innovación en Concreto 2025** brindará a los asistentes la oportunidad de conectarse con otros en la industria y aprender sobre las tendencias actuales, tecnologías emergentes, nuevos productos y otras innovaciones. El evento también proporcionará oportunidades para que los asistentes construyan relaciones estratégicas y amplíen sus redes. Reserve la fecha y únase a nosotros el próximo año en Denver, CO, EE. UU., en el Hotel Clio del 12 al 14 de agosto de 2025.

Medidor Instantáneo de contenido de Aire: Medición Rápida del contenido de Aire en Concreto Fresco.

Presentado por el Ingeniero Jed C. Wilbur, Creare LLC

La durabilidad del concreto frente a ciclos de hielo y deshielo se evalúa comúnmente utilizando dos factores: el contenido total de aire (y) el espaciado promedio entre vacíos de aire. Sin embargo, los métodos estándar para medir estos parámetros son engorrosos y lentos. Wilbur describió el avance que a la fecha tiene en el desarrollo de un dispositivo portátil capaz de medir rápidamente parámetros que se pueden correlacionar con el contenido de aire y el tamaño de los vacíos en concreto fresco. El proyecto,

inicialmente financiado a través de subvenciones de Investigación en Innovación de Pequeñas Empresas (SBIR) del Departamento de Transporte de los EE. UU., se espera que resulte en una herramienta portátil que permitirá un monitoreo frecuente de los parámetros de aire, a un costo competitivo respecto a los procedimientos existentes. Además, el equipo de desarrollo tiene planes para integrar esta tecnología central en un sensor adecuado para realizar las mediciones en el tambor de las mezcladoras.

Denominado Medidor Instantáneo de Aire, la tecnología mide la respuesta de una mezcla de concreto al impulso de un pistón (Fig. 1). Los prototipos creados en esta etapa intermedia de desarrollo mostraron resultados prometedores (Fig. 2), y ahora se está evaluando un prototipo avanzado en el Centro Nacional de Tecnología de Pavimentos de Concreto en la Universidad Estatal de Iowa, Ames, IA, EE. UU. Otros prototipos están disponibles para evaluaciones adicionales.

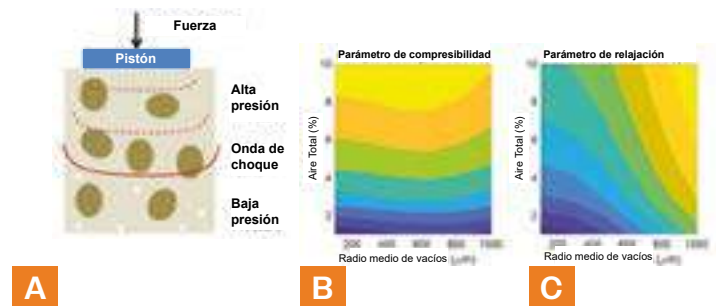


Fig. 1: La base del medidor de aire instantáneo: (a) Una ilustración esquemática de la onda de choque generada en el concreto por un impulso de un pistón. (b) Resultado de un modelo numérico que muestra que un parámetro de compresibilidad se correlaciona bien con la fracción de vacíos. (c) Resultado que muestra que un parámetro de relajación se correlaciona bien con la fracción de vacíos y el tamaño promedio de los vacíos.

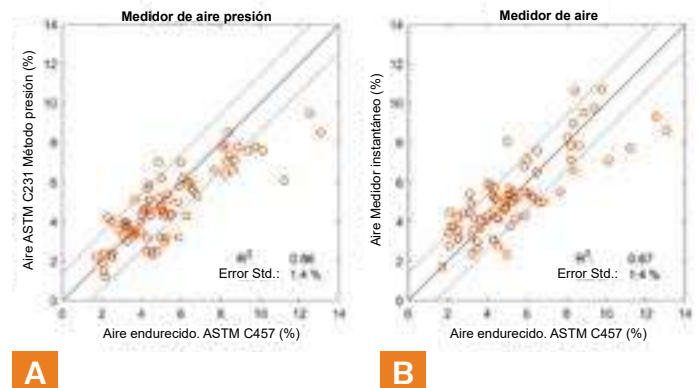


Fig. 2: Como parte del estudio SBIR, las pruebas realizadas por investigadores de la Universidad de Georgia Tech demostraron que el dispositivo podía medir con precisión el contenido de aire: (a) Contenido de aire medido utilizando un medidor de presión según ASTM C231/C231M frente al contenido de aire medido según ASTM C457/C457M. (b) Contenido de aire medido usando el Medidor de Aire Instantáneo frente al contenido de aire medido según ASTM C457/C457M.

