Protección antiincrustante de hormigones sumergidos

G. Blustein, M. Pérez y M. García, M. Stupak. *CIDEPINT- Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (CIC-CONICET), La Plata, Argentina.*

L. Traversa. *LEMIT- Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica (CICPBA), La Plata, Argentina.*

Limnoperna fortunei es un molusco originario del sudeste asiático que se fija a sustratos duros mediante un sistema de anclaje llamado biso. El asentamiento de este mejillón, entre otros perjuicios, produce el deterioro superficial en las estructuras de hormigón.
Con la finalidad de evitar la fijación de organismos se emplean biocidas actualmente cuestionados por su efecto nocivo sobre el hombre y los ecosistemas acuáticos. El timol es un compuesto de origen natural empleado en la industria por sus diversas propiedades. Este compuesto demostró también propiedades antiincrustantes dado que evitó la fijación de organismos en el Puerto de Mar del Plata así como el asentamiento de L. fortunei bajo condiciones de laboratorio.
En este trabajo se evaluó la actividad antiincrustante del timol incorporado a probetas de cemento portland sumergidas durante doce meses en el Río de la Plata y también su efecto sobre el tiempo de fraguado y las propiedades mecánicas de los morteros.
Luego de doce meses de inmersión los resultados indican que las probetas con timol redujeron en un 85% la fijación del mejillón dorado respecto del control.
El presente trabajo representa un avance hacia la utilización de productos naturales en la protección antiincrustante de estructuras de hormigón sumergidas.

Introducción

El deterioro de estructuras de hormigón armado se produce principalmente por mecanismos físicos y químicos, generalmente comienza con procesos de alteración debidos a la acción sinérgica de distintos factores abióticos (cambios de temperatura, lluvia, viento, luz solar, ciclos de congelación y descongelación) y en otros casos debido a características intrínsecas del material (contracción por secado, deformación bajo carga, etc.). Las superficies de los hormigones expuestos a la intemperie se tornan cada vez más porosas y son factibles de ser colonizadas por distintos organismos tales como bacterias, algas, hongos y líquenes que encuentran una rugosidad adecuada para crecer y desarrollarse. Por otra parte, aquellos hormigones que están sumergidos en agua dulce o marina (muelles, escolleras, represas, puentes, diques) pueden ser colonizados también por otro tipo de organismos.

Durante los últimos veinte años la Cuenca del Plata ha sido invadida por el molusco bivalvo Limnoperna fortunei, proveniente del sudeste asiático; este mejillón arribó a nuestras costas transportado inadvertidamente en su etapa larval planctónica en el agua de balasto de las embarcaciones [1]; se fija al sustrato mediante un sistema de anclaje llamado biso que produce el deterioro de estructuras y materiales generando grandes perjuicios económicos. Particularmente en el caso de los hormigones la fijación provoca un importante deterioro superficial y, en función de la gran cantidad de construcciones de hormigón ubicadas a orillas de ríos y lagos, resulta necesario hallar métodos útiles para controlar el asentamiento.

Debido a las restricciones impuestas recientemente al uso de biocidas por su efecto sobre la salud humana y el medio ambiente, surge la necesidad de encontrar alternativas no tóxicas y biodegradables. En este sentido, los productos naturales representan una opción 'amigable con el medio ambiente'. Entre ellos, los aceites esenciales y otros metabolitos secundarios extraídos de plantas son los más utilizados ya sea para la preservación de alimentos, la industria cosmética y/o la industria farmacéutica. El timol es un compuesto natural que se aísla de los aceites esenciales de numerosas plantas, como por ejemplo tomillo y orégano, y ha sido ampliamente estudiado por sus propiedades antivirales, antimicrobianas, antifúngicas, antihelmínticas y antioxidantes entre otras.

En estudios previos se comprobó que el timol presenta además propiedades antiincrustantes tanto en medio marino como de agua dulce [2]. Este compuesto incluido en una pintura antiincrustante evitó la fijación de organismos de la comunidad incrustante del Puerto de Mar del Plata y en solución afectó el asentamiento de *L. fortunei* bajo condiciones de laboratorio [3].

En este trabajo se plantean como objetivos evaluar la actividad antiincrustante del timol incorporado a probetas de

morteros de cemento pórtland sumergidas durante doce meses en el Río de la Plata y, paralelamente, estudiar el efecto que tiene este compuesto sobre el tiempo de fraguado, la trabajabilidad y las propiedades mecánicas de los morteros, en particular, su resistencia a compresión y flexión.

