

1. INTRODUCCIÓN Y ALCANCE

1.1. Generalidades

El hormigón de cemento Portland es uno de los materiales de construcción más extendidos y que ha encontrado aplicación en casi todos los tipos de estructuras de edificación y obra civil. Una característica inherente de este material es la disminución de volumen que experimenta por distintos motivos, lo que se conoce generalmente como retracción del hormigón. Los tipos de retracción son varios, atendiendo a los factores que la provocan (plástica, endógena, térmica, por carbonatación o por secado), siendo generalmente la retracción por secado la de mayor magnitud. La retracción por secado es una contracción volumétrica del hormigón ya endurecido generada por la evaporación del agua libre contenida en poros. En caso de que los movimientos del elemento estén restringidos, la contracción generará esfuerzos de tracción en el material que, en caso de superar la resistencia a la tracción del hormigón, relativamente baja, provocará la aparición de fisuras en el elemento (Figura 1.1). Es por ello por lo que este tipo de movimientos deben evaluarse en función de la aplicación, ya que pueden dar lugar a serios problemas (1).

La retracción por secado del hormigón depende principalmente del contenido de agua, de la naturaleza y tamaño del árido, del ambiente de exposición, de las proporciones de los componentes de la mezcla y del contenido de pasta. A menor contenido en agua, árido con mayor módulo de elasticidad, mayor tamaño del árido, curado en húmedo prolongado y mezclas con menor contenido en partículas finas, menor será la retracción por secado. La retracción final total por secado del hormigón típicamente varía entre el 0,04 % y el 0,06 % en volumen, dependiendo de diversos factores, como la relación agua/cemento o el ambiente en el que se encuentra el elemento.

Hormigón expansivo es el término general empleado para el hormigón compuesto de los materiales habituales en un hormigón (cemento, agua, arena, árido grueso, y otros aditivos) más un cemento o agente expansivo de carácter hidráulico que, a diferencia del cemento Portland convencional, inducen un incremento del volumen del hormigón tras el

fraguado durante las primeras edades del endurecimiento. Los hormigones expansivos pueden ser de distinta naturaleza dependiendo de los materiales y proporciones de la mezcla, pero cuando se clasifican en base a la magnitud de su capacidad expansiva se pueden dividir, a grandes rasgos, en hormigón de retracción compensada y en hormigón pretensado químicamente (2). Restringiendo la expansión del hormigón expansivo mediante elementos tales como barras de refuerzo o condiciones de contorno del elemento (apoyos, uniones, etc.), se induce un esfuerzo de compresión en el hormigón y de tracción en las barras de refuerzo (Figura 1.1). El hormigón de retracción compensada es un hormigón restringido sobre el que se induce un grado de pretensado químico (pequeño) suficiente para contrarrestar o reducir la tensión de tracción que se producen debido a la retracción por secado u otras causas. El hormigón pretensado químicamente es un hormigón armado que presenta un pretensado químico de gran magnitud que se consigue mediante la adición de una mayor cantidad de agente expansivo, en comparación con la empleada en un hormigón de retracción compensada, de tal forma que el efecto de pretensado químico permanecerá con carácter remanente incluso cuando la retracción por secado haya sido compensada. Por ello, en hormigones pretensados químicamente, las tensiones/esfuerzos derivadas del efecto de pretensado químico se tienen en cuenta en el diseño y cálculo de elementos y estructuras.

El empleo de hormigones expansivos requiere un profundo conocimiento de sus características, modo de funcionamiento, riesgos y limitaciones para su manejo y aplicación. Su uso requiere considerarlos dentro de un diseño global del elemento o aplicación a los que está destinado, tal como trata de recogerse en esta guía.

1.2. Alcance

Esta monografía proporciona una serie de recomendaciones para la selección de materiales, el diseño de mezclas, la fabricación, puesta en obra, acabado, curado y control de elementos de hormigón expansivo, dentro de los límites de expansión establecidos en el apartado 3.1. Las recomendaciones están basadas

