

Caso de agujeros en la superficie del hormigón

E. HERRERO NUÑEZ, Lcdo. en Ciencias Físicas

INTRODUCCION

En el campo de la durabilidad del hormigón se puede aplicar la frase "No existen enfermedades sino enfermos", es decir, más bien que enfermedades del hormigón se debe hablar de casos de hormigones enfermos.

En efecto, es de todos conocido los casos de obras de hormigón que realizadas con materias primas, particularmente el cemento, no adecuadas para el medio agresivo que van a sufrir, se comportan perfectamente, mientras hay otras que con los materiales adecuados no dan tan buenos resultados.

Es evidente que lo anterior puede atribuirse a que el sujeto que sufre la acción agresiva es la obra de hormigón terminada, y que sus defensas surgen de la interacción de materias primas, dosificación, fabricación, colocación, compactación, curado y protección y, por tanto se debe procurar que todos estos factores sean los convenientes para el medio en que va a estar el hormigón, abandonando la idea de que es suficiente solamente cuidar algunos de ellos.

Tanto o más cuidado debe darse en obtener la máxima compacidad, como en la elección del cemento y demás materiales.

Por otra parte, salvo los casos de medios agresivos, compuestos por un elemento determinado perfectamente conocido, por su posibilidad de fiel reproducción en el laboratorio, se tiene que en muchas situaciones el medio agresivo contiene diversos elementos cuya acción conjunta no es conocida, pudiendo haber incluso inhibiciones de unos por otros.

De aquí, que cada caso debe ser objeto de un estudio particular para obtener los remedios adecuados.

En lo que sigue, vamos a presentar uno de estos casos en los que se ve que la adopción de medidas generalmente reconocidas como soluciones no dieron el efecto deseado hasta que el estudio particular del fenómeno permitió averiguar la causa.

La durabilidad del hormigón en este caso venía afectada por la aparición, al desencofrar los pilares, de una estructura de hormigón con numerosos agujeros en la superficie del mismo, que perjudicaban su apariencia y deterioraban la impermeabilidad a los agentes externos.

CARACTERISTICAS DEL FENOMENO

La aparición de agujeros en las superficies de hormigón es un problema todavía sin resolver completamente e, incluso, se considera como inherente a la naturaleza del hormi-

gón, siendo la determinación del límite de tolerancia en la cantidad de agujeros una cuestión subjetiva.

Los remedios preconizados por las prácticas del buen hacer consisten, en el caso de pilares, en emplear el hormigón lo más seco posible, en disminuir el espesor de las tongadas y en aumentar el tiempo de compactación por vibración.

Ahora bien, los agujeros normalmente presentados suelen ser debidos a burbujas de aire atrapadas contra las paredes de encofrados no absorbentes. Estos agujeros aparecen secos al desencofrar.

En el caso que nos ocupa, la aparición de agujeros presentaba las siguientes características: su número era muy grande, aparecían en todas las caras y tenían un contenido acuoso con algo de espuma.

Los remedios inmediatamente tomados fueron lógicamente los indicados anteriormente, comprobándose no solamente su ineficacia sino que empeoraban la situación, ya que cuanto más energética era la vibración más agujeros salían.

Simultáneamente, se cambió de cemento y se mandaron analizar las aguas empleadas en la fabricación del hormigón. Estos análisis cumplían los límites especificados en la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón Armado o en Masa HA-68. El cambio del cemento tampoco dio ninguna variación al problema.

Se comprobó que si se aumentaba la fluidez del hormigón, de forma que se pudiera colocar con una compactación muy ligera con barra y sin nada de vibración, disminuía casi hasta desaparecer el número de agujeros.

Esto llevó a la conclusión de que debía de haber un agente espumante que producía el fenómeno al agitarse la masa del hormigón mediante la vibración, suponiendo que este agente estaba contenido en el agua.

Como primera medida, se observó el agua empleada en la conservación de las probetas del hormigón tomadas para la determinación de la resistencia. Este agua provenía de la misma fuente que la utilizada para la fabricación del hormigón.

Se vio que en la superficie de la balsa flotaban copos de sustancia blanquecina distintas de las debidas al hidróxido cálcico liberado por las probetas, y que agitando esta sustancia blanca se formaba espuma abundante y persistente. Esto llevó a confirmar que era la causa del fenómeno y que debía ser una sustancia detergente que contaminaba las aguas.

Para comprobarlo, se analizaron las aguas de nuevo. Como las aguas provenían unas veces de un río y otras de un pozo cercano al río, se tomaron muestras de ambas procedencias.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

<u>ANALISIS</u>	<u>AGUA DE RIO</u>	<u>AGUA DE POZO</u>
Sustancias solubles	930 mg/l	1.062 mg/l
Sulfatos (SO ₃)	160 mg/l	170 mg/l
Sacarosa	no contiene	no contiene
Glucosa	no contiene	no contiene
Aceite o grasas	contiene	contiene
pH	7	7
ABS	0,26 mg/l	0,12 mg/l

El resultado del análisis de sustancias detergentes está dado en alquilbenceno sulfonato sódico.

Es de notar la diferencia en detergentes entre el agua del río y el agua del pozo.

Algunas millonésimas de detergentes sirven para formar espumas voluminosas y, además, si hay hidrocarburos y grasas estos compuestos forman productos de distinta volatilidad de los cuales los más ligeros son eliminados por evaporación, permaneciendo los más pesados, que son emulsionados por la acción de los detergentes.

La espuma producida por la presencia de detergentes en las aguas puede ser más o menos estable, dependiendo esto de diversos factores, siendo las proteínas, las partículas disueltas y *un pH ácido favorecedores* de su formación.

Por tanto, las aguas del río que contienen detergentes, proteínas, gran cantidad de sustancias en suspensión, aceites y grasas procedentes de los barcos y lavaderos son productoras de espuma. Es de notar que la comparación con los análisis efectuados en épocas anteriores mostraba que la contaminación de las aguas variaba de una época a otra del año.

ENSAYOS SOBRE HORMIGÓN

A fin de comprobar que el agua utilizada era la causante de la espuma, y por tanto de los agujeros, se realizaron las siguientes pruebas:

— Probetas de hormigón con áridos lavados con el agua del río y empleando esta misma agua para el amasado. La compactación se hizo mediante vibración enérgica.

Al desmoldar, aparecían numerosos agujeros en la superficie de las probetas.

— El mismo hormigón que el anterior pero haciendo la compactación con barra. El número de agujeros disminuía apreciablemente.

— El mismo hormigón pero amasado con agua de pozo y con agua potable y compactado en ambos casos por vibración.

En estos casos aparecían agujeros pero en menor cantidad que en las pruebas anteriores. Como los áridos empleados habían sido lavados con agua del río y podían haber tenido influencia en la aparición de agujeros, se efectuó una última prueba empleando áridos sin contacto alguno con el agua del río. En este último ensayo la cantidad de agujeros que aparecía era la menor de todas las encontradas y podía calificarse de normal.

CONCLUSIONES

Todo lo anterior lleva a indicar que las aguas contaminadas con detergentes en presencia de otras sustancias disueltas de tipo orgánico e inorgánico pueden influir en el aspecto externo del hormigón amasado con ellas.

La formación de burbujas con irisaciones estables en la superficie del hormigón fresco tomado para hacer ensayos debe hacernos sospechar del agua de amasado y tomar las debidas precauciones para evitar su empleo.

En el caso experimentado no se encontró descenso en las resistencias del hormigón, pero esto no indica que en otros casos las aguas no puedan también influir en ella.