Estadio SoFi: Innovaciones en Diseño Estructural

Presentado por Walter Eggers, Ingeniero en Jefe de Puentes, Kiewit Corporation

El estadio SoFi está ubicado al este del Aeropuerto Internacional de Los Ángeles, por lo que los diseñadores colocaron el campo de juego a 100 pies (30.5 m) bajo el nivel del suelo para reducir la altura final del techo del edificio y evitar conflictos con las trayectorias de aproximación del aeropuerto. La estructura, grande y compleja, también está cerca de una falla activa. Para minimizar las aceleraciones sísmicas, se aislaron el área de asientos del estadio, el terraplén circundante estabilizado mecánicamente (MSE) y la estructura de soporte del techo (Fig. 3). Gran parte de la presentación de Eggers se centró en la construcción del MSE y las columnas tipo “hoja” de la estructura de soporte del techo (Fig. 3 y 4).

La remoción del material de excavación, la construcción de los cimientos de las columnas tipo “hoja” y la erección de las columnas formaron parte de la ruta crítica del cronograma de construcción. Para minimizar costos y retrasos, Kiewit propuso cambios en el diseño que involucraban aislar los cimientos del terraplén, el uso de MSE, tecnología de puentes segmentales prefabricados y un extenso uso de postensado. En conjunto, los sistemas utilizados para la construcción final permitieron que el estadio se completara 18 meses antes de lo planeado originalmente.



Fig. 3: Vista aérea de la construcción del Estadio SoFi. El patrón en forma de rejilla visible en el primer plano está compuesto por puntales que anclan las columnas tipo hoja al suelo fuera de la zona de relleno del MSE.

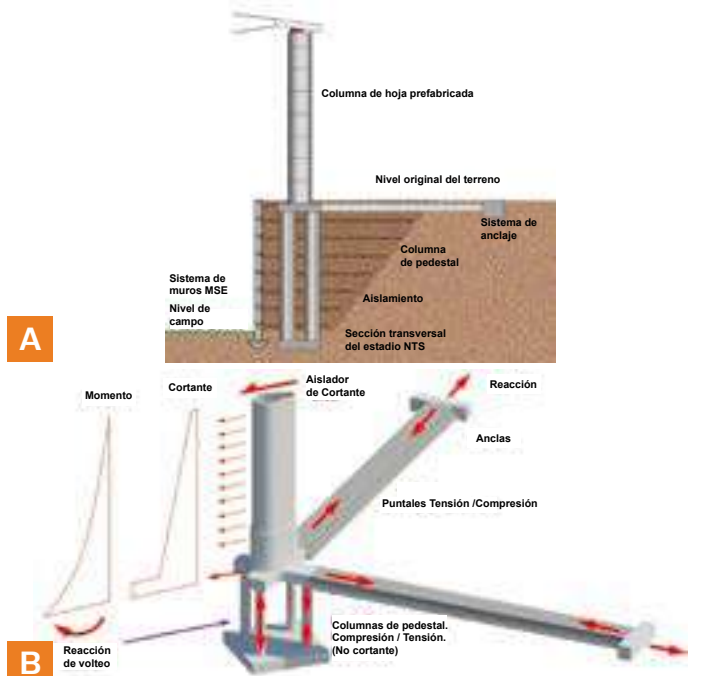


Fig. 4: Esquemas del MSE y las columnas de hoja de la estructura de soporte del techo: (a) Las columnas de hoja están soportadas por columnas de pedestal, que están aisladas del relleno del MSE. (b) Un sistema de puntal y anclaje transfiere las fuerzas cortantes desde el techo y las columnas de hoja hacia el suelo más allá del relleno.

Evaluación de Próxima Generación de Estructuras de Concreto Usando Inteligencia Artificial

Presentado por Ali Khaloo, CEO, Aren, Inc.

