

LAS FIBRAS SINTÉTICAS Y EL CONTROL DE LA RAS. EN EL MÉTODO ASTM C-1260

F. A. Avid
J. Cosentino
J.D. Sota

GIICMA -UTN Universidad Tecnológica Nacional -Facultad Regional
Concordia, Concordia, E.R., ARGENTINA -jdsota@gmail.com

Resumen

La reacción álcali-sílice en el hormigón provoca fisuras de tracción que reducen aún más la capacidad a esa sollicitación del material. Las fibras podrían ser empleadas para “coser” el hormigón, y evitar o minimizar esta patología.

En este trabajo se estudia el efecto de las fibras sintéticas de polipropileno y de vidrio para establecer el control en la fisuración que provoca la reacción álcali-sílice, siguiendo los lineamientos de la Norma ASTM C-1260.

Se estudia una mezcla de expansiva conocida en el método aplicado, dosificando la fibra en los porcentajes de uso recomendados por los fabricantes.

Si bien hay una reducción de la expansión y una menor fisuración de las barras, la temperatura del método y la alta alcalinidad del medio afectan a las fibras de manera negativa según su composición.

Palabras clave: rotura, fibras, vidrio, polipropileno, RAS.

Abstract

The alkali-silice reaction in concrete causes tensile cracks that further reduce the ability of the material to this sollicitation. The fibers could be used to “sew” the concrete and prevent, or minimize, this condition.

In this work the effect of synthetic polypropylene fibers and glass fibers is studied to establish control in cracking caused by the alkali-silice reaction, following the guidelines of ASTM C-1260.

A group expansive is used in the studied method.

dosing fiber in use rates recommended by the manufacturers.

While there is a reduced expansion and less cracking in the rods, the temperature of the method and the high alkalinity of the middle affect negatively the fibers according to their composition.

Keywords: cracking, fiber, glass, polypropylene, ASR

INTRODUCCIÓN

El hormigón de cemento portland, es un material de alta heterogeneidad con fases líquida, sólida y gaseosa, presentando inconvenientes de orden tecnológico por su baja resistencia a los esfuerzos de tracción vinculados con causas de orden químico, físico y termodinámico.

La reacción álcali-sílice (1), es una de las típicas patologías que se presentan en los hormigones debido a la presencia de álcalis en los componentes del hormigón; principalmente los del cemento, en algunos casos por la exposición en medios que los contienen y la existencia en los agregados de sílice en estado amorfo o microcristalino, y/o con diferentes estados de tensión.

Por efecto de la reacción entre los álcalis y la sílice se producen geles expansivos (membrana osmótica), originando fisuras en la matriz. La formación de los nuevos compuestos, origina tensiones de hasta 14MPa, que superan ampliamente la resistencia a la tracción del hormigón (2, 3).

Estos productos tienden a colmatar los espacios logrados (fisuras); proyectándose al exterior de la estructura.

Está demostrado que, además de incrementar la resistencia a los esfuerzos de tracción, la influencia más significativa de la incorporación de fibras a las matrices cementicias es la capacidad de controlar la fisuración, al ejercer una acción de “costura” o puente a través de las fisuras permitiendo la transmisión de las tensiones (4).

Las fibras cortas y discretas de polipropileno y las nuevas fibras de vidrio (resistentes a medios altamente alcalinos), son inertes en su interacción con los otros componentes del hormigón, siendo además hidrófugas. Su incorporación en porcentajes óptimos no introduce modificaciones en la dosificación de los morteros, ni la necesidad de incorporar aditivos en las dosis adecuadas para mantener el comportamiento reológico en el estado fresco del hormigón.

En este trabajo se pretende observar con exclusividad la influencia de las fibras cortas de polipropileno y vidrio, en el control de la expansión y fisuración originada por la reacción álcali- sílice en un agregado de conocida expansión cuando es sometido a la metodología de la Norma ASTM C-1260.

Los agregados de todo el litoral argentino han sido estudiados con este método en la versión de la Norma IRAM 1674, encontrándose un desarrollo de expansión y fisuración importante como consecuencia de la RAS (5).

METODOLOGÍA Y EXPERIENCIAS

Con el fin de obtener información sobre la influencia de las fibras en la fisuración de los morteros elaborados con estos agregados, sea realizaron estudios siguiendo la metodología de procedimiento de la Norma ASTM C-1260.

