

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES



EDITADO POR EL INSTITUTO MEXICANO
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO AC

Diciembre ■ 2008



®

Ilustraciones: Felipe Hernández

Determinación de la
resistencia a la flexión
del concreto

16
SECCIÓN
COLECCIONABLE

Determinación de la resistencia a la flexión del concreto

Equipo, aparatos e instrumentos

Máquina de prueba: La máquina de prueba debe cumplir con lo establecido en la norma NMX-C-0-83-ONNCCE.

Dispositivo de aplicación de carga: Se debe utilizar un dispositivo capaz de aplicar cargas en los tercios del claro de prueba de tal modo que las fuerzas sean perpendiculares a las caras horizontales de la viga y se distribuyan y apliquen uniformemente en todo lo ancho. Este dispositivo debe ser capaz de mantener fija la distancia entre los puntos de carga y los puntos de apoyo del espécimen con una tolerancia de ± 2 mm; además, las reacciones deben ser paralelas a la dirección de las fuerzas aplicadas durante el tiempo que dure la prueba. La relación de la distancia del punto de aplicación de cada una de las cargas a la reacción más cercana dividida entre la altura de la viga, no debe ser menor de uno. Los bloques para la aplicación de la carga y de apoyo de la viga deben ser de acero del mismo ancho o mayor que el de la viga con una altura que no exceda de 65 mm, medida a partir del centro de giro.

La sección de cada uno de los bloques que entran en contacto con la viga, deben ser cilíndricos con las superficies endurecidas, teniendo en cuenta que la línea de contacto de estas superficies no deben variar en más de 0,05 mm, con relación a un plano tangente a las mismas. El radio de curvatura de estas superficies debe tener como centro el eje del rodillo del apoyo o el centro de la rótula. La superficie curva de cada bloque de aplicación de carga debe ser la correspondiente a un sector cilíndrico de cuando menos 0,785 radianes (45°). Los bloques de aplicación de carga deben mantenerse alineados en posición vertical, por medio de mecanismos de presión que pueden ser tornillos con resorte que los mantengan en contacto con los rodillos o rótulas de acero. Puede suprimirse el rodillo y la rótula de acero de los bloques de apoyo, cuando el bloque de apoyo de la máquina de prueba sea de asiento esférico, siempre que en

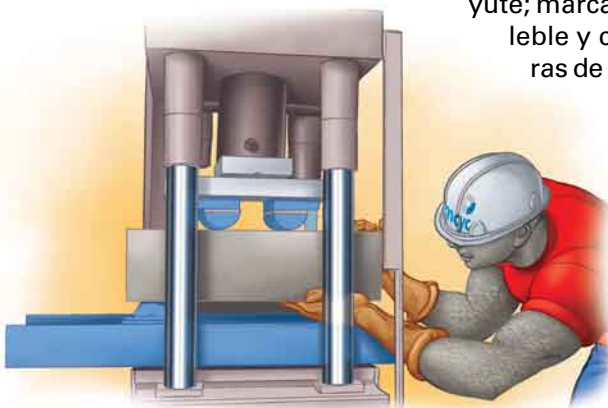
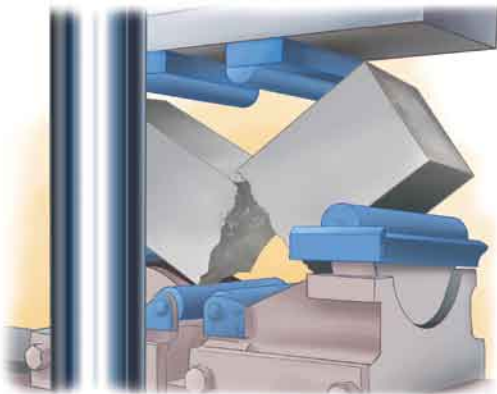
En este resumen se presentan los lineamientos sobre la determinación de la resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple con carga en los tercios del claro conforme a la norma Mexicana NMX-C-191-ONNCCE-2004. Usted puede usarlo para familiarizarse con los procedimientos básicos de la Norma. Sin embargo, este resumen no tiene la

intención de remplazar los estudios completos que usted haga de la Norma NMX-C-191-ONNCCE. Esta norma mexicana establece el método de prueba para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto, usando una viga con cargas concentradas en los tercios del claro.

Para los efectos de esta norma mexicana se establece la siguiente definición:

Módulo de ruptura: Es el valor obtenido mediante el procedimiento indirecto para determinar la resistencia a la tensión del concreto por el ensaye a la flexión de una viga.

Materiales auxiliares: Franela o tela de yute; marcadores de tinta indeleble y crayones de cera; tiras de cuero de un espesor uniforme de 5 mm a 7 mm, con un ancho de 25 mm a 50 mm, y que cubren todo lo ancho del espécimen. Escuadra, regla y lija de agua de grano fino.



los bloques de aplicación de la carga se use un rodillo y una rótula de acero pivoteada, (Véase Figura 1).

