

Coloquio

Sr. Calleja

Sr. Joisel, si no me equivoco, pienso que jamás ha habido ni al presente hay, en Francia, un ensayo normalizado de la retracción del cemento.

Por el contrario, sí existe un ensayo de fisuración o de fisurabilidad; es el ensayo, bien conocido, del anillo para la pasta pura. ¿Está normalizado este ensayo o hay la intención, en Francia, de normalizarlo?

Sr. Joisel

Me propone Vd., Sr. Calleja, una cuestión algo delicada. Personalmente yo soy uno en los cincuenta millones de franceses, pero no represento a los cincuenta millones. Si me plantease una cuestión política, Vd. me podría preguntar si soy partidario de la política comunista. Yo no le respondería que sí, porque forzosamente no soy comunista, a pesar de que en Francia hay comunistas.

Precisemos; en Francia existe una graduación en las normas. Hay normas verdaderas, que son como leyes, debajo hay una categoría inferior de normas simplemente homologadas, que son registradas. Las primeras son las normas homologadas, es decir, las buenas normas; más inferiormente están las normas registradas que tienen menos valor y, más inferiores aún existen fascículos de documentación de la Asociación Francesa de Normalización. Estos son documentos de menor valor, impresos, editados por la Asociación y por ello pueden y deben "impresionar" a los franceses.

En Francia existe un ensayo de retracción y un ensayo de fisurabilidad, en fascículos de documentación AFNOR.

Personalmente yo no soy totalmente partidario de ellos, pero existen hoy franceses que se guían por esta normalización.

Con su permiso voy a extender mi contestación. El primer ensayo de retracción fue creado en 1939. Hitler en 1933 decidió construir numerosas autopistas de hormigón; él era un hombre rápido y estaba decidido a construir velozmente las autopistas.

Por ello no se tomaron las precauciones durante la construcción de estas magníficas autopistas que todavía conocemos. Después de algunos años se observó que las autopistas de hormigón estaban muy fisuradas. Los ingenieros alemanes creyeron que se trataba de retracción y crearon un ensayo especial para la retracción de los hormigones.

Este ensayo, adoptado antes de la guerra, permaneció en la normalización alemana durante 20 años; no recuerdo cuando, pero 30 años después los alemanes abandonaron el ensayo y se suprimió su normalización.

En esta época se adoptó en Francia el ensayo como fascículo de documentación y no sólo para las carreteras de hormigón, sino para toda obra de hormigón que, en ese momento de reconstrucción, fueron muy numerosas en Francia.

Se creó así, el ensayo de retracción y el de fisuración que ustedes conocen. Este ensayo ha sido muy discutido, porque no ha sido adoptado como normalizado, ni como norma homologada, ni como norma "registrada".

A mi parecer este ensayo no solamente carece de utilidad sino que, incluso, es perjudicial. Tomemos, por ejemplo, el ensayo de fisurabilidad. Creo que ustedes conocen el principio del ensayo: Alrededor de un núcleo de acero se moldea un anillo de cemento y se espera a que éste se fisure, mantenido en una atmósfera con 50 % de humedad relativa. Si la fisura se produce antes de 15 horas, se califica al cemento como fisurable, y si la fisura aparece después de 15 horas, el cemento es bueno.

¿Qué es lo que ocurre? Aplico el ensayo de fisurabilidad y la fisura se produce a las 3 horas; este resultado indica que el cemento es fisurable; malo.

Yo digo: Muy bien, en la fábrica de cemento se modifica la fabricación. Al yeso se le agrega 50 % de arcilla; a ello hay derecho porque se puede fabricar cemento con un yeso que no es necesario sea puro.

El cemento contendrá, entonces digamos, alrededor de 3 % de arcilla. Inmediatamente el tiempo de fisuración pasa a 40 horas, es decir, el cemento aparece mejorado. ¿Quién pretenderá asegurar que el cemento es mejor, respecto a fisuración?

Esta es mi respuesta.

Sr. Calleja

Sr. Joisel, me felicito de haber suscitado esta cuestión, a la vista de su contestación.

¿Más preguntas?

Otra intervención

Deseo saber si lo que el Sr. Joisel llama retracción térmica, se refiere a la contracción que todo cuerpo experimenta como consecuencia del enfriamiento o si se refiere a otro fenómeno.

Sr. Joisel

Efectivamente se trata de retracción debida al enfriamiento.

Pero debo completar algo la contestación.

El hormigón, como todos los materiales, tiene una dilatación térmica, como en particular el acero; sea cual fuera el coeficiente de dilatación del hormigón es del mismo orden que el del acero, lo que favorece la unión acero-hormigón. Por consiguiente, las variaciones de dimensión del hormigón son, poco más o menos, las mismas que las del acero. To-

do lo que es válido para el acero, vale para el hormigón. A pesar de ello, el hormigón no es totalmente comparable al acero, por el hecho de que el hormigón se vierte a los moldes en la obra y contiene un cemento que debe hidratarse.

La hidratación desprende calor en cantidad importante; este calor eleva considerablemente la temperatura. Esto es ya conocido en las obras masivas muy gruesas; por ejemplo, en los diques, las obras marítimas y ciertas obras en hormigón armado con espesores del orden entre 10 y 20 cm.

En realidad, si el hormigón se vierte en encofrado de madera se comporta como si el espesor estuviese considerablemente aumentado debido al efecto aislante de la madera.

Corrientemente en los pilares de hormigón con 1 metro de espesor y con dosificaciones usuales la temperatura de una obra, a las 24 horas, aproximadamente, puede subir a 50°C e incluso a 60°C.