Procedimiento experimental

Para la realización de los ensayos se moldearon probetas de 4x4x16 cm a fin de determinar resistencia de rotura a compresión y flexión. Se prepararon morteros empleando un cemento portland compuesto que cumple con la Norma IRAM 50000:2000 [4], con una razón agua/cemento de 0,5. La dosificación empleada es la indicada en la Norma IRAM 1622 [5], utilizada para determinar las resistencias de los morteros. Como árido fino se empleó una arena natural sílico-feldespática con un módulo de finura de 2,62 que verifica la Norma IRAM 1512 [6] en lo que respecta a presencia de sustancias nocivas, índice colorimétrico y estabilidad frente a una solución de sulfato de sodio. La composición de los morteros se especifica en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición de los morteros.

Materiales (g)	Mortero patrón (sin timol)	Mortero con timol
cemento	450	450
agua	225	225
arena	1,350	1,350
timol	---	9

Figura 1. Área de muestreo sobre el Río de la Plata (Club Albatros, San Fernando).

En el mortero fresco se evaluó la trabajabilidad a través de la medida de la fluidez y, en el mortero endurecido se determinó la contracción por secado de probetas de 2,5x2,5x30 cm luego de 28 días en cámara seca (T: 23±2 ºC, HR: 50±5%). También, se evaluó el tiempo de fraguado inicial y final con y sin el agregado de timol [7].

Para los ensayos de campo se moldearon probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro y 0,5 cm de espesor con una pasta de cemento (relación a/c 0,25) a las que se agregó 2% p/p de timol sobre el contenido de cemento. Las probetas se dispusieron sobre bastidores que fueron sumergidos a 50 cm por debajo de la superficie del agua en el Río de la Plata (Club Albatros de San Fernando, Buenos Aires, Argentina) (Figura 1). Las experiencias fueron realizadas por triplicado con los controles correspondientes (probetas sin timol).

La evaluación del grado de fijación de los moluscos sobre las probetas se realizó cada tres meses durante un año comparándolas frente al control. Se contabilizaron los individuos fijados por unidad de área y se estimó el porcentaje de fijación en probetas con y sin el agregado de timol.

Resultados y discusión

De los resultados surge que la adición de 2% de timol a un mortero elaborado con un cemento portland compuesto y con una razón a/c 0,5, reduce la resistencia a compresión y a flexión de la muestra en porcentajes cercanos al 20%, mientras que la trabajabilidad del mortero al igual que la contracción por secado no se encuentran afectadas (Tabla 2).

Tabla 2. Características de los morteros.

Característica	Mortero patrón	Mortero con timol
Fluidez (%)	125	128
Resistencia a compresión (MPa)	35,6	30,4
Resistencia a flexión (MPa)	9,2	7,7
Contracción por secado (%)	0,072	0,071

Dado que la presencia del aditivo acelera el tiempo de fraguado inicial de la pasta de cemento (1h con timol vs. 3h 15min. sin timol) debe tenerse en cuenta esta característica cuando se programen los trabajos de elaboración de los elementos estructurales.

Luego de doce meses de inmersión en el Río de la Plata los resultados indican que las probetas con timol redujeron en un 85% la fijación del mejillón dorado respecto del control (figuras 2 y 3). Esto indica que la concentración de timol en la interfase probeta de cemento/agua es tal que inhibe los mecanismos de anclaje del molusco al sustrato.

Conclusiones

La incorporación de timol a las pastas de cemento modificó tanto el tiempo de fraguado como la resistencia a la flexión y compresión de los morteros. Sin embargo, en función del poder antiincrustante demostrado por el compuesto se puede ajustar la composición del mortero a fin de cumplimentar las exigencias de obra, empleando otros aditivos que compensen las modificaciones que origina su empleo. Las presentes experiencias representan un avance hacia la utilización de productos naturales en la protección antiincrustante de estructuras de hormigón sumergidas.

Figura 2. Probeta con timol, 12 meses de inmersión.

Figura 3. Probeta testigo, 12 meses de inmersión.

Referencias

[1] G. Pastorino, G. Darrigran, S. Martín y L. Lunaschi. Limnoperna fortunei (Dunker, 1857) (Mytilidae), nuevo bivalvo invasor en aguas del Río de la Plata. Neotrópica, 39 (1993), pp. 34-37.

[2] M. Pérez, M. García, B. del Amo, G. Blustein y M. Stupak. "Approaches to marine biofouling control by thymol based paints". 15th International Congress on Marine Corrosion and Fouling (ICMCF), Newcastle, UK, 2010.

[3] M. Stupak, M. García, M. Pérez y G. Blustein. "Effect of thymol on invasive golden mussel Limnoperna fortunei". 15th International Congress on Marine Corrosion and Fouling (ICMCF), Newcastle, UK, 2010.

[4] Norma IRAM 50000:2000. Cemento. Cemento para uso general. Composición, características, evaluación de la conformidad y condiciones de recepción.

[5] Norma IRAM 1622. Cemento portland-Métodos de determinación de las resistencias a la compresión y a la flexión.

[6] Norma IRAM 1512: 2006. Agregado fino para hormigón de cemento.

[7] Norma IRAM 1619. Cemento portland. Método de determinación de tiempo de fraguado.