Las características principales de esta normativa son las siguientes: se trabaja con morteros de relación $w/c=0,47$, un cemento de un contenido de álcalis totales expresados en ONa_2 mayor que 1 %, agregado triturado pasante el tamiz de abertura de malla 4,75mm y retenido en tamiz abertura de malla 149 μ m. Curados en una solución de OHNa

1N a 80°C durante 16 días. El método es acelerado para el desarrollo de la expansión y muy riguroso para los especímenes estudiados.

El porcentaje de fibras utilizado fue del 1,5 % en peso del cemento. Las fibras de polipropileno y de vidrio empleadas se hallan en el mercado, los módulos de elasticidad promedio son; la de polipropileno 35GPa y la de vidrio 20GPa.

En el pastón conteniendo las fibras, su incorporación fue realizada a fin de lograr una adecuada distribución, en la pasta. Los resultados se indican en los Gráficos 1, 2, y 3.

Sobre trozos de las barras luego del ensayo se tomaron fotografías para constatar la existencia de las expansiones y el comportamiento visual de las fibras.

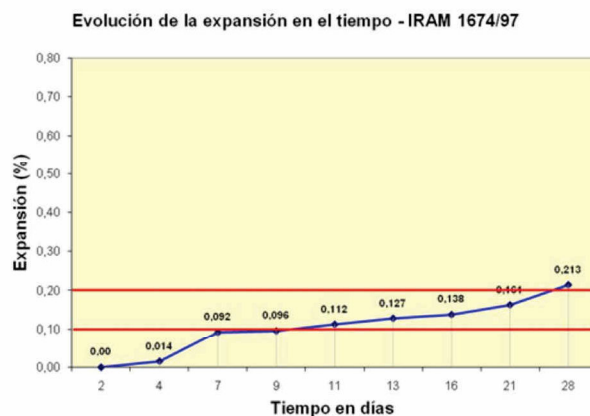


Gráfico 1. Mezcla patrón sin fibras.

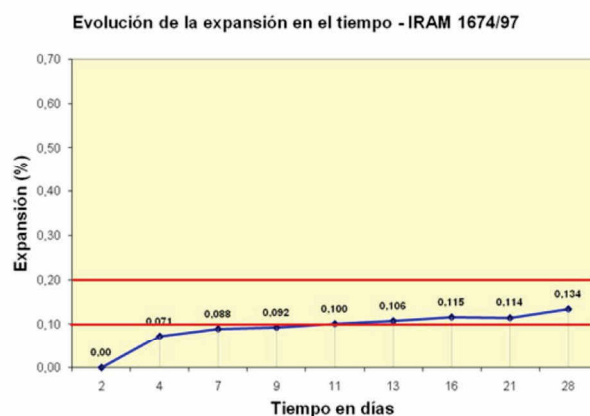


Gráfico 2. Mezcla con fibras de polipropileno.

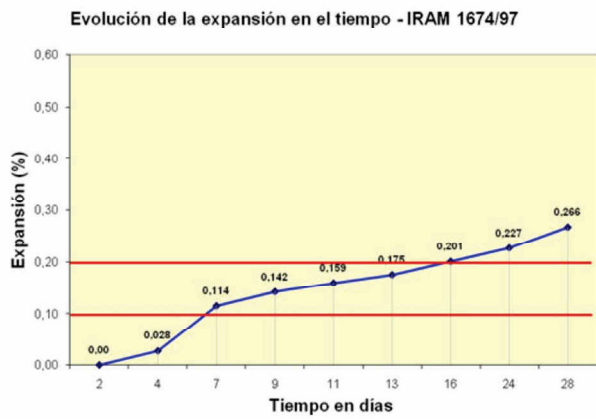
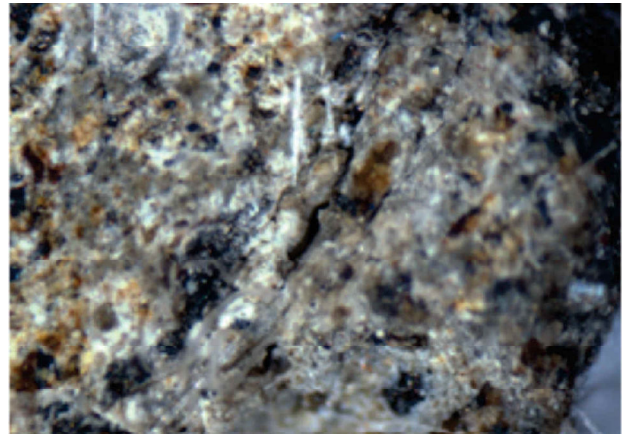
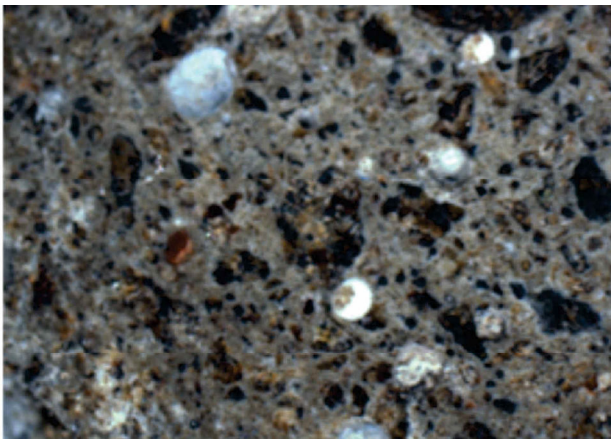