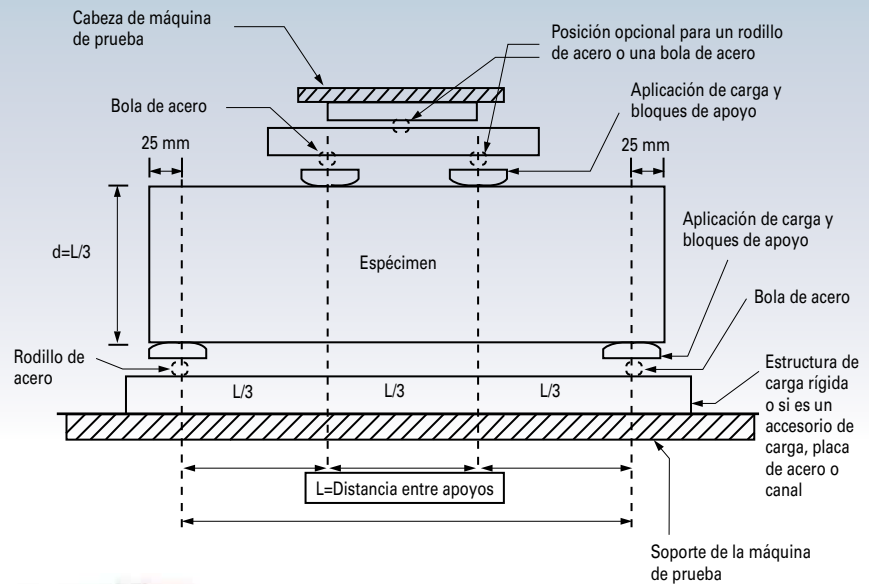
Muestreo: El muestreo debe realizarse de acuerdo a lo establecido en la Norma NMX-C-161-0NNCCE. La frecuencia del mismo puede establecerse de común acuerdo entre el productor y comprador, recomendándose el uso de la norma NMX-C-155-0NNCCE. Cada muestra debe consistir de cuando menos dos especímenes de una misma revoltura que se prueban a la edad de proyecto.

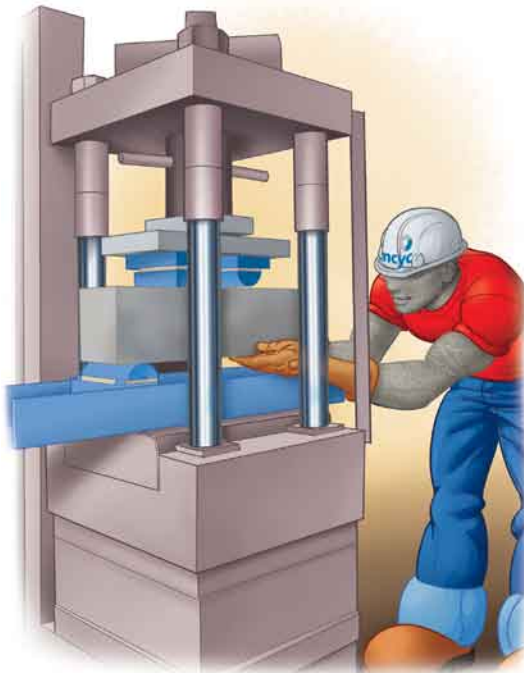
Preparación del espécimen: Los especímenes deben cumplir con lo establecido en las Normas NMX-C-159 Y NMX-C-160. La longitud del espécimen debe ser la distancia entre apoyos más 50 mm como mínimo.

La distancia entre apoyos debe ser de tres veces el peralte de la viga con una tolerancia de 2 %. Esta distancia debe ser marcada en las paredes de la viga antes del ensaye. Cabe decir que las caras laterales del espécimen deben estar en ángulo recto con las caras horizontales. Todas las superficies deben ser lisas y libres de bordes, hendiduras, agujeros o identificaciones grabadas.

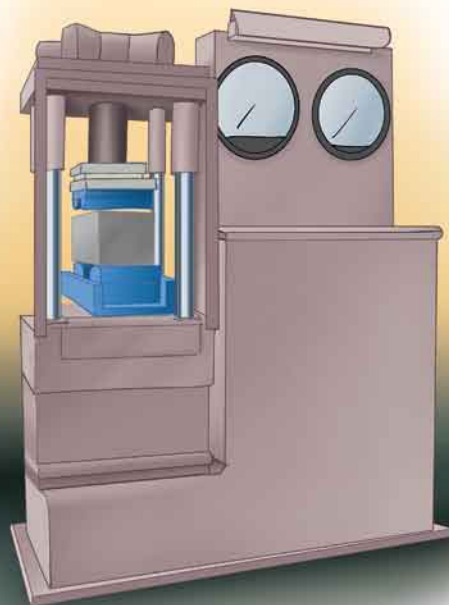
Condiciones ambientales: Esta prueba se realiza de acuerdo a las condiciones ambientales del lugar de prueba.

