

Uso de membrana de curado en pavimentos de hormigón

Juan Pablo Covarrubias T.

Profesor, Departamento de Ingeniería de Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 306, Santiago, Chile.

RESUMEN: Los compuestos de membrana de curado tienen comportamiento variable dependiendo de la oportunidad de colocación sobre el hormigón. En este trabajo se estudia este problema de variación de eficacia de los compuestos de membrana de curado, al ser colocado sobre hormigón seco o con agua libre superficial producto de la exudación del hormigón. Existen productos que funcionan bien al ser colocados sobre un hormigón que no ha completado su exudación, pero también existen en el mercado otros que, aunque cumplen con los requisitos de la norma, no se comportan satisfactoriamente al ser colocados en presencia de agua libre.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de membrana de curado en los pavimentos de hormigón es una práctica usual en nuestro país. A pesar de ser muy utilizado este método de curado, existen problemas de efectividad en la retención de agua, dependiendo del agua libre superficial en el hormigón (agua de exudación). Este trabajo pretende explicar la causa de estos problemas y el comportamiento de los productos de membrana de curado.

II. ENSAYO DE LOS COMPUESTOS DE MEMBRANA DE CURADO

Los productos de membrana de curado se desarrollaron cuando aparecieron los moldajes metálicos en la construcción. Este sistema de curado permitía desmoldar rápido y continuar con el curado del hormigón, sin afectar el desarrollo de su resistencia. El ensayo establecido para membranas de curado, en opinión del autor, refleja este hecho, debido a la forma de aplicar el compuesto de curado en el ensayo. El ensayo según norma ASTM C156 o AASHTO T155, consiste en preparar un mortero normalizado con el cual se llena un molde metálico. Esta probeta con mortero fresco y aún sin la membrana se coloca en una cámara a 38° C y 32% de humedad relativa. Se deja en este ambiente hasta que haya perdido toda el agua superficial y su superficie se vea opaca. En ese momento se le pasa una brocha por la superficie y si se pone brillante se introduce otra vez a la cámara y se deja un cuarto de hora más; se vuelve a pasar la brocha y se repite el procedimiento hasta que la superficie no se vuelva brillante al pasar la brocha, o sea, cuando se ha acabado el proceso de exudación. El tiempo aproximado entre la preparación del mortero y el momento de aplicación del compuesto de curado, en que la probeta no se pone brillante, es de aproximadamente 1 hora 40 minutos o 100 minutos. Es en este instante cuando la probeta se pinta con el producto de membrana de curado y se pesa para determinar su masa inicial. Una vez lista la probeta se introduce en la cámara, bajo las mismas condiciones de temperatura y humedad relativa, y se mide la pérdida de peso a las 24,48 y 72 horas. La pérdida de peso a 72 horas indica la eficacia de la membrana, y debe producir una evaporación de agua no mayor de 0,55 Kg/m², según norma ASTM C309.

La mayoría de los compuestos de membrana de curado cumplen con los requisitos indicados en la norma mencionada. Sin embargo, la colocación de la membrana en pavimentos se debe realizar antes de que termine la exudación, es decir, antes de que las losas se encuentren opacas. En estos casos, si se espera a que termine la exudación y las losas se presenten opacas antes de aplicar el compuesto de curado, se corre el riesgo cierto de que se produzcan fisuras de retracción plástica. Además, el hecho de que la superficie tenga aspecto seco, no significa que haya terminado la exudación, puesto que puede deberse a que la evaporación es más rápida que la exudación. Por esta razón, en el caso de pavimentos o losas, la membrana de curado se debe colocar cuando existe exudación, con las superficies aún brillantes. Otro problema es que las superficies de los pavimentos no se vuelven opacas en forma pareja, por lo que es muy difícil controlar cuando colocar la membrana una vez terminada la exudación, sin correr el riesgo de fisuración.