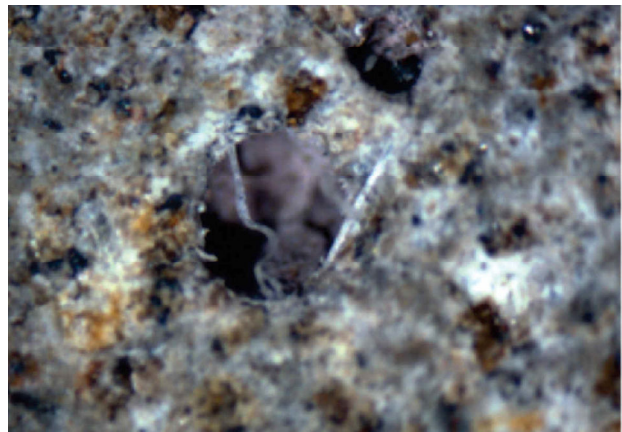
Gráfico 3. Mezcla patrón sin fibras.



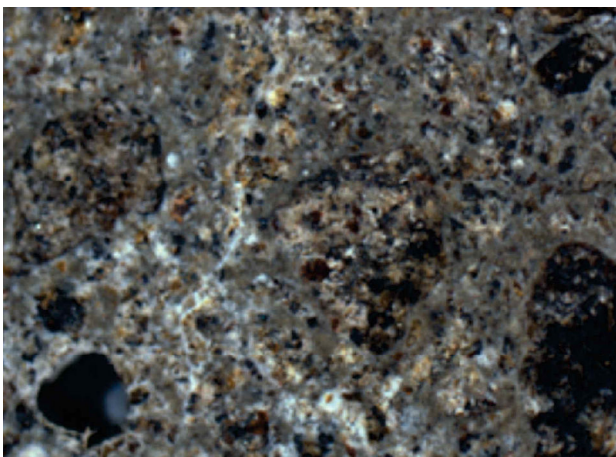
Microfoto 3. Mezcla con fibras de polipropileno, fibras sobre zona de fisuras.



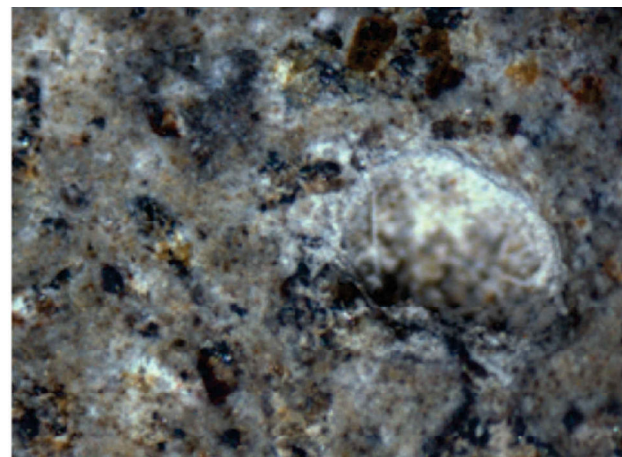
Microfoto 1. Mezcla sin fibras, productos de reacción, poros rellenos.



