

Corrosión en armaduras. Determinación de la profundidad de carbonatación en hormigones endurecidos y puestos en servicio

FUNDAMENTO

La medida de la profundidad de la capa carbonatada en los hormigones se basa en la determinación de la reducción de la alcalinidad que supone la carbonatación, la cual puede ponerse de manifiesto mediante un indicador de pH, que la hace visible por cambios de coloración.

La fenolftaleína toma color rojo-púrpura para valores de pH superiores a 9,5 (hormigón no carbonatado) y se vuelve incolora en valores inferiores a 8 (hormigón carbonatado). Para valores entre 8 y 9,5 toma tonalidades entre rojo y rojo-púrpura.

MATERIAL Y EQUIPOS

Disolución de fenolftaleína al 1% disuelta en alcohol etílico al 70%.

PROCEDIMIENTO

La medida de la penetración del frente carbonatado deberá realizarse sobre porciones tomadas directamente del elemento objeto de estudio, nunca sobre polvo extraído del mismo y siempre inmediatamente después de la toma de muestra. No es necesario que las porciones tengan una geometría particular; basta que posean unas dimensiones suficientes como para medir la profundidad de la capa carbonatada, desde una de sus caras, que debe de ser siempre la cara exterior del elemento.

La porción para ensayar debe de tomarse en seco. También es posible realizar el ensayo sobre un orificio, igualmente practicado en seco, que deberá poseer la abertura adecuada para permitir la medida. En el caso en que solo interese conocer si el frente carbonatado ha alcanzado o no la zona donde se encuentran las armaduras, el ensayo puede llevarse a cabo eliminando la capa de hormigón hasta el nivel de la armadura y aplicando en esa zona o en los fragmentos sueltos la disolución de indicador. Hay que tener en cuenta que para las determinaciones in situ, las muestras no deben tomarse en zonas donde el recubrimiento de hormigón se encuentre suelto o existan fisuras, excepto cuando expresamente interese comprobar si estas regiones se han carbonatado.

En todos los casos la medida se debe efectuar sobre una superficie limpia de partículas sueltas y recientemente fracturadas, ya que ésta se carbonata con rapidez. Si no fuera posible aplicar el indicador en el momento de la fractura, la muestra deberá guardarse en un recipiente hermético, con el menor contenido de aire posible, hasta que pueda ser ensayada. Aún así, se procurará acortar el tiempo de espera, recomendándose que no exceda de 24 horas.

La disolución del indicador puede aplicarse con pulverizador, mediante goteo, o cualquier otro procedimiento que permita extender una capa relativamente fina y uniforme sobre la superficie en cuestión. No deberá aplicarse en cantidades excesivas o sobre superficies mojadas, ya que la disolución con el indicador podría escurrir desde unas zonas a otras y, en el caso de que hubiera adquirido coloración, podrían obtenerse resultados erróneos.

Cuando no se aprecia coloración o ésta es muy débil, deberá repetirse el ensayo una vez que la superficie haya secado tras la primera aplicación, protegiendo en lo posible la muestra de contacto con el aire durante este tiempo. Si interesa estabilizar la coloración temporalmente, puede recurrirse a cubrir la superficie, ya seca, con una resina o barniz incoloro.

RESULTADOS

La profundidad de la capa carbonatada puede variar ligeramente con el tiempo transcurrido desde la aplicación del indicador, por ello, cuando se trate de una serie de muestras, las medidas deberán realizarse tras el mismo tiempo de espera.

Con carácter general, se recomienda que las medidas se realicen de 15 a 30 minutos después de aplicar el indicador. Las medidas se realizarán con una precisión de 0,5 mm.

En las determinaciones deberán de tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) Si la carbonatación presenta un frente homogéneo, como indica la figura, la profundidad de carbonatación se expresará como d_k .

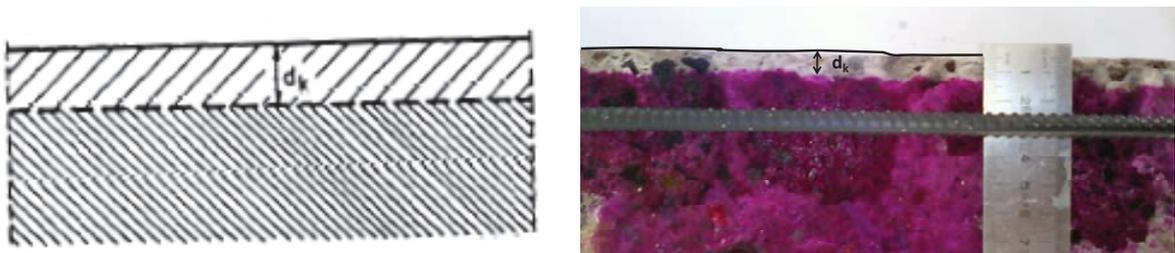


Figura. Frente homogéneo (UNE 112011)

- b) Cuando el frente de carbonatación aparezca de forma irregular, la medida se dará indicando una penetración media, d_k , la penetración máxima, d_k máx, y la penetración mínima, d_k mín.