Una evaluación precisa de las condiciones de los sistemas de infraestructura en servicio es crucial para la toma de decisiones y de su priorización a nivel del sistema. Los protocolos actuales requieren inspecciones extensas y equipos costosos para examinar sistemas grandes. Además, los cambios en los protocolos de inspección a lo largo del tiempo pueden crear discontinuidades en el registro y la comprensión del historial de una estructura. Si bien los avances recientes en tecnologías de detección remota (por ejemplo, drones autónomos) permiten capturar grandes cantidades de datos, la revisión manual de estos conjuntos de datos sigue siendo laboriosa y no proporciona información explícita sobre el desempeño y las condiciones de salud estructural. Khaloo presentó a AREN, una solución de software como servicio (SaaS por sus siglas en inglés) para analizar y aprovechar datos.

Basado en una combinación única de inteligencia artificial (IA) y conocimientos de ingeniería civil, el software crea un modelo tridimensional (3D) detallado a partir de muchas fuentes de datos, incluidos fotos, videos, escaneos infrarrojos, escaneos acústicos o escaneos LiDAR. El software

luego identifica y cuantifica los daños como agrietamientos, desconchamientos y eflorescencias (Fig 5). Debido a que los datos pueden recopilarse y analizarse a través del tiempo, el software también puede identificar cambios y ayudar a propietarios a desarrollar programas de mantenimiento. (Fig 6).

Se proporcionaron casos de estudio para demostrar la efectividad de este nuevo procedimiento.

Mejorando Prácticas Sostenibles en la Producción de Concreto Usando un Sistema de Monitoreo Integrado de las Propiedades del Concreto Fresco

Presentado por Pierre Siccardi, Analista de Productos, Command Alkon (en representación de Marc Jolin)

Siccardi resumió las actividades de investigación centradas en un sensor diseñado para ser montado en el tambor de un camión mezclador de concreto (Fig. 7) con el propósito de medir en tiempo real la homogeneidad y las propiedades reológicas del concreto (Fig. 8(a)). Sensores adicionales pueden monitorear el contenido de aire (Fig. 8(b)), y se están desarrollando sensores para evaluar su densidad. Siccardi presentó los esfuerzos recientes de investigación y las evaluaciones de campo, mostrando datos que indican que estos sensores pueden usarse para determinar si el mezclado está completo y uniforme. Las Figuras 8(a) y 8(b) muestran cómo las propiedades del concreto fresco, incluidos el asentamiento o revenimiento y el contenido de aire, evolucionan durante cada etapa de producción y entrega del concreto, siendo afectadas por la forma del mezclado y los ajustes realizados en el trayecto.

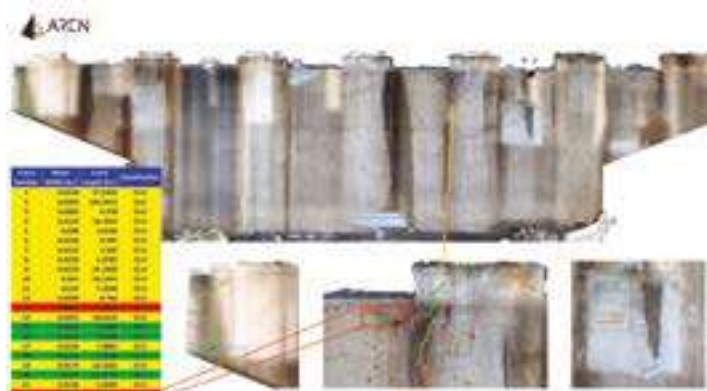


Fig. 5: La inteligencia artificial en AREN identifica y cuantifica daños. Como crea un modelo tridimensional (3-D) de un activo, se evita la doble contabilidad. Las mediciones se basan en referencias dimensionales en el sitio, por lo que la longitud y el ancho reales de las grietas pueden determinarse a partir de datos de píxeles. Los daños pueden clasificarse utilizando los estados de condición preferidos por el propietario (en este caso, las grietas están clasificadas según los estados de condición de la AASHTO).

