

Coloquio

Sr. Aguanel

El Sr. Ortega ha estado hablando del hormigón como algo a lo que hay que proteger con una piel, y cuidar de que no se arañe, a fin de evitar la infección.

Quisiera, por lo tanto, preguntarle si hay que considerar así al hormigón, o bien si él mismo puede ser resistente a los agentes agresivos, bien con cementos especiales o bien con impermeabilidad fuerte.

Sr. Ortega

El tema que he desarrollado es la protección del hormigón con membrana; protección superficial. No de la masa del hormigón. El entrar en la masa del hormigón con el fin de producir unas ciertas modificaciones, es un tema que otros ponentes ya han desarrollado.

Por supuesto que hay innumerables casos en los cuales no es necesario proteger al hormigón. En el caso al que me referí se trataba de corrosión. Hay muchas escalas de corrosión; el metal se corroe más que el hormigón, pero hay casos en los cuales o bien se protege al hormigón de la intensa corrosión a que está sometido, o ... muere.

¿De qué vamos a proteger a un hormigón en un clima como el de Castilla? He mencionado casos en los cuales el hormigón actúa como elemento decorativo y necesita una protección impermeabilizante y, no por el carácter más o menos impermeable del hormigón, sino porque una losa no es monolítica, tiene juntas por las que penetra el agua: de ahí la necesidad de la impermeabilización.

Hay también la protección química. Como ejemplo citaré unos tanques para almacenar mosto, al que se adicionaba sulfuroso para evitar fermentaciones. Si no se protegía el hormigón de esos tanques, poco iban a durar...

Hay casos en que o bien se protege al hormigón del ataque químico o no sirve para lo que está destinado.

Incluso está el ejemplo de unas presas que no estaban protegidas. Las pérdidas de agua son tan importantes que se está pensando en poner membranas para impedir el paso del agua.

En el caso de las acequias, incluso con hormigón perfectamente estanco, existe el problema de las juntas. Se va incluso al revestimiento para evitar la pérdida de agua.

En definitiva: la protección puede ser no necesaria; necesaria a medias y absolutamente necesaria. Caben las tres posibilidades.

Sr. Aguanel

Una segunda pregunta:

Cuando se proyecta la obra ¿no se puede hacer con un cemento especial que ya nos dé una protección?

Sr. Ortega

Es posible; es decir, la protección con membrana no es una solución única, se pueden buscar otras soluciones. Una de ellas es hacer un hormigón en masa que sea impermeable.

Basta con que haya un hidrófugo. Entonces si no se prevé la fisuración de este hormigón en masa, sobre, naturalmente, la impermeabilización.

Quizá he dado tal énfasis a esta protección que parece sea la única, y no es así; hay otras posibilidades, incluso sin el empleo de ningún aditivo.

Hay revestimientos que son de mayor resistencia química y que se pueden aplicar como protección del hormigón.

La interfase entre el revestimiento y el hormigón es una emulsión bituminosa que en el medio ácido se desintegra y se cae. Los libros dicen que el poliuretano-alcohol, tiene una adherencia específica al hormigón no excesivamente buena. La adherencia específica de una membrana de epoxi, de una resina de epoxi por los grupos polares al hormigón, es extraordinariamente buena, pero el poliuretano tiene menor adherencia específica y hay que hacer una limpieza a fondo de la superficie para aplicar la membrana.

Era una tubería que estaba alimentando el agua de refrigeración de una térmica, una tubería muy grande de hormigón con agua del mar, pero se hizo un revestimiento de epoxi con aplicación in situ del interior de la tubería, y se aplicó entre el revestimiento de epoxi y el hormigón una membrana, con objeto de, no sé si abaratar.

Intervención

¿No se puede aprovechar la porosidad del hormigón para que penetre en ella los epoxi, y entonces no sea solamente un contacto?

Sr. Ortega

No perdamos de vista que una membrana de epoxi y una membrana de poliuretano son caras; para abaratar ponen una membrana que no presenta las condiciones que deben reunir.

Otra intervención

...por motivo económico, ¿no?

Sr. Ortega

Sí. La adherencia específica es un problema de grupos polares de precontacto, en superficie; más si ponemos una interfase, dará mayor grosor, pero que se destruye esa adherencia, entonces ya no hay contacto y ese efecto se pierde por completo.

Sr. Sarabia

Quería preguntar al Sr. Ortega ¿tienen algún significado, desde el punto de vista de la resistencia del hormigón, las soluciones ácidas del tipo que acaba de hablar, la “fluatación” y especialmente un procedimiento “Okratt”, que trabaja con tetracloruro de silicio después de haber eliminado la humedad?

Sr. Ortega

Desde el punto de vista de las resistencias y las soluciones ácidas, la fluatación tiene un significado tan bueno como puede tener un revestimiento.

Otra intervención

El proceso Okratt habla de que penetra hasta algunos milímetros, y dicen que es muy bueno pero caro, porque hay que trabajar en recipientes cerrados; sí es un adherente aplicable a tratamientos en prefabricados en el que se crea esta película, relativamente profunda, de fluosilicato cálcico que parece, en principio, que efectivamente es resistente a los ácidos. Como el tema, a mi juicio, es muy importante, quería saber si había alguna experiencia y, nada más.

Otra intervención

Cuál es su opinión, desde el punto de vista de la protección de un elemento que inicialmente se ha tratado con un lavado exterior, o bien ha sido tratado con un picado ¿Se hace un lavado y picado y se aplica revestimiento?

Sr. Ortega

La durabilidad del hormigón, dependerá de las condiciones en que se encuentre el medio ambiente, por lavar un hormigón o por picarlo no aumentamos su durabilidad. La durabilidad de un hormigón es propia de él. Por mucho que lo lavemos o le piquemos sigue siendo la durabilidad la misma que tenía antes de lavarlo o picarlo; el problema es que hay que hacerle una protección ulterior frente al medio ambiente corrosivo.

Otra intervención

Esa era quizá un poco mi pregunta ¿Vd. juzga necesaria alguna protección?

Sr. Ortega

Depende de las condiciones en que vaya a trabajar este hormigón. He dicho antes que a veces es absolutamente indispensable y otras es absolutamente innecesario.

Otra intervención

Yo quisiera dar una respuesta a lo que ha preguntado el amigo Sarabia respecto del procedimiento "Okratt" ("ocratación" o "ucratización", como se suele llamar), y que consiste en el tratamiento de la superficie del hormigón con vapores de tetrafluoruro de silicio. En presencia de cierta cantidad de humedad, esto se hace en recinto cerrado; el tetrafluoruro de silicio se hidroliza y deja en libertad ácido fluorhídrico y ácido silícico, que ambos —sobre todo el primero— se combinan con la cal de la superficie del cemento, dando por una parte silicatos cálcicos y por otra parte —lo que es más importante— fluoruro cálcico insoluble. Ambos compuestos colmatan y endurecen la superficie del hormigón en un espesor de algunos milímetros; es, por consiguiente, un procedimiento de endurecer y colmatar la superficie muy eficaz pero caro y, como quiera que ha de tratarse en cámaras cerradas, no es aplicable sino a elementos prefabricados. Esto es lo que se me ocurre decir respecto del tema.

Nueva intervención

¿Existe en España, como en el extranjero, experiencia sobre protección de sutura de hormigón a base de películas, pintura epoxídica, sometidas estas estructuras de hormigón a cargas dinámicas, ante choques más o menos periódicos? Estas pinturas de tipo epóxido o de otro tipo similar ¿son elásticas, son frágiles, dan buen resultado?

Sr. Ortega

En la pintura, en el revestimiento de epoxi, se puede ir a un revestimiento rígido o a un revestimiento más o menos flexible, depende del grado de polimerización de la epoxi. La epoxi es un sistema generalmente de dos componentes: el material epoxi, y el mal llamado catalizador, cuando, en realidad, no es un catalizador sino un elemento correactivo de la epoxi. Al unirse estos dos componentes el sistema empieza a tener lo que se llama un período de vida útil, y empieza la polimerización. Según que esta polimerización se lleve más o menos, sea más o menos intensa, y sobre todo que se realice más o menos la reticulación tridimensional, la epoxi se convierte en un sistema más rígido incluso que el hormigón o, por el contrario, hay posibilidad de detener la polimerización y aparecen unos sistemas epoxitiocol, unos sistemas con catalizadores que no llevan polimerización, tan a fondo, y la epoxi lineal formada es una epoxi elástica y la epoxi tridimensional es una epoxi rígida.

Es decir, la epoxi que se emplea como relleno de juntas es la epoxi elástica, la epoxi que se emplea como mortero de epoxi es la epoxi enormemente rígida. De manera que la epoxi es un sistema tan aleatorio que, según el elemento correactivo que se emplee, se llega a una situación o se llega a otra, y yo he visto casos en los cuales se ha hecho sellado entre dos losas de hormigón con una epoxi y resultaba que la epoxi era todavía más dura que la losa de hormigón, y la junta no funcionaba y se partió.

Estos casos, en los cuales se hacía un sellado entre losas de hormigón con epoxi de otra formulación, aquello se mantenía indeformable y la solución era adecuada.

Lo que sí digo es que, en general, si el mortero epoxi —la epoxi que se emplea para mortero— es con catalizadores de poliamidas, se llega a una redícula enormemente rígida. En cambio hay los epoxitiocol que son mucho más flexibles.

Voy a concretar un caso, a mi modo de ver extremo. Es la protección de un pilote de hormigón prefabricado con una pintura (no un mortero), una pintura epoxi, y se hinca en un terreno agresivo ¿es útil eso?

Porque el problema es ¿se va a mover o no la estructura? Si se va a mover la estructura, tenemos que utilizar un epoxi que sea capaz de absorber la deformación de la estructura. Si prevemos que la estructura se va a fisurar como consecuencia de movimientos térmicos, como consecuencia de movimientos de asentamiento del subsuelo, es absolutamente indispensable el emplear una epoxi flexible para absorber la deformabilidad.

Si la estructura va a estar quieta, sin movimiento ninguno, la epoxi rígida soportará las acciones mecánicas mucho mejor que la epoxi flexible.

Me refiero al movimiento relativo del pilote.

Si se prevé un movimiento de la estructura hay que tener en cuenta que la formación de fisuras en la estructura protegida con un revestimiento adherido requiere que el revestimiento tenga un alargamiento en rotura superficialmente grande para soportar esta deformación.

Esto es lo que se salva, a veces, con las intervenciones o con las protecciones semiflotantes.