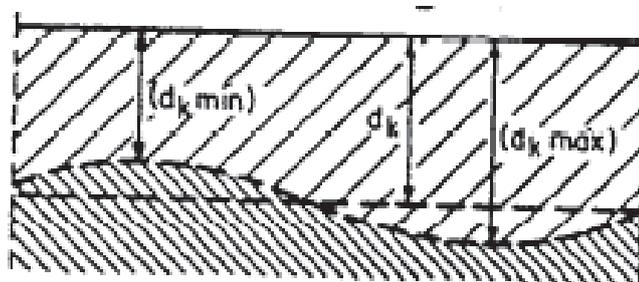


Figura. Frente de forma irregular (UNE 112011)

- c) De igual modo se procederá cuando la carbonatación presente penetraciones singulares como la que se indica en la figura siguiente.

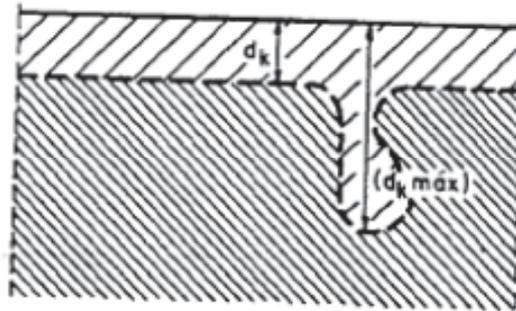


Figura. Frente de carbonatación con penetraciones singulares (UNE 112011)

- d) Deberá indicarse si el color que adquiere la superficie con el indicador no es rojo-púrpura sino rosado (que corresponde a un pH entre 8 y 9,5) y, en ese caso, su profundidad y frecuencia. Deben considerarse carbonatadas áreas de transición que hayan perdido su color después de 24 horas de aplicación y protegidas del contacto con el aire.
- e) La profundidad de la carbonatación se medirá preferentemente en las zonas donde exista árido de pequeño tamaño. Se prescindirá de las medidas de las zonas con granos de áridos de gran tamaño.
- f) No es aconsejable medir la profundidad de la carbonatación en las esquinas de los elementos de hormigón, donde los componentes ácidos de la atmósfera han podido penetrar por dos caras a la vez, salvo que por esas zonas discurran las armaduras e interese conocer si ha llegado hasta ellas el frente carbonatado.

ACTIVIDADES PROPUESTAS

1. Determinación de la profundidad de carbonatación de la probeta ensayada en el laboratorio.
2. Indica el color que toma la fenolftaleína en función del valor del pH del hormigón.

PARA SABER MÁS

El hormigón endurecido tiene un alto pH. Este hecho se debe fundamentalmente a la presencia de hidróxido de calcio. Debido a la alta alcalinidad, las armaduras se encuentran rodeadas de una capa pasivadora que protege de la corrosión.

La carbonatación del hormigón es un proceso químico de envejecimiento ambiental causado por la acción del dióxido de carbono CO_2 y el agua, que transforma el hidróxido de calcio en carbonato cálcico.

La carbonatación es un proceso beneficioso para los hormigones ya que la formación de carbonatos duros dentro de los capilares consigue una mayor dureza del hormigón y cierran la red de poros abiertos reduciendo la permeabilidad. La profundidad de carbonatación no es solo función del tiempo sino también de la porosidad del hormigón. Al ir perdiendo el hormigón el hidróxido de calcio, se produce la bajada del pH con lo que la armadura deja de estar pasivada y comienza la corrosión del acero, siempre y cuando exista la aportación de oxígeno en presencia de humedad para garantizar la reacción redox.

Para evitar la corrosión del acero, se deben ejecutar unos recubrimientos mínimos de hormigón alrededor de las barras de acero. Estos recubrimientos frenan la penetración frente a la carbonatación que al principio es muy rápida, pero que se va frenando conforme avanza.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] *UNE 112-011*. Corrosión en armaduras. Determinación de la profundidad de carbonatación en hormigones endurecidos y puestos en servicio.
- [2] *González, E. y Alloza, A.M. (2011)*. Vídeos de prácticas (I) de Materiales de Construcción.
- [3] *Fernández, M. (2007)*. Hormigón. Ed. Colegio de ICCP.