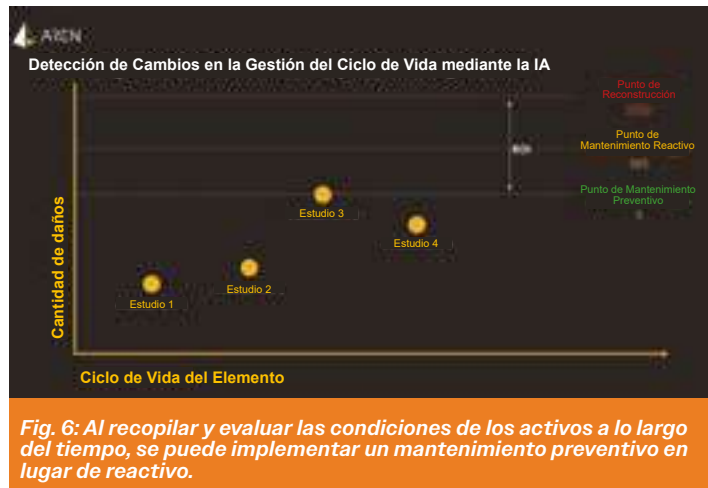


Fig. 6: Al recopilar y evaluar las condiciones de los activos a lo largo del tiempo, se puede implementar un mantenimiento preventivo en lugar de reactivo.

Esta evolución del aire y el revenimiento no puede identificarse con los métodos de prueba estándar. Siccardi también presentó un nuevo proyecto de investigación de 5 años respaldado por una amplia gama de participantes de la industria. Los objetivos de este proyecto incluyen explorar la aplicación de tecnologías de sensores integrados para desarrollar prácticas más sostenibles y mejorar la calidad del concreto, reconociendo que, cada vez más, se están utilizando nuevos aglutinantes y agregados reciclados. Por último, presentó el trabajo que se está realizando para incluir estas tecnologías de sensores en estándares e informes, con el objetivo de fomentar su adopción en la industria. Ejemplos incluyen un informe de última generación que está siendo desarrollado por el Subcomité ACI 304-G, Monitoreo de Concreto Mezclado en Tránsito.

¿Por qué la Durabilidad Necesita Evaluarse en el Sitio y Cómo Hacerlo?

Presentado por Roberto Juan Torrent, Director Técnico, Materials Advanced Services Ltd.

El desempeño por durabilidad de las estructuras de concreto reforzado depende de la resistencia que ofrecen las capas de concreto cercanas a la superficie frente a agentes agresivos como el dióxido de carbono (CO₂), los cloruros y los sulfatos. La calidad de estas capas externas es muy sensible al modo en que el concreto es procesado en el sitio de construcción. Por lo tanto, cuando se mide con pruebas estándar en especímenes de laboratorio moldeados y curados en condiciones casi ideales, la calidad superficial suele ser mejor que la obtenida en la estructura real. Por ello, las pruebas de durabilidad realizadas en especímenes de laboratorio pueden considerarse como un reflejo de la calidad potencial de una mezcla concreta. Sin embargo, la calidad real del producto colocado en la obra solo puede evaluarse mediante pruebas de durabilidad no destructivas

aplicadas directamente en la estructura o mediante pruebas estándar de laboratorio realizadas en muestras obtenidas mediante perforación.

Torrent presentó un método de prueba que desarrolló: la prueba de celda de vacío de doble cámara (Fig. 9). Mientras que este método ha sido estandarizado en Suiza, Japón, Argentina y Perú, sigue siendo relativamente desconocido en Estados Unidos. El método mide el coeficiente de permeabilidad al aire del concreto, kT , un coeficiente que muestra una buena correlación con otras pruebas de laboratorio sobre durabilidad, como la prueba de permeabilidad rápida al cloruro y la prueba de penetración de agua bajo presión (Fig. 10, elaborada con datos de diversas fuentes). Torrent también discutió aplicaciones relevantes y el razonamiento para buscar la estandarización de este método de prueba por ASTM International.

El documento que se cita en la fig 9 es Torrent, R.J.; Neves, R.D.; y Imamoto, K., *Comportamiento del concreto a la permeabilidad y durabilidad – De la teoría a la aplicación en campo*, CRC Press, Boca Raton, FL, EE.UU. 2022, 550 pp.

Panorama Actual de los Materiales de Concreto de Bajo Carbono

Presentado por Dean Frank, Director Ejecutivo, NEU

Frank proporcionó una actualización sobre NEU: Centro de Excelencia de ACI para Concreto Neutro en Carbono, y la encuesta que NEU está administrando para identificar empresas que ofrezcan materiales y tecnologías destinados a reducir el carbono incorporado del cemento y el concreto.

