

Comportamiento al fuego de mortero con adición de polvo calizo

Behavior against fire of mortar with limestone powder addition

Carmen andrade perdrix^a, Ana María martínez serrano^b, Jose Antonio tenorio rios^c, Pablo anaya gil^d

^aDr. Química Industrial. Prof. Visitante CIMNE- UPC .candrade@cimne.upc.edu

^bLcda. Biología. Instituto de Ciencias de la Construcción- CSIC. ana.martinez@ietcc.csic.es

^cDr. Ingeniero de Caminos. Instituto de Ciencias de la Construcción- CSIC tenorio@ietcc.csic.es

^dDr. Arquitecto. UPM

RESUMEN

Cuando la caliza es añadida al cemento como adición al hormigón como arena o árido grueso, como es el caso de hormigones autocompactantes, si el elemento sufre un fuego esta caliza se descompondrá en un entorno de temperatura alrededor de 600-700°C. El presente trabajo es continuación de otro anterior en el que se estudió el comportamiento de hormigones autocompactantes sometidos a la curva ISO hasta 1000°C, simuladora de un fuego. En ese trabajo se observó que, algunas probetas se desmoronaban durante el ensayo y que otras lo hacían a las horas o días de haberlas extraído del horno.

ABSTRACT

The hydration of lime is exothermic and proceeds with an increase in volume. When the limestone is added to the cement as an addition or to concrete such as sand or coarse aggregate, as is the case with self-compacting concretes, this limestone will decompose under an environment of variable temperature around 600-700°C, if the concrete that contains it is submitted to a fire. The present work is a continuation of another previous one in which the behavior of self-compacting concretes subjected to the ISO 834 curve up to 1000°C simulating a fire was studied. In this work, it was observed that some specimens containing limestone powder crumbled during the test and others did it in hours or days during cooling.

PALABRAS CLAVE: durabilidad, mantenimiento de estructuras, fuego, caliza.

KEYWORDS: durability, maintenance, fire, limestone

1. Introducción

El uso de hormigones autocompactantes se ha generalizado en los últimos años. Estos hormigones suelen tener adiciones de áridos finos en proporciones más elevadas que los convencionales y en muchas ocasiones esas adiciones son de caliza.

Es conocido que la caliza se descompone en dióxido de carbono y óxido de calcio cuando es calentada por encima de 700°C en la ancestral

preparación de cal viva. Esta cal viva debe ser preservada del contacto de la atmósfera para que no revierta en carbonato cálcico y al añadirse agua se obtiene la cal apagada. La hidratación de la cal viva es exotérmica y procede con aumento de volumen. Cuando la caliza es añadida al cemento como adición al hormigón como arena o árido grueso, como es el caso de hormigones autocompactantes, en el caso de un fuego esta

caliza se descompondrá en un entorno de temperatura variable alrededor de 600-700°C [1-3]. Dada la mayor proporción de caliza distribuida en toda la masa del material, teóricamente este paso en un intervalo pequeño de aumento de temperatura podría dar lugar a roturas explosivas. También en teoría, su rehidratación podría dar lugar a aumentos de volumen durante el enfriamiento. El presente trabajo es continuación de otro anterior en el que se estudió el comportamiento de hormigones autocompactantes sometidos a la curva ISO hasta 1000°C, simuladora de un fuego. En ese trabajo se observó que, algunas probetas se desmoronaban durante el ensayo y que otras lo hacían a las horas o días de haberlas extraído del horno. En el presente trabajo el objetivo consiste en comparar probetas conteniendo solo árido silíceo (arena silícea normalizada) con el mismo mortero en el que se han sustituido diversas proporciones de la arena silícea por carbonato cálcico.

2. Procedimiento experimental

Se fabricaron probetas cúbicas de 7 cm de lado de mortero normalizado con un cemento CEMI y arena silícea en proporción 1:3 de cemento: arena.

Las mezclas con carbonato cálcico se hicieron sustituyendo 1 ó 2 partes de la arena silícea carbonato de pureza de reactivo químico. Dada la finura del CaCO_3 utilizado es equivalente a incrementar la fracción tan fina como el cemento disminuyendo la cantidad de árido silíceo.