Cuando los norteamericanos construían aeródromos en Francia para la defensa occidental, también se construían abrigos para los aviones sin limitaciones para el espesor y las armaduras.

Un día me llamaron y expusieron la cuestión siguiente: ¿Cómo es que un hormigón, que ha sido vertido en invierno, al cual se añadió poliestireno para mejorar el endurecimiento, que tiene tanta armadura como hormigón, se ha fisurado?

La explicación es sencilla: Las fisuras de retracción, en este caso, no se han modificado por las armaduras; el hormigón tenía una temperatura del orden de 50 a 60°C; como la temperatura del ambiente era de 2°C bajo cero, el enfriamiento se realizó con una variación de 70° a 80°C, más que suficiente para romper el hormigón. Los constructores debían haber respetado las reglas al uso para el hormigonado.

Nueva intervención

¿Cree posible, el Sr. Joisel, evitar o disminuir los efectos de la retracción a partir de una expansión autógena o higrotérmica provocada, ya sea por aumento de la cal libre o de la magnesia libre en el cemento utilizado o, para la expansión higrotérmica, mediante un riego interno por conductos trazados en el interior del hormigón?

Sr. Joisel

Es difícil responder brevemente; expondré mi opinión personal. En primer lugar yo creo que la retracción no tiene efectos perjudiciales; no es necesario tratar de reducirla.

Ciertamente no es saludable incrementar por gusto; pero si se dispone de un cemento normal, de material adecuado para el vibrado y el hormigón se prepara con una composición conocida como beneficiosa, no hay por qué modificar la retracción. Me parece que se han asociado los términos retracción y fisuración, por lo que se busca reducir las fisuras reduciendo la retracción.

Creo que se parte de una idea falsa. Veamos los resultados: Se han preparado cemento sin retracción o cementos expansivos. Yo he ensayado los que se venden en Francia.

Tenemos un ensayo de retracción casi normalizado, pero en nuestras investigaciones empleamos otros ensayos de retracción muy importantes.

Hemos medido las retracciones de los cementos "sin retracción" y, con sorpresa, hemos comprobado que la retracción de estos cementos "sin retracción" era mayor que la del cemento portland. Y es que al decir que se fabrica un cemento "sin retracción", en rea-

lidad lo que se ha hecho es un cemento calculado en el laboratorio. Se enmoldan las probetas, de mortero o de hormigón; se las conserva húmedas durante cierto tiempo, por ejemplo 7 días y después en una atmósfera con 50 % de humedad relativa, es decir, en las condiciones óptimas para que la retracción ulterior compense a la dilatación inicial.

Por desgracia estas condiciones dependen, de una parte, del tiempo durante el cual se mantuvo húmedo el hormigón y de otra, del tamaño de las probetas.

Cuando se aplica el ensayo clásico de retracción, las probetas de morteros se extraen de los moldes a las 24 horas y se realiza una medida inicial; seguidamente se conserva la probeta en atmósfera con 50 % de humedad relativa. En estas condiciones, tan diferentes, se comprueba que la retracción es mayor. ¿Por qué? Debido a que esos cementos “sin retracción”, por lo menos los que yo conozco, tenían la composición química y la finura correspondientes a una retracción relativamente fuerte.

Por otra parte, cuando se ensaya en el laboratorio, se fabrica una probeta, después se la deja hincharse durante un cierto tiempo en medio húmedo y, a continuación, se la deja contraerse. Estas variaciones son libres; pero las condiciones de la práctica son diferentes, porque si el hormigón está libre no hay que modificar su retracción; cuando esté anclado en sus dos extremidades y la probeta no pueda cambiar de dimensión, ¿qué ocurrirá en el momento de la expansión?

La expansión no se realiza; la probeta en lugar de dilatarse se contrae, por consiguiente, es lo mismo que ocurre en el hormigón ordinario.

Esto nos hace “tocar con el dedo” las dificultades de interpretación de los estudios de laboratorio y la necesidad, señalada ya por el Sr. Calleja y otros autores, de estudiar los problemas no sólo en el laboratorio, sino además en las obras, y reflexionar pensando en las mismas.

Me dirán ustedes que, actualmente, en los Estados Unidos de Norteamérica se fabrican cementos expansivos, cementos sin retracción. Es cierto, nuestros amigos norteamericanos son gente seria, que no se embarcan a la ligera; esto es cierto y suficiente. Hace tiempo yo leí una norma norteamericana que imponía al cemento de escorias un contenido de magnesia inferior al 5 %, igual que al portland. Esta norma es errónea, todo el mundo puede equivocarse; es posible que, actualmente, los norteamericanos se equivoquen.

Además, los rusos igualmente fabrican cemento expansivo. Que yo sepa son los únicos que han utilizado la expansión de la cal y la magnesia libres, mientras que todos los cementos expansivos, preparados primero en Francia, después en Norteamérica y otros países, funcionan a base de los sulfoaluminatos.

Ahora yo creo que el asunto está fuera de discusión, es necesario preparar cemento sulfoaluminoso. A propósito de esto, puede uno preguntarse, después de lo que han dicho los oradores que han tratado de la corrosión de las armaduras por los sulfatos en exceso, ¿si no habrá que considerar si estos cementos destinados a ser utilizados en el hormigón armado, no podrán, por su exceso de sulfatos ser, a la larga, nefastos para la durabilidad?

Sr. Calleja

¿Contestado? ¿No hay más preguntas?

Entonces creo interpretar el sentido de todos y el mío propio dando, una vez más, las gracias al Sr. Joisel, por la completa y documentada exposición que nos ha brindado; dejándonos satisfechísimos. Una vez más ¡Muchas gracias!