Figura 1: Aparato para la prueba de resistencia a la flexión con carga en los tercios del claro





Procedimiento: Se debe voltear el espécimen sobre un lado con respecto a la posición del moldeado. Se centra en los bloques de apoyo; éstos a su vez deben estar centrados respecto a la fuerza apli-



cada. Los bloques de aplicación de carga se ponen en contacto con la superficie del espécimen en los puntos tercios entre los apoyos. Se debe tener contacto total entre la aplicación de la carga y los bloques de apoyo con la superficie del espécimen. Se debe lijar las superficies del espécimen o bien usarse tiras de cuero si la separación de la línea de contacto entre ellas y los bloques es mayor de 0,1 mm. Se recomienda que el lijado de las superficies laterales de los especímenes sea mínimo, ya que puede cambiar las características físicas de las mismas y por lo tanto afectar los resultados. Asimismo, se deben utilizar tiras de cuero únicamente cuando las superficies de los especímenes en contacto con los bloques de aplicación de carga, se aparten de un plano en no más de 0,5 mm.

Aplicación de la carga: La carga se debe aplicar a una velocidad uniforme, tal que el aumento de esfuerzo de las fibras extremas no exceda de 980 kPa/min (10 kgf/cm² por min), permitiéndose velocidades mayores antes del 50% de la carga estimada de ruptura.

Medición del espécimen después de la prueba: Se determina el ancho promedio, el peralte y la localización de la línea de falla, con el promedio de tres medidas una en el centro y dos sobre las aristas del espécimen aproximándolas al milímetro.

Cálculo y expresión de resultados: Si la fractura se presenta en el tercio medio del claro el módulo de ruptura se calcula como sigue:

$$R = (P \times L) / (b \times d^2)$$

Donde:

R Es el módulo de ruptura, en kPa (kgf/cm²).

P Es la carga máxima aplicada, en N (kgf).

L Es la distancia entre apoyos, en cm.

b Es el ancho promedio del espécimen, en cm.

d Es el peralte promedio del espécimen, en cm.

En el cálculo anterior, no se incluyen las masas del bloque de apoyo superior y del espécimen.

Si la ruptura se presenta fuera del tercio medio del claro, en no más del 5% de su longitud, se calcula el módulo de ruptura como sigue:

$$R=(3 Pa)/(b d^2)$$

Donde:

a Es la distancia promedio entre la línea de fractura y el apoyo más cercano en la superficie de la viga en mm. Si la fractura ocurre fuera del tercio medio del claro en más del 5% se desecha el resultado de la prueba.

Precisión: Los cálculos de la prueba se deben realizar con la siguiente exactitud:

- Para dimensiones, con una precisión de 0,1 cm.
- Para carga máxima aplicada, la precisión debe ser de 0.981 N (1kgf).
- Para el módulo de ruptura, de 9,8 kPa (0,1 kgf/cm²).

Informe de la prueba: Se deben incluir como mínimo los siguientes datos:

- Identificación de la muestra.
- Ancho promedio en cm, con aproximación de 0,1 cm.



- Peralte promedio en cm, con aproximación de 0,1 cm.
- Distancia entre apoyos en cm, con aproximación de 0,1 cm.
- Carga máxima aplicada, en N (kgf).
- Módulo de ruptura, aproximado al 9,8 kPa (0,1 kgf/cm²).
- Condiciones de curado y humedad del espécimen al momento de la prueba.
- Si el espécimen se lijó o si se usaron tiras de cuero.
- Defectos del espécimen.
- Edad del espécimen.

Observaciones

Para la correcta aplicación de esta norma, es indispensable consultar las siguientes normas mexicanas en vigor:

NMX-C-083-0NNCCE Industria de la Construcción.-Concreto-Determinación de la Resistencia a la compresión de cilindros de concreto.-Método de Prueba.

NMX-C-155-0NNCCE Industria de la Construcción-Concreto-Concreto hidráulico industrializado Especificaciones.

NMX-C-159 Industria de la Construcción-Concreto-Elaboración y curado en el laboratorio de especímenes.

NMX-C-160 Industria de la Construcción-Concreto-Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto.

NMX-C-161-0NNCCE Industria de la construcción-Concreto fresco-Muestreo.

NMX-C-251-0NNCCE Industria de la construcción-Concreto fresco-Terminología.

NMX-C-303 Industria de la construcción-Concreto-Determinación de la resistencia a la flexión usando una viga simple con carga en el centro del claro. c

Nota: Tomado de la Norma NMX C-191-0NNCCE-2004, con fines de promover la capacitación y el buen uso del cemento y del concreto. Usted puede obtener esta norma y las relacionadas a agua, aditivos, agregados, cementos, concretos y acero de refuerzo en normas@mail.onncce.org.mx o al teléfono 5273 1991. México, DF.