Inicialmente, la encuesta se envió a 50 empresas que eran conocidas por producir este tipo de materiales. En la Parte A de la encuesta, se pidió a las empresas que describieran su metodología de producción, declaraciones ambientales y especificaciones relacionadas con sus materiales. En la Parte B, se les pidió que estimaran su producción futura y las regiones donde comercializarían sus productos. También se les pidió que describieran sus desafíos y retos que enfrentan.

La encuesta tuvo una alta tasa de respuesta (Fig. 11). Una imagen instantánea de los resultados muestra que más de la mitad de los encuestados ya tienen productos disponibles. Sin embargo, alrededor del 40% de los encuestados indicó que están trabajando para resolver problemas de variabilidad asociados con las materias primas de sus productos. Al concluir su presentación, Frank presentó un panel compuesto por startups involucradas en la producción o evaluación de materiales de bajo carbono.

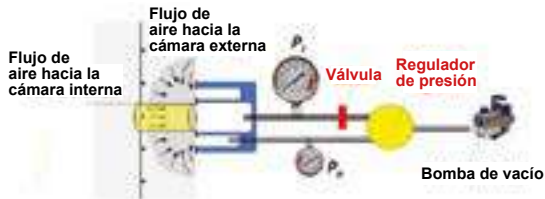


Administración de datos en tiempo real:

- Dirección y velocidad de rotación del tambor.
- Estatus de producción.
- Revenimiento o asentamiento
- Adición de agua
- Temperatura
- Número de vueltas.
- Volumen del concreto
- Etc.



Fig. 8: La recopilación de datos en tiempo real muestra que el asentamiento y el contenido de aire varían con el tiempo, las adiciones de agua y la velocidad del tambor: (a) Datos de asentamiento. (b) Datos de contenido de aire (Figuras cortesía de Command Alkon).



1. La bomba de vacío actúa en ambas cámaras durante $t_0 = 60$ s \rightarrow



La celda se fija a la superficie del concreto

2. El regulador de presión mantiene permanentemente $P_e = P_i$, asegurando un flujo cilíndrico controlado hacia la cámara interna \rightarrow Modelo

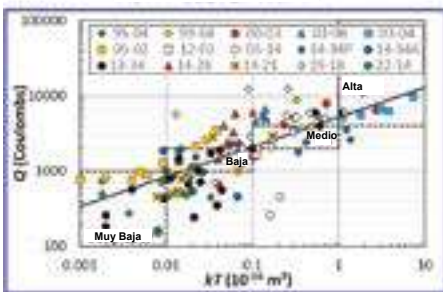
$$kT = \left(\frac{Q}{A}\right)^2 \frac{\mu}{2 \cdot \epsilon \cdot P_e} \ln \left(\frac{P_e + \Delta P}{P_e - \Delta P} \right)$$

kT = coeficiente de permeabilidad al aire (m^2)

[Domest, Navas & Serrano, 2022]

Fig. 9: La prueba de celda de vacío de doble cámara está diseñada para garantizar que el flujo de aire a través de la capa de concreto se mantenga dentro de una región cilíndrica controlada, lo que permite determinar de manera confiable el coeficiente de permeabilidad kT

ASTM C1202: 'Penetración Rápida de Ion Cloruro'



EN 12390-8: 'Penetración del Agua Bajo Presión'

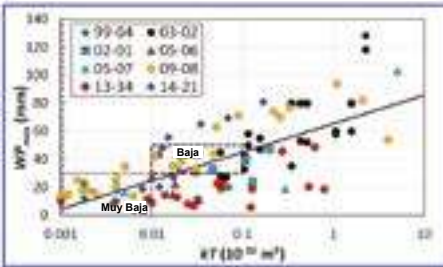


Fig. 10: Los valores de kT tienen buena correlación con datos obtenidos usando los métodos ASTM C1202 así como el EN 12390-8

Título original en inglés:
Innovation Shared at the
ACI Foundation 2024
Technology Forum, Part 1

La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo
Noreste de México



Traductor:
**Ing. José Lozano y
Ruy Sánchez**



Revisor Técnico:
**Dr. Lucio Guillermo
López Yopez**



Fig. 11: Logotipos de la fundación de ACI NEU así como de las 48 empresas que respondieron a la encuesta de NEU.