Figura 1. Aspecto del horno utilizado.

Estas probetas se secaron a 40 °C durante 48h y se introdujeron en un horno, que se muestra en la Figura 1 y se colocaron dentro como nuestra la Figura 2 con protección por si se producían desprendimiento durante el calentamiento o enfriamiento.



Figura 1. Probetas y su protección en el interior del horno.

La curva de calentamiento hasta 1000 °C y el enfriamiento se registraron en vacío y con probetas no encontrándose diferencias, El registro se muestra en la Figura 3.

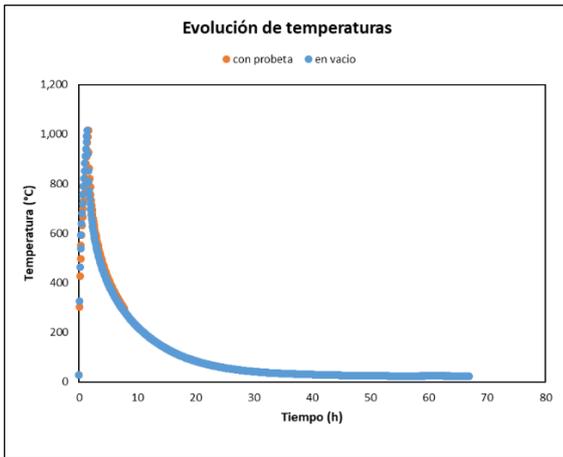


Figura 3. Curva de incremento de temperatura y de enfriamiento con y sin probetas en el horno.

Una vez terminado el ensayo las probetas se dejaron al aire para observar su evolución.

3. Resultados

El aspecto de las probetas en las que se había sustituido una parte de arena silíceo por carbonato cálcico, antes y después del ensayo a lo largo de varios días se muestra en la figura 4. Ambas probetas al terminar el ensayo y sacarlas de horno no presentan daños aparente pero con el paso de los días empiezan a aparecer fisuras mucho más numerosas en el caso del mortero que tiene carbonato cálcico. Estas fisuras se atribuyen a la re-hidratación lenta del óxido de calcio a partir de la simple humedad del aire.

	PROBETA REFERENCIA MORTERO NORMALIZADO Arena silíceo	PROBETA con 1 parte de árido fino sustituido por Carbonato cálcico y 2 partes de arena silíceo a/c = 0,6
Antes del ensayo 1000 ° C		
3 días		
4 días		

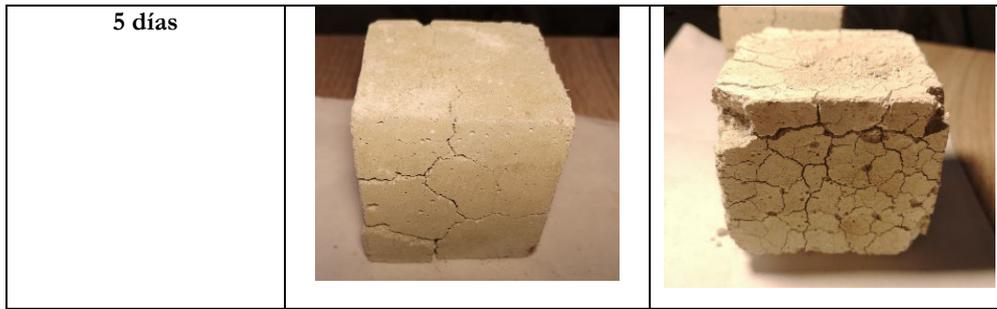


Figura 4. Evolución del aspecto de las probetas de referencia y con 1 parte sustituida de la arena por carbonato cálcico.

CONDICIONES	PROBETA REFERENCIA MORTERO NORMALIZADO arena silícea	PROBETA con 1 parte de árido fino sustituido por Carbonato cálcico y 2 partes de arena silícea a/c 0.5	PROBETA con 2 partes de árido fino sustituido por Carbonato cálcico y 1 parte de arena silícea a/c 0.6
Antes del ensayo 1000 ° C			
5 días			

Figura 5. Aspecto de las probetas a los 24h y 5 días después de sacarlas del horno. Probetas de referencia y con diversas sustituciones de la arena por carbonato cálcico y con relaciones a/c de 0,5 y 0,6.

