

Controls S.R.L., 20063 Cernusco s/N. (MI), Italia

## Ensayo Round Determinate Panel

Hoy en día es una práctica habitual disponer de un método fiable y coherente para la caracterización de los hormigones reforzados y proyectados reforzados con fibras. Los Round Determinate Panel (RDP) se ensayan mediante la aplicación de una carga en el central con control de desplazamiento y midiendo la resistencia en función de la deformación.

La industria de la construcción ha avanzado de forma importante durante las últimas dos décadas. El desarrollo de nuevas tecnologías en la ciencia de los materiales avanza rápidamente. El uso de tecnologías avanzadas en el diseño y construcción de edificios está permitiendo a los ingenieros estructurales llevar al hormigón hasta sus límites con el fin de satisfacer los requerimientos del diseño estructural.

El mundo está viendo nuevos edificios fabricados con hormigón y con un mejor aspecto. Las impresionantes altas y estilizadas formas que aumentan en número en Oriente Medio están guiando los nuevos avances de los que se que beneficiará la industria de la construcción en todo el mundo. Los hormigones de alta resistencia y alto rendimiento están obteniendo una

Modelo de 50-C1601/FR 300kN marco de una gran rigidez en la configuración de prueba conforme a ASTM c1550

### Ensayo de Carga Centrada en viguetas de Hormigones Reforzados con Fibras (HRF)

El ensayo de flexión en viguetas prismáticas de HRF se utiliza actualmente con frecuencia. El ensayo evalúa el rendimiento a la flexión de los parámetros de resistencia derivada del HRF en términos de área bajo la curva de carga/flecha obtenida mediante pruebas de una viga simple con 3 ó 4 puntos de carga.

La dureza da una indicación de la capacidad de absorción de energía de la muestra y su magnitud depende directamente de las características geométricas de la muestra de ensayo y el sistema de carga. La prueba de flexión puede ser representada por la carga contra la curva de desviación según la norma ASTM C1018/C1609 o carga contra el Desplazamiento de la Apertura de Rotura (CMOD) según EN 14651. En el primer caso el área bajo la curva carga-desplazamiento se calcula para varios valores de los desplazamientos

en la primera grieta, en el segundo caso, la resistencia a la flexión residual se evalúa para valores especificados de la apertura de rotura.

### Ensayo de Carga Central en losas de Hormigones Reforzados con Fibras (HRF)

Investigaciones recientes [7] en relación con las pruebas sobre las vigas, así como discos circulares con las mismas propiedades mecánicas y de contenido de fibras, han puesto de manifiesto que la alta dispersión generalmente presente en las pruebas de viga es causada por las pequeñas geometrías y áreas de la fractura que se utilizan en las pruebas y que representan en menor medida el comportamiento estructural real. Las estructuras reales se caracterizan por un alto grado de redundancia en la que el estrés puede producir la redistribución generando áreas de fractura mayor y menor dispersión.

Se necesitan muestras con mayores áreas de fractura para obtener un valor más realista de los ensayos de materiales HRF y se sugiere el uso de grandes vigas o muestras diferentes, tales como losas en los que se pueda producir una redistribución de estrés.

En ensayos de carga centrada en muestras cuadradas o circulares la absorción de energía se evalúa a través de los registros de la curva carga-deformación de hasta un valor estimado predefinido.

Generalmente, tanto con muestras de losa cuadradas como en circulares la deflexión es de aproximadamente 1 / 20 de la distancia vertical libre con el fin de generar una vía de grietas ancha lo que implica una deformación de gran energía.

Con el test de flexión en losas cuadradas (por ejemplo, EN 14488-5, UNI 10834) la muestra apoyada en un marco cuadrado rígido se carga a través de un bloque de acero cuadrado y con un valor de desplazamiento previamente establecido.

La norma ASTM c1550 propone una muestra de circular, llamada Round Determinate Panel (RDP) y este método se utiliza cada vez mas habitualmente. En él la muestra se apoya en pivotes simétricos de bola de cero y por lo tanto estáticamente determi-



Fig. 1: Modelo de 50-C1601/FR 300kN marco de una gran rigidez en la configuración de prueba conforme a ASTM c1550

nadas, el patrón de rotura es predecible y las propiedades post rotura de los materiales se determinan más fácilmente.

La consistencia del modo de rotura que se plantea a través de la utilización de los tres pivotes de colocación simétrica produce una baja variabilidad en la energía absorbida por un conjunto de paneles hasta una deflexión central determinada [5].

El rendimiento de las muestras se cuantifica en términos de la energía absorbida en el rango de post rotura entre el inicio de la carga y los valores seleccionados de la deflexión central. La carga se aplica a través de un pistón de acero hemisférico hasta el valor previsto de desplazamiento.