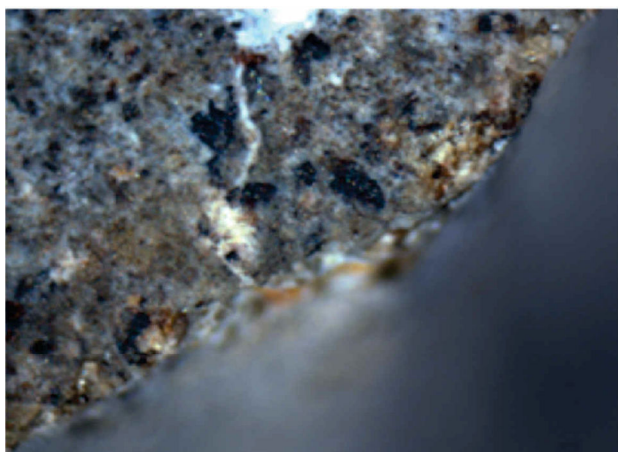
Microfoto 4. Mezcla con fibras de polipropileno, fibras en zona de poros.



Microfoto 2. Mezcla sin fibras, productos de reacción rellenan fisuras.



Microfoto 5. Mezcla con fibras de vidrio, fibras sobre zona de fisuras.



Microfoto 6. Mezcla con fibras de vidrio, fibras sobre zona de fisuras.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Las partículas reactivas del agregado, por su heterogeneidad, sufren una expansión no uniforme a causa de su combinación con los álcalis del medio (la mayor uniformidad se presenta en el caso de la arcilla, generándose esfuerzos complejos en su masa y en la matriz cementicia que la rodea), dando origen a distintos esquemas de comportamiento.

En la Figura 1 se han representado tres esquemas típicos del comportamiento de un grano afectado por reacción, para explicar la falta de uniformidad en el desarrollo de las fisuras.

En a) se muestra un diagrama de grietas dentro

y alrededor de una partícula afectada por la reacción. Los esfuerzos generados en la partícula durante las reacciones quiebran el agregado a lo largo del diagrama de 120° y las grietas se irradian hacia la pasta. En una etapa posterior, cada uno de los trozos puede continuar fisurándose, siguiendo el mismo diagrama; en b) se indica la fisuración de la matriz por efecto de la reacción del grano, el cual aumenta de volumen pero no se fisura y en c) la alteración del grano, el cual se desintegra originando esfuerzos tangenciales sobre la superficie del grano que no logran afectar a la matriz.

La presencia de fibras en la matriz generan nuevos esquemas de rotura, en los cuales si bien el inicio de las fisuras no se modifica sensiblemente, se logra disminuir la cinética de fisuración (6).

Este comportamiento ha sido verificado también para la fisuración originada en la contracción por secado de la matriz, la cual presenta un esquema de rotura similar al tipo b), originado en la contracción de la matriz, mientras el agregado permanece sin alteración (3).

Las fibras tendrán un comportamiento eficiente frente al esquema b) y parcialmente frente al a); prácticamente nulo en el caso c).

La expansión medida en las barras de mortero como así también el análisis visual de las mismas, confirma que las fibras, retardan la aparición de la primera fisura y controlan, en las primeras edades su crecimiento. En las presentes experiencias este efecto disminuye en el tiempo, hecho que debe ser