En la figura 5 se muestran los resultados de otros ensayos en los que se varió tanto la relación a/c del mortero como la proporción de sustitución de la arena por el carbonato cálcico. Nuevamente al sacarlas del horno todas las probetas parecen no tener fisuras pero éstas van

apareciendo con el paso de los días. A los 5 días la probeta de relación a/c= 0,6 y sustitución de 2 partes del árido por carbonato está prácticamente desmoronada. En cambio la probeta de relación a/c= 0,5 y solo una parte del

árido sustituida tiene una buena apariencia externa.

5. Discusión

En los ensayos efectuados no se ha detectado en las probetas durante el calentamiento hasta 1000°C una reacción explosiva por la mayor proporción volumétrica de carbonato pero si se percibe un riesgo claro una vez enfriadas las probetas a medida que el óxido de calcio producido en la calcinación se rehidrata.

En la cuantía de fisuras que aparecen parece tener una influencia importante la relación a/c ya que en la probeta con a/c= 0,5 no se da detectan fisuras a los 5 días. Probablemente su menor porosidad hace la penetración de la humedad más difícil y por tanto la rehidratación del óxido de calcio no se produce inmediatamente. Con relación a/c 0,6 el daño es masivo, en especial cuando se han sustituido dos partes de la arena silíceo por carbonato.

Es importante señalar también que fisuras aparecen en la probeta de referencia en uno de los ensayos, pero el patrón de menos fisuras y más distanciadas.

En los trabajos anteriores realizados [1] se detectó un comportamiento similar de desmoronamiento al cabo de los días pero debido a la presencia de árido grueso calizo. A este respecto hay que comentar que este tipo de árido es más recomendado como resistente al fuego pro su menor conductividad térmica. A pesar de ello su vulnerabilidad frente a la temperatura por descomposición del carbonato en óxido de calcio debe tenerse en cuenta y no recomendarlo genéricamente frente a los áridos silíceos. Estos áridos silíceos tienen también aspectos débiles frente al fuego por lo que sería necesario un estudio más en profundidad donde además de las proporciones de árido calizo se pueda comprobar el efecto de su distribución

granulométrica, ya que habría que encontrar dosificaciones optimas desde el punto de vista de resistencia al fuego. En especial es importante estudiar esta resistencia por el cada vez mayor uso de filler calizo en los cementos y de hormigones autocompactantes con grandes cantidades de finos calizos o el mayor uso.

5. Conclusiones

En los trabajos realizados se ha encontrado que:

- Los morteros sometidos hasta 1000°C de temperatura, en los que se había sustituido una parte del árido silíceo por carbonato cálcico se fisuran o desmoronan al cabo de 5 días de sacarlos del horno, si su relación a/c =0,6.
- Los morteros con relación a/C=0,5 no se han fisurado en el mismo periodo de tiempo
- Para una óptima resistencia al fuego es necesario tener en cuenta la proporción volumétrica de áridos de naturaleza caliza dada su susceptibilidad a descomponerse en óxido de calcio y CO₂ durante el incremento de temperatura por encima de 700°C y su posterior rehidratación al volver a temperatura ambiente.

-

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades el contrato concedido a una de las autoras del presente trabajo.

Referencias

- [1] Anaya P., Andrade C., Castillo A., Maciá M.E. -The influence of limestone filler on fire behaviour of self-compacting concrete -7th International RILEM Conference on Self-Compacting Concrete - Paris, 2-4 September 2013
- [2] Fares H., Noumowe A., Remond S., «Self-consolidating concrete subjected to high temperature: Mechanical and physicochemical properties», Cement and

Concrete Research 39, no. 12 (2009): 1230-1238.

- [3] Ye G., Liu X., De Schutter G., Poppe A., Taerwe Y L.. «Influence of limestone powder used as filler in SCC on hydration and microstructure of cement pastes». Cement and Concrete Composites 29 (2007): 94–102. ISSN 09589465