También existe una pérdida de agua del hormigón durante el proceso de secado superficial. Debido a que el cemento necesita, para lograr su hidratación completa, una cantidad mínima de agua en el hormigón equivalente a una razón agua/cemento del orden de 0,5 (Neville, 1983). Los hormigones de pavimento tienen una razón agua/cemento del orden de 0,42 por lo que cualquier pérdida de agua reduce la cantidad necesaria para la hidratación del cemento. Esto puede reducir la resistencia del hormigón, y hace recomendable la colocación de una buena membrana lo antes posible, después de terminado el platabado y texturado del pavimento, especialmente durante los meses de verano, cuando no existe un aporte de agua externo al hormigón. Sería interesante estudiar con más detalle este posible efecto de disminución en la resistencia del hormigón causado por un comportamiento deficiente de la membrana de curado.

Otro efecto importante es el problema de secamiento superficial del hormigón, producido por una aplicación tardía de la membrana o la utilización de un compuesto de curado que presente el problema de ineficiencia en presencia de agua libre de exudación. Este secamiento superficial produce una disminución importante en la resistencia del mortero

superficial del pavimento, lo que induce a una gran reducción de la resistencia al desgaste de los pavimentos y es muy importante en el caso de pisos industriales o deportivos.

Este problema de variación de la eficacia de los compuestos de membrana de curado en la retención de agua en el hormigón, dependiendo de la oportunidad de la aplicación, no se ha visto discutido en la bibliografía disponible, e hizo que DICTUC introdujera un cambio en el ensayo. Este cambio consistió en preparar una cuarta probeta, la cual se pinta con el compuesto de membrana de curado a los 30 minutos de haber preparado el mortero, mientras todavía existe el fenómeno de exudación de agua. El resto del ensayo se mantiene igual. Con este ensayo se detecta si el compuesto de membrana de curado es apropiado para pavimentos puesto que los tiempos que se le dan a la cuarta probeta son similares a los que ocurren en la construcción de pavimentos. Revisando documentación sobre ensayos de membrana de curado, la norma francesa del Laboratorio Central Ponts et Chaussée, aplica la membrana a los 20 minutos de preparado el mortero (Sáinz de Cueto Torres et al., 1989).

III. COMPORTAMIENTO DE LOS COMPUESTOS DE MEMBRANA DE CURADO

Se realizaron ensayos en el Laboratorio de Resistencia de Materiales RESMAT de DICTUC y se comprobó que la eficacia de los compuestos de membrana de curado para hormigón, era diferente si se colocaba en una superficie seca, como dice la norma, o si se colocaba en una superficie húmeda, como ocurre en pavimentos. Un análisis de los resultados obtenidos, (se presentan en la Tabla 1), nos entrega antecedentes sobre los puntos discutidos.

Como se observa en la tabla, la evaporación de agua del mortero sin membrana de curado es de 0,16 Kg/m² a los 30 minutos, 0,44Kg/m² a los 100 minutos, que corresponde al momento de aplicar la membrana de acuerdo a norma, y de 4,56 Kg/m² a las 72 horas más 100 minutos. También muestra la evaporación de agua de diferentes compuestos de membrana de curado, colocados a la media hora y a los 100 minutos. Se observa que todos los compuestos cumplen con la norma que exige una evaporación menor o igual a 0,55 Kg/m² ensayado de acuerdo a norma, es decir, aplicando el compuesto de curado a los 100 minutos. Sin embargo, cuando el compuesto de curado se coloca a la media hora, hay sólo algunos que cumplen con la evaporación máxima admisible. Es interesante observar en las columnas de evaporación total, donde se suma la evaporación de agua del mortero antes de aplicar la membrana y la evaporación en 72 horas con la membrana colocada, que las membranas que cumplen la especificación cuando se aplican a la media hora, también retienen bastante más agua dentro del mortero que las que no cumplen, incluso disminuyen la evaporación total al colocar el compuesto de membrana a la media hora. Un compuesto, que colocado a la media hora permite que se evapore 0,83 Kg/m², sería similar a uno que colocado a los 100 minutos de acuerdo a la norma, cumpla con el límite de evaporación que indica la norma, puesto que ambos tendrían la misma cantidad de agua dentro del hormigón, para su curado. Con las membranas de curado que no cumplen bien a la media hora, ocurre que la evaporación de agua total en el mortero aumenta considerablemente al colocarse antes del término de la exudación.