El uso de paneles circulares también elimina la herramienta que se requiere para preparar muestras con forma de viga de hormigón proyectado. Las dimensiones nominales del panel son de 75 mm de espesor y 800 mm de diámetro. El espesor se ha demostrado que influye fuertemente en el rendimiento del panel en esta prueba, mientras que las variaciones en el diámetro ejercen una influencia menor sobre el rendimiento [5]. El peso de una muestra circular no representa un problema en la mayoría de los sitios de construcción porque generalmente se dispone de equipos para mover objetos voluminosos. Teniendo en cuenta la fiabilidad de los Round Determinate Panels y la consiguiente reducción en el número de unidades requeridas por ensayo, el coste total de garantía de la calidad de las pruebas es significativamente menor cuando se basa en Round Panels en comparación con las vigas. El encofrado para los RDP se compone normalmente en una base de madera redonda a la que se clava una tira

de chapa de acero obteniéndose así un plato. Se fija la anchura de la banda de acero suficiente para obtener una profundidad final de 75 mm en el interior del plato. Además se puede sujetar una madera a la base de la forma a fin de facilitar la manipulación de la muestra endurecida, que generalmente pesa unos 90 kg. Una vez que el molde está completo, la superficie debe ser refrentada para obtener una muestra plana de espesor uniforme, que es un punto fundamental para lograr una baja variabilidad. El rendimiento puede ser, de hecho, dependiente en gran medida el espesor final y la homogeneidad de la muestra.

### Máquina de ensayos Ronund Determinate Panel

La máquina necesaria para el ensayo del RDP es servo-hidráulica incorporando un circuito electrónico de retroalimentación que utiliza la deformación medida en la muestra o del actuador de carga para controlar el movimiento del actuador y así producir un homogéneo y controlado incremento de la deflexión de la muestra sin la intervención de un operador.

El flujo de aceite debe ser controlado con precisión reaccionando de forma inmediata a las pequeñas variaciones que debe corregirse de forma instantánea, así como para proporcionar una distribución lineal durante toda la prueba sin grandes fluctuaciones. Se utilizan también servo-válvulas para el control de flujo continuo a través de la salida desde el solenoide para proporcionar un flujo lineal.

Esta forma de trabajo permite no sólo el control de la dirección del flujo, sino también la cantidad y la presión de salida debido a la pérdida de carga causada por la apertura de la válvula.

Para controlar la respuesta brusca a inestabilidad por ablandamiento junto con la alta sensibilidad del bucle de realimentación, la rigidez del sistema de la máquina de prueba que incluye bastidor, la célula de carga, y sujeción de soporte altamente será superior al de la muestra y por lo tanto debe ser superior a 200 kN / mm [2].

Debido al tamaño del panel circular la distancia entre las columnas del cuadro debe ser de al menos 900 mm, además, la forma del marco debe permitir su carga fácil y de forma práctica.

La máquina totalmente controlada por ordenador deberá tener un software dedicado capaz de combinar los datos del cliente, contratista, diseño de la mezcla, y de campo conjuntamente con los resultados de la prueba. Los informes producidos se transmitirán a un equipo en el que se ejecuta

el programa de base de datos y que además importe automáticamente las tablas de datos. El equipo en el que se ejecuta el programa de base de datos se puede conectar a un servidor web que almacena por separado y de forma segura las carpetas para cada cliente y el contratista, y donde el cliente tiene acceso inmediato en on-line.

Utilizar sistemas modernos que aseguren resultados fiables y nos lleven hacia una caracterización coherente del comportamiento estructural, y la capacidad de comunicarse con otros ordenadores y programas que se utilizan en la empresa, es la mejor forma de hacer ensayos de forma más eficaz y fiable, y aumentar la productividad y reducir los costos.

### Bibliografía

- [1] EN 14651. Test method for metallic fibered concrete - Measuring the flexural tensile strength (limit of proportionality (LOP), residual), 2005.
- [2] EN 14488-5. Testing sprayed concrete. Determination of energy absorption capacity of fibre reinforced slab specimens, 2006
- [3] ASTM C1018. Standard test method for flexural toughness and first crack strength of fibre-reinforced concrete (using beam with third-point loading), 2005
- [4] ASTM C1609. Standard test method for flexural performance of fibre-reinforced concrete (using beam with third-point loading), 2005.
- [5] ASTM C1550. Standard test method for flexural toughness of fibre-reinforced concrete (using centrally loaded round panel). 2005
- [6] UNI 10834. Sprayed concrete, 1999.
- [7] Minelli F., Pizzari G. Round Panel vs beam tests toward a comprehensive and harmonic characterization of FRC material,
- [8] di Prisco M., Failla C., Polizzari G.A., Toniolo G. Italian guidelines on SRFC, 2004.
- [9] Bernard, E. S., Point load capacity in Round steel Fibre reinforced Concrete Panels. Civil engineering report CE, School of Civil engineering and Environment, University of western Sydney, Nepean, 1998.
- [10] Bernard, E. S., Correlations in the behaviour of Fibre reinforced shotcrete beams and panel specimens. Material and Structures, Vol. 35, 2002.

### MÁS INFORMACIÓN

# CONTROLS

Controls S.R.L.  
Via Aosta, 6  
20063 Cernusco s/N. (MI), Italia  
T +39 029 21841  
F +39 029 2103333  
controls@controls.it  
www.controls.it



Fig. 2: 50-C9842 ADVANTEST 9 servo-hidráulica de alta sensibilidad unidad de control de