

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.



La Ciencia, desde Morelos para el mundo

Para actividades recientes de la Academia puede consultar: www.acmor.org.mx

¿Por qué se cae un puente? y esto... ¿qué tiene que ver con el efecto invernadero y el calentamiento global?

Jorge Uruchurtu Chavarrín
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos
Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CII-CAP), UAEM

38 | Lunes 17 de Diciembre de 2007 | CIENCIA

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.



La Ciencia, desde Morelos para el mundo

Para actividades recientes de la Academia puede consultar: www.acmor.org.mx

VIENE DE LA PÁG. 36

agresivas como el oxígeno, principal oxidante en la naturaleza, cloruros, sulfatos y otros. Mientras más seco esté un concreto, menor será su conductividad dificultando el paso de corriente eléctrica.

Las estructuras de concreto reforzado se encuentran expuestas al medio de servicio en diferentes condiciones: enterradas o sumergidas como en el caso de las cimentaciones y expuestas a la atmósfera. En el primer caso éstas son atacadas básicamente debido a las especies presentes bajo tierra o en el agua cuando están sumergidas y en la atmósfera en presencia de humedad o de lluvia. El oxígeno del aire, los sulfatos que son productos de reacción del agua de lluvia ácida formada por la presencia de bióxido de azufre en la atmósfera y especialmente los cloruros en zonas costeras son importantes como especies agresivas, y que contribuyen además al descenso de la alcalinidad del concreto.

El concreto es atacado por la lluvia ácida que contiene ácido sulfúrico diluido que reacciona con los componentes del concreto, formando por ejemplo sulfato de calcio, el cual produce descascaramiento debido a que se forman hojuelas que hacen perder la cohesión del cemento que forma parte del concreto, muchas



veces ello produce grietas. Este agrietamiento se puede extender hacia adentro, desde la superficie, contribuyendo a la corrosión, ya que puede proporcionar entrada a la humedad, al agua, al aire y a diversos contaminantes. Las grietas estrechas perpendiculares a la dirección del material embebido por lo general no producen corrosión acelerada excepto en condiciones de exposición severa debido a que la corrosión sería superficial y poco extensa. Las grietas más anchas y en especial si son paralelas al material ahogado en el concreto pueden facilitar un mayor acceso a las sustancias corrosivas y así acelerar el ataque.

Los cloruros son muy importantes, especialmente en zonas costeras por su abundancia. Estos son de un tamaño muy pequeño y pueden penetrar fácilmente a través de los poros llenos de agua del concreto y alcanzar en relativamente poco tiempo la superficie del acero. Debido a sus características, tienen la propiedad de destruir la capa pasiva del metal en el sitio y producir corrosión localizada por

"picadura", la cual puede ser muy importante y detrimental, debido a que la velocidad a la que procede la corrosión bajo estas condiciones no puede calcularse de antemano con lo que no puede estimarse el espesor de diseño de los elementos metálicos.

El bióxido de carbono es un producto de la combustión, especialmente en el caso de los combustibles fósiles utilizados extensivamente a partir del siglo XIX. Este contaminante se ha ido acumulando en la atmósfera del planeta y es responsable del calentamiento global que ha comenzado a producir cambios en el planeta que algunos consideran serán irreversibles. Se utiliza la denominación cambio climático, para designar a cualquier cambio en el clima. Para indicar la existencia de influencia humana se utiliza el término cambio climático antropogénico. Actualmente este cambio climático se le identifica con el denominado "calentamiento global". La mayor parte del calentamiento observado en los últimos 50 años en el planeta es atribuible a la actividad humana. Muchos estudios indican que la principal causa del componente de calor inducido por los humanos se debe al aumento de bióxido de carbono, gas de efecto invernadero (otros gases de efecto invernadero son el vapor de agua o el metano).

El efecto invernadero es un tér-

mino que describe cómo el vapor de agua, el bióxido de carbono y otros gases en la atmósfera ayudan a mantener la temperatura en la superficie de la Tierra. La atmósfera se asemeja a la función de un invernadero permitiendo que la luz solar (radiación solar o de onda corta) pase a través de ella para calentar el planeta, y luego absorbiendo buena parte del calor (radiación termal o de onda larga) que irradia la superficie de la Tierra e irradiándolo nuevamente de vuelta a la misma superficie. Calentamiento global y efecto invernadero no son sinónimos. El efecto invernadero acrecentado por la contaminación puede ser, según algunas teorías, la causa del calentamiento global observado.

Es razonable esperar que la Tierra se caliente a medida que las concentraciones de gases tipo invernadero en la atmósfera se incrementen por sobre los niveles naturales, en forma similar a lo que ocurre cuando las ventanas de un invernadero se encuentran cerradas en un día soleado y cálido. Este calentamiento adicional es comúnmente llamado calentamiento de tipo invernadero. El calentamiento de tipo invernadero es el Calentamiento Global debido a los aumentos en los gases tipo invernadero en la atmósfera, principalmente por bióxido de carbono y otros contaminantes.

Dado que el concreto es un mate-

rial poroso, el bióxido de carbono puede penetrar a través de sus poros hacia el interior. Allí se produce una reacción con el hidróxido de calcio que es principal componente del concreto. En presencia del bióxido de carbono se produce carbonato de calcio y con ello ocurre la carbonatación y el valor del pH cae debajo de 9, lo cual hace que se destruya la capa pasiva del metal, provocando la corrosión del acero de refuerzo. Los productos de corrosión aumentan el volumen de las varillas, generando esfuerzos sobre el concreto seco y por consiguiente la propensión del concreto a agrietarse. La difusión del bióxido de carbono sólo es rápida en los poros llenos de aire, por eso cuando el concreto está totalmente saturado de agua como en las condiciones de inmersión, prácticamente no se carbonata. Es por esto, que este fenómeno ocurre cuando las estructuras de concreto reforzado están expuestas en la atmósfera.

Es por lo anterior que la acumulación del bióxido de carbono y otros contaminantes, producto de la combustión y la actividad humana en la atmósfera, pueden incidir directamente en la degradación, deterioro y en casos extremos el colapso de estructuras de concreto como el caso de la caída de puentes. Esto conlleva considerables gastos de mantenimiento y el riesgo de pérdidas humanas.

Todos los artículos publicados en esta sección de La Unión de Morelos han sido revisados y aprobados por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C., cuyos integrantes son: Dra. Georgina Hernández Delgado, Dr. Hernán Larralde Riadura y Dr. Joaquín Sánchez Castillo (Coordinador)
Comentarios y sugerencias: joaquin.sanchez@microbio.gu.se

Para que se inicie la corrosión en el concreto es necesaria la presencia de un electrólito, la cual es una solución capaz de conducir corriente eléctrica. Cualquier concreto húmedo o mojado contiene suficiente electrólito en sus poros para conducir una corriente eléctrica capaz de causar corrosión. Generalmente este electrólito contiene especies

CONTINÚA EN LA PÁG. 38