Tabla 1. Resultados de ensayos de membranas de curado

Membrana	Dosis	Pérdida en 30 min.	Pérdida en 72 hrs. Membrana colocada a los 30 min.	Pérdida total 72hrs. + 30 min. Membrana colocada a los 30 min.	Pérdida en 100 min. (Espera de norma)	Pérdida en 72 hrs. Membrana colocada según norma	Pérdida total membrana colocada según norma
	cc/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²
SIN		0,16			0,44	4,12	4,56
A	200		1,44	1,60		0,19	0,63
B	200		0,34	0,50		0,22	0,66
C	200		0,22	0,38		0,20	0,64
D	200		0,29	0,45		0,25	0,69
E	200		0,99	1,15		0,33	0,77
F	150		1,34	1,50		0,37	0,81
G	200		2,70	2,86		0,48	0,92
H	200		1,90	2,06		0,35	0,79

IV. DISCUSIÓN

El uso en pavimentos o losas, de membranas que no cumplen con la especificación de retención de agua al ser colocadas a la media hora, lleva a los problemas mencionados anteriormente. Si se colocan antes de terminar la exudación del hormigón no van a ser eficaces en impermeabilizar la superficie y evitar la evaporación de agua y, si se espera el fin de

Revista Ingeniería de Construcción, N° 10, Enero-Junio 1991

la exudación para colocarlas, se corre el riesgo de tener fisuras de retracción plástica en la superficie, especialmente en zonas ventosas. También, su aplicación al finalizar la exudación aumenta la evaporación total de agua del hormigón, lo que puede afectar la resistencia final de éste.

La explicación del comportamiento de un compuesto de curado cuando se coloca en una superficie húmeda o en presencia de agua, se explica por un problema de tensión superficial entre el solvente del compuesto de curado y el agua. Este fenómeno hace que la membrana de curado con problemas quede llena de perforaciones circulares muy pequeñas (como colador) que permiten la evaporación del agua del hormigón, aunque el pavimento se nota perfectamente bien pintado con membrana. Estas perforaciones, como hechas con aguja, se pueden apreciar con lupa y no a simple vista.

Como se puede apreciar, el ensayo de la norma es apropiado para compuestos de membrana de curado usados en paramentos verticales de hormigón, puesto que en ellos no existe agua superficial en el momento de aplicar la membrana, luego del desmolde. En el caso de la cara superior de elementos horizontales tales como pavimentos y losas, las condiciones iniciales para el compuesto de membrana de curado son diferentes.

V. CONCLUSIONES

Es importante, en el caso de pavimentos y losas de hormigón, el utilizar compuestos de membrana de curado que sean eficaces cuando se aplican sobre una superficie con agua libre. Esto se comprueba con el ensayo modificado desarrollado en DICTUC. Existen en el mercado productos excelentes para las condiciones de aplicación existentes en pavimentos. Aunque su costo es mayor, es indispensable usar los productos adecuados, especialmente si existen exigencias de desgaste y se quiere evitar fisuración superficial en pavimentos o losas.

REFERENCIAS

1. ASTM, Annual Book of Standards 1981, part 14, Philadelphia, 1981.
2. Neville, A.M., Properties of Concrete, Third Edition, Pitman, London, 1983.
3. Sáinz de Cueto Torres, F.J. y López García, A.R., "Productos Fumógenos de Curado del hormigón; Normativa", Revista RUTAS, N°14, pp. 16-21, Asociación Técnica de Carreteras; Septiembre 1989, Madrid.