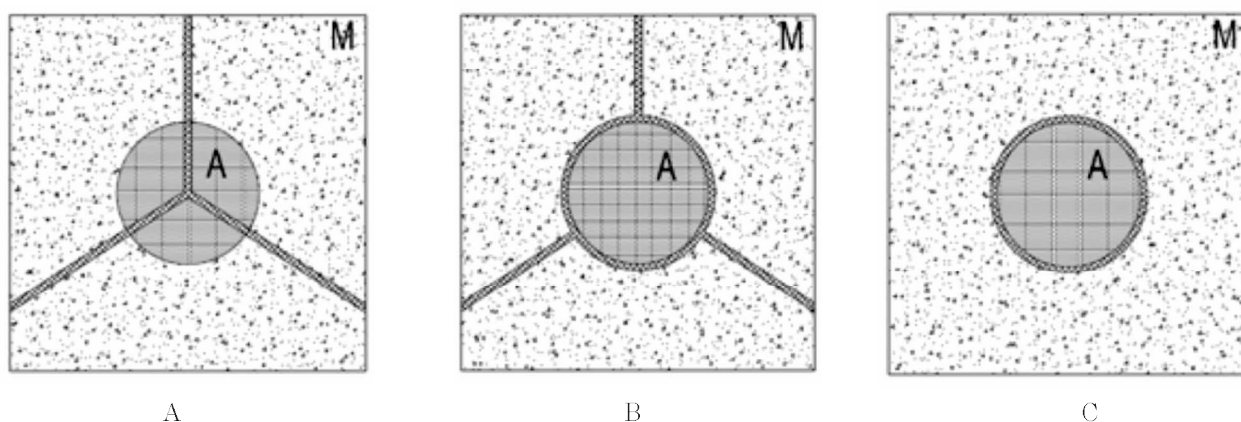


Figura 1. Diagrama de fisuras en morteros con RAS. **A-** Agregado, **M-** Matriz

atribuido al alto grado de expansión del agregado y en el caso de las fibras de vidrio además a la temperatura del método.

CONSIDERACIONES FINALES

Las fibras de polipropileno no incrementan de forma significativa la resistencia a tracción de la matriz cementicia que las contiene. Pero sí generan un control de su fisuración, ya que se reduce el ancho de las fisuras y el material queda capacitado para soportar agrietamientos múltiples sin romperse. Este hecho cobra importancia, además, en todos aquellos aspectos de durabilidad vinculados con el ingreso de agentes agresivos al material.

En el caso de la fibra de vidrio no se observa el mismo efecto. Las fibras se ven alteradas por la temperatura (80°C).

La presencia de las fibras en morteros ejecutados con materiales susceptibles de ser afectados por la reacción álcali- sílice no impide el inicio y desarrollo de la reacción ni de sus efectos finales. Sin embargo, su empleo puede tener implicancias de orden tecnológico que dependerán de las características petrográficas del agregado y del contenido de álcalis disponibles para las reacciones, debiendo tenerse en cuenta las características de exposición de las mezclas en los métodos utilizados.

En los morteros con fibras de polipropileno, la disminución de la expansión originada en las primeras edades de la reacción confirma el efecto favorable que las mismas tienen sobre el desarrollo de la fisuración. Hecho verificado también para la fisuración atribuible a la contracción por secado de la matriz.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los integrantes del Laboratorio de Hormigón de la UTN FR Concordia, especialmente al Becario Mario Cornaló por la colaboración prestada en la realización del trabajo.

REFERENCIAS

1) Batic, O.R., Sota J.D.: "DURABILIDAD DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL - CAP.4 REACCIONES DELETÉREAS INTERNAS". Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón.

Editor AATH- ISBN: 987-99797-5-9 2001- pp 157-217. Reedición 2013.

2) Fava S.C., Manuele R.J., Colina J.F., y Cortelezzi C.R. "ESTUDIOS Y EXPERIENCIAS REALIZADOS EN EL LEMIT SOBRE LA REACCIÓN QUE SE PRODUCE ENTRE EL CEMENTO Y LOS AGREGADOS, EN EL HORMIGÓN DE CEMENTO PORTLAND". LEMIT. Serie II N°5. 1969.

3) Sota J.D., Falcione D., Batic, O.R. "REACCION ALCALI SILICE, UNA PATOLOGIA INTERNA DEL HORMIGÓN". PATORREB 2009, 3er. Congreso de Patología y Rehabilitación de Edificios. Ciudad de Porto, Portugal. Marzo 2009.

4) Swamy R.N. "FIBRE REINFORCEMENT OF CEMENT AND CONCRETE. MATERIAUX ET CONSTRUCTIONS MATERIALS AND STRUCTURES". RILEM. Mayo/Junio 1975. N°45.

5) Cosentino J., Avid F., Machado P., Saad E., Sota J.D. "ESTUDIO DE LOS ÁRIDOS ALUVIONALES EN EXPLOTACIÓN DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS, FRENTE A LA RAS. ESTUDIOS INTERLABORATORIOS". III Congreso Internacional de Tecnología del Hormigón. 17 Reunión Técnica AATH. Ciudad de Córdoba. Octubre 2008.

6) Sota J.D., Traversa L.P. "LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO Y LA REACCIÓN ALCALI-SÍLICE". Reunión Técnica de la AATH. Córdoba '93. Memorias Tecnología del Hormigón. Tomo I. Pág.93- 100. Ciudad de Córdoba. Julio 1993.