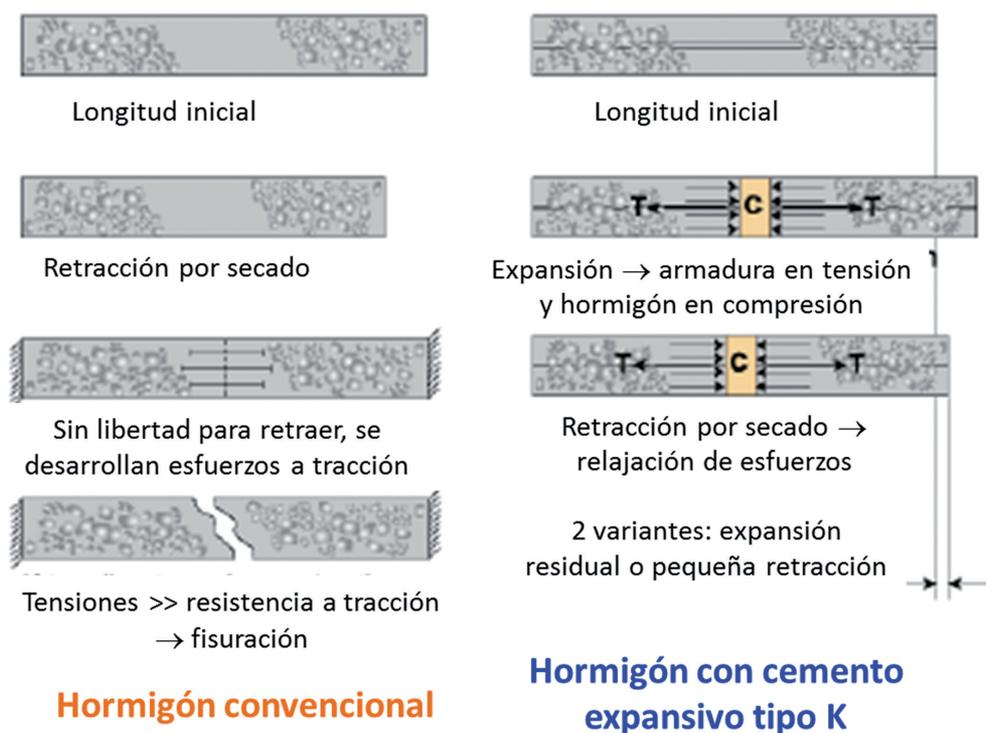


Figura 1.1. Muestra del comportamiento resistente de hormigones convencionales y hormigones con cemento o agente expansivo tipo K a la fisuración por retracción por secado (3).

en la experiencia y buenas prácticas existentes en el estado del arte actual, siguiendo principalmente las pautas establecidas en dos guías de uso ampliamente reconocidas, como son el ACI 223, de uso común en Estados Unidos (4), y el JSCE No 23 de empleo más extendido en Japón (2). A lo indicado en estos documentos se une la experiencia obtenida por los autores en diversos proyectos y trabajos (5, 6). Aunque existen aplicaciones fuera de los límites señalados, no existen datos suficientes como para considerar recomendaciones prácticas que abarquen todos los hormigones expansivos más allá de los límites mencionados, por lo que su empleo debería estar avalado por una campaña experimental lo suficientemente amplia como para sancionar su uso.

Los hormigones expansivos tienen muchos aspectos en común con los hormigones convencionales. Las cuestiones no recogidas en esta guía deben por tanto estar de acuerdo con los requisitos normativos y reglamentarios existentes en el lugar de uso para el diseño y construcción de estructuras de hormigón.

Esta guía no trata sobre hormigones que experimentan cambios de volumen debido a la inclusión de aire en grandes cantidades, como por ejemplo los hormigones con polvo de aluminio, que no de-

ben confundirse con los hormigones de retracción compensada o los hormigones pretensados químicamente. En los primeros, la expansión se produce únicamente en el estado fresco, sin que por tanto se generen tensiones en el interior del hormigón.

1.3. Definiciones

A continuación se definen algunos de los términos más empleados a lo largo de esta Monografía:

Cemento expansivo: un cemento que, al mezclarse con agua, produce una pasta que tras el fraguado incrementa su volumen de forma mucho más considerable que la pasta de cemento Portland; se emplea para compensar la pérdida de volumen causada por la retracción, o para inducir tensiones en el refuerzo.

Agente expansivo: material inorgánico que mezclado con agua y cemento Portland convencional induce la expansión o aumento de volumen del hormigón una vez fraguado mediante la formación de etringita o hidróxido cálcico debido a la reacción de hidratación.

Hormigón expansivo: el hormigón fabricado utilizando un cemento o agente expansivo.

Pretensado químico (*chemical prestress*): esfuerzo de compresión inducido sobre el hormigón cuando la acción expansiva del hormigón expansivo se ve limitada por la restricción de elementos como las barras de armado.

Hormigón de retracción compensada: hormigón expansivo armado que debidamente restringido induce, como consecuencia de la expansión desarrollada, un grado de pretensado químico moderado (esfuerzos a compresión en el hormigón y a tracción sobre el elemento de restricción) que

compensa o reduce las tensiones de tracción producidas como consecuencia de la retracción por secado u otra causa.

Hormigón pretensado químicamente: hormigón expansivo armado que debidamente restringido induce, como consecuencia de la expansión desarrollada, un grado de pretensado químico importante (esfuerzos a compresión en el hormigón y a tracción sobre el elemento de restricción) que se mantendrá incluso cuando aún parte de ellos hayan sido compensados por la retracción de secado.