



Figura 1. Proceso convencional de reparación de agrietamientos en el concreto (resulta costoso y complejo).

Introducción

La reparación del concreto hidráulico deteriorado es una tarea costosa y compleja. El concreto hidráulico es propenso a agrietarse, cuando esto sucede, el agua del medio ambiente se infiltra y degrada al concreto facilitando el proceso de corrosión del acero de refuerzo, y reduciendo en gran medida la vida útil de las estructuras. Tradicionalmente la reparación de estos agrietamientos consiste en la aplicación de morteros adicionados a la superficie dañada, pero estos a menudo resultan difíciles de aplicar y costosos (ver figura 1).

Bang S. (2001) planteó la posibilidad de utilizar bacterias en el concreto, para autorepararlo. "La restauración biológica de éste consiste en adicionar una bacteria que produce carbonato de calcio, un cementante natural que permite autosanar los agrietamientos del concreto en cuanto aparecen" (Stocks-Fischer, S et al, 1999). Las bacterias estudiadas son de tipo endolítico, es decir, que pueden vivir dentro de piedras y en ambientes altamente alcalinos, produciendo esporas comparables a las semillas de plantas. Las aplicaciones del concreto biológico autorreparable van desde revestimiento de túneles, paredes de sótanos estructurales, puentes de carreteras, pisos de concreto y estructuras marinas, entre otras. Recientes investigaciones en el área de restauración biológica del concreto admiten que los agrietamientos se sellan con la adición de bacterias que pueden producir relleno de piedra caliza tan pronto como una microgrieta empieza a formarse. (Ramachandran, et al 2001; De Muynck, W. et al, 2008). Sin embargo, necesitan realizarse más investigaciones a fin de determinar la resistencia final alcanzada, así como la durabilidad final de las estructuras tratadas biológicamente para su restauración.

Mecanismo de actuación de la reparación microbiológica del concreto

El mecanismo de actuación de la bacteria, junto con un nutriente conocido como lactato de calcio, nitrógeno y fósforo añadidos desde el mezclado del concreto, permiten que en presencia de agua filtrada a través de las grietas las bacterias germinen. Las bacterias se alimentan con el lactato de calcio produciendo verdadera piedra caliza, este mecanismo imita el proceso natural del cuerpo humano mediante el cual las fracturas de huesos se curan por células osteoblásticas que mineralizan para volver a formar el hueso (De Muynck, W., 2010).

Una vez activado el proceso de germinación de las bacterias, éstas se reproducen y multiplican rápidamente, sellando en cuestión de semanas el concreto.

Procedimiento de aplicación de la bacteria en el concreto

Cuando se trata de una mezcla nueva, las esporas bacterianas y los nutrientes a base de lactato de calcio pueden introducirse en el concreto dentro de bolitas de arcilla expansiva, separadas entre 2 y 4mm de ancho que aseguren que los agentes no se activarán durante el proceso de mezclado. Estos agentes se estima que pueden permanecer en estado latente hasta por 200 años.

DESARROLLOS RECIENTES EN RESTAURACIÓN BIOLÓGICA DEL CONCRETO

Otro procedimiento de aplicación consiste en adicionar al concreto microcápsulas conteniendo esta bacteria, mismas que al contacto con el agua se liberan y reaccionan con el concreto para precipitar una solución de carbonato de calcio que es un cementante natural y sella las grietas y fisuras del concreto hidráulico.

Retos para el desarrollo masivo del concreto autoreparable

El primero está relacionado con el hecho de que las bolitas de arcilla que contienen el nutriente y la bacteria comprenden cerca del 20% del concreto, el cual normalmente sería grave debilitando la mezcla de concreto hasta en un 25%, reduciendo significativamente la resistencia a la compresión. Sin embargo, esta situación no será crítica en la mayoría de los casos excepto en edificios de gran altura que requieren de grandes resistencias a la compresión.

El segundo reto es su costo que se estima actualmente como al doble del concreto convencional. Sin embargo, se compensa con el hecho de que la vida útil de la estructura se pudiese ampliar hasta un 30%.

Conclusión

El desarrollo de materiales para la reparación biológica del concreto hidráulico resulta una alternativa muy interesante desde el punto de vista de la reducción de las emisiones de CO² al disminuir los costos del ciclo de vida de la infraestructura, si consideramos que más del 7% de las emisiones mundiales de CO² proceden de la producción de cemento.



Figura 2. Agrietamientos reparados con la acción de bacterias.

Disminuye también la necesidad de hacer reparaciones periódicas costosas. Se estima que sería posible extender la vida de los pavimentos y estructuras hasta en un 50% eliminando la necesidad de reparación manual.

Referencias:

- Stocks-Fischer, S., Galinat, J. K., & Bang, S. S. (1999). *Microbiological precipitation of CaCO₃*. *Soil Biology and Biochemistry*, 31(11), 1563-1571.
- Ramachandran, S. K., Ramakrishnan, V., & Bang, S. S. (2001). *Remediation of concrete using microorganisms*. *ACI Materials journal*, 98(1).
- Bang, S. S., Galinat, J. K., & Ramakrishnan, V. (2001). *Calcite precipitation induced by polyurethane-immobilized Bacillus pasteurii*. *Enzyme and microbial technology*, 28(4), 404-409.
- De Muynck, W., Debrouwer, D., De Belie, N., & Verstraete, W. (2008). *Bacterial carbonate precipitation improves the durability of cementitious materials*. *Cement and concrete research*, 38(7), 1005-1014.
- De Muynck, W., De Belie, N., & Verstraete, W. (2010). *Microbial carbonate precipitation in construction materials: a review*. *Ecological Engineering*, 36(2), 118-136.
- Gómez Paniagua, E. L. (2006) *Evaluación de las propiedades geotécnicas de suelos arenosos tratados con bacterias calcificantes* (Disertación doctoral, Universidad Nacional